

591.4

А-255

**АНАТОМИЯ
И ФИЗИОЛОГИЯ
СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ЖИВОТНЫХ**



208546

ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Издание второе, дополненное
и переработанное

Допущено Главным управлением высшего
среднего сельскохозяйственного образования
Министерства сельского хозяйства СССР
в качестве учебника для сельскохозяйствен-
ных техникумов по специальности
«Ветеринария»

БИБЛИОТЕКА

Сам. СХИ

гос. Самарканд



ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС»

МОСКВА — 1971

208546

Понятие об анатомии, гистологии, эмбриологии веков человек стремился познать строение и жизнь существ, факты, послужившие основой науки о жизни — (учение). Развитие биологии привело к разделению ее на две значимые в изучении животных организмов дисциплины.

Морфология (morphé — форма) объединяет науку об организмах.

Физиология изучает процессы, происходящие в организме. Морфология и физиология неразрывно связаны и функции неотделимы. Они определяются наследственностью и той средой, в которой живет организм.

К морфологическим наукам относятся анатомия, гистология.

Анатомия (греч. anatome — рассечение) изучает строение отдельных его органов; вскрытие трупа — основная задача анатомии. Различают нормальную и патологическую анатомию. Нормальная анатомия изучает строение здоровых животных. К ней относятся анатомия систем органов (система органов), топографическая анатомия (месторасположение органов), физиологическая анатомия (изменение строения организма в различные периоды жизни животного) и сравнительная анатомия (сравнение строения различных видов животных).

Патологическая анатомия исследует изменения в строении органов и тканей.

Изобретение микроскопа и применение его при исследовании микроанатомии привели к созданию гистологии — науки о клетке (cytos — клетка) и тканей (histos — ткань) и эмбриологии — науки о развитии зародка.

Знание этих наук абсолютно необходимо для практики. Применяя их на практике, можно выращивать здоровых животных, что позволяет получать в изобилии молоко и мясо.

Акимов Г. Н., Бойко В. Н., Елисеев А. П.
Анатомия и физиология сельскохозяйственных
животных. М., «Колос», 2-е изд., 1971, стр. 408

Учебник предназначен для учащихся ветеринарных техникумов. Книга состоит из двух разделов: «Анатомия» и «Физиология». При соответствующей планировке имеются лабораторно-практические занятия.

Учебник значительно переработан, дополнен и приведен в соответствие с современными требованиями науки и практики. Особенно много нового внесено во второй раздел книги. Например, в главе «Физиология пищеварения» приведены новые данные о механизме перехода пищевых веществ из желудка в кишечник, описываются процессы всасывания и пищеварения. В главе «Кровь и лимфа» изложены новые сведения о группах крови у животных. Многим дополнена глава «Обмен веществ и энергии». Приведены в соответствие с современными требованиями и лабораторно-практические занятия. Так, описаны методы определения активности желудочного сока, вязкости крови, реакции оседания эритроцитов и т. д.

Первый раздел книги «Анатомия» написал А. П. Елисеев, второй раздел «Физиология» — Г. Н. Акимов, лабораторно-практические занятия — В. Н. Бойко.

Книга может быть полезной ветеринарным специалистам.

Понятие об анатомии, гистологии, эмбриологии и их значении. В течение многих веков человек стремился познать строение и жизнь животных и растений, накапливал факты, послужившие основой науки о жизни — биологии (bios — жизнь, logos — учение). Развитие биологии привело к разделению ее на ряд наук, среди которых важное значение в изучении животных организмов принадлежит морфологии и физиологии.

Морфология (morphé — форма) объединяет науки, изучающие форму и строение организмов.

Физиология изучает процессы, происходящие в здоровом организме.

Морфология и физиология неразрывно связаны между собой, так как форма и функция неотделимы. Они определяются наследственностью и условиями среды, в которой живет организм.

К морфологическим наукам относятся анатомия, цитология, гистология и эмбриология.

Анатомия (греч. anatomé — рассечение) — наука о строении организма и отдельных его органов; вскрытие трупа — основной способ изучения строения организма. Различают нормальную и патологическую анатомию. Нормальная анатомия изучает строение здоровых животных. К ней относятся: системная анатомия, изучающая организм по системам органов (система органов пищеварения, дыхания и т. д.), топографическая анатомия (месторасположение органов), возрастная анатомия (изменение организма в различные периоды жизни животных), сравнительная анатомия (сравнение строения различных видов животных).

Патологическая анатомия исследует изменение строения организма, вызванное болезнью.

Изобретение микроскопа и применение его при исследовании способствовало развитию микроскопической анатомии, разделившейся впоследствии на цитологию — науку о клетке (cytos — клетка), гистологию — науку о тканях (histós — ткань) и эмбриологию — науку о развитии зародыша (embryon — зародыш).

Знание этих наук абсолютно необходимо для ветеринарных специалистов. Применяя их на практике, можно выращивать здоровых высокопродуктивных животных, что позволяет получать в изобилии молоко, мясо, яйца и другие продукты животноводства.



Н. И. Пирогов (1810—1881)

Анатомия, гистология и эмбриология представляют основу последующего изучения специальных дисциплин. Нет такой дисциплины, изучающей животное, в которой не использовались бы данные морфологических наук.

Краткая история развития анатомии, гистологии и эмбриологии. Анатомия возникла в древней Греции за пять веков до нашей эры. Передовые философы того времени Гиппократ (460—377 гг. до н. э.), Аристотель (384—322 гг. до н. э.) уже имели материалистическое представление о строении и развитии организмов.

Анатомия животных долгое время играла вспомогательную роль при изучении тела человека, так как по законам церкви в то время запрещалось открывать человеческие трупы.

В период средневековья, во времена господства католической церкви, анатомия как наука не развивалась. Лишь в эпоху возрождения, когда наряду с торговлей, промышленностью стало усиленно развиваться и животноводство, анатомия животных выделилась в самостоятельную науку.

В XVI и, особенно, в XVII в., после изобретения микроскопа, одно открытие следует за другим. В 1665 г., через 47 лет после изобретения микроскопа, английский физик Роберт Гук сделал важное открытие, установив клеточное строение различных органов растений. Затем Антон Левенгук (1632—1723) обнаружил клетки и в теле животного.

К середине XIX в. было установлено общее для растений и животных клеточное строение, изучены ткани, описано эмбриональное развитие животных, доказана изменчивость организмов под влиянием внешних условий. Это позволило Ч. Дарвину (1809—1882) глубоко обосновать эволюционное учение и дать ему материалистическое толкование. Ч. Дарвин доказал, что органический мир — растения, животные и сам человек — возникли в результате длительного эволюционного процесса. Ф. Энгельс отнес клеточную теорию и эволюционное учение к величайшим открытиям XIX столетия, укрепившим позиции материализма.

Эволюционные идеи получили широкое распространение в России, особенно благодаря трудам К. А. Тимирязева, и оказали большое влияние на развитие отечественной анатомии, эмбриологии и гистологии.

Гениальный русский анатом и хирург Н. И. Пирогов (1810—1881) явился создателем топографической анатомии. Применяв метод распилов замороженных трупов, он впервые установил истинное расположение внутренних органов. В 1859 г. он издал атлас «Топографическая анатомия по распилам через замороженные трупы», получивший всемирную известность.

А. О. Ковалевский (1840—1901) и И. И. Мечников (1845—1916) заслуженно считаются основоположниками эволюционной эмбриологии. И. И. Мечников, кроме

того, внес значительный вклад в патологию, открыв в 1883 г. явление, названное им фагоцитозом, от слова фагоциты («клетки-пожиратели», относящиеся к лейкоцитам — белым кровяным клеткам). Они защищают организм от микробов и чужеродных тел, поглощая и переваривая их.

К числу выдающихся анатомов, изучавших также строение домашних животных, относятся профессора Д. М. Автократов (1868—1953), А. Ф. Климов (1878—1940), А. И. Акаевский и ряд других ученых.

А. Ф. Климов руководил самой большой группой анатомов, внесших большой вклад в изучение органов произвольного движения. Он совместно с А. И. Акаевским опубликовал фундаментальный учебник по анатомии домашних животных для ветеринарных институтов. Профессор А. И. Акаевский издал специальный учебник анатомии домашних животных, являющийся лучшим отечественным учебным пособием для студентов ветеринарных институтов.

Изучая животное, всегда надо помнить о взаимной связи его органов и целостности всего организма. Следует учитывать, что животное постоянно развивается и изменяется с момента зарождения до смерти. Организм животного неотделим от среды, в которой он живет. В этом единстве организма и среды, в обмене веществ между ним и средой заключена основа развития и жизни животного.



А. Ф. Климов (1878—1940)

ОБЩАЯ ЦИТОЛОГИЯ

Цитология изучает развитие, строение и жизнедеятельность клеток. Клетка является основой строения и функции всех живых существ. Открытием клетки было доказано единство строения и происхождения растительного и животного мира, возникшего в процессе эволюции на Земле.

В настоящее время роль цитологии еще более возросла, так как удалось доказать, что именно в клетках происходят процессы, обеспечивающие все функции организма. Через клетки передаются наследственные признаки потомству. В основе этих процессов лежат сложные явления превращения веществ.

Химический состав клетки. Клетка состоит из химических элементов, встречающихся в неорганической природе. К наиболее распространенным из них, содержащимся в клетке, относятся углерод, азот, кислород, водород, сера, фосфор, калий, кальций, натрий, железо и хлор. В незначительных количествах имеются медь, кобальт, цинк, йод и др.

Химические элементы, соединенные между собой, образуют сложные органические вещества — белки, нуклеиновые кислоты, жиры, углеводы, АТФ (аденозинтрифосфорная кислота) и неорганические соединения — минеральные вещества и воду.

Белки — сложные азотистые соединения, на долю их приходится более 50% веса сухого вещества клетки. Из белков состоят в основном наиболее важные структуры клетки, а также ферменты и некоторые гормоны. Поэтому белкам придается особое значение в жизненных процессах клетки. Ф. Энгельс определил жизнь как способ существования белковых тел.

В организме находится до 100 000 разнообразных белков, по принцип строения у них сходный. Они образуются из соединенных между собой более простых азотистых соединений — аминокислот. В настоящее время изучено более 20 аминокислот. При соединении двух аминокислот образуется дипептид, при соединении большего количества аминокислот получается полипептид. Свойства белка зависят от набора аминокислот и порядка их чередования в белковой молекуле. В настоящее время известен порядок соединения аминокислот в целом ряде гормонов и ферментов, что позволяет получать их синтетическим путем.

Недавно синтезировали фермент рибонуклеаза. Различают простые белки — протеины и сложные белки — протеиды, которые образуются при соединении белков друг с другом или с другими веществами. Например, соединения белка с нуклеиновыми кислотами образуют нуклеопротеиды, с углеводами — гликопротеиды, с жироподобными веществами — липопротеиды.

Углеводы состоят из соединенных между собой углерода, водорода и кислорода. Наиболее простые углеводы — моносахариды, например виноградный сахар (глюкоза). Из нескольких молекул простых углеводов образуются сложные углеводы — полисахариды. К ним относится животный крахмал (гликоген). Углеводы в клетке служат источником энергии.

Жиры состоят из глицерина и жирных кислот. Они необходимы для жизнедеятельности клетки и служат запасными питательными веществами. Жиры при окислении выделяют наибольшее количество энергии по сравнению с другими веществами. Более сложно, чем жиры, построены липоиды — жироподобные вещества. В их состав, кроме глицерина и жирных кислот, входят азотистые вещества и фосфорная кислота.

Нуклеиновые кислоты, как и белки, играют очень важную роль в жизнедеятельности клетки. С помощью их создаются белки и передаются наследственные признаки от клетки к клетке и от целого организма его потомству. Различают два типа нуклеиновых кислот: ДНК — дезоксирибонуклеиновую кислоту и РНК — рибонуклеиновую кислоту. Они называются так потому, что в составе ДНК имеется сахар — дезоксирибоза, а в РНК — рибоза. Их молекулы очень большие и состоят из более простых химических соединений, называемых нуклеотидами. В состав нуклеотидов входят три разных химических соединения: азотистое основание, сахар и остаток молекулы фосфорной кислоты.

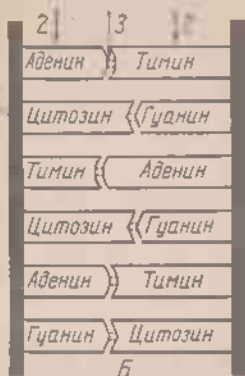
ДНК встречается главным образом в ядре клетки, обнаружена она и в митохондриях. Молекула ДНК более сложна, чем молекула РНК, и напоминает лестницу, свернутую в спираль. Ее ступеньки состоят из азотистых оснований, соединенных между собой водородными связями, и находятся между двумя параллельными цепочками. Каждая цепочка образована остатками фосфорной кислоты, чередующимися с молекулами сахара — дезоксирибозы. В молекуле ДНК имеется четыре вида азотистых оснований: аденин, гуанин, тимин и цитозин. Они соединяются в определенном порядке и последовательности: аденин одной цепочки — только с тиминном противоположной цепочки, а гуанин — лишь с цитозином (рис. 1).

В период, предшествующий делению клетки (интерфаза), двойная цепочка ДНК разделяется на одинарные цепочки. На каждой из этих цепочек автоматически синтезируется дополнительная к ней цепочка, и таким образом, создаются две новых молекулы ДНК. Происходит так бы образование новых копий.

Все разнообразие наследственных признаков животного (цвет глаз, форма и пр.) зависит от чередования и взаиморасположения азотистых



А



Б

Рис. 1. Строение части молекулы ДНК:

А — микрофотография двойной спирали ДНК (увеличение 7 300 000 раз под электронным микроскопом); Б — схема молекулы ДНК в выпрямленном состоянии (1 — фосфатно-углеводная цепочка; 2 — азотистые основания; 3 — водородная связь).

оснований в молекуле ДНК. Влияние ДНК на развитие определенных признаков организма осуществляется через РНК. ДНК служит матрицей, на которой строится молекула РНК, а она, в свою очередь, непосредственно участвует в синтезе белков.

РНК в отличие от ДНК находится во всех частях клетки. Ее молекула представляет собой одинарную цепочку соединенных между собой нуклеотидов. Азотистые основания в РНК те же, что и в ДНК, но вместо тимина имеется урацил. Существует несколько разновидностей

РНК: транспортная, информационная и рибосомная.

В клетке, кроме того, встречаются отдельные нуклеотиды, содержащие несколько остатков фосфорной кислоты. К ним относится аденозинтрифосфорная кислота (АТФ). Это соединение образуется из аденозиндифосфорной кислоты (АДФ) и неорганического фосфора путем улавливания энергии, которая освобождается в цепи переноса электронов при окислительных процессах в клетке. В АТФ аккумулируется (накапливается) энергия, используемая затем для синтеза белков, ДНК, РНК и других физиологических функций клетки. При освобождении из АТФ энергии это соединение вновь распадается на АДФ и неорганический фосфор. Без АТФ биологические процессы не осуществляются, и поэтому она находится во всех клетках организма.

Неорганические вещества являются необходимой составной частью организма. К ним относятся вода и различные минеральные вещества. Вода находится в свободном и связанном состоянии. Количество воды в клетке достигает 70—80%. Вода является растворителем веществ и этим способствует нормальному течению реакций. Лишение организма воды вызывает замедление химических реакций в клетках, что впоследствии приводит к их гибели.

Минеральные вещества. При сжигании клеток остается зола, состоящая главным образом из солей угольной, соляной и фосфорной кислот (например, хлористый кальций, углекислый натрий, фосфорнокислый магний и т. д.). Содержание минеральных солей в разных клетках различное, но в среднем составляет 3% от всего сухого вещества тела животного.

Минеральные вещества играют очень важную роль во всех химических процессах, происходящих в клетках. Они создают осмотическое давление, поддерживают кислотно-щелочное равновесие и входят в соединение с органическими веществами клеток. При недостатке мине-

ральных веществ в организме нарушаются его жизненные процессы. Поэтому при кормлении животных необходимо добавлять в корм минеральные вещества (поваренную соль, мел и др.).

Физическое состояние веществ, находящихся в клетке. Все органические и неорганические вещества, входящие в состав клетки, образуют сложную единую систему и находятся в постоянном движении и изменении. В связи с этим изменяются и физические свойства клетки: вязкость, эластичность, электропроводность и ряд других показателей.

Большинство веществ клетки находится в виде растворов. Белки, например, образуют истинные растворы, но многие вещества находятся в коллоидном состоянии. В коллоиде имеется растворенное вещество (дисперсная фаза) и растворяющее вещество (дисперсная среда). Растворенное вещество состоит из частиц, которые не проникают через пергаментную бумагу, так как образованы несколькими молекулами вещества — макромолекулами. Эти частицы обладают рядом свойств, важных для жизнедеятельности клеток. Например, макромолекулы адсорбируют, т. е. удерживают на своей поверхности другие вещества. В коллоиде макромолекулы имеют одноименные электрические заряды, благодаря чему они отталкиваются друг от друга и поэтому находятся во взвешенном состоянии. При неблагоприятных условиях, в частности при действии высокой температуры, макромолекулы коллоида теряют электрический заряд и выпадают в осадок — коагулируют.

Строение клетки

Организм животных состоит из огромного количества клеток, различных по величине, форме и функции. Большинство клеток имеет величину от 10 до 150 мк. Форма клеток зависит от их функции. Клетки нервной системы, передающие нервное возбуждение на большие расстояния, имеют длинные отростки. Мышечные клетки, выполняющие сократительную функцию, удлинены, в виде веретена. Но все клетки имеют общие закономерности строения.

Клетка — это саморегулирующая элементарная живая система. Клетка — основа строения, развития и жизнедеятельности всех животных и растительных организмов. Но жизнедеятельность самой клетки определяется функцией целостного организма и регулируется его нервной, эндокринной, сосудистой и другими системами. Вне целостного организма эти клетки продолжительно не живут и нормально не функционируют.

Рассматривая тонкие срезы органов животного под световым микроскопом, удается видеть только отдельные структуры клеток. С помощью же электронного микроскопа, увеличивающего в 200 000 и больше раз, можно обнаружить сложные и тонкие детали строения клетки, называемые субмикроскопической структурой. Клетка состоит из ядра и цитоплазмы, окруженной плазмолеммой. В цитоплазме содержатся органоиды и включения. В группу органоидов входят митохондрии, комплекс Гольджи, клеточный центр, рибосомы, эндоплазматическая сеть, лизосомы, микротрубочки. Включения представляют собой трофиче-

ские и пигментные структуры, секреты и инкреты. Ядро состоит из оболочки, ядрышка и карноплазмы (рис. 2).

Плазмолемма отделяет клетку от окружающей среды и состоит из трех слоев. Средний слой образован молекулами липидов — жироподобных веществ, а наружный и внутренний слои состоят из белковых молекул. Благодаря такому строению плазмолемма регулирует проникновение необходимых веществ в клетку и выведение из нее ненужных веществ.

Цитоплазма клетки состоит из бесструктурной гиалоплазмы, в которой находятся органоиды и включения. Они постоянно движутся и изменяются, что удалось наблюдать при замедленной киносъемке живых клеток. Некоторые виды клеток имеют специализированные образования, связанные с особой функцией. Например, в мышечных клетках находятся миофибриллы.

Митохондрии — тельца зернистой, овальной и палочковидной формы. Количество их в клетке колеблется от нескольких десятков до 5000. Большинство митохондрий видно в световой микроскоп, но детали их строения выявляются только с помощью электронного микроскопа. Каждая митохондрия имеет вид мешочка, стенка которого состоит из двух мембран, построенных по типу плазмолеммы. Наружная мембрана гладкая, а внутренняя образует выпячивания, называемые гребешками или кристами. Гребешки делят полость митохондрии на камеры, заполненные основным веществом — матриксом. На стенках гребешков располагаются в определенной последовательности ферменты, образующие цепь переноса электронов. При окислении веществ во время дыхания электроны продвигаются по этой цепи и отдают свою энергию на образование АТФ, используемую затем клеткой. В результате такого процесса митохондрии преобразуют энергию питательных веществ в химическую энергию, заключенную в АТФ. Поэтому митохондрии сравнивают с силовыми станциями клетки. Эта энергия затем в клетке превращается в тепловую, электрическую и другие виды энергии. Согласно закону сохранения энергии, она не создается и не уничтожается, а только переходит из одной формы в другую.

Комплекс Гольджи встречается почти во всех клетках; он представляет собой группу мешочков, стенки которых образованы мембранами. Комплекс располагается обычно вокруг ядра. Функция его окончательно не выяснена, но с помощью электронного микроскопа можно видеть в этом органоеде образование каплей секрета и выведение его из клетки. Предполагают, что комплекс участвует в формировании жировых включений и всасывании веществ в клетку.

Клеточный центр, или **центросома**, состоит обычно из двух-трех телец, называемых центриолями. Они находятся обычно около ядра. Центриоли имеют вид цилиндра, в стенке которого заключено девять групп тончайших трубочек. Функция клеточного центра связана с приспособлениями клетки для движения. Отмечена связь между движением клетки и клеточным центром в период ее непосредственного деления. Этот органоед находится во всех клетках, за исключением зрелых женских половых клеток.

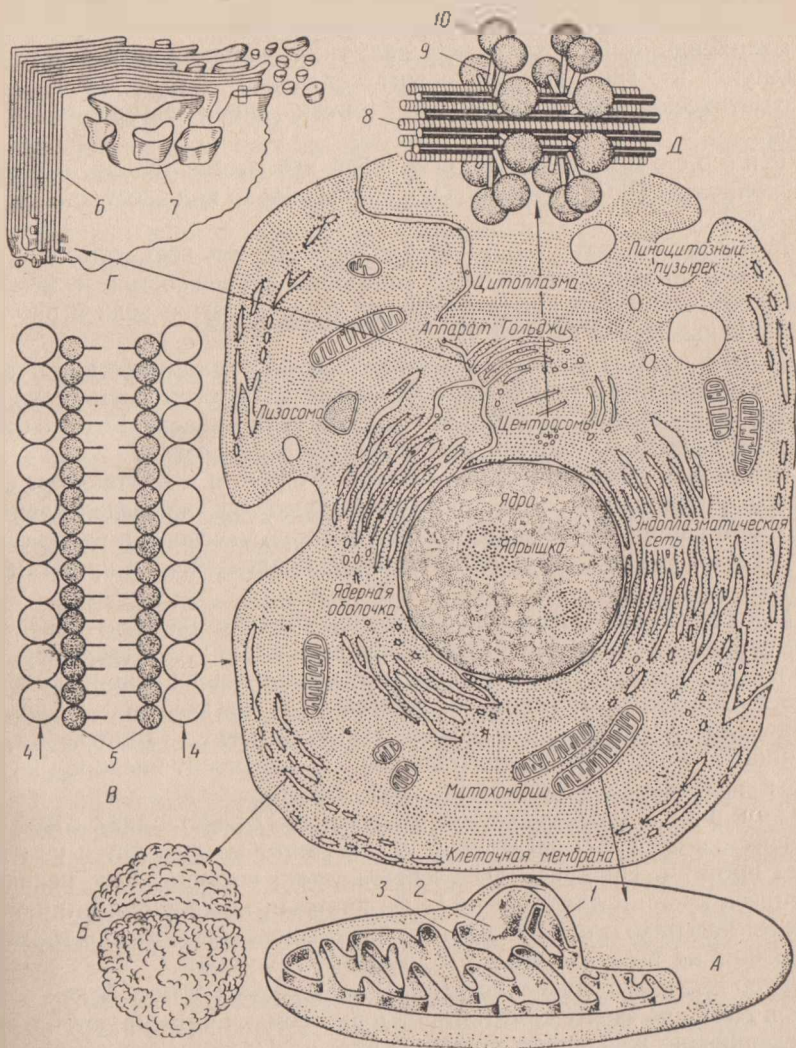


Рис. 2. Схема строения клетки:

А — митохондрии (1 — наружный и 2 — внутренний слой; 3 — криста); Б — рибосома; В — эндоплазматическая мембрана (плазмолемма); 1 — белковые молекулы; 2 — двойной ряд молекул эритроидов; Г — комплекс Гольджи (6 — мембрана, образующая уплотненные мешочки; 7 — крупные вакуоли, отделившиеся от комплекса Гольджи); Д — клеточный центр (8 — одна из девяти трубочек центриоли; 9 — мостики и 10 — сателлиты центриоли).

Эндоплазматическая сеть состоит из тончайших канальцев и пузырьков, пронизывающих всю цитоплазму клетки. Их стенки образованы мембраной, построенной по типу плазмолеммы. Канальцы эндоплазматической сети связаны с ядром, комплексом Гольджи и митохондриями. Различают два типа эндоплазматической сети: гладкую и гранулярную — эргастоплазму. Гранулярная эндоплазматическая сеть имеет на стенках канальцев зерна — рибосомы.

Рибосомы представляют собой небольшие тельца, состоящие в основном из РНК и белков. Они видны только под электронным микроскопом.

Микротрубочки обнаружены не во всех клетках. Они имеют вид тончайших канальцев. Стенки канальцев состоят из мембран. Предполагают, что в микротрубочках перемещаются вода и растворы в различные части клетки.

Лизосомы находятся в животных клетках, имеют вид пузырьков, образованных мембраной. Содержимое лизосом состоит из ферментов, переваривающих белки, и ряда других веществ. Разрыв стенки лизосом вызывает гибель и самопереваривание клетки.

Включения находятся в клетке не постоянно и представляют собой запасы питательных веществ или продукты ее жизнедеятельности. К первой группе включений относятся жиры, углеводы и редко белки. Ко второй группе включений относятся пигменты, секреты и инкреды.

Пигменты (красящие вещества) придают клеткам определенную окраску. От них зависит цвет волоса, глаз и т. д. Например, черная и бурая масти животного зависят от разной концентрации в клетках волоса пигмента меланина, а желтая — от пигментов липохромов. Очень важную роль играет дыхательный пигмент — гемоглобин, находящийся в цитоплазме эритроцитов. Он переносит кислород из легких к клеткам тела животного.

Секреты (молоко, слюна, желчь и др.) представляют собой специфические продукты выделения клеток, которые выводятся из желез через протоки. Продукты выделения клеток, поступающие непосредственно в кровь и лимфу, а не через протоки, называются инкретами. В их составе находятся физиологически активные вещества — гормоны, влияющие на рост животного и другие его функции.

Ядро — вторая жизненно необходимая часть клетки. В нем содержится ДНК, по «чертежам» которой в рибосомах синтезируются белки, определяющие жизненные процессы клетки. Поэтому без ядра клетки продолжительно не живут. Форма ядра обычно соответствует форме клетки. В шаровидных клетках ядро имеет вид пузырька, в удлинённых оно овальное или палочковидное. Однако бывают исключения. Шаровидной формы зернистые лейкоциты, например, имеют ядро причудливой формы, разделенное перетяжками на сегменты. В клетке чаще всего одно ядро, реже два и больше. Располагается оно, как правило, в центре клетки.

В ядре различают кариоплазму и ядерную оболочку.

Кариоплазма (ядерный сок) представляет собой жидкость, в которую погружены ядрышко и хромосомы в деспирализованном виде.

Ядрышки — шаровидной формы тельца. Они содержат нити и гранулы, которые образуют РНК и белки. РНК из ядрышка затем поступает в цитоплазму и участвует в синтезе белка.

Ядерная оболочка — это часть мембранной системы клетки. Оболочка состоит из двух слоев мембран типа плазмолеммы. В местах соединения обеих мембран имеются сквозные отверстия — поры, через которые проходят даже крупные молекулы белка и рибосомы. Однако не все химические соединения могут проникать через ядерную оболочку, так как она обладает избирательной способностью.

Жизненные процессы в клетке

В живой клетке происходит ряд процессов, отличающих ее от неживой материи. К таким процессам в первую очередь относятся обмен веществ, на основе которого осуществляются все остальные проявления жизни: рост, развитие, раздражимость, деление, старение, отмирание клеток.

Обмен веществ обеспечивает сохранение и самообновление клетки. Он происходит непрерывно. Прекращение его вызывает гибель клетки. В обмене веществ различают два совершенно противоположных и неразрывно связанных, протекающих одновременно процессов: ассимиляции — синтеза веществ в клетке и диссимиляции — распада веществ. Ассимиляция и диссимиляция неразрывно связаны между собой потому, что для синтеза, или соединения веществ, необходима энергия, которая освобождается при распаде веществ, в частности АТФ. Одновременно с обменом веществ между клеткой и средой происходит обмен энергией.

Клетки разных органов по-разному используют вещества и синтезируют разного состава белки, жиры и углеводы. Синтез белков осуществляется в рибосомах. Этот процесс начинается в ядре с помощью ДНК. Молекула ДНК служит образцом для построения информационной РНК и определяет последовательность соединения ее нуклеотидов.

Подробно о процессах обмена веществ написано в разделе физиологии.

Рост клетки осуществляется на основе обмена веществ. Размеры клетки увеличиваются, если веществ синтезируется больше, чем их распадается, т. е. если ассимиляция преобладает над диссимиляцией.

Развитие клетки сопровождается качественными изменениями, происходящими в течение всей ее жизни, от возникновения до смерти. С возрастом в клетках уменьшается количество воды, снижается интенсивность обмена веществ и накапливаются продукты обмена.

Раздражимость клетки — свойство клетки отвечать на раздражения внешней среды (свет, температура, химические и другие воздействия). Температура и другие факторы называются раздражителями. Ответная реакция на раздражитель у разных клеток проявляется не одина-

ково. Одни клетки сокращаются, другие выделяют секрет или инкрет. В нервных клетках при этом возникает нервное возбуждение. Под влиянием сильных воздействий раздражителя в клетке происходят необратимые процессы — некротические, вызывающие гибель клетки.

Движение клетки — одно из характерных ее свойств. В протоплазме клетки постоянно происходят перемещения органондов, включений и ядра. Отдельные клетки или их части способны перемещаться в пространстве разными способами: мышечные клетки укорачиваются, а затем расслабляются, лейкоциты крови перемещаются посредством ложноножек, спермии — мужские половые клетки — с помощью хвостика.

Старение и отмирание клеток — естественные процессы. В основе этих процессов также лежит обмен веществ. В молодых клетках обмен веществ более интенсивный, чем в старых. По мере старения клеток ассимиляция в них замедляется и полностью не восстанавливает потерь веществ, происходящих в результате диссимиляции. Такое нарушение обмена веществ клетки в одних случаях вызывает ее деление и образование молодых клеток с повышенным обменом веществ, в других — приводит к разрушению протоплазмы клетки, к ее отмиранию. В теле животного постоянно идет отмирание старых и образование новых клеток.

Деление клеток. С помощью деления клетки самовоспроизводятся, образуя молодые клетки. При делении количество клеток увеличивается, благодаря чему растет организм, замещаются отмершие клетки и восстанавливаются поврежденные органы. Различают два основных вида деления клеток: прямое (амитоз) и не прямое (митоз, или каркинез). Кроме того, половые клетки образуются в результате особого деления, называемого мейозом или редукционным делением.

Не прямое деление. Клетки тела животного делятся в основном не прямым делением — митозом. Биологическое значение митоза состоит в точном распределении парных молекул ДНК между клетками, образующимися в результате деления. Период между двумя митотическими делениями называется интерфазой. Во время интерфазы клетка готовится к делению. При этом образуется вторая центриоля, удваиваются молекулы ДНК и, следовательно, удваиваются и хромосомы. Обе хромосомы соединены центромером и называются хроматидами.

Не прямое деление длится непрерывно от 0,5 до 3 часов. Различают четыре фазы деления: профазу, метафазу, анафазу и телофазу (рис. 3).

Профаза — первая фаза деления. В этот период в цитоплазме клетки образуется митотическое веретено, состоящее из пары центриолей, соединенных между собой белковыми нитями. Центриоли, удвоенные еще в интерфазе, расходятся к противоположным полюсам клетки. В ядре становятся видными в световой микроскоп нити, собранные в плотный клубок. Затем он превращается в рыхлый клубок, в его нитях можно рассмотреть отдельные тельца — хромосомы. В конце профазы последние сильно укорачиваются и утолщаются. Ядрышко и оболочка ядра распадаются, а митохондрии разделяются на отдельные зерна.

Метафаза характеризуется особым положением хромосом, напоминающим по форме звезду (материнская звезда). В период метафазы

хромосомы перемещаются к середине клетки, к ее экватору. Они располагаются в одной плоскости, образуя экваториальную пластинку.

А н а ф а з а протекает сравнительно быстро. В эту фазу происходит разъединение хромосом. Осуществляется это следующим образом. Центриолы, постепенно удаляясь друг от друга, натягивают нити митотического веретена, прикрепленные к центромерам хромосом. Под влиянием натяжения во всех хромосомах делятся центромеры и отходят друг от друга хроматиды. Одна хроматида со своим центромером направляется к одному, а другая — к противоположному полюсу. Обе хроматиды превращаются в дочерние хромосомы. В результате у обоих полюсов, вокруг центриоль, собирается равное количество хромосом, образующих фигуру дочерних звезд.



Рис. 3. Схема митотического деления клетки:

1 — интерфаза (период между делениями клетки); 2, 3, 4 — профаза; 5—6 — метафаза (5 — образование экваториальной пластинки, вид сверху; 6 — вид сбоку); 7—8 — анафаза; 9, 10, 11 — телофаза; 12 — дочерние клетки.

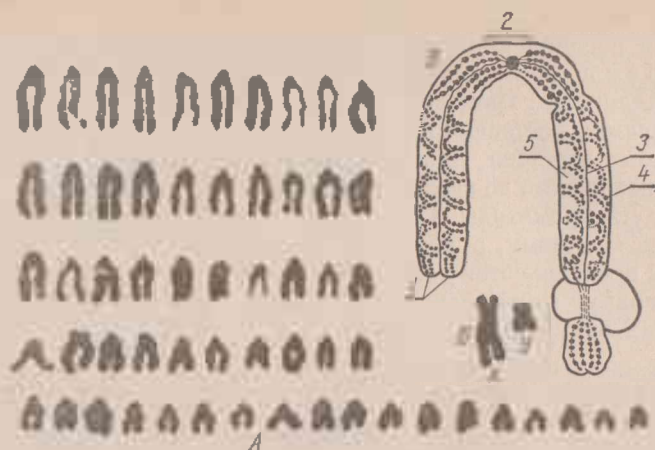


Рис. 4. Картиотип (по Д. С. Добриянову и И. Л. Гольдман):
 А — аутосомы; Б — половые хромосомы; В — схема общего строения хромосомы (1 — хроматиды; 2 — центромера; 3 — хромонема; 4 — хромомеры; 5 — матрикс).

Т е л о ф а з а — заключительная фаза деления клетки, в которой происходит формирование двух дочерних клеток. Хромосомы, сосредоточенные у обоих полюсов клетки, превращаются из спиралей в тонкие нити (деспирализуются), переплетаются между собой и формируют рыхлый, а затем плотный клубок. Формирование ядра завершается образованием ядерной оболочки и ядрышка. Одновременно образуется перетяжка цитоплазмы, которая затем отделяет одну дочернюю клетку от другой.

В результате митоза дочерние клетки получают ДНК поровну. Число хромосом и их индивидуальное строение при этом точно сохраняются. Совокупность полного набора хромосом в клетке называется картиотипом. Они имеют различную форму и величину. Каждая хромосома отличается от других хромосом индивидуальными свойствами: формой, величиной и структурой ДНК. Но все они имеют общую схему строения (рис. 4). В хромосоме различают парные хроматиды, расположенные параллельно. Их соединяет центромер, лежащий в первичной перетяжке. Хроматиды имеют матрикс, в который погружены закрученные в спираль две хромонемы. Каждая хромонема состоит из парных цепочек молекул ДНК. Хромонемы в отдельных участках сильнее спирализованы, утолщены. Эти утолщения называются хромомерами.

Количество хромосом в клетках тела различных видов животных не одинаковое. Например, у коровы в каждой клетке тела находится 60, у овцы 54, у лошади 66, у свиньи 40 хромосом. Куры имеют значительно больше хромосом — 78. Таким образом, картиотип всех сельскохозяйственных животных состоит из четного набора хромосом. Это связано с тем, что все хромосомы в клетках тела животных парные — аутосомы. Причем одна хромосома каждой пары получена от отца, другая — от матери. Только две половые хромосомы могут быть по

строению различные. Так, половые хромосомы у самцов сельскохозяйственных животных разные по форме и величине. Одна из них называется икс (х), а другая — игрек (у). В клетках самок находятся одинаковые половые хромосомы (хх). Напротив, у птиц самки имеют не одинаковые половые хромосомы (zw), а самцы — две одинаковые половые хромосомы (zz).

Нарушение состава ДНК или последовательности деления и удвоения хромосом в половых клетках вызывает изменение развития организма, уродства и наследственные заболевания.

Прямое деление клеток. В отличие от митоза прямое деление клеток (амитоз) происходит быстрее, без спирализации хромосом. Ядро клетки, а затем цитоплазма делятся путем перешнуровывания. Иногда цитоплазма не делится, и в клетке остаются два или несколько ядер. Амитоз наблюдается в эмбриональных тканях, при регенерации (восстановлении) органов, т. е. в таких случаях, когда необходимо быстрое образование клеток.

Мейоз — это вид деления созревающих половых клеток. Процесс мейоза состоит из двух последовательных делений ядра: первое — редукционное, уменьшающее число хромосом вдвое, второе — эквационное (сходное с митозом). После уменьшения количества хромосом вдвое получается гаплоидный набор их.

Характерным признаком мейоза является отсутствие синтеза ДНК. Вследствие этого хромосомы не удваиваются в период интерфазы, предшествующей редукционному делению, а происходит соединение отцовских и материнских хромосом попарно и редукция их числа.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Строение клетки

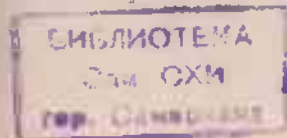
Чтобы лучше усвоить материал данной темы, следует сопоставлять гистологическую картину препарата, рассматриваемого под микроскопом, с изображением тех или иных гистологических элементов на схемах. Кроме того, в альбомах или тетрадах учащиеся должны делать соответствующие зарисовки.

Устройство микроскопа и основные правила работы с ним. Материалы и приборы: микроскоп биологический, набор окуляров и объективов, окуляр-указатель, кедровое масло, стеклянная палочка, гистологические препараты тканей, полотняная тряпка.

Микроскоп — оптический прибор, предназначенный для изучения прозрачных объектов, освещенных проходящим через них обыкновенным светом, принято называть биологическим. В таких микроскопах различают две основные части: оптическую и механическую (рис. 5).

Оптическая часть состоит из окуляра, объектива, зеркала и осветителя.

Окуляр — система линз, помещенных в специальной оправе. Его вставляют в верхнюю часть оптической трубы. Микроскоп снабжен несколькими окулярами, дающими различные увеличения. Каждый окуляр в верхней части имеет отметку (5, 7, 10, 15, 20), указывающую кратность увеличения. На лабораторно-практических занятиях целесообразно пользоваться окуляр-указателем (окуляр со стрелкой). Если окуляр-указателя нет, его можно изготовить самому. Для этого от обыкновенной хорошей пробки отрезают кружочек, диаметр которого должен соответствовать диаметру нижней линзы окуляра. Толщина кружочка 2—3 мм. В центре его делают отверстие диаметром 1 см. Сбоку, в направлении к центру отверстия, в кружочек вставляют тонкую энтомологическую булавку. Наружный конец ее отрезают нож-



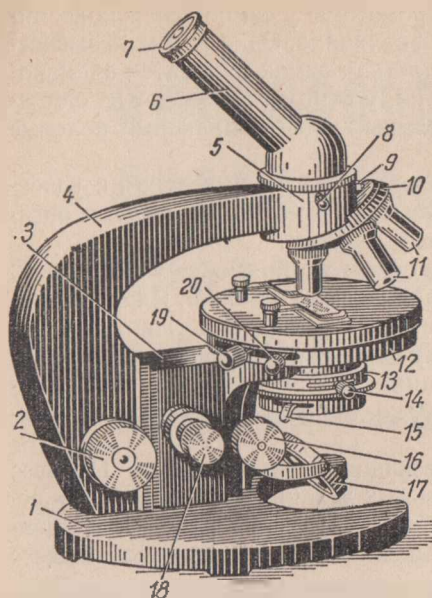


Рис. 5. Микроскоп МБР-1:

1 — башмак; 2 — микрометрический винт; 3 — коробка с микромеханизмом; 4 — тубусодержатель; 5 — головка тубусодержателя; 6 — монокулярный тубус; 7 — окуляр; 8 — винт для крепления тубуса; 9 — винт для фиксации револьвера; 10 — револьвер; 11 — объектив; 12 — предметный столик; 13 — конденсор; 14 — стопорный винт конденсора; 15 — рукоятка ирисовой диафрагмы; 16 — винт перемещения конденсора; 17 — зеркало; 18 — микрометрический винт; 19 — стопорный винт верхней части столика; 20 — центрировочный винт для установки препарата.

служит для отражения рассеянного света (дневного), вогнутое — для отражения расходящегося светового пучка (от электрической лампочки).

Осветитель, или конденсор, состоит из нескольких линз. Он освещает рассматриваемый предмет сосредоточенным пучком света, собранным из сильно расходящегося или широкого пучка лучей. Оптическая часть конденсора вставлена в цилиндрическую оправу, легкодвигающуюся в специальную гильзу. Опускается конденсор держателем с зубчаткой, снабженной специальным винтом. Под конденсором, в держателе, помещена диафрагма, которая позволяет регулировать силу света.

Механическая часть микроскопа состоит из штатива, предметного столика и оптической трубы (тубуса).

Основной частью штатива служит ножка подковообразной формы с опорными площадками снизу, придающими ей устойчивое положение на столе. Болтом (шарниром) ножка штатива соединена с его колонкой. Колонка имеет большой изгиб (в форме дуги), который позволяет размещать на столике предметы большего диаметра, чем он сам. Верхняя часть колонки соединена подвижно с оптической трубой.

Оптическая труба (тубус) представляет собой длинный цилиндр с подвижной верхней частью, дающей возможность удлинять или укорачивать всю трубу. В верхнюю часть трубы вставляют окуляры, в нижнюю — ввинчивают объектив. В наиболее совершенных микроскопах есть особое приспособление для ввинчивания объективов — револьвер. На нижней, выпуклой, поверхности у револьвера

лицами. Отвернув верхнюю линзу у окуляра, кладут пробковый кружок с иглой на находящийся в окуляре металлический выступ и линзу завинчивают.

Объектив состоит из линз, размещенных в цилиндрической оправе. На верхнем конце оправы есть винтовая нарезка для привинчивания объектива к оптической трубе или к револьверу. Увеличение объектива указано (выгравировано) на его оправе. Микроскопы укомплектованы несколькими объективами, дающими различные увеличения. Различают два типа объективов: сухие (8, 40) и погруженные — иммерсионные (90). Наибольшее увеличение дают иммерсионные объективы. При исследовании тканей такой объектив погружают в каплю кедрового масла, нанесенную на стекло с исследуемым объектом. Этим устраняется возможность рассеивания света и искажения изображения объекта, так как показатели преломления света в стекле и кедровом масле примерно одинаковы. Чтобы определить общее увеличение микроскопа, необходимо показатель объектива умножить на показатель окуляра. Например, если показатель объектива 40, а показатель окуляра 15, увеличение будет (40×15) в 600 раз. Меняя окуляр или объектив, можно соответственно менять увеличение микроскопа. Наиболее распространены микроскопы с набором объективов и окуляров, дающих увеличения от 80 до 1300—1500 раз.

Зеркало направляет падающие на него лучи света на конденсор. Закрепляется оно под предметным столиком на подвижном вилкообразном держателе. Зеркал два — плоское и вогнутое, вращенных в одно кольцо. Плоское зеркало

2, 3 или 4 гнезда, в которые ввинчивают объективы, дающие различные увеличения (8, 40, 90). Вращая револьвер вокруг его оси, под отверстие подводят тот или другой объектив. Это позволяет быстро менять объективы, не вывинчивая их.

Предметный столик, круглый или овальный, укреплен на колонке штатива. В середине столика есть отверстие для прохождения лучка лучей света. Зажимы на верхней поверхности столика прочно удерживают препарат во время работы с микроскопом в определенном положении. В наиболее совершенных микроскопах предметный столик подвижный. Пользуясь расположенными справа и слева винтами, его можно перемещать в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Таким образом, любая точка рассматриваемого объекта может быть перемещена на центр поля зрения.

Основные правила работы с микроскопом. Микроскоп требует при работе с ним умелого, внимательного и осторожного обращения. Вынув из ящика, микроскоп ставят на стол зеркалом к источнику света. Свет должен освещать зеркало равномерно. Диаметр освещенной площади препарата не должен быть больше требуемого для данного объектива. Излишек света ухудшает качество изображения. После предварительной наводки света на предметном столике специальными зажимами закрепляют препарат.

Исследование всякого объекта начинают под малым увеличением. Это позволяет видеть больший участок на препарате при том же окуляре и выбрать интересующее место для более детального рассмотрения. Подведя этот участок к центру видимого поля зрения, сохраняют это место в центре поля зрения микроскопа при замене объектива с малым увеличением на большее. Точную наводку на фокус при малом увеличении (объектив 8) осуществляют движением оптической трубы макрометрическим винтом.

Пользуясь объективами с увеличениями 40 и 90, чтобы не раздавить препарат и объектив, тубус опускают сначала почти до соприкосновения объектива со стеклом препарата и только после этого, наблюдая в окуляр, медленно поднимают тубус до появления в поле зрения плоскости исследуемого предмета. Точная наводка при этом делается микрометрическим винтом.

Смотреть в микроскоп надо попеременно, то левым, то правым глазом, оставляя свободный глаз открытым, что также предупреждает излишнее утомление.

Микроскоп необходимо держать в сухом месте, в чистоте и предохранять от механических повреждений. В нерабочее время его убирают в футляр или, еще лучше, оставляя на рабочем столе, накрывают стеклянным колпаком, нижний край которого должен плотно соприкасаться с поверхностью стола.

Перед началом работы с микроскопа смахивают чистой мягкой кистью пыль, а затем вытирают его мягкой чистой тканью или марлей. Особое внимание обращают на оптическую систему. Не используемые во время работы объективы и окуляры убирают в футляр микроскопа, в специальные гнезда. Нельзя касаться поверхности линз пальцами. Развинчивать, разбирать микроскоп и его отдельные детали запрещается.

Изготовление гистологических препаратов. Приборы и реактивы: микротом санный, чашки бактериологические, предметные и покровные стекла, готовые гистологические препараты.

Для приготовления гистологических срезов из органов или тканей пользуются специальным прибором — микротомом. Существует несколько конструкций микротомов; наиболее распространенным является санный микротом. Общий принцип работы с микротомом состоит в том, что объект (кусочек ткани или органа), предварительно залитый в парафин или целлоидин, укрепляют в объектодержателе специального предметного столика микротомом и при помощи механизма микроподачи поднимают в вертикальном направлении на определенную высоту (5, 10 или 15 мк).

В горизонтальной плоскости движется нож, которым и делают гистологические срезы нужной толщины.

Для приготовления срезов берут небольшой кусочек органа или ткани размером 1—2 см. Материал фиксируют 10%-ным раствором формалина, чтобы сохранить прижизненную структуру ткани, а также предохранить ее от разложения. После 10-дневной фиксации объект промывают в проточной воде в течение 1—2 суток. Промытый объект обезвоживают и уплотняют спиртом восходящей крепости: 50, 60, 70, 80, 90%-ным и абсолютным. В каждом спирте материал выдерживают не менее 12 часов.

При изготовлении парафиновых срезов материал переносят из абсолютного спирта в ксилол на 3—5 час для просветления. Ксилол растворяет жир и удаляет остатки спирта. Обезжиривание не проводят только в тех случаях, когда изготавливают препараты из жировой ткани. Такие препараты красят специальной краской для жиров — суданом III.

После ксилола материал переносят в ксилол-парафин, температура которого должна быть 37°, а затем в жидкий парафин с температурой 54—56°. Материал выдерживают в парафине 3—5 часов. Затем из парафина, в котором залит материал, вырезают блоки, используемые для приготовления гистологических срезов. Парафиновый блок кладут на столик микротомы и осторожно зажимают между специальными пластинками («губами»). Успешное изготовление срезов зависит от остроты ножа и правильной заливки материала. Хорошо будут резаться только те блоки, которые равномерно плотны и упруги.

Изготавливая срез парафиновых препаратов, важно придать ножу необходимый наклон. Нужно, чтобы нижнее ребро спинки ножа проходило несколько выше его лезвия. Для этого нож устанавливают так, чтобы между нижней его стороной и поверхностью блока образовался угол в 12—15°.

Перед тем как сделать срез, призму микротомы вместе с ножом отводят в заднее крайнее положение. Затем быстрым, но плавным строгательным движением подают призму вперед. При этом получается первый срез, который удаляют как непригодный для исследования.

После повторного отведения ножа в заднее крайнее положение механизмом микроподачи приподнимают столик с блоком препарата на желаемую высоту (5, 10 мк), т. е. на толщину среза. Движением призмы с ножом вперед делают новый, но уже равномерный срез нужной толщины.

Для сбора готовых гистологических срезов под предметным столиком микротомы устанавливают бактериологическую чашку с небольшим количеством воды температуры 40°.

Готовые срезы падают прямо на поверхность воды. Если же срезы прилипают к ножу, их осторожно снимают мягкой кисточкой, слегка смоченной водой, или изогнутой препаровальной иглой и переносят в чашку на поверхность воды. Срезы кладут на воду той стороной, которая была обращена к ножу. Срезы тотчас же расправляются. Затем срезы вылавливают иглой и переносят на сухие, обезжиренные, чистые предметные стекла. При помощи кисточки или препаровальных игл срез осторожно расправляют и располагают в центре предметного стекла. Фiltroвальной бумагой удаляют вокруг среза воду. Предметные стекла с парафиновыми срезами высушивают в течение суток в термостате при температуре 37°.

Высушивать срезы можно также осторожным нагреванием предметных стекол с препаратами над пламенем горелки.

После высушивания срезы освобождают от парафина и приклеивают к предметным стеклам. Чтобы более прочно приклеить парафиновые срезы, предметные стекла предварительно смазывают смесью белка с глицерином. Для этого берут белок свежего куриного яйца, сбивают его в пену и фильтруют через смоченный дистиллированной водой фильтр. К отфильтрованному белку приливают равное количество глицерина, тщательно смешивают и прибавляют маленький кристаллик камфоры или тимола для предотвращения загнивания белка. Приготовленную смесь тщательно смазывают предметные стекла, после чего их подогревают, проводя тыльной стороной по пламени горелки до появления беловатых паров. Срез переносят на предметное стекло и прижимают его к стеклу второе сложенной filtroвальной бумагой. В дальнейшем гистологические срезы подвергают специальной обработке и окраске с тем, чтобы на них под микроскопом были отчетливо видны отдельные структурные элементы клеток и тканей.

Методика окрашивания парафиновых срезов. Приборы и реактивы: биологические стаканчики, кюветы, реактивы, вода дистиллированная, спирт, filtroвальная бумага.

Гистологические срезы, наклеенные на предметные стекла, окрашивают в такой последовательности: 1. Ксилол — 10 минут (удаляет парафин). 2. Спирт 96%-ный — 5 минут (удаляет ксилол). 3. Вода дистиллированная — 3 минуты (удаляет спирт). 4. Гематоксин — 3—5 минут (окрашивает ядра). 5. Проточная вода — 10 минут (препарат синет). 6. Солянокислый спирт — 1—2 секунды. 7. Проточная вода —

10 минут. 8. Эозин — 4—5 минут (препарат краснеет). 9. Вода дистиллированная — промывают 4—5 минут (удаляет излишки эозина). 10. Спирт 96%-ный — 1—2 секунды (удаляет воду). 11. Карбол-кислота — 10 минут. 12. Кислота — 5 минут (удаляет кристаллы карбол-кислоты). 13. Препарат накрывают покровным стеклом и заключают в балласт *.

Заключение срезов в балласт. Перед заключением в балласт срезы просветляют. Чаще всего для этого используют карбол-кислоту или карбол-скипидар, а также различные масла: гвоздичное, бергамотное и др. Чтобы приготовить просветляющую жидкость, берут 1 часть кристаллической карболовой кислоты и растворяют в 3 частях скипидара. В карбол-кислоте просветление препарата длится 3 минуты. Препарат при этом становится прозрачным как стекло. Готовят канадский балласт, который представляют в кислоте до консистенции клея. Затем предметное стекло извлекают из кислоты, быстро просушивают чистой сухой тряпкой и наносят на препарат каплю канадского балласта. Сразу же после нанесения балласта на срез осторожно кладут покровное стекло. Это сделать нужно так, чтобы балласт полностью заполнил пространство между предметным и покровным стеклами. Между стеклами не должно быть пузырьков воздуха.

Приготовленные гистологические препараты оставляют в горизонтальном положении на 24 часа, пока не затвердеет канадский балласт. После этого препараты можно держать вертикально в коробках и долгое время использовать для гистологического их изучения.

Изучение строения животной клетки. Приборы и материалы: микроскопы, окуляр-указатель, гистологические препараты клеток, предметные стекла, скальпели, спирт, физиологический раствор.

Для ознакомления с общим строением клетки лучше всего брать срез из межозвучного нервного узла. Препарат удобен для рассматривания потому, что нервные клетки этого узла сравнительно большие, благодаря чему можно изучить отдельные составные части клеток и их органеллы.

Поставив препарат под малое увеличение микроскопа (объектив 8), знакомятся с его общим видом. В поле зрения видны крупные, неодинакового размера клетки круглой или овальной формы, окрашенные в фиолетовый цвет. Клетки расположены группами, между которыми проходят пучки нервных волокон. Вокруг нервных клеток видно большое количество других мелких клеток различной формы. Это соединительнотканые клетки нейроглии.

При рассмотрении препарата под большим увеличением (объектив 40) хорошо заметны основные составные части клетки: цитоплазма и ядро. Клеточная оболочка и обычный световой биологический микроскоп не видна. Ее можно обнаружить лишь с помощью электронного микроскопа. Цитоплазма нервных клеток зернистая. Ядро расположено в центре клетки и имеет круглую форму. Вокруг ядра видна ядерная оболочка. В прозрачном ядерном соке хорошо заметно ядрышко, окрашенное гематоксилином в фиолетовый цвет. В ядре удается обнаружить также мелкие зернышки хроматина, расположенные на перекладинах ахроматиновой сети.

Хороший препарат для просмотра под микроскопом получается из изолированных эпителиальных клеток слизистой оболочки ротовой полости. Чтобы получить такой препарат, наносят на чистое предметное стекло каплю физиологического раствора. Затем берут скальпель и протирают его ручку спиртом для дезинфекции. Потом ручкой скальпеля слегка соскабливают внутреннюю поверхность щеки или твердого неба животного. Полученный соскоб переносят в каплю физиологического раствора на предметном стекле и красят метиленовой синькой на протяжении 3—5 минут. После этого каплю накрывают покровным стеклом и изучают под микроскопом. При малом увеличении в поле зрения микроскопа видны пласты эпителиальных клеток. Но встречаются и отдельные изолированные клетки. Поставив изолированную эпителиальную клетку в центр поля зрения, переводят микроскоп на большое увеличение. Обращают внимание на форму и величину клеток, форму и расположение ядра в цитоплазме, на наличие зерен кератогиалина в ней.

Изучение каркинеза клеток. Приборы и материалы: микроскопы, окуляры-указатели, гистологические препараты каркинеза.

* В процессе окраски препараты нельзя оставлять на воздухе; их нужно быстро переключить из одного реактива в другой.

Кариокинез (митоз) — наиболее распространенный способ деления клеток организма животных.

Для изучения процесса кариокинеза используют готовые гистологические препараты с митотическим делением клеток.

Сначала находят и рассматривают клетки, которые не делятся. Затем обнаруживают клетки, находящиеся на различных стадиях деления. Последовательность преобразований, происходящих в клетках во время кариокинеза, показана на рисунке 3. Все фазы кариокинетического деления клеток необходимо зарисовать в рабочие тетради.

ГЛАВА II

ГИСТОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ЭМБРИОЛОГИИ

Животный организм развивается из одной оплодотворенной клетки — зиготы. В оплодотворении участвуют женская половая клетка — яйцеклетка и мужская половая клетка — спермий. Половые клетки — в высшей степени специализированные клетки, способные при оплодотворении дать новый организм.

Спермии представляют собой подвижные, длиной 60—80 мк, клетки, имеющие головку, шейку, связующий отдел и хвостик.

Яйцеклетка, напротив, неподвижная, обычно шаровидной формы, диаметром 120—150 мк.

Яйцеклетка и спермии содержат половинный (гаплоидный) набор хромосом. Два половинных набора хромосом этих клеток при оплодотворении объединяются, и поэтому зигота содержит полный набор хромосом с отцовской и материнской наследственностью.

Зигота посредством митоза делится на две клетки, называемые бластомерами. В результате повторного деления образуется 4, 8, 16, 32 и т. д. клеток. Эти клетки во много раз меньше зиготы и разделяются на два вида. Наружные клетки образуют т р о ф о б л а с т (trophe — пища, blastos — образователь); внутренние, темные, составляют зародышевый узелок, или э м б р и о б л а с т. Трофобласт образует зародышевый пузырь и формирует околоплодную оболочку — а м н и о н и сосудистую оболочку — х о р и о н. Одновременно эмбриобласт превращается в зародышевый диск, состоящий из двух листков: наружного — э к т о д е р м ы и внутреннего — э н т о д е р м ы (рис. 6). Вслед за образованием эктодермы и энтодермы формируется средний зародышевый листок — м е з о д е р м а.

Зародышевые листки служат источниками формирования тканей, а впоследствии — органов развивающегося эмбриона. Эктодерма на спинной поверхности зародыша превращается в нервную ткань. Из ее остальной части развивается эпителиальная ткань кожи и ротовой полости. Энтодерма служит источником развития эпителиев, выстилающих слизистую оболочку органов пищеварения и дыхания. Из мезодермы развиваются мышцы скелета и мезенхимы. Последняя, в свою очередь, служит источником развития опорно-трофических тканей и гладкой мышечной ткани.

Одновременно с развитием зародыша формируются его плодные оболочки. Их три: водная (amnion — амнион), сосудистая (chorion — хо-

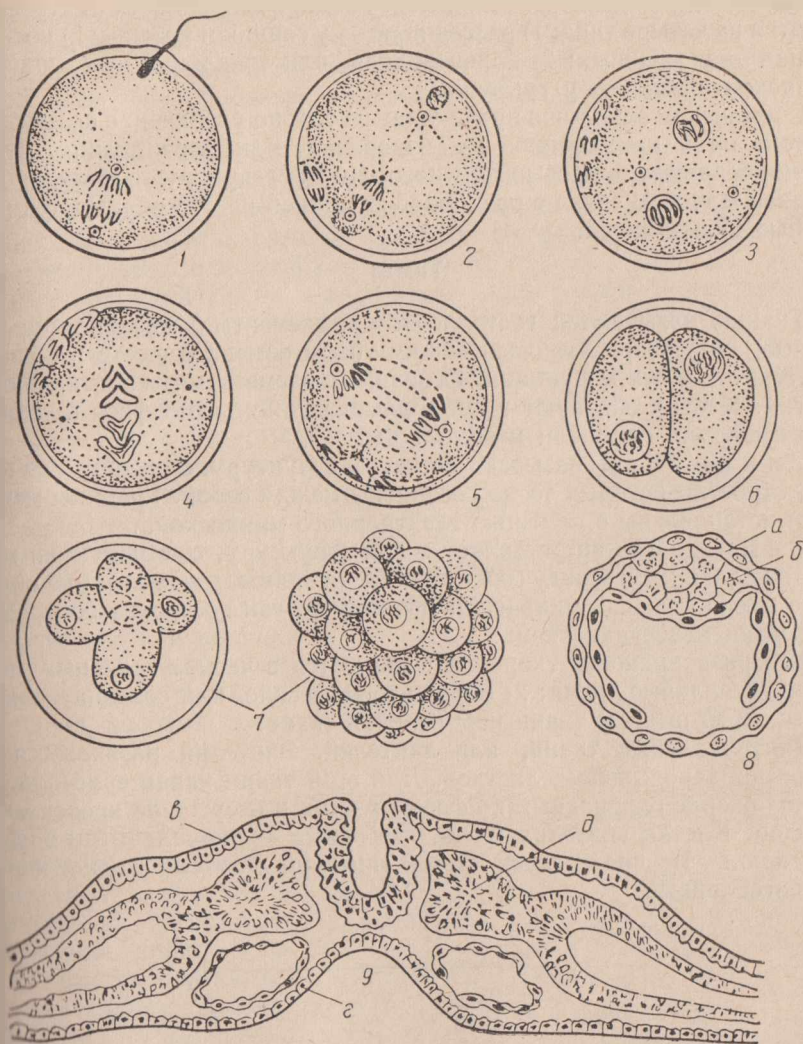


Рис. 6. Схема оплодотворения яйцеклетки и начальные стадии развития зародыша: 1 — оплодотворение яйцеклетки спермием; 2—6 — первые этапы дробления зиготы; 7 — образование клеточного шара — морулы; 8 — образование зародышевого пузырька; 9 — разрез зародышевого диска (а — трофобласт; б — эмбриобласт; в — эктодерма; г — энтодерма; д — мезодерма).

рион) и моченая (allantoïdes — аллантоис). Две последние составляют аллanto-хорион, который, соединяясь со слизистой оболочкой матки, образует п л а ц е н т у. Она питает плод и в зависимости от строения делится на четыре типа: 1) рассеянная — у свиньи и кобылы; 2) котиледонная — у жвачных; 3) кольцевидная, или зональная, — у хищных; 4) дискоидальная — у грызунов.

С развитием зародыша происходит не только увеличение количества клеток, но и качественное их изменение — дифференциация. Одни клетки образуют покровы животного, другие регулируют деятельность органов и т. д. В связи с различной функцией клеток образуются различные виды тканей.

Ткани

Тканью называются гистологические элементы (клетки и их производные), характеризующиеся общим типом обмена веществ и общими чертами строения и функции. Основными элементами ткани являются клетки. Клетки образуют производные: волокна, аморфное (однородное) вещество, синцитии и симпласты.

С и н ц и т и е м называют сетчатую структуру, состоящую из клеток, отростки которых тесно соединены между собой. Границы между ними установлены с помощью электронного микроскопа.

С и м п л а с т представляет собой структуру, состоящую из множества слившихся между собой клеток. Границы между ними не видны даже в электронный микроскоп. Например, так построена поперечно-полосатая мышечная ткань.

Все разновидности тканей объединяются в четыре основных типа: 1) эпителиальные ткани; 2) опорно-трофические, или соединительные, ткани; 3) мышечные ткани и 4) нервная ткань.

Эпителиальные ткани, или эпителий. Эпителий развивается из всех трех зародышевых листков. Для этой ткани характерно плотное расположение однородных по форме клеток и отсутствие кровеносных сосудов. Клетки эпителия имеют свободный — апикальный и базальный концы. По числу слоев клеток эпителий делится на однослойный и многослойный.



Разные виды эпителия располагаются в теле животного закономерно. Наружные покровы, находящиеся постоянно под воздействием механических и других влияний внешней среды, защищены наиболее прочным многослойным эпителием. Он имеет важное свойство — при повреждении быстро восстанавливаться. Напротив, однослойный эпителий, как менее прочный, встречается лишь в органах, хорошо защищенных.

Однослойный эпителий состоит из одного слоя клеток и, в свою очередь, делится на однорядный и многорядный. У однорядного эпителия свободные концы клеток и ядра расположены на одном уровне, у многорядного они лежат на разных уровнях. По форме клеток различают следующие виды однослойного эпителия.

Однослойный плоский эпителий серозных оболочек (плевры и брюшины); называется мезотелием (рис. 7).

Однослойный кубический эпителий; состоит из клеток, напоминающих форму куба и встречается в протоках желез.

Многорядный призматический мерцательный эпителий; отличается удлиненной формой клеток, на свободных концах которых имеются специальные образования — мерцательные реснички; их волнообразные движения способствуют удалению твердых или жидких инородных частиц из дыхательных путей и женских половых органов.

Однорядный призматический каемчатый эпителий; находится в слизистой кишечника и состоит из клеток, на свободном конце которых имеется особая щеточная каемка. В электронный микроскоп можно видеть, что она состоит из множества микроворсинок, представляющих собой выступ цитоплазмы.

Многослойный эпителий состоит из нескольких пластов клеток. В зависимости от

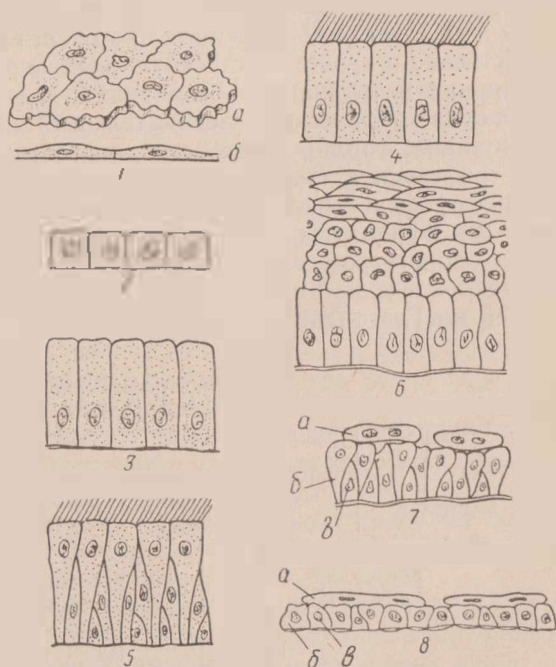


Рис. 7. Различные виды эпителия:

1 — однослойный плоский (а — общий вид; б — разрез); 2 — однослойный кубический; 3 — однослойный призматический; 4 — однослойный мерцательный; 5 — многорядный призматический мерцательный; 6 — многослойный плоский; 7 — переходный эпителий в состоянии сокращения; 8 — переходный эпителий в состоянии растяжения; а — поверхностные многоядерные клетки; б — глубокие клетки.

формы клеток различают: многослойный плоский и многослойный переходный эпителии.

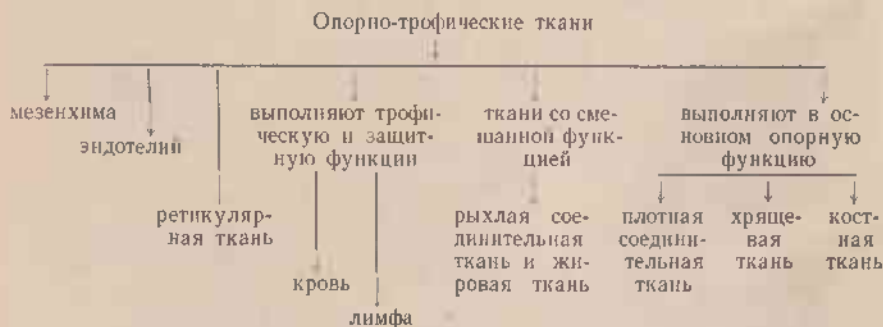
Многослойный плоский эпителий образует поверхностный слой кожи — эпидермис; он выстилает также слизистую оболочку ротовой полости, глотки, пищевода, преджелудков жвачных. Эпителий этого вида состоит из четырех пластов постепенно ороговевающих клеток. Самый глубокий слой — ростковый, или производящий. Путем деления его клеток формируются остальные поверхностные слои: зернистый, блестящий и роговой. Чешуйки последнего слоя отпадают с поверхности кожи в виде перхоти.

Многослойный переходный эпителий состоит из клеток различной формы и величины. Его базальные клетки мельче, поверхностные крупнее. Этот эпителий выстилает слизистые оболочки мочевыводящих путей.

Кроме покровной функции, отдельные виды эпителиев образуют секрет. Они находятся в железах, которые бывают одноклеточными и многоклеточными. Клетки каждой железы синтезируют из питательных веществ крови специфические вещества: секреты или инкреты. Секреты выделяются железами, имеющими протоки (молочные, слюнные железы и др.). Железы, лишенные протоков, продуцируют инкреты непосредственно в кровь. По строению железы различают: трубчатые, альвеолярные и трубчато-альвеолярные.

Опорно-трофические (соединительные) ткани. К этому типу относятся ткани, формирующие остов, опору тела животного и выполняющие трофическую (участвуют в обмене веществ) и защитную функции. Опорно-трофические ткани находятся во всех органах. В связи с различными функциями органов возникли и многочисленные разновидности опорно-трофических тканей.

На приведенной схеме дается классификация опорно-трофических тканей по Глаголеву.



Мезенхима имеется только у зародышей. Она состоит из синцития, в промежутках которого находится межклеточное студенистое вещество. Из мезенхимы развиваются все остальные опорно-трофические ткани.

Ретикулярная, или сетчатая, ткань, как и мезенхима, состоит из синцития и межклеточного вещества, в котором находятся ретикулярные волокна и различные виды лейкоцитов (рис. 8).

Ретикулярная ткань — основная ткань красного костного мозга, селезенки и лимфатических узлов, в которых образуются клетки крови. Кроме того, она широко распространена в слизистой оболочке различных органов. Здесь она вместе с эндотелием кровеносных сосудов образует ретикулоэндотелиальную систему, выполняющую защитную функцию.

Кровь у зародыша образуется из мезенхимы, у взрослого животного — из ретикулярной ткани кровеносных органов, поэтому относится к соединительной ткани. Основные ее функции — трофическая и защитная.

Кровь, как и все опорно-трофические ткани, состоит из клеток — форменных элементов и межклеточного вещества — плазмы.

П л а з м а — жидкая часть крови. Среди форменных элементов крови различают красные кровяные клетки — эритроциты, белые кровяные клетки — лейкоциты и кровяные пластинки (тромбоциты). Эритроцитов значительно больше, чем лейкоцитов. На 1 лейкоцит приходится примерно 600 эритроцитов и 60 кровяных пластинок. Это соотношение изменяется и зависит от вида, породы, пола, возраста, условий кормления и содержания животных. Состав крови отражает функцию организма, поэтому определяется в диагностических целях.

Э р и т р о ц и т ы представляют собой у большинства млекопитающих безъядерные клетки, утратившие ядра в период развития. Они имеют форму двояковогнутого диска, зеленоватого цвета, в массе создают красный цвет крови. Живут они 30—120 дней, содержат белок гемоглобин, богатый железом. Соединяясь с кислородом, он образует оксигемоглобин, переносящий кислород в ткани.

Л е й к о ц и т ы в отличие от эритроцитов с ядрами способны к самостоятельному движению. Они выполняют в организме главным образом защитную функцию, активно захватывая и переваривая микроорганизмы. Лейкоциты делятся на две большие группы: зернистые — гранулоциты и незернистые — агранулоциты.

Зернистые лейкоциты отличаются необычной формой ядер, имеющих перетяжки, и по различной окраске зерен подразделяются на три типа: эозинофилы, базофилы и нейтрофилы. Эозинофилы — наиболее крупные лейкоциты. Цитоплазма их содержит зерна, интенсивно кра-

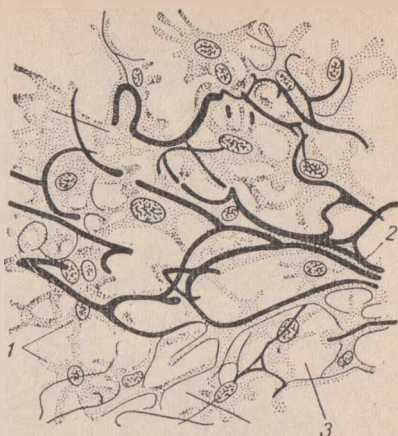


Рис. 8. Ретикулярная ткань лимфатического узла быка:

1 — плазматический синцитий с ядрами в узлах; 2 — ретикулярное волокно; 3 — тканевая жидкость.

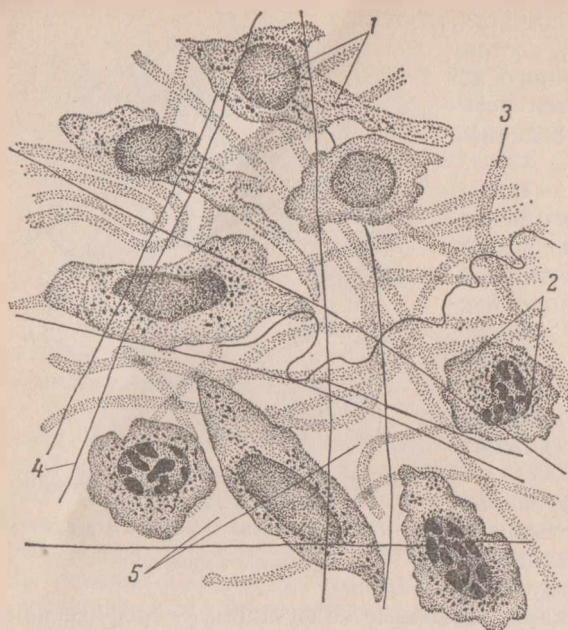


Рис. 9. Рыхлая соединительная ткань:
1 — фибробласт; 2 — гистиоцит; 3 — коллагеновые волокна; 4 — эластические волокна; 5 — аморфное вещество.

сящиеся эозином и другими кислыми красителями. У здоровых животных число эозинофилов незначительное, но увеличивается при гельминтозах.

Базофилы содержат в цитоплазме мелкую синего цвета зернистость. Их ядра слабо сегментированы.

Нейтрофилы, или специальные лейкоциты, отличаются очень мелкой зернистостью, которая красится основными и кислыми красителями, являясь, таким образом, нейтральной. Эти лейкоциты подвижны, проникают сквозь стенки кровеносных сосудов в ткани.

Цитоплазма незернистых лейкоцитов лишена

зерен. К этой группе относятся лимфоциты и моноциты.

Лимфоциты развиваются в лимфатических узлах, за что и получили свое название; отличаются шаровидным ядром.

Моноциты имеют крупное бобовидное ядро, способны к фагоцитозу, поглощая отмершие клетки и инородные частицы.

Кровяные пластинки небольшой величины, различной формы, красятся основными красителями в синий цвет и участвуют в свертывании крови. Они представляют собой осколки протоплазмы гигантских клеток — мегакариоцитов, находящихся в красном костном мозге.

Лимфа образуется из плазмы крови, просачивающейся за стенки кровеносных капилляров. Она содержит лимфоциты.

Рыхлая соединительная ткань (рис. 9) выполняет опорную и трофическую функцию, так как через нее происходит питание других тканей; распространена во всех органах и образует их остов. В рыхлой соединительной ткани находятся различные виды клеток и промежуточное вещество.

Фибробласты — основные клетки рыхлой соединительной ткани. Они имеют вид пластинок с многочисленными отростками и образуют волокна промежуточного вещества. Эти клетки отличаются от остальных клеток крупными слабо красящимися ядрами. Гистиоциты, или блуждающие клетки, имеют резко очерченное тело

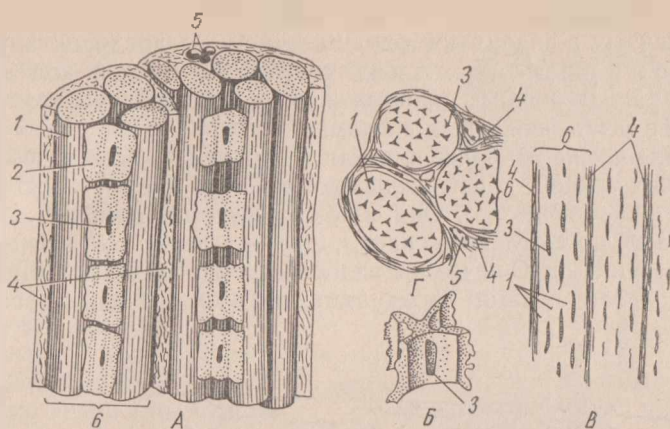


Рис. 10. Плотная оформленная фиброзная соединительная ткань: А — схематический рисунок ткани; Б — крылатые клетки (фибробласты); Г — ткань в продольном и Г — поперечном разрезе; 1 — пучки коллагеновых волокон; 2 — крылатые клетки; 3 — их ядра; 4 — прослойка рыхлой соединительной ткани; 5 — сосуд и нерв; 6 — пучок нервного порядка.

с сильно окрашенной цитоплазмой. Они выполняют защитную функцию.

Кроме этих клеток, в рыхлой соединительной ткани встречаются плазматические клетки, синтезирующие гамма-глобулин, тучные клетки, образующие гепарин, жировые и пигментные клетки.

Межклеточное, или промежуточное, вещество состоит из коллагеновых и эластических волокон, аморфного (бесструктурного) вещества и тканевого сока.

Жировая ткань представляет собой комплекс жировых клеток, разделенных друг от друга соединительной тканью. Жировая ткань встречается везде, где есть рыхлая соединительная ткань. У свиней, например, в подкожном слое спины образуется при откорме мощный пласт жировой ткани (шпиг).

Плотная соединительная ткань (рис. 10) составляет основу сухожилий и связок. Межклеточное вещество плотной соединительной ткани представлено мощными параллельно расположенными пучками коллагеновых волокон, между которыми находятся фибробласты.

Хрящевая ткань выполняет опорную функцию. Различают три вида хрящевой ткани: гиалиновый, эластический и волокнистый хрящ.

Гиалиновый, или стекловидный, хрящ (рис. 11) наиболее распространен в организме по сравнению с остальными видами хрящевой ткани. Этот хрящ находится, например, на суставных поверхностях костей, в хрящевых кольцах трахей. Гиалиновый хрящ состоит из клеток — хондроцитов и полупрозрачного бесструктурного (при обычном окрашивании) межклеточного вещества.

Эластический хрящ отличается большой эластичностью. Он образует основу ушной раковины и надгортанника. В межклеточ-

ном веществе имеется значительное количество эластических волокон, расположенных в виде сетки между клетками — хондроцитами.

Волокнистый хрящ состоит из пучков коллагеновых волокон, расположенных параллельно, и хрящевых клеток. Встречается он в межпозвоночных дисках.

Костная ткань наиболее плотная и прочная из всех видов опорно-трофических тканей. В ней различают костные клетки — остеобласты и межклеточное вещество. Они образуют остеоны (рис. 12). В центре остеона расположен гаверсов канал, стенки которого ограничены костными пластинками. Они имеют вид колец, чередующихся с костными клетками — остеоцитами. Между остеонами находятся вставочные ко-

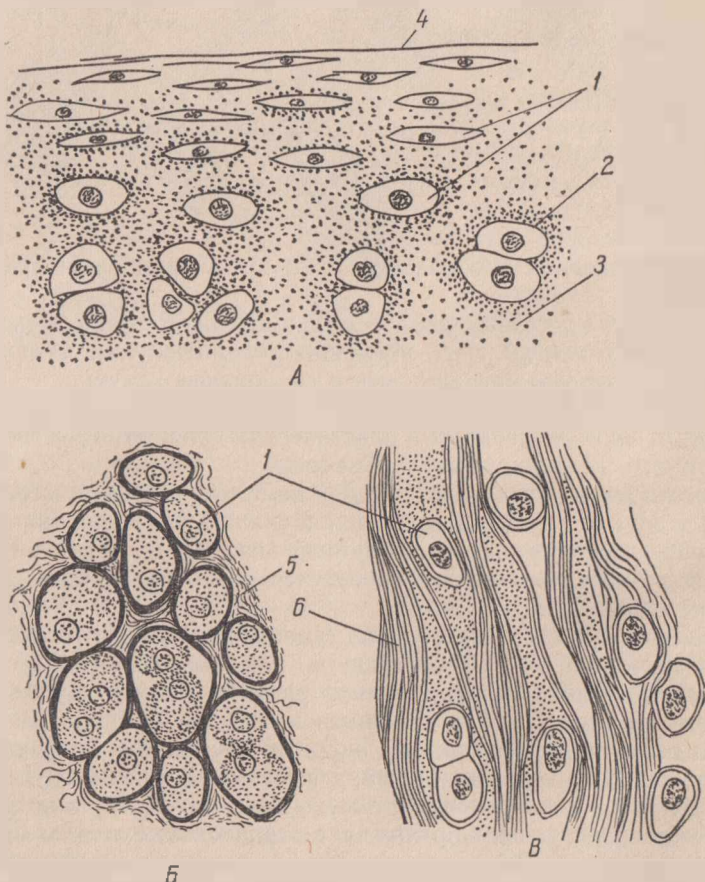


Рис. 11. Различные виды хрящевой ткани:

А — гиалиновый хрящ теленка; Б — эластический хрящ; В — волокнистый хрящ; 1 — хрящевые клетки; 2 — базофильное основное вещество; 3 — оксифильное основное вещество; 4 — надхрящница; 5 — эластические волокна; 6 — коллагеновые волокна.

стные пластинки, объединяющие их в единую костную ткань. Кроме них, есть еще наружные общие костные пластинки, лежащие на поверхности кости, и внутренние общие, ограничивающие внутреннюю полость кости.

Мышечные ткани

Основное свойство мышечной, или мускульной, ткани — сократимость ее гистологических элементов.

Различают гладкую мышечную, поперечнополосатую мышечную и сердечную мышечную ткани (рис. 13).

Гладкая мышечная ткань состоит из мышечных клеток, иначе называемых гладкими мышечными волокнами, которые сокращаются медленно, продолжительное время. Они обычно удлинённой формы с палочковидными ядрами. Мышечные волокна объединяются в пучки, образуя мышечные оболочки трубчатых внутренних органов.

Поперечнополосатая мышечная ткань сокращается быстро и энергично. Эта ткань составляет основу скелетной мускулатуры. В отличие от гладкой мышечной ткани поперечнополосатая мышечная ткань состоит не из клеток, а из поперечнополосатых мышечных волокон, построенных по типу симпласта. Эти волокна имеют хорошо видимую под микроскопом поперечную исчерченность, за что и названы поперечнополосатыми. Длина их может достигать 12,5 см. Каждое волокно состоит из оболочки — сарколеммы, саркоплазмы, миофибрилл и большого числа (до 250) ядер. Поперечная исчерченность мышечного волокна создается из-за неоднородного строения миофибрилл. Каждая миофибрилла состоит из последовательно чередующихся темных, более плотных, и светлых, менее плотных, участков — дисков. Все миофибриллы поперечнополосатого мышечного волокна имеют на одном уровне темные диски, что создает в сумме темные полосы — поперечную исчерченность.

Концы поперечнополосатых мышечных волокон прочно соединяются с сухожилиями, а через них — с костью.

Сердечная мышечная ткань развивается из мезенхимы. С помощью электронного микроскопа выяснено, что сердечная мышца состоит из отдельных одноядерных клеток, которые, соединяясь между собой, образуют сетевидную структуру.

Ядра овальной формы расположены в центре клеток. Миофибриллы, имеющие поперечную исчерченность, находятся у поверхности клеток.

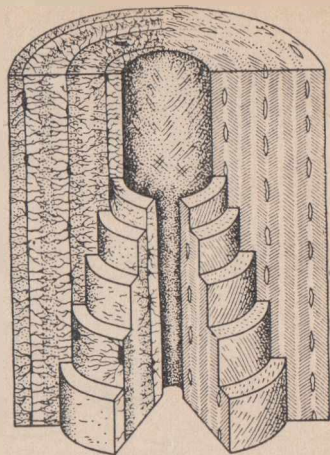


Рис. 12. Общий вид остеона:

в левой половине изображены костные полости и каналы; в правой — направление волокон в отдельных пластинках; в центре — скрытый гаверсов канал.

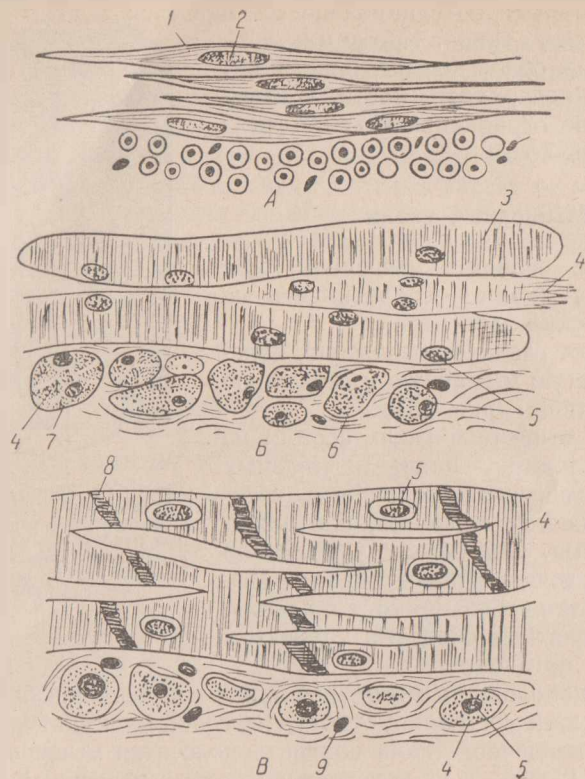


Рис. 13. Типы мышечной ткани:

А — гладкая; Б — поперечнополосатая; В — сердечная; 1 — гладкая мышечная клетка; 2 — ядро; 3 — поперечнополосатое мышечное волокно; 4 — миофибриллы; 5 — ядра; 6 — саркоплазма; 7 — сарколема; 8 — вставочные пластинки; 9 — ядро соединительной клетки.

Нервная ткань

Из нервной ткани состоит вся нервная система. Благодаря нервной системе организм получает информацию о состоянии своих органов и окружающей его среды и быстро реагирует на нее. В нервной ткани различают два вида элементов: нервные клетки (нейроны) и нейроглию.

Нейрон — высокоспециализированная нервная клетка, основной элемент нервной ткани (рис. 14). В каждом нейроне различают: тело нейрона, в котором имеется ядро, и отходящие от тела отростки, заканчивающиеся нервными окончаниями. Нейрон покрыт тончайшей оболочкой — плазмолеммой, участвующей в передаче нервных импульсов.

У нейрона, как правило, 1—2 и больше отростков. Из них один нейрит, или аксон, и несколько — дендритов. Последние напоминают своими ветвями дерево, за что и получили название (dendron — дере-

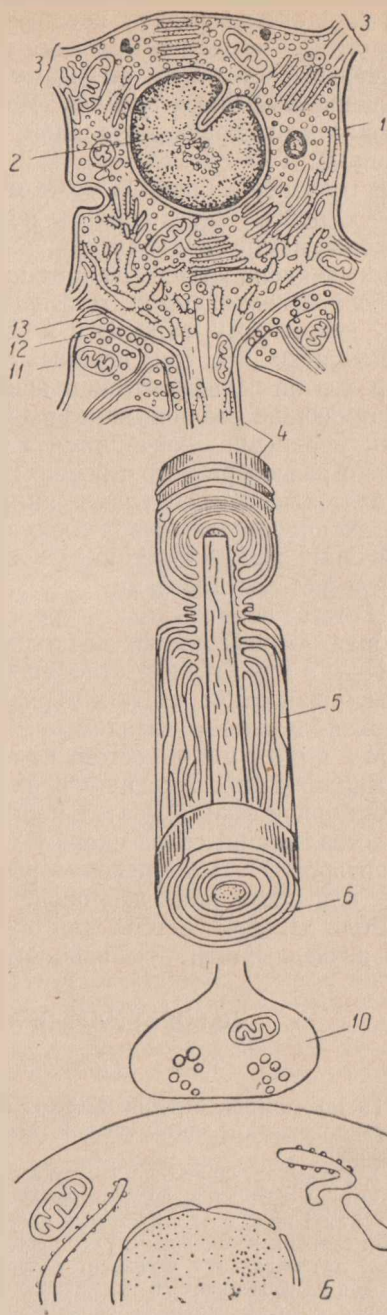
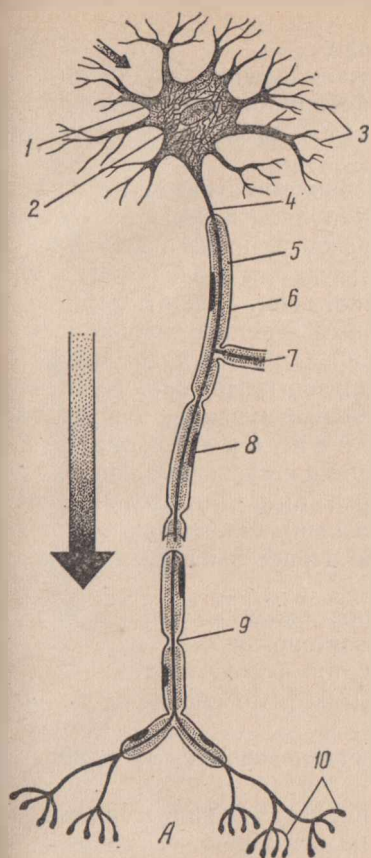


Рис. 14. Схема строения нейрона:

А — общий вид (стрелки указывают направление проведения нервного импульса); Б — части нейрона по данным электронной микроскопии; 1 — тело нервной клетки; 2 — ядро; 3 — воспринимающие отростки, или дендриты; 4 — передающий отросток, или аксон; 5 — миелиновая оболочка; 6 — неврилемма; 7 — боковая ветвь (коллатераль); 8 — ядро шванновской клетки; 9 — перехват Ранвье; 10 — нервное окончание; 11 — синапс; 12 — синаптический пузырек; 13 — постсинаптическая мембрана.

во). Дендриты передают нервные импульсы в тело нейрона; нейрит, напротив, — от тела нейрона на периферию.

Нервные импульсы вызывают эффект: выделение секрета или сокращение мышечных волокон. Поэтому нейрит принято еще называть эфферентным нервным волокном, а дендрит — афферентным (чувствительным).

В головном и спинном мозге между нейронами существуют контакты — синапсы. Через синапсы нервные импульсы передаются с одних нейронов на другие, вовлекая, таким образом, в процесс возбуждения огромное число клеток. Нейриты, покрытые двумя оболочками — миелиновой и неврилеммой, называются мякотными. Нейриты, имеющие одну неврилемму, относятся к безмякотным нервным волокнам.

Различают три типа нервных окончаний. Отростки чувствительных нейронов на периферическом конце дендритов имеют окончания, воспринимающие различные раздражения. Они называются чувствительными нервными окончаниями или *рецепторами*. Рецепторы бывают разнообразного строения: свободные и несвободные. Последние находятся чаще в капсулах — инкапсулированные. Двигательные нервные окончания имеют вид пластинок (бляшек). Секреторные нервные окончания образуют кустики с утолщениями и петельками, связанными с железистыми клетками.

В состав нервной ткани, кроме нейронов, входят клетки нейроглии, которая подразделяется на макроглию и микроглию.

Макроглия относится звездчатой формы клетки — астроциты, швановские клетки, образующие мякотную оболочку нервных волокон, и клетки эпендимы.

Микроглия состоит из клеток, развивающихся из мезенхимы и выполняющих защитную функцию.

Основной формой деятельности нервной системы является рефлекс, представляющий собой сложную реакцию организма на раздражение рецепторов. Путь рефлекса — рефлекторная дуга, которая состоит из двух или нескольких нейронов.

Роль нервной системы для организма подробно излагается во втором разделе книги — «Физиология».

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Гистологическое строение тканей

Гистологическое строение эпителиальной ткани. Приборы и материалы: гистологические препараты эпителиальной ткани, микроскопы, таблицы и схемы строения эпителия.

Хороший препарат однослойного плоского эпителия можно получить из специально обработанного сальника. Сальник собаки или кошки (только что убитых) помещают в 0,5%-ный раствор азотнокислого серебра на 15—30 минут. Чтобы сальник не сморщился, его перед погружением в раствор растягивают на рамочке. Затем сальник переносят в дистиллированную воду и выдерживают в ней 1—2 дня на рассеянном свете. Сальник приобретает слабо-коричневую окраску. Небольшие кусочки сальника окрашивают гематоксилином, обезживают спиртом, обрабатывают ксилолом (для просветления), кладут на предметное стекло и накрывают покровным стеклом.

Под малым увеличением на препарате видна сеточка из черных извилистых линий, ограничивающих многоугольники неправильной формы. Каждый многоугольник представляет собой одну плоскую клетку, а черные линии — межклеточные щели, в которых отложилось металлическое серебро. В клетках видны ядра (по одному) округлой или овальной формы.

Рассматриваемый под микроскопом препарат учащиеся должны сопоставить с изображением однослойного плоского эпителия на схемах и рисунках. Одновременно зарисовывают препарат в альбомах или тетрадах.

Однослойный кубический эпителий. Препаратом однослойного кубического эпителия может быть срез из почки лошади или из мочевого канальца лягушки. Под малым увеличением на препарате видны просветы собирательных канальцев почки, окаймленные клетками кубической формы с закругленными перхушками. Ядро в клетке крупное, округлой формы, расположено в центре. Расположены кубические клетки на бесструктурной базальной мембране.

Однослойный призматический каемчатый эпителий. Препарат готовят из срезов стенки кишечника. Под малым увеличением видны призматические клетки, расположенные перпендикулярно к базальной мембране. Верхний свободный конец клетки, обращенный в просвет кишечника, имеет каемку, или кутиккулу, с капиллярными отверстиями.

Однослойный призматический мерцательный эпителий. На свободном конце призматических клеток есть мерцательные волоски (реснички). Этот эпителий выстилает слизистую оболочку верхних дыхательных путей.

Многослойный плоский эпителий. Препаратом многослойного плоского эпителия может служить срез из кожи или из роговицы глаза. При малом увеличении видны плоские эпителиальные клетки. Большое увеличение дает возможность увидеть клетки разных слоев различной формы. Клетки самого глубокого слоя (базального) призматические, расположены на базальной мембране. Ближе к поверхности клетки приобретают плоскую форму; наружный слой роговой.

Многослойный переходный эпителий. Препаратом может служить срез из стенки мочевого пузыря. При малом увеличении видны клетки, расположенные в 4—5 слоев. В глубоких слоях клетки неправильной круглой формы, в средних — неправильной многоугольной формы, иногда с отростками, в поверхностном слое — крупные, с большим числом ядер. На свободном конце поверхностных клеток видны кутиккулярная каемка и замыкающие пластинки. Они препятствуют поступлению тканевой жидкости в полость мочевого пузыря и, наоборот, мочи в ткани. При наполнении мочевого пузыря мочой стенки его растягиваются и эпителий приобретает совершенно другой вид. В препарате из таких растянутых стенок можно найти лишь два слоя клеток: базальный и поверхностный.

Гистологическое строение соединительной ткани. *Приборы и материалы:* гистологические препараты различных видов соединительной ткани, биологический микроскоп, окуляр-указатель.

Рыхлая соединительная ткань. На препарате видны широкие пучки коллагеновых волокон, идущих в разных направлениях, и тонкие ветвящиеся эластические волокна. Промежутки между волокнами заполнены аморфным, слабоокрашенным межклеточным веществом, в котором при большом увеличении можно обнаружить клеточные элементы. Среди них преобладают фибробласты. Это крупные клетки с круглыми или овальными ядрами. В ядре виден хроматин в виде отдельных частиц. Цитоплазма интенсивно окрашена, периферическая часть ее (эктоплазма) бледнее.

Плотная соединительная ткань. Препарат готовят из продольного среза сухожилия. При малом и большом увеличении видны плотные параллельно расположенные пучки коллагеновых волокон. Между пучками волокон заметны ядра фибробластов, гистиоцитов, макрофагов, прослойки рыхлой соединительной ткани. Отдельные волокна плотной соединительной ткани образуют пучки, которые особенно хорошо видны на поперечном срезе сухожилия.

Ретикулярная ткань. Препарат готовят из лимфатического узла. Препарат ставят под объектив с малым увеличением и находят наиболее прозрачный участок, свободный от лимфоцитов. Установив большое увеличение, можно увидеть тонкую сеточку, это ретикулярная ткань. Клетки этой ткани звездчатые, с длинными отростками, которые и образуют сеточку. Ядра бледно окрашены, большие. Про-

странство между сеточкой заполнено лимфой и не окрашивается, в нем видны свободно лежащие лимфоциты.

Гиалиновый хрящ. Препаратом может служить срез из перегородки носа или кольца трахеи. Под малым увеличением видно межклеточное вещество в виде однородной массы, окрашенное гематоксилином в фиолетовый цвет. Волокна незаметны. Хрящевые клетки отчетливо видны под большим увеличением. Они овальной или удлинённой формы. Расположены преимущественно группами (по 2—4). Поверхность соприкосновения клеток от взаимного давления приобретает плоскую форму. Вокруг хрящевых клеток и их групп межклеточное вещество окрашивается более интенсивно и образует хрящевые капсулы. Периферическая часть хряща без резкой границы переходит в надхрящницу из волокнистой соединительной ткани. В надхрящнице видны камбиальные клетки, из которых образуются клетки хряща.

Эластический хрящ. Препарат готовят из среза ушной раковины. В межклеточном веществе заложена густая сеть эластических волокон. Особенно толстые волокна в средней части хряща. Между волокнами располагаются хрящевые клетки в одиночку или группами, как и в гиалиновом хряще.

Волокнистый хрящ. Препаратом может служить срез из межпозвоночного диска новорожденного теленка. В основном веществе хряща проходят широкие, параллельно расположенные пучки коллагеновых волокон. Клетки округлой или овальной формы, окружены хрящевыми капсулами.

Продольный срез декальцированной трубчатой кости. Под малым увеличением видно межклеточное вещество, в котором множество овальной формы отростчатых многоядерных костных клеток. Особый интерес в этом препарате представляют гаверсовы каналы в продольном разрезе. Они проходят вдоль кости в виде параллельных щелей. Отдельные гаверсовы каналы соединяются параллельными или косыми перемычками.

Поперечный срез декальцированной трубчатой кости. Под малым увеличением отчетливо виден поперечный разрез гаверсовых каналов в виде светлых пятен. В зависимости от направления, в котором эти каналы перерезаны, отверстия будут круглой или овальной формы. Вокруг гаверсовых каналов концентрически лежат костные клетки, образуя гаверсовы костные пластинки. Другие пластинки расположены параллельно друг другу и образуют вставочные костные пластинки. На наружной и внутренней поверхностях кости видны общие костные пластинки.

Гистологическое строение мышечной ткани. Приборы и материалы: гистологические препараты гладкой, поперечнополосатой и сердечной мышечной ткани, биологический микроскоп с набором окуляров и объективов, окуляр-указатель.

Гладкая мышечная ткань. Самый лучший препарат для изучения гладкой мышечной ткани — срез из стенки мочевого пузыря; на нем видны мышечные волокна как в продольном, так и в поперечном разрезе. Препарат рассматривают под большим увеличением. Гладкие мышечные волокна видны в виде пучков различной величины, разделенных прослойками рыхлой соединительной ткани. При рассмотрении пучка мышечных волокон, срезанного в продольном направлении, видны отдельные, тесно прилегающие одна к другой веретенообразные клетки. В центре каждой клетки палочковидное ядро. При исследовании поперечного среза можно видеть отдельные мышечные пучки круглой или многоугольной формы. В некоторых волокнах видны поперечно разрезанные круглые ядра.

Поперечнополосатая мышечная ткань. Препаратом служит срез из языка. Так как в языке мышечные волокна расположены в продольном, поперечном и вертикальном направлениях, то в любом срезе можно видеть одни волокна, расцененные вдоль, другие — поперек.

Для общего знакомства препарат рассматривают сначала под малым увеличением. Видно, что мышечные волокна залегают пучками и разделены прослойками соединительной ткани, в которой проходят кровеносные сосуды и нервы. Находят более светлый участок продольных мышечных волокон и ставят объектив с большим увеличением; на препарате видна поперечная исчерченность. Рассматривая пучки мышечных волокон в поперечном разрезе, обращают внимание на мелкие точки, представляющие собой поперечные срезы миофибрилл.

Сердечная мышечная ткань. Рассматривается срез из сердечной мышцы. Под малым увеличением отчетливо видно, что ткань состоит из отдельных

мышечных клеток, объединенных в пучки. Между мышечными пучками располагаются продолжки рыхлой соединительной ткани.

При большом увеличении в мышечных пучках заметна поперечная исчерченность; видно, что пучки соединяются между собой ответвлениями. Ядра лежат в центре пучков.

Гистологическое строение нервной ткани. *Приборы и материалы:* гистологические препараты нервной ткани, биологический микроскоп.

Нервные клетки. Препаратом может служить сетчатка глаза или поперечный срез из спинного мозга. При малом увеличении видны клетки звездчатой формы разного размера. На хорошо обработанных и окрашенных препаратах в центре каждой клетки отчетливо различимы округлые ядра. В цитоплазме располагаются интенсивно окрашенные в синий цвет глыбки различной формы и величины. Это пигментное вещество, или глыбки Ниссля. От тела клетки отходят отростки — аксон (аксон) и дендриты.

Мякотные нервные волокна. Препаратом чаще всего служит срединный нерв. При малом увеличении в препарате видно множество черных точек; это и есть нервные волокна. Некоторые из них соединены в пучки, другие — изолированно. Рассматривают одно изолированное волокно. В центре его виден светлый цилиндр. Он не окрашен, окружен темной миелиновой оболочкой. Снаружи в миелиновой оболочке прилегает шванновская оболочка, или неврилемма. Миелиновая оболочка несплошная. В определенных местах она прерывается; это перехваты Ранвиера. На миелиновой оболочке есть еще косо идущие насечки Лантерманна.

Безмякотные нервные волокна. На расщепленном препарате можно встретить безмякотные нервные волокна. Они имеют вид тонких бледно-розоватых тяжей. Осевого цилиндра окружен только шванновской оболочкой, плотно прилегающей к нему.

ГЛАВА III

ОРГАНЫ И СИСТЕМЫ ОРГАНОВ

Органом называют часть тела, которая выполняет специальную функцию, имеет определенную форму и состоит из нескольких закономерно расположенных тканей.

По строению различают два типа органов: паренхиматозные и трубчатые (рис. 15). В паренхиматозных органах (печень, почки) различают строму, или соединительнотканый остов, и паренхиму — основную ткань, непосредственно выполняющую специальную функцию данного органа. В молочной железе, например, паренхимой является ткань, вырабатывающая молоко.

Трубчатые органы состоят из четырех оболочек. Внутренняя оболочка называется слизистой, за ней располагаются подслизистая, мышечная и, наконец, серозная. Последняя оболочка покрывает паружную поверхность органа, расположенного в брюшной или грудной полости. Органы, находящиеся вне этих полостей, имеют не серозную оболочку, а рыхлую соединительную ткань — адвентицию.

Паренхиматозные и трубчатые органы обязательно имеют нервы, артерии, вены и лимфатические сосуды.

Органы, участвующие в общей сложной функции, составляют систему органов. Например, зубы, язык, желудок, участвующие в процессе питания животного, относятся к системе органов пищеварения. В теле животного таких систем несколько: 1) система органов движения; 2) система органов кожного покрова; 3) система органов пищеварения; 4) система органов дыхания; 5) система крово- и лимфообращения; 6) система органов мочеотделения и размножения; 7) нервная система и органы чувств; 8) железы внутренней секреции.

Все эти системы органов в живом организме неразрывно связаны между собой, влияют друг на друга и объединяются кровесной и нервной системами в единое целое.

Области тела животного. Тело животного условно делят на осевую часть и конечности. В осевой части различают: 1) голову; 2) шею; 3) спинногрудной, 4) пояснично-брюшной и 5) крестцовый отделы туловища; 6) хвост. Каждый отдел, в свою очередь, подразделяется на области (рис. 16).

Специальные термины, употребляемые в анатомии. В анатомии применяются специальные термины (обозначения) для указания местоположения органов и их частей. Для правильной ориентировки в расположении органов используются плоскости, которыми мысленно рассекают тело животного. Воображаемые плоскости,

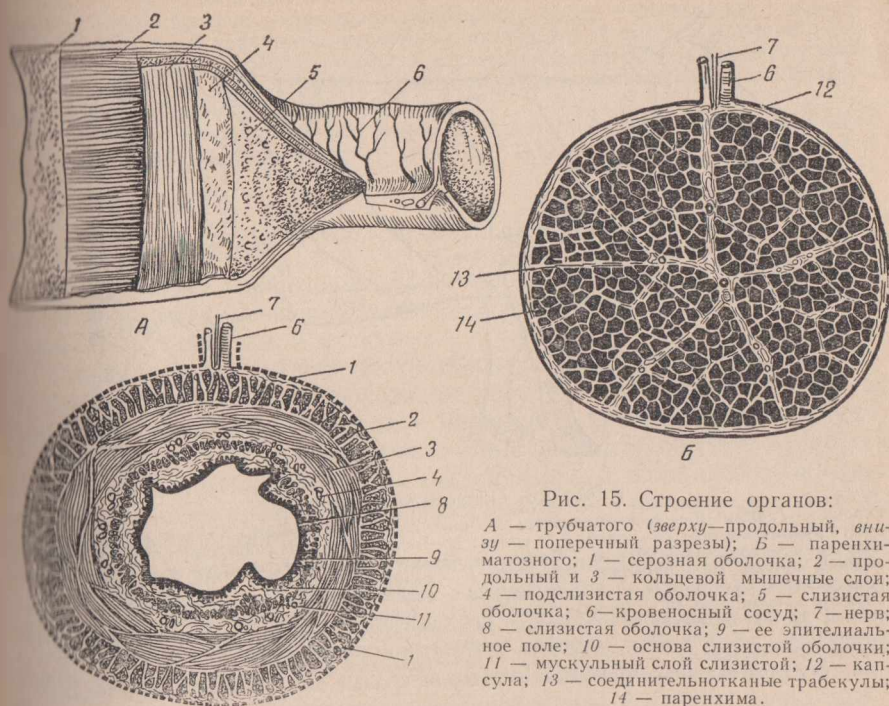


Рис. 15. Строение органов:

А — трубчатого (зверху — продольный, внизу — поперечный разрезы); Б — паренхиматозного; 1 — серозная оболочка; 2 — продольный и 3 — кольцевой мышечные слои; 4 — подслизистая оболочка; 5 — слизистая оболочка; 6 — кровеносный сосуд; 7 — нерв; 8 — слизистая оболочка; 9 — ее эпителиальное поле; 10 — основа слизистой оболочки; 11 — мускульный слой слизистой; 12 — капсула; 13 — соединительнотканые трабекулы; 14 — паренхима.

Проведенные параллельно поверхности лба, называются фронтальными. Плоскости, проведенные вертикально, поперек тела животного, называются септальными, а вдоль тела — сагиттальными. Средняя сагиттальная, или медианная, плоскость разделяет тело на правую и левую симметричные половины (рис. 17).

Для уточнения положения и направления частей органа ориентируются по медианной плоскости и крайним частям тела животного. Например, часть органа, обращенная к медианной плоскости, называется медиальной, противоположная часть — латеральной.

На органах туловища принято называть части, обращенные к голове, точнее к черепу, краниальными (от слова *cranium* — череп), а направленные в сторону хвоста — каудальными (от слова *cauda* — хвост). Например, можно сказать: относительно лопатки шея находится краниально, а поясница — каудально.

Части органов, направленные к брюшной стенке, называют вентральными (от слова *venter* — брюхо), а обращенные к спине — дорсальными (от слова *dorsum* — спина).

Для головы приняты несколько иные обозначения. Здесь ориентиром служит рот. Лицевая сторона, обращенная к ротовому отверстию, получает название оральной, противоположная сторона — аборальная. Остальные термины те же, что и для туловища.

Для конечностей приняты особые термины. Верхний отрезок конечности относительно фронтальной плоскости называют проксимальным, нижележащий — дистальным. Передняя поверхность конечности (спинковая) обозначается как дорсальная. Противоположная поверхность на грудной конечности называется волярной (от слова *volans* — ладонь), а на тазовой конечности — плантарной (от слова *planta* — подошма). Кроме того, наружную поверхность конечности, как и на туловище, называют латеральной, а внутреннюю — медиальной. Иногда с целью уточнения обозначения применяют сложные обозначения: вентро-медиальный, каудо-дорсальный и т. д.

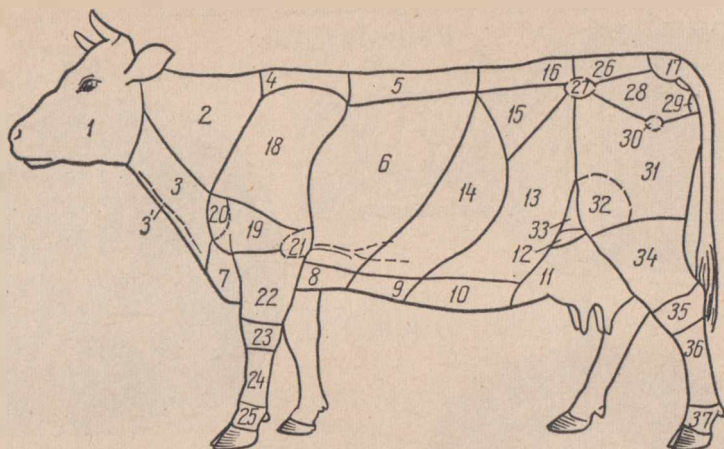


Рис. 16. Области тела коровы:

Голова — 1. Шея: 2 — шейная область; 3 — нижняя шейная область; 3' — центральная складка шеи. Грудная клетка: 4 — холка; 5 — спина; 6 — боковая грудная область; 7 — предгрудная область; 8 — грудная область. Поясничнокрестцовый отдел туловища: 9 — область мечевидного хрища; 10 — пупочная область; 11 — лонная область; 12 — паховая область; 13 — подвздошная область; 14 — подреберье; 15 — голудная ямка; 16 — поясница; 17 — хвост. Грудная конечность: 18 — область лопатки; 19 — плечо; 20 — плечевой сустав; 21 — локтевой сустав; 22 — предплечье; 23 — запястье; 24 — пясть; 25 — пальцы. Тазовая конечность: 26 — крестец; 27 — маклок; 28 — ягодичная область; 29 — седалищный бугор; 30 — область таза; 31 — область бедра; 32 — коленный сустав; 33 — надколенная складка; 34 — голень; 35 — заплюсна (скакательный сустав); 36 — плюсна; 37 — пальцы.

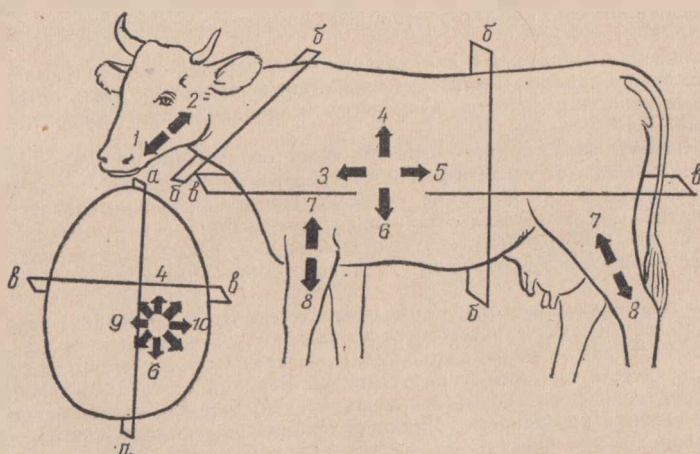


Рис. 17. Плоскости тела и направления расположения органов:

Плоскости: а — а — срединная сагиттальная; б — б — сегментальные; в — в — фронтальные. Направления: 1 — оральное (назальное); 2 — аборальное; 3 — крашальное; 4 — дорсальное; 5 — каудальное; 6 — вентральное; 7 — проксимальное; 8 — дистальное; 9 — медиальное; 10 — латеральное.

На органах различают выступы, или возвышения, и углубления. Выступы бывают разные: бугорок — маленькое возвышение; бугор — возвышение с широким основанием и тупой верхушкой; отросток — значительный выступ, у которого основание меньше длины; гребень — выступ с длинным основанием и неровным краем; вырост — встречается на конце кости в виде цилиндра, лежащего поперек; головка — шаровидное утолщение.

Углубления также бывают различные: ямка; полость — пространство, ограниченное несколькими костями; желоб — длинное углубление; отверстие, канал и т. д.

СИСТЕМА ОРГАНОВ ПРОИЗВОЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

В результате развития и дифференциации среднего зародышевого листка — мезодермы формируются основные части органов движения: скелет с его связками и мускулы.

Движение животного осуществляется посредством сокращения мускулов, которые изменяют положение костей скелета. Функция органов движения неразрывно связана с нервной и кровеносной системами.

Скелет (от греческого *skeletos* — высушенный) состоит из костей (os), хрящей (*cartilago*) и связок (*ligamentum*). У высших позвоночных животных скелет проходит три стадии развития: соединительнотканую, хрящевую и костную.

Скелет служит остовом тела животного, представляет систему рычагов, с помощью которых мускулы передвигают тело, и является депо минеральных солей (фосфорнокислая и углекислая известь и т. д.).

На костях скелета прикрепляются мягкие части тела, создавая определенный вид животного, его экстерьер. Кости скелета образуют полость — грудную, брюшную, черепномозговую и др.

У сельскохозяйственных животных средней упитанности вес скелета составляет от 6% (у свиней) до 13% (у лошадей) веса тела. В скелете сельскохозяйственных животных около 200 костей.

Кости скелета по происхождению делятся на две группы. Первую группу составляют кости, появлению которых предшествует соединительнотканная стадия; кости второй группы развиваются на месте хряща. Кости соединительнотканного происхождения находятся преимущественно в черепе и называются покровными. Кости, развивающиеся на месте хряща (вторичные), составляют скелет туловища, конечностей и основания черепа. Возникает костная ткань взамен соединительной ткани или хряща постепенно, начиная с небольших участков, называемых центрами окостенения. Окостенение характеризуется, по-первых, появлением особых клеток — остеобластов, превращающихся в костные клетки, которые образуют межклеточное вещество кости; во-вторых, это межклеточное вещество пропитывается солями кальция. Наряду с остеобластами в формирующемся костном веществе появляются клетки противоположного назначения — остеокласты, которые, разрушая его, способствуют перестройке кости.

Окостенение в толще хряща — эндохдральное — наблюдается в эпифизе кости как в средней части, называемой диафизом, так и на концах — эпифизах. Между этими окостеневшими частями сохраняются хрящевые прослойки — метафизар-

ный хрящ. Его клетки, усиленно размножаясь, обуславливают рост кости в длину. Утолщается кость снаружи за счет надкостницы (перноста).

Рост костей в длину заканчивается у крупного рогатого скота к четырем, у лошади — к пяти годам.

Физические и химические свойства костей. Кости отличаются большой твердостью. Они вдвое тверже гранита: 1 см³ кости выдерживает нагрузку до 2000—2400 кг. Такая большая прочность и упругость кости обусловлена соединением ее органического вещества (оссеина) и неорганических веществ — минеральных солей. Последние после сжигания кости остаются в виде золы. Оссеин представляет белковое соединение. При варке он дает клей. Органическое вещество кости составляет 33,30%, неорганическое — 66,70% ее общего веса. Кости содержат витамины А, D, С. У молодых животных недостаток минеральных солей и витамина D вызывает размягчение костей — рахит, а у взрослых — остеомалицию. В костях молодых животных органических веществ больше, чем в костях старых животных. Этим объясняется значительная эластичность костей молодых животных, которая с возрастом уменьшается.

Строение кости как органа. В каждой кости, независимо от ее формы, различают следующие части: надкостницу, костное вещество, кровеносные сосуды и нервы. При подвижном соединении костей на концах их имеются суставные хрящи.

Надкостница, или периост (periosteum), одевает всю кость, за исключением частей, покрытых хрящом. Эта тонкая плотная соединительнотканная оболочка белого цвета, богатая кровеносными сосудами и нервами. В ней различают наружный и внутренние слои. Наружный слой состоит из грубых клейдающих волокон, среди которых проходят сосуды, питающие кость. К наружному слою периоста прикрепляются сухожилия мышц и связки, переходя своими волокнами в костную ткань, где заканчиваются шарпеевыми волокнами. Во внутреннем слое надкостницы находятся остеобласты, образующие кость. Таких клеток много в молодых, растущих костях и в костях плода.

За счет надкостницы у молодого животного кость растет в толщину. Кость живет, пока цел периост. Сращение кости при переломах происходит за счет остеобластов надкостницы. Если вырезать участок кости, не повредив надкостницы, пенья выполняется.

Суставной хрящ (cartilago articularis) — гиалиновый, покрывает суставные поверхности костей. Он белого цвета (как матовое стекло), слегка прозрачен, упруг. Поверхность хряща гладкая и скользящая, так как покрыта тонким слоем синовиальной жидкости, играющей роль смазки.

Костное вещество делится на компактное и губчатое (рис. 18). Компактное вещество образует наружный, тонкий слой кости, внутри кость построена из губчатого вещества. Длинные кости внутри имеют полость в виде трубки.

Кость снаружи редко бывает гладкой. Значительная часть ее поверхности шероховатая, особенно на тех местах, где прикрепляются мыш-

и здесь видны разной величины ямки, поры, порохватости. На поверхности костей много отверстий, большая часть из них относится к питательным. Компактное вещество снаружи кажется однородным, на самом же деле уже под лупой можно видеть, что оно пронизано множеством тонких трубочек, называемых фолькмановыми каналами. По ним проходят сосуды и нервы из питательных отверстий.

Губчатое вещество ячеистого строения. Ячейки образуются тонкими пластинками из того же вещества, имеют вид палочек, перекрывающихся между собой наподобие губки в строго определенном порядке. Промежутки между пластинками губчатого вещества — разной величины и формы. Во многих костях оно заполнено красным костным мозгом. В некоторых плоских костях губчатое вещество представлено очень тонким слоем, так что обе пластинки компактного вещества сближаются между собой и просвечивают, как, например, лопатка. В некоторых костях губчатое вещество содержит вместо костного мозга воздух. Такие кости встречаются у птиц. В черепах некоторых животных есть верхнечелюстная и лобная пазухи (синусы), также наполненные воздухом.

Костный мозг бывает красный и желтый. Помимо цвета, мозг различается гистологическим строением и физиологической функцией. Красный костный мозг состоит в основном из ретикулярной ткани, в петлях которой находятся развивающиеся и зрелые эритроциты и лейкоциты. Располагается он в губчатом веществе костей и является органом кроветворения и биологической защиты организма.

Желтый костный мозг состоит в основном из жировой ткани, придающей ему желтый цвет, функцией кроветворения не обладает.

Строение скелета

Скелет принято делить на осевой скелет и скелет конечностей. Осевой скелет состоит из черепа, скелета шеи, туловища и скелета хвоста (рис. 19).

Скелет шеи, туловища и хвоста образован костными сегментами — позвонками и ребрами (грудная часть). Позвонки в сумме образуют позвоночный столб (позвоночник). Позвоночник в целом защищает спинной мозг и внутренние органы, он является опорой для всего тела и

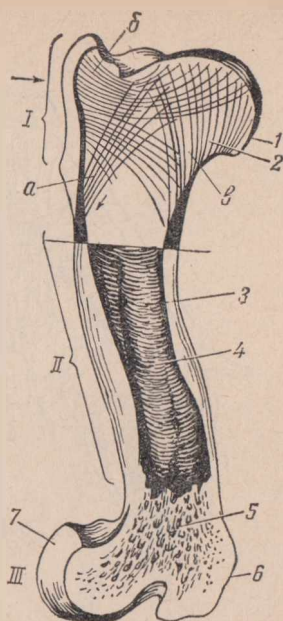


Рис. 18. Распил плечевой кости лошади:

1 — проксимальный конец; II — тело; III — дистальный конец; 1 — головка; 2 — шейка; 3 — полость губчатой кости; 4 — компактное костное вещество; 5 — губчатое костное вещество; 6 — дистальный эпифиз; 7 — цилиндрический блок нижнего конца; а, б, в — траектория перекладины губчатого вещества.

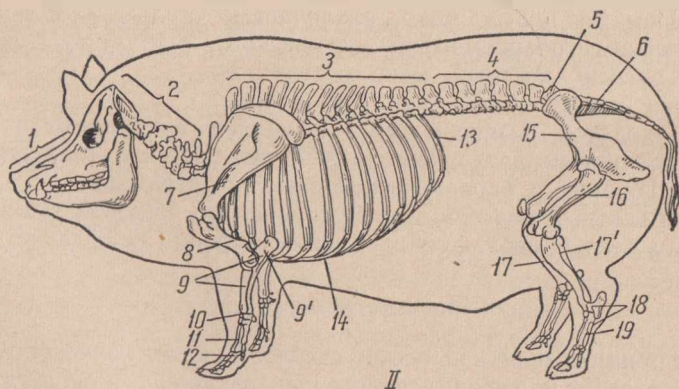
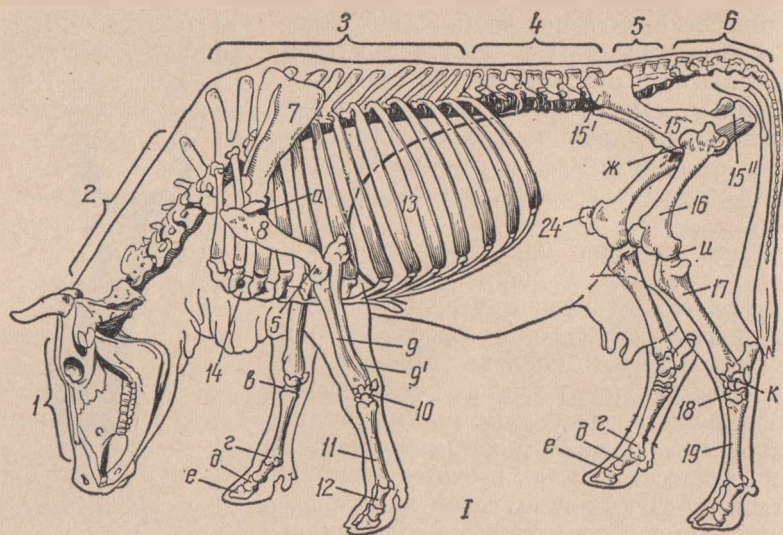
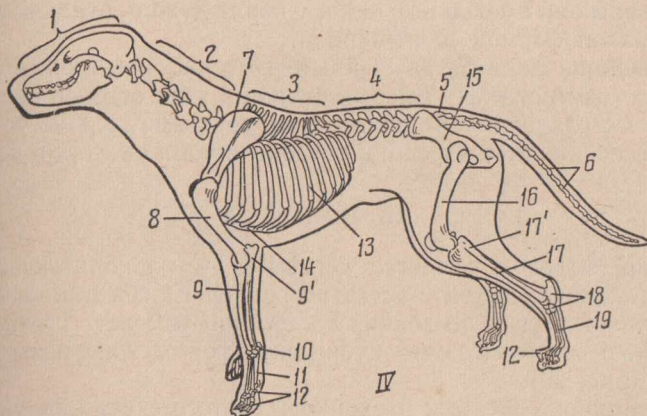
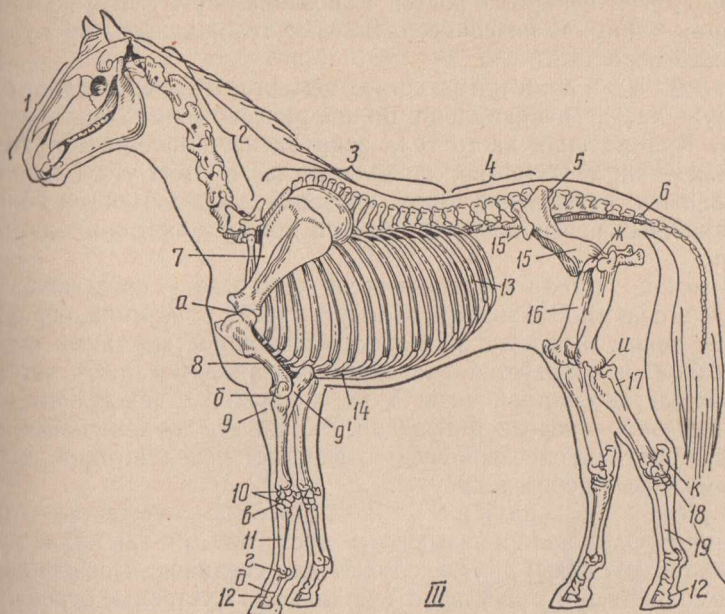


Рис. 19. Строе

I — коровы; II — свиньи; III — лошади; IV — собаки. 1 — череп; 2 — шейные позвонки; 3 — 7 — лопатка; 8 — плечевая кость; 9 — кости предплечья (лучевая и 9' — локтевая кости); 10 — 14 — грудная кость; 15 — тазовая кость; 15' — маклок подвздошной кости; 15'' — седалищный заплосны и 19 — плюсны. Суставы: а — плечевой; б — локтевой; в — запястный; г — путо



ВНЕ СКЕЛЕТА:

Грудные позвонки; 4 — поясничные позвонки; 5 — крестцовая кость; 6 — хвостовые позвонки; 7 — лопатка; 8 — плечевая кость; 9 — кости предплечья; 10 — кости запястья; 11 — кости пясти; 12 — кости пальцев — фаланги (I, II и III); 13 — ребра; 14 — sternum; 15 — бедренная кость; 16 — большеберцовая, 17' — малоберцовая кость; 18 — кости голени; 19 — коленный; 20 — копытный; 21 — тазобедренный; 22 — коленный; 23 — заплюсневый.

участвует в движении животного. Состоит позвоночник из следующих друг за другом непарных костей — позвонков (*vertebra*) построенных по одному типу. В позвонке различают тело, дужку, мускульные и суставные отростки.

Тело позвонка — *corpus vertebrae* — представляет его вентральную часть, неправильно цилиндрической или призматической формы. Краниальная часть тела закруглена и называется головкой позвонка — *caput vertebrae*; каудальная часть имеет углубление такой же кривизны, называемое ямкой позвонка, *fossa vertebrae*. Головки и ямки смежных позвонков соединяются между собой синхондрозом — хрящом.

Дужка позвонка — *arcus vertebrae* — представляет дорсальную его часть. Это тонкая, изогнутая вверх пластинка, образующая вместе с телом отверстие позвонка. Совокупностью таких отверстий всех позвонков образуется позвоночный канал — *canalis vertebralis*, где помещается спинной мозг. У корня дужки с каждой стороны по одной вырезке — передней и задней. Вырезками двух смежных позвонков образуется межпозвоночное отверстие, через которое проходят спинномозговые нервы и сосуды.

Отростки позвонка — *processus vertebrae* — парные и непарные. Одни из них называются мускульными, так как к ним прикрепляются мускулы; другие служат для соединения позвонков друг с другом, поэтому их называют суставными. Суставные отростки парные и краниальные и каудальные. При соединении позвонков каудальные суставные отростки накладываются на краниальные. Мускульных отростков три: один непарный — остистый и два парных — поперечные. Остистый отросток выступает сверху дужки в виде пластинки большей или меньшей высоты и толщины. Поперечных отростков два. Расположены они с боков позвонка, у корня дужки, отличаются крайне разнообразной формой и величиной.

Позвоночник делится на шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой отделы. Так как функция этих отделов неодинакова, позвонки их различаются некоторыми деталями. Кроме того, есть и видовые особенности в строении позвоночника и скелета в целом.

Шейный отдел

Шейный отдел — *vertebrae cervicales* у млекопитающих, кроме обезьяны и ленивца, состоит из семи позвонков. Самый длинный позвонок второй; длина других позвонков постепенно убывает. Третий, четвертый и пятый позвонки почти кубической формы. Они называются типичными (рис. 20).

Тела типичных шейных позвонков рогатого скота округлой формы с хорошо выраженными головкой и ямкой. Это обуславливает возможность значительных движений шеи в разные стороны. С вентральной стороны на теле позвонков находится продольный гребень для прикрепления мышц. Остистые отростки хорошо выражены, наклонены вперед и на конце закруглены. Суставные отростки отходят в стороны,

и плоскими продольными суставными поверхностями, которые на краниальных отростках направлены косо вниз, а на краниальных — вверх, поэтому на соединенных позвонках первые лежат на вторых.

Сильно развитые поперечные отростки разделены на две ветви, из них краниальная представляет приросшие зачатки шейных ребер, кaudальная является собственно поперечным отростком, поэтому они называются поперечнореберными.

У основания поперечные отростки имеют межпоперечные отверстия — *foramen transversarium*; они образуются на месте сращения поперечного отростка с рудиментом ребра, через них проходят сосуды и нервы.

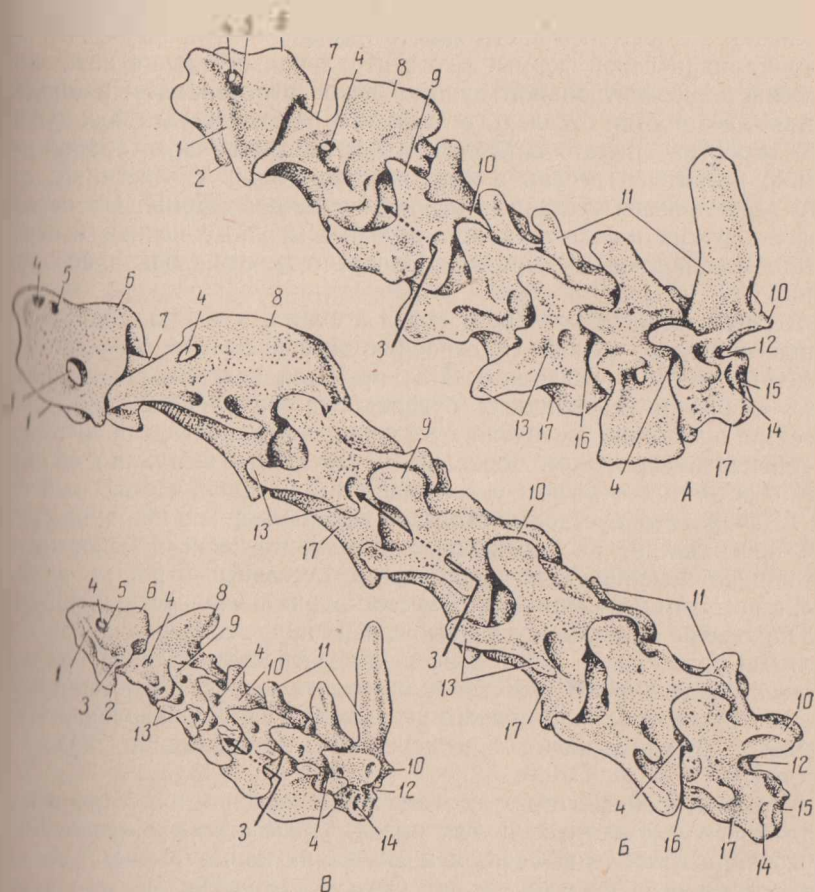


Рис. 20. Строение шейных позвонков (по И. П. Осипову):

А — шейный позвонок; Б — лошади, В — свиньи; 1 — крыло атланта; 2 — вентральный межпоперечное отверстие; 3 — межпозвоночное отверстие; 4 — крыловое отверстие; 5 — зубчатый отросток эпистрофея; 6 — гребень эпистрофея; 7 — зубчатый отросток эпистрофея; 8 — гребень эпистрофея; 9 — краниальный суставной отросток; 10 — кaudальный суставной отросток; 11 — остистый отросток; 12 — краниальная межпозвоночная вырезка; 13 — поперечнореберный отросток; 14 — реберная ямка; 15 — ямка позвонка; 16 — головка позвонка; 17 — тело позвонка.

Описанные отличия относятся к трем средним (3-й, 4-й, 5-й) шейным позвонкам. У шестого шейного позвонка нет гребня на вентральной стороне тела, и у него особая форма поперечного отростка, который в виде широкой пластинки направлен вентрально. Для седьмого шейного позвонка характерны некоторые признаки грудных позвонков: нет межпоперечного отверстия, но с каудальной стороны тела имеются ямки для соединения с реберными головками, сильно развит остистый отросток (вдвое длиннее остистого отростка шестого шейного позвонка и направлен дорсально).

Второй шейный позвонок, или эпистрофей — axis, epistropheus, называется осью, так как вокруг его передней части вращается вправо и влево первый шейный позвонок с головой. Тело эпистрофея сильно удлинено. На передней части вместо головки — зубовидный отросток полуцилиндрической формы. Его вентральная суставная поверхность сочленяется с вентральной дужкой первого позвонка. Краниальные суставные отростки отделены от дужки и расположены сзади зубовидного отростка. Вместо остистого отростка дужка эпистрофея имеет сильно развитый гребень в виде четырехугольной пластинки; сзади него расположены суставные отростки обычной формы. На передней стороне дужки имеются самостоятельные межпозвоночные отверстия вместо краниальных вырезов. Поперечные отростки слабо выражены.

Первый шейный позвонок, или атлант — atlas, представлен в виде широкого кольца, по строению он еще больше отклоняется от типичных шейных позвонков. На наружной поверхности дужки хорошо выражен вентральный бугорок, на внутренней поверхности имеется продольно вогнутая суставная поверхность для сочленения с зубовидным отростком. Дорсальная дужка более выпукла и обширна; вместо остистого отростка у нее слабо выраженный дорсальный бугорок. Каудальные суставные отростки видоизменены в широкие суставные поверхности, расположенные в сегментальной плоскости. Они похожи на изменившиеся краниальные суставные отростки эпистрофея, с которыми сочленяются. Вместо краниальных суставных отростков находятся вогнутые суставные поверхности, сочленяющиеся с мышелками затылочной кости. Поперечные отростки атланта, расположенные в виде широких пластинок горизонтально, называются крыльями. Между вентральной дужкой и крылом атланта расположена ямка крыла с межпозвоночным отверстием, латерально-крыловое отверстие.

У свиньи шейный отдел позвоночника массивный и относительно короче, чем у животных других видов. Такое строение позвоночника служит приспособлением свиньи к добыванию корма (рытье). Вентрального гребня на теле позвонков нет. Остистые отростки третьего — седьмого позвонков сильно развиты, удлиненные. У эпистрофея короткое тело и круглый с тупым концом зубовидный отросток, гребень сильно выступает и загнут дорсо-каудально. Вентральная дужка атланта очень короткая, от нее отходит вниз и назад мощный вентральный бугор для прикрепления мускулов. Дорсальный бугор большой.

Шейные позвонки лошади большей длины, чем у рогатого скота, хорошо выраженными головкой и ямкой и значительно выступающим гребнем. Поперечные отростки раздвоенны, вытянутой формы, шероховатой поверхностью, более развиты на задних позвонках. Остистые отростки слабо выражены, в виде шероховатых продольных выростов. У шестого шейного позвонка нет гребня, поперечные отростки состоят из трех ветвей, из них каудальная сливается с телом. На седьмом шейном позвонке сравнительно развит остистый отросток. Шестой шейный позвонок характеризуется большой длиной тела. Зубовидный отросток его заостренный. Атлант с большими широкими крыльями, направленными в стороны и несколько загнутыми вниз.

Скелет туловища

Грудные, или спинные, позвонки — *vertebrae thoracales*. Каждый позвонок представляет часть полного костного сегмента, в состав которого, кроме того, входят два ребра и соответствующий участок грудной кости. Полные костные сегменты имеются только в передней половине грудного отдела. Краниальнее и каудальнее его сегменты постепенно редуцируются.

Грудные, или спинные, позвонки отличаются от всех остальных позвонков специальными суставными поверхностями, предназначенными для сочленения с ребрами. Одни из этих поверхностей, называемые фасетками или реберными ямками, служат для соединения с головкой ребра. Они расположены по две с краниальной и каудальной стороны тела позвонка, вблизи основания дужки. Другие суставные поверхности в форме более или менее плоских суставных площадок, находящихся с боков поперечных отростков, служат для сочленения с дугоотростком ребра. Каудальных реберных ямок на последнем позвонке, как правило, нет. Первое ребро соединяется с первым грудным и последним шейным позвонком, на теле которого есть каудальная реберная ямка (рис. 21). Краниальные и каудальные суставные отростки хорошо выражены только на первом грудном позвонке.

У рогатого скота в грудном отделе 13 позвонков, у свиньи чаще 14 (иногда 15—17), у лошади 18 (реже 17—19).

У крупного рогатого скота последний (13-й) грудной позвонок считается диафрагмальным. Тела грудных позвонков жвачных значительной длины. Реберные ямки слабо вогнуты. Остистые отростки в области головки высокие и широкие, с острым краниальным и каудальным краем. Грудные позвонки с острыми остистыми отростками, по форме напоминающими трехгранные остистые отростки средних грудных позвонков лошади. Кроме последнего, все остистые отростки грудных позвонков жвачных сильно наклонены назад. Дужки грудных позвонков, кроме двух первых, у каудальных краев со специальным межпозвоночным отверстием, так что в спинномозговой канал между двух смежных позвонков ведут два межпозвоночных отверстия. В виде исключения дополнительного бокового межпозвоночного отверстия может не быть и в грудных позвонках жвачных.

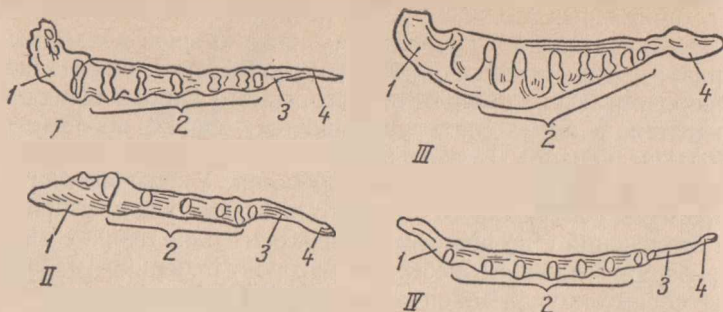


Рис. 23. Грудная кость:

I — коровы; II — свиньи; III — лошади; IV — собаки; 1 — рукоятка грудной кости; 2 — тело грудной кости; 3 — мечевидный отросток; 4 — мечевидный хрящ.

Ребра от второго до пятого соединяются с реберными хрящами суставами. На последних ребрах головки и бугорки сливаются между собой.

У лошади 18 пар ребер, из них 8 пар стернальных. Ребра массивные, шейки их короткие, углы хорошо выражены. Реберные хрящи соединяются с ребрами синхондрозом.

Грудная кость, или грудина — *os sternum*, — непарная кость туловища, ограничивает грудную клетку снизу (рис. 23). С обеих сторон с ней сочленяются хрящи истинных ребер.

В период эмбрионального развития грудная кость образуется в результате соединения правой и левой хрящевых пластинок; каждая из них представляет слившиеся концы хрящей стернальных ребер. При окостенении границы между составными частями постепенно стираются. Остаются долгое время неизменными только хрящевые промежутки между окостеневшими сегментальными участками. Поэтому в грудной кости различают отдельные костные куски, соединенные хрящевыми дисками. Грудная кость домашних животных состоит из семи или шести таких кусков.

В грудной кости различают рукоятку, тело и мечевидный отросток. Рукояткой называют переднюю часть грудины до места соединения с ней второй пары реберных хрящей. Тело — это средняя часть грудины (от рукоятки до суставных ямок для хрящей последних стернальных ребер). Кaudальную часть грудной кости составляет мечевидный отросток, оканчивающийся мечевидным хрящом.

У жвачных тело грудной кости сплющено дорсо-вентрально и расширяется в кaudальном направлении. Вентральная поверхность тела слегка вогнутая, дорсальная — плоская.

На каждой стороне грудины по шесть суставных ямок для реберных хрящей. Рукоятка слегка загнутая. Суставные ямки для первых реберных хрящей расположены с боков рукоятки, недалеко от переднего ее конца. Мечевидный хрящ хорошо развит, имеет вид овальной пластинки.

У *конины* тело грудной кости такой же формы, как у жвачных. Рукоятка соединяется с телом посредством сустава. Она имеет вид клина, сильно выдающегося вперед, за пределы первых реберных хрящей. Мечевидный хрящ слабо развит. Грудина состоит только из шести позвонков.

У *лошади* грудная кость сильно развита в длину, значительно сжата в ширину. Вентральный край грудины дополняется хрящевой широкой пластинкой, образующей соколок. Мечевидный хрящ в виде округлой пластинки.

Грудная клетка — thorax. Дорсальную стенку грудной клетки составляют грудные позвонки. Снизу грудная клетка ограничена грудной костью и хрящами стернальных ребер. Боковые ее стенки состоят из ребер. Вход в грудную клетку сверху шире, снизу суживается. Пространство, ограниченное грудной клеткой, называется грудной полостью.

У *жвачных* грудная клетка относительно короткая, с большим диаметром и большего объема вследствие сильного расширения в вентральном направлении.

У *конины* грудная клетка относительно длинная, с плоскими реберными стенками и незначительного объема. Эти признаки не отличаются постоянством вследствие неодинакового числа грудных позвонков.

Грудная клетка *лошади* длинная, с крутыми реберными стенками.

Поясничные позвонки — *vertebrae lumbales* — по строению очень похожи на последние грудные позвонки (рис. 24). Основное отличие поясничных позвонков в строении их поперечнореберных отростков. Последние очень хорошо развиты, в форме пластинок. Тела первых пяти поясничных позвонков трехгранные, с вентральным гребнем для прикрепления мышц.

У *жвачных* поясничных позвонков шесть, реже семь. Поперечнореберные отростки первых пяти поясничных позвонков постепенно укорачиваются, но у шестого становятся короче. Они имеют вид тонких пластинок с неровными острыми краями, расположенных во фронтальной плоскости. Остистые отростки широкие, но невысокие. Суставные поверхности имеют полуцилиндрической формы.

У *конины* число поясничных позвонков колеблется от пяти до семи, чаще всего семь. Тела их относительно длинные, ближе к крестцовой позвонку они становятся короче и более плоские. Широкие поперечнореберные отростки направлены в стороны, а концами — несколько вниз и вперед. Высокие остистые отростки направлены вверх и вперед, за исключением остистого отростка последнего поясничного позвонка, который короче и направлен только вверх. Хорошо развитые суставные отростки почти цилиндрической формы, построены, как у жвачных.

У *лошади* поясничных позвонков шесть, редко пять. Поперечнореберные отростки довольно длинные, с ровными краями. У пятого и шестого поясничных позвонков они, как правило, соединяются тугими связками, так как имеют овальные суставные поверхности. Таким же образом соединяются поперечнореберные отростки шестого пояс-

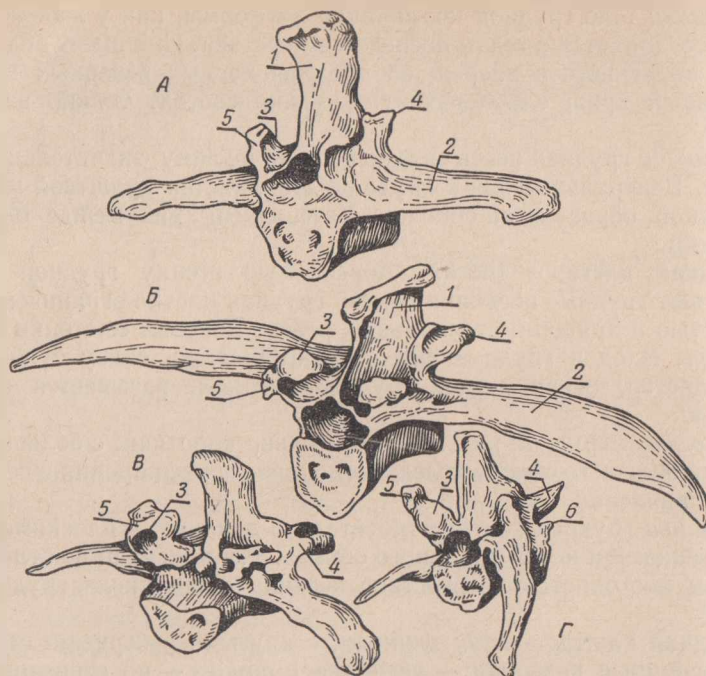


Рис. 24. Поясничные позвонки:

А — лошади; Б — крупного рогатого скота; В — свиньи; Г — собаки;
1 — остистый отросток; 2 — поперечнореберный отросток; 3 — краниальный
и 4 — каудальный суставные отростки; 5 — сосцевидный отросток; 6 —
бугорчатый отросток.

ничного позвонка с крыльями крестцовой кости. Этим создается прочность поясничного отдела позвоночника. Остистые отростки в виде широких и высоких пластинок, слегка наклонены дорсо-краниально.

Крестцовые позвонки — *vertebrae sacrales*, срастаясь, образуют одну крестцовую кость — *os sacrum* (рис. 25). Костное сращение между позвонками делает крестцовую кость прочной основой для соединения туловища с тазовыми конечностями.

У жвачных крестцовая кость, или крестец, срастается из пяти позвонков, имеет вид треугольного тела. Дорсальная поверхность крестца называется ягодичной, вентральная — тазовой. Тазовая поверхность изогнута и образует свод. Остистые отростки на концах утолщены и срастаются, образуя крестцовый гребень. Толстые короткие крылья четырехугольной формы, загнуты вниз. На каждом крыле различают ушковидную поверхность, служащую для соединения с подвздошной костью. В месте соединения крыла крестцовой кости с подвздошной костью образуется малоподвижный, или тугой, сустав. Суставные отростки образуют латеральные крестцовые гребни, между ними находятся дорсальные крестцовые отверстия. На тазовой поверхности есть вентральные крестцовые отверстия.

У лошади крестцовая кость образуется из четырех позвонков, представляет собой слабоизогнутую кость. Остистых отростков нет, вместо них сохранились очень слабые гребни. Междугловые отверстия большие. Крылья слабо развиты. Суставные поверхности поставлены от-
 110 и обращены в стороны и назад.

У собаки крестцовая кость образуется срастанием пяти позвонков. Крестец слабо изогнут, с почти плоской тазовой поверхностью. Остистые отростки остаются раздельными, на концах утолщены и редко раздвоены. Крылья крестца лежат во фронтальной плоскости. Они треугольной формы, с овальной суставной поверхностью на кра-
 111 ннем крае, которая служит для сочленения с такой же поверх-
 112 ностью поперечного отростка последнего поясничного позвонка. Дор-
 113 сальная шероховатая поверхность крыла слабо наклонена назад и
 114 сторону. Края боковых частей утолщены.

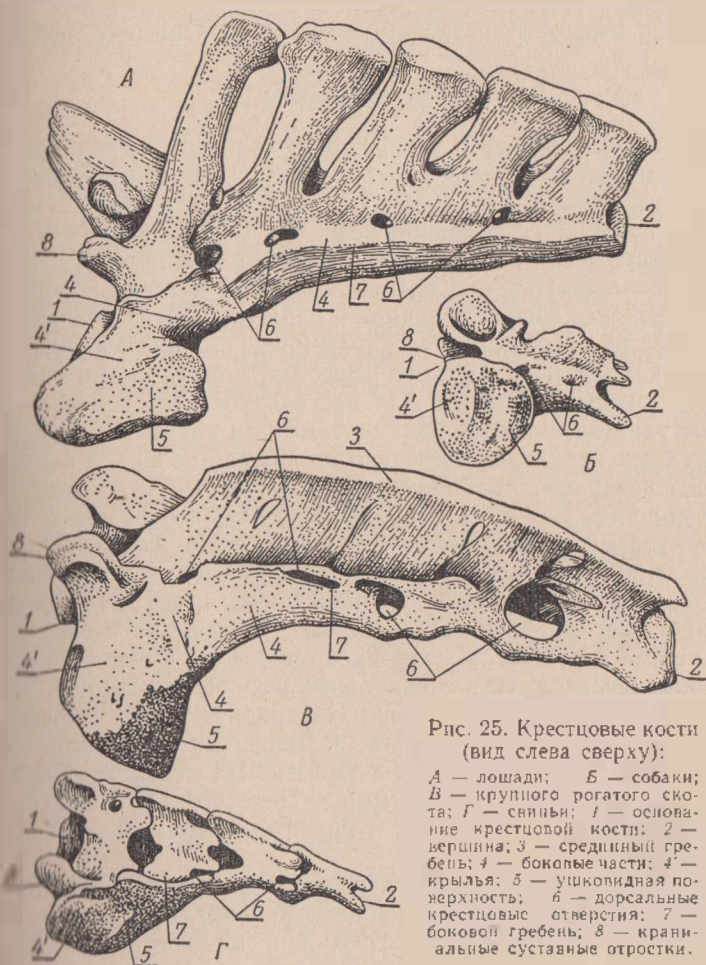


Рис. 25. Крестцовые кости
 (вид слева сверху):

А — лошади; Б — собаки;
 В — крупного рогатого скота;
 Г — свиньи; 1 — основа-
 ние крестцовой кости; 2 —
 вершина; 3 — средний гребень;
 4 — боковые части; 4' —
 крылья; 5 — ушковидная по-
 верхность; 6 — дорсальные
 крестцовые отверстия; 7 —
 боковой гребень; 8 — кра-
 нальные суставные отростки.

Хвостовые позвонки — *vertebrae caudales* — образуют самый подвижный отдел позвоночника. Число их у сельскохозяйственных животных колеблется от 17 до 26. Первые 3—4 позвонка сохраняют все части, свойственные позвонкам. На последующих же позвонках отдельные части их, постепенно уменьшаясь и изменяясь, в конце концов совсем редуцируются. У последних позвонков только одно тело.

У *крупного рогатого скота* число хвостовых позвонков колеблется от 18 до 21; у овец — от 3 до 24. Тела первых позвонков плоские. Остистые отростки низкие, широкие. На телах 2—5-го позвонков находятся с вентральной стороны гемальные (кровенные) дуги, через которые проходит артерия хвоста.

У *свиньи* хвостовой отдел состоит из 20—23 позвонков. Первые три, а иногда пять позвонков снабжены полными дугами с каудальными и краниальными суставными отростками.

У *лошади* хвостовых позвонков от 15 до 20. Они небольшой длины.

Скелет головы

Скелет головы называется черепом — *cranium*. Череп принято делить на мозговой и лицевой отделы; однако строгих границы между костями этих отделов нет. Мозговой отдел представляет полость, коробку, где помещается головной мозг; костями лицевого черепа образуются полость носа и полость рта, в которых находятся часть органов чувств и начальные отделы органов дыхания и пищеварения. Кости черепа, за исключением затылочной и клиновидной, построены по типу плоских костей. Наружная и внутренняя стенки черепных костей состоят из компактного костного вещества, а между ними лежит слой губчатого вещества. В отдельных костях губчатого вещества нет, но есть пространства, называемые синусами или пазухами. В черепе три пары крупных пазух: верхнечелюстная, клино-небная и лобная. Они заполнены воздухом, проникающим сюда через особые отверстия в носовой полости. Благодаря такому строению костей череп при значительных размерах отличается легкостью. Наружная и внутренняя поверхности костей черепа покрыты надкостницей; исключение составляет внутренняя поверхность черепной полости, где надкостница не ее заменяет твердая мозговая оболочка. Внутренняя поверхность черепных костей неровная. На ней имеются гребни и отпечатки артерий и вен в виде желобов, есть специальные желоба для нервов. Особенно характерен вид внутренней стенки черепной полости с отпечатками борозд и извилин головного мозга, называемыми пальцевыми вдавлениями. Рельеф черепа очень разнообразен. На нем видны гребни, отростки, ямки для прикрепления мышц. Некоторые углубления черепа имеют специальные назначения: в них помещаются органы чувств — зрения и слуха.

Кости мозгового черепа крупного рогатого скота. Кости мозгового черепа делятся на парные и непарные. К непарным относятся кости затылочная, клиновидная, решетчатая и межтеменная. Последние

кость вскоре после рождения срастается с теменными костями. Принадлежат к височным костям являются: височные, теменные и лобные.

Затылочная кость — *os occipitale* (рис. 26) — образует заднюю, или аборальную, стенку мозговой полости и служит для соединения черепа с позвоночником. В центре ее находится большое затылочное отверстие. Тело затылочной кости короткое и уплощено. Оно ограничивает большое затылочное отверстие с вентральной стороны. Орально тело продолжается до мускульных бугорков, где оно соединяется с телом клиновидной кости.

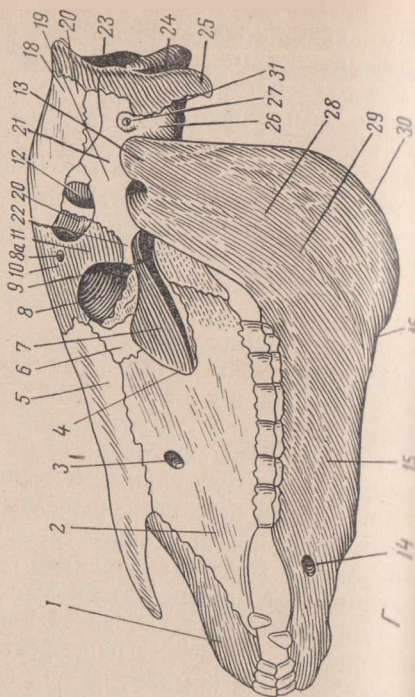
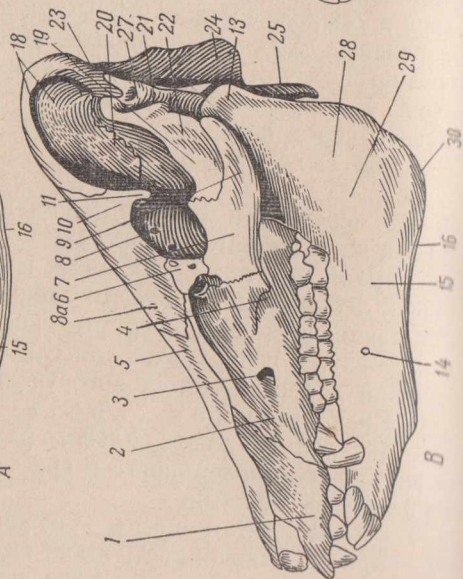
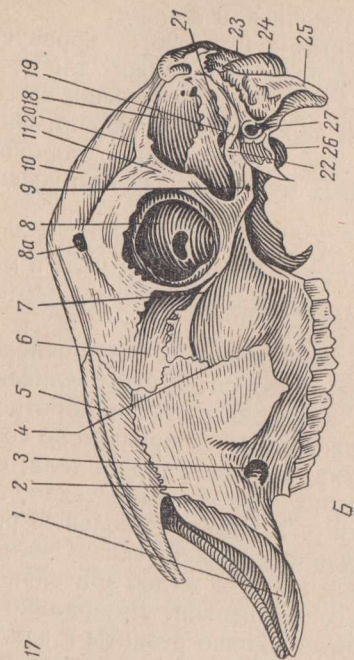
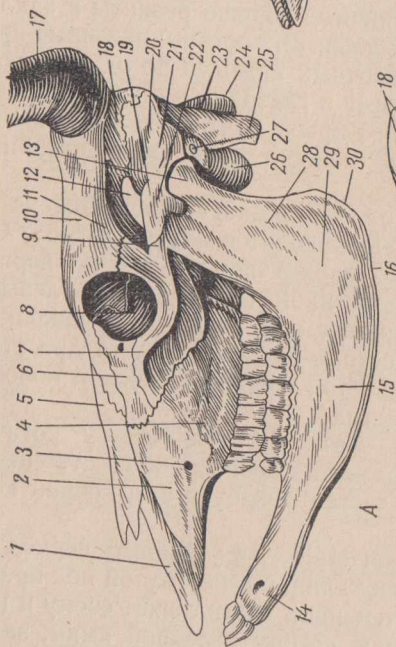
Боковые части кости имеют по одному суставному мыщелку и яремному отростку. Яремные отростки короткие, толстые и загнуты в менингеальную сторону. Между яремным отростком и мыщелком находится мыщелковая ямка с подъязычным отверстием.

Клиновидная кость — *os sphenoidale* — ограничивает черепную полость с вентральной и боковых сторон. В ней различают тело и две пары крыльев: глазничные и височные. Тело короткое, начинается от мускульных бугорков и продолжается орально до сошника. Внутри него незначительная пазуха. На поверхности тела, обращенной к мозговой полости, есть впадина. Это турецкое седло, где помещается железа внутренней секреции — гипофиз. Небольшое разбегнутое возвышение позади седла называется спинкой седла. Орально от турецкого седла находится поперечная щель — желоб зрительного перекреста, где лежит перекрест зрительных нервов. Латерально от тела находятся крылья, из них глазничные хорошо развиты и заключены в промежутке между небными и лобными костями; височные крылья развиты слабее. В основании височных крыльев по одному глазничному круглому отверстию, выходящему в глазницу из-под крылового гребня. У аборального края височного крыла находится овальное отверстие, через которое в черепную полость проникают артерии, а из черепа выходят нервы.

Решетчатая кость — *os ethmoidale* — расположена на границе черепной и носовой полостей, находится внутри черепа. Она состоит из решетчатой пластинки со множеством отверстий, перпендикулярной пластинки и боковых пластинок, охватывающих левый и правый лабиринты. У каждого лабиринта есть решетчатые раковины, представляющие собой свернутые костные трубочки. Благодаря этому увеличивается поверхность для слизистой оболочки носовой полости, особенно для ее обонятельного участка.

Межтеменная кость — *os interparietale* — у рогатого скота треугольная, из-за сильного развития лобных костей отесняется на затылочную поверхность и срастается с чешуей затылочной кости и теменными костями.

Теменная кость — *os parietale* — в утробный период бывает парной. Каждая кость имеет вид длинной, изогнутой под прямым углом пластинки. Передняя часть теменной кости лежит сбоку и ниже лобной кости, составляя дорсальную стенку височной ямки, задняя часть находится в затылочной области, снизу и сзади лобной кости. После рождения тельца теменные кости срастаются с чешуей затылоч-



ни кости и межтеменной костью, образуя одну кость подковообразной формы.

У овец и козы подковообразной кости нет, но теменные кости срастаются также с межтеменной костью.

Лобная кость — *os frontale* — парная, образует верхнюю стенку мозгового черепа, а оральная ее часть простирается на лицевой черепе. У жвачных лобные кости самые крупные, с роговыми отростками, представляющими основу рогов. Роговой отросток — это лобный костный конус. У его основания находится шейка и костное кольцо — венчик. Полость рогового отростка сообщается с лобной пазухой. У рогатого скота некоторых пород (комолые) рогов нет, и на этом месте лишь невысокие бугорки. Орально от роговых отростков находится лобная поверхность с одним или двумя надглазничными отростками, лежащими в продольном желобе. Скуловой отросток лобной кости начинается широко основанием и не доходит до скуловой дуги. Он соединяется швом с направленным к нему лобным отростком скуловой кости и вместе с ним латерально замыкает край лобницы. На глазничной поверхности скулового отростка заметна слезная ямка слезной железы.

У овец и козы лобные кости у основания роговых отростков сильно изогнуты.

Височная кость — *os temporale* — парная, ограничивает боковую стенку мозгового черепа и разделяется на чешую и каменную кость. Чешуя незначительной частью ограничивает черепную полость, имеет 1—3 отверстия, ведущие в широкий височный ход. Скуловой отросток чешуи соединяется швом с височным отростком скуловой кости. На вентральной поверхности скулового отростка находится выпуклый овальный бугор для сочленения с нижней челюстью. В этом месте образуется челюстной сустав. При пережевывании корма он обеспечивает сглаженных суставных поверхностей допускает значительные боковые движения нижней челюсти.

Каменная кость, в свою очередь, делится на скалистую, сосцевидную и барабанную части.

Скалистая часть обращена своей поверхностью в черепную полость, состоит из прочного, компактного вещества, защищающего расположенное в этом участке орган равновесия и внутреннее ухо.

На мозговой поверхности скалистой части есть пальцевые вдавления и внутреннее слуховое отверстие, через которое проходит слуховой нерв и головной мозг.

Рис. 26. Череп:

сороном; Б — овцы; В — свиньи; Г — лошади (латеральная сторона): 1 — резцовая кость; 2 — верхнечелюстная кость; 3 — подглазничное отверстие; 4 — лицевой гребень (лицевой бугор); 5 — носовая кость; 6 — слезная кость; 7 — скуловая; 8 — глазница; 8а — надглазничное отверстие; 9 — височный отросток скуловой кости; 10 — лобная кость; 11 — скуловая кость; 12 — мускульный отросток нижней челюсти; 13 — суставной отросток; 14 — сосцевидное отверстие; 15 — нижнечелюстная кость; 16 — сосудистая вырезка; 17 — затылочная кость; 18 — теменная кость; 19 — скуловой отросток височной кости; 20 — височная ямка; 21 — ямка слезной железы; 22 — скуловая дуга; 23 — затылочная кость; 24 — мышелки затылочной кости; 25 — затылочный отросток; 26 — барабанная часть каменной кости; 27 — наружный слуховой проход; 28 — ветвь нижней челюсти; 29 — ямка большого жевательного мускула; 30 — челюстной угол нижней челюсти; 31 — сосцевидный отросток каменной кости.

Барабанная часть в виде большого плоского пузыря с направленным вентрально мускульным отростком. Между этим отростком и наружным слуховым отверстием находится цилиндрической формы подъязычный отросток, служащий для прикрепления подъязычной кости. Наружный слуховой проход в форме длинной трубки открывается у основания яремного отростка.

Сосцевидная часть находится между яремным отростком и барабанной частью.

Кости лицевого черепа крупного рогатого скота. Верхняя челюсть — *os maxillare* — парная кость, образует боковую стенку носовой и верхнюю стенку ротовой полостей. Тело верхней челюсти образовано наружной, или лицевой, пластинкой компактного вещества и внутренней пластинкой — носовой. Между этими пластинками расположена верхнечелюстная, или гайморова, пазуха. Наружная пластинка — с лицевым бугром и подглазничным отверстием, лежащим на уровне первого коренного зуба. От тела верхней челюсти отходят два отростка: зубной, с луночками для коренных зубов, и небный. Короткий, но широкий небный отросток образует большую часть костного остова неба, отделяющего носовую полость от ротовой.

Резцовая, или межчелюстная, кость — *os incisivum* — парная. Она формирует самую переднюю часть лицевого черепа. У рогатого скота нет верхних резцовых зубов и клыков, поэтому резцовые кости слабо развиты. Резцовая кость подразделяется на тело, лежащее впереди в виде тонкой пластинки, и два отростка: носовой и небный. Между небными отростками широкая небная щель.

Носовая кость — *os nasale* — парная. Это длинная костная пластинка в виде желоба с раздвоенным оральным концом, образует верхнюю стенку носовой полости, или спинку носа.

Слезная кость — *os lacrimale* — парная, располагается впереди глазницы, между лобной и верхнечелюстной костями. Подразделяется на две части: лицевую и глазничную пластинки. Глазничный край кости с вырезкой; рядом с глазничным краем ямка слезного мешка, откуда начинается слезноносовой канал.

Скуловая кость — *os zygomaticum* — парная, лежит вентральнее слезной кости и глазницы. На ней различают лицевую поверхность, служащую местом прикрепления жевательных мышц, глазничную поверхность, височный отросток и лобный отросток, соединяющийся со скуловым отростком лобной кости (рис. 26).

Небная кость — *os palatinum* — парная, расположена в аборальной части костного остова твердого неба. В ней различают горизонтальную и перпендикулярную пластинки, образующие выход из носовой полости, — хоаны. Горизонтальная пластинка с тремя отверстиями: большим небным, малым и аборальным. В горизонтальной пластинке обширная небная пазуха, соединяющаяся с клиновидной и верхнечелюстной пазухами (рис. 27).

Крыловидная кость — *os pterygoideum* — парная, представляет собой широкую пластинку; прилегает к медиальной поверхности перпендикулярной пластинки небной кости.

Носовые раковины — *ossa turbinata* — находятся внутри носовой полости, прикрепляясь к ее боковым стенкам. Различают три пары: две дорсальные и две парные вентральные носовые раковины. Каждая раковина представляет тонкую костную пластинку, свернутую в трубку.

Сошник — *vomer* — непарная кость в виде широкого короткого отростка, лежащего на дне носовой полости. Служит опорой хрящевой носовой перегородки.

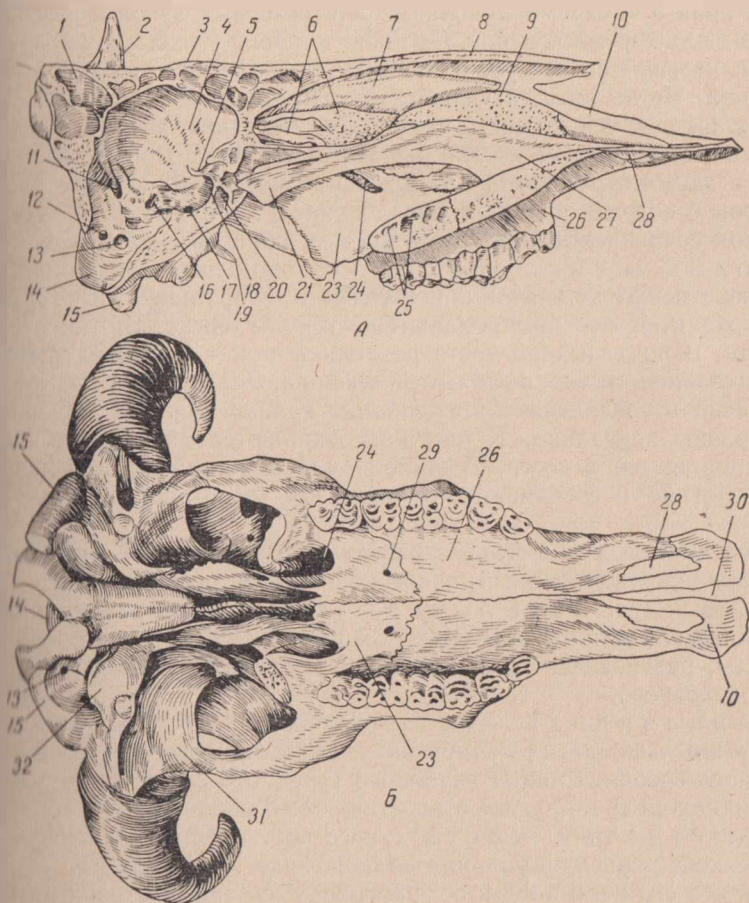


Рис. 27. Череп крупного рогатого скота:

А — дорсальная сторона; Б — вентральная сторона: 1 — задняя пазуха лобной кости; 2 — роговой отросток; 3 — лобная кость; 4 — мозговая полость; 5 — желоб зрительного перекрестка; 6 — решетчатая кость; 7 — дорсальная раковина; 8 — носовая кость; 9 — непарная раковина; 10 — резцовая кость; 11 — височный канал; 12 — мышечный канал; 13 — слуховое отверстие; 14 — большое затылочное отверстие; 15 — яремный отросток; 16 — слуховой проход; 17 — овальное отверстие; 18 — глазнично-округлое отверстие; 19 — отросток каменистой кости; 20 — пазуха клиновидной кости; 21 — абсорбальная часть клиновидной кости; 22 — небная кость; 23 — клинонебное отверстие; 24 — небная пазуха; 25 — небная кость; 26 — небная щель; 27 — сошник; 28 — небная щель; 29 — большое отверстие небного канала; 30 — резцовая вырезка; 31 — височная кость; 32 — костный барабан.

Н и ж н е ч е л ю с т н а я к о с т ь — *os mandibulae* — парная, образует вентральную костную основу ротовой полости. Соединяясь подвижно с черепом, она выполняет важную роль при жевании. Нижняя челюсть разделяется на тело, составляющее основу для всех нижних зубов, и ветвь, к которой прикрепляются жевательные мышцы. Правая и левая нижняя челюсти оральными концами соединяются друг с другом волокнистым хрящом. Промежуток между ними называется межчелюстным пространством. Оральная часть тела имеет резцовый край с четырьмя луночками для резцовых зубов и шестью луночками для коренных зубов. Промежуток между резцами и коренными зубами называется беззубым краем. Вентральный край с сосудистой вырезкой. Ветвь нижней челюсти отходит от тела под тупым углом. Латеральная ее поверхность имеет ямку большого жевательного мускула, а медиальная — ямку крылового мускула. Дорсальный конец ветви с двумя отростками, разделенными вырезкой. Из них длинный отросток с острым загнутым назад концом мускульный, а суставной отросток сочленяется с височной костью, образуя челюстной сустав.

П о д њ я з ы ч н а я к о с т ь — *os hyoideum* — непарная, расположена между ветвями нижней челюсти, аборальнее языка и оральнее гортани. К ней прикрепляются мускулы языка, глотки и хрящи гортани. В подъязычной кости различают тело с язычным отростком, рога большие и малые, а также три членика. Большие рога направлены аборально и соединены с щитовидным хрящом гортани. Малые рога направлены дорсально. К ним присоединяются дистальные членики ветви подъязычной кости. Средние ее членики длинные, а проксимальные короткие и соединяются с подъязычным отростком каменистой кости.

Особенности черепа сельскохозяйственных животных других видов. У *свиньи* череп удлинённый, напоминает конус, расширенный на уровне скуловых дуг. **З а т ы л о ч н а я к о с т ь** имеет развитую чешую и яремные отростки в виде длинных рычагов. К ним прикрепляются мускулы, разгибающие шею, особенно мощные у свиньи, как у роющего животного.

К л и н о в и д н а я к о с т ь отличается слабым развитием глазничных крыльев, но сильным развитием крыловидных отростков и крыловидного гребня. Спинка глубокого турецкого седла очень высокая. Глазничная щель и круглое отверстие, как у жвачных, слились в одно.

Р е ш е т ч а т а я к о с т ь с косо поставленной горизонтальной пластинкой, перпендикулярная ее пластинка короткая.

М е ж т е м е н н а я к о с т ь срастается еще в утробный период с чешуей затылочной кости.

В и с о ч н ы е к о с т и характерны тем, что чешуя их уже на первом году жизни животного срастается с сосцевидной частью пирамиды. Чешуя треугольной формы, от нее отделяется мощный скуловой отросток. Каменистая часть пирамиды небольшая; наружный слуховой проход в виде длинной узкой трубки.

Б а р а б а н н ы й п у з ы р ь очень длинный, мышечного отростка на нем нет. Подъязычный отросток слабо выражен.

Гоббные кости длинные и относительно узкие. Скуловой отросток короткий, не достигает скуловой дуги, поэтому орбита у свиньи не имеет сплошного костного кольца, как у жвачных и лошади.

Верхнечелюстные кости значительно развиты в длину. Зубной отросток с семью луночками для коренных зубов. На коротком беззубом крае луночка для клыка. Резцовые кости с большими, у основания широкими носовыми отростками. Тело резцовой кости примыкает к губной его поверхности прилегает хоботная, или предносовая, кость.

Хоботная кость — *os rostri* — имеется только у свиньи, находится в промежутке губной поверхности тел резцовых и свободных концов носовых костей, служит остовом хоботка (пятачка). Эта непарная небольшая кость развивается вследствие окостенения переднего конца хрящевой перегородки носа, с которой она связана, так же как и с резцовыми костями, соединительнотканymi волокнами.

Носовые кости свиньи почти одинаково широки на всем протяжении и настолько длинны, что достигают впереди уровня резцовых зубов.

Слезные кости с двойным слезным отверстием, которое находится на наружной поверхности, вблизи орбитального края. Слезная ямка глубокая.

Скуловые кости хорошо развиты, в виде отвесно поставленных пластинок; они только незначительной частью своей внутренней поверхности ограничивают глазницу.

Соскок длинный, достигает почти тел резцовых костей.

Нижнечелюстная кость — у свиньи наиболее массивная кость черепа. Обе ее половинки прочно срастаются еще в молодом возрасте животного. Тело несет по три луночки для резцовых зубов и одну луночку для клыка с каждой стороны. Беззубый край короткий. Луночек для коренных зубов семь.

Подъязычная кость с сильно развитым телом и гортанными рогами. Язычного отростка нет.

У лошади череп отличается от черепа крупного рогатого скота. Глазничная кость сильно развита, ограничивает череп с аборальной и частично дорсальной стороны. На ее чешуе выйная ямка.

Клиновидная кость в форме бабочки, турецкое седло и ямки гипофиза слабо выражены.

Межтеменная кость находится в теменной области. Ее лобовая поверхность с двумя отростками, из них поперечный называется костным паметом, а продольный — пластинчатым отростком.

Гоббная кость менее развита, чем у крупного рогатого скота. Надглазничное отверстие обычно одно.

Наружная поверхность чешуи височной кости выпуклая. Каменистая кость не срастается с чешуей. Костный барабан круглый. Верхнечелюстная кость с лицевым гребнем; подглазничное отверстие высоко, почти в центре ее тела. Межчелюстная кость с тремя лунками для резцов. Оральный конец носовой кости заострен. Тело нижней челюсти срастается с телом другой такой же кости, имеет три лунки для рез-

цов и шесть лунок для коренных зубов. Ветвь относительно короткая, заканчивается длинным мускульным отростком и коротким цилиндрической формы суставным отростком. Подъязычная кость с длинным язычным отростком.

Скелет конечностей

Развитие конечностей. Ископаемые остатки предков млекопитающих свидетельствуют о том, что их конечности произошли из парных плавников позвоночных животных. В плавниках рыб и в конечностях наземных животных отмечены общие закономерности строения: разделение на пояса и свободные отделы, расчленение на лучи и звенья.

У животных в процессе эволюции количество лучей и соответственно пальцев уменьшилось.

В настоящее время встречаются свиньи с пятью, шестью и очень редко с тремя пальцами. В Полесье и других районах с сильно заболоченной местностью сохранились многопалые свиньи. Их конечности имеют значительно большую площадь опоры, чем у обычных свиней, поэтому они не проваливаются в мягкой болотистой почве.

Современная лошадь ведет свое начало от дикого ископаемого предка — фенакода, который имел конечности с пятью пальцами. В процессе эволюции он утрачивал пальцы: орогиппус имел уже четыре, а гиппарион — три пальца. У последнего особенно сильно был развит третий палец. В результате дальнейшей эволюции все пальцы у лошади, кроме третьего, редуцировались.

У зародышей всех видов животных грудные и тазовые конечности развиваются из сходных зачатков — «почек». Поэтому в строении скелета грудных и тазовых конечностей много общего. В скелете конечностей различают пояс и скелет свободных конечностей, состоящий из нескольких звеньев костей. Конечности посредством поясов соединяются с туловищем. Более прочно соединяется с туловищем тазовый пояс, так как тазовая конечность создает поступательное движение животному.

Костям грудной конечности, расположенным ниже пояса, соответствуют кости тазовой конечности. Первое звено грудной конечности, представленное плечевой костью, на тазовой конечности соответствует бедренной кости. Второе звено представлено двумя костями. На грудной конечности — лучевая и локтевая кости; на тазовой конечности им соответствуют большая берцовая и малая берцовая кости. Третье звено состоит из двух или трех рядов коротких костей. На грудной конечности они называются костями запястья, а на тазовой — костями плюсны. Кости этого звена и нижележащих звеньев входят в состав лапы. Четвертое звено грудной конечности называется пястными костями, на тазовой конечности — плюсневыми. Самый дистальный участок конечности составляет скелет пальцев. На грудной и на тазовой конечности каждый палец состоит из путовой, венечной и копытной костей. Кости тазовых конечностей длиннее и массивнее соответствующих костей грудной конечности.

Кости грудной конечности крупного рогатого скота

Лопатка — scapula (рис. 28) — плоская парная кость треугольной формы. Она присоединена мышцами к стенке грудной клетки.

На лопатке различают три края и три угла. Позвоночный край — основание лопатки, соединен с обширным лопаточным хрящом, который увеличивает площадь прикрепления мускулов. Каудальный край тупой и шероховатый, краниальный — гладкий, выше бугра лопатки с вырезкой. Латеральная поверхность лопатки разделена продольным гребнем — остью лопатки — на предостную ямку и более широкую — заостренную ямку. Ость лопатки в нижней части круто обрывается, заканчиваясь отростком — акромием. На медиальной поверхности лопатки есть подлопаточная ямка и зубчатая шероховатость, где прикрепляется вентральный зубчатый мускул. Нижний угол лопатки называется суставным, так как имеет суставную впадину для сочленения с плечевой костью. На краниальном крае суставного угла находится бугор лопатки. Медиальная поверхность бугра имеет клювовидный отросток — рудимент коракоидной кости.

Лопатка лежит косо. Ее основание направлено дорсо-каудально, а суставной угол — кранно-вентрально.

Свободная грудная конечность состоит из плечевой кости, костей предплечья, запястья, пясти и пальцев.

Плечевая кость — os brachii (рис. 29) — типичная трубчатая кость. Выполняет роль рычага при движении животного. У крупного рогатого скота она находится в области грудной клетки. На проксимальном конце кости находится головка; она отделяется от тела кости перехватом — шейкой. Латерально и медиально от головки выступают мускульные бугры, между ними — межбугровый желоб. Медиальный бугор называется малым, латеральный — большим. Большой бугор высокий, с заостренным концом. Его легко прощупать сквозь кожу и,

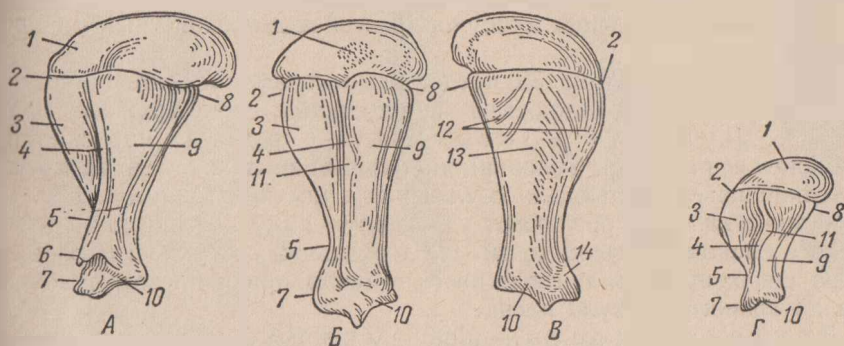


Рис. 28. Лопатка:

А — рогатого скота; Б — лошади (с латеральной стороны) и В — с медиальной стороны; Г — овинья; 1 — надлопаточный хрящ; 2 — шейный угол; 3 — предостная ямка; 4 — ость лопатки; 5 — шейка лопатки; 6 — акромий (акромиальный отросток); 7 — бугор лопатки; 8 — спинной угол; 9 — заостренная ямка; 10 — суставная впадина; 11 — бугор ости лопатки; 12 — зубчатая шероховатость; 13 — подлопаточная ямка; 14 — коракоидный отросток.

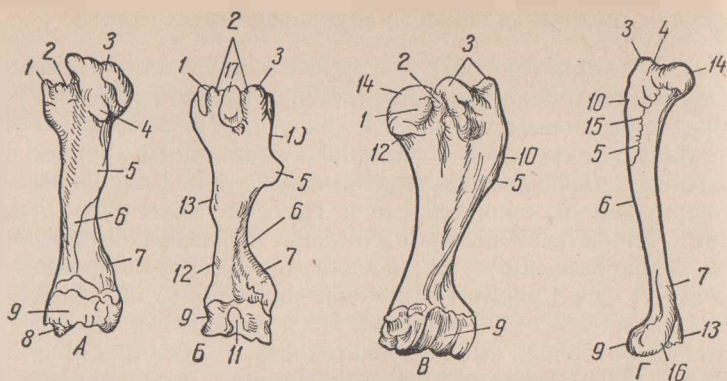


Рис. 29. Плечевая кость (левая):

А — коровы; Б — лошади; В — свиньи; Г — собаки; 1 — малый бугор; 2 — межбугорковый блоковый желоб; 3 — большой бугор; 4 — шероховатость для заостренного мускула; 5 — дельтовидная шероховатость; 6 — гребень; 7 — гребень разгибательного надмыщелка; 8 — медиальный надмыщелок; 9 — блок; 10 — гребень большого бугра; 11 — синовиальная ямка; 12 — осевое отверстие; 13 — округлая шероховатость; 14 — головка плечевой кости; 15 — локтевая линия; 16 — латеральный надмыщелок; 17 — средний блоковый бугор.

таким образом, установить положение плечевого сустава. Дистальное большого бугра, в середине тела плечевой кости — шероховатость для прикрепления дельтовидного мускула. На медиальной поверхности тела плечевой кости выступает округлая шероховатость — место прикрепления большого круглого мускула. На дистальном конце плечевой кости поперечно поставленный блок для сочленения с костями предплечья, на дорсальной поверхности — венечная ямка. На противоположной (волярной) поверхности — глубокая локтевая ямка, ограниченная надмыщелками. Медиальный, или сгибательный, мыщелок довольно мощный, к нему прикрепляются мускулы, сгибающие запястный сустав и палец. Латеральный, или разгибательный, мыщелок служит местом прикрепления мускулов, разгибающих запястный и пальцевые суставы.

Кости предплечья (рис. 30) представлены лучевой и локтевой костями. Между ними два межкостных пространства: проксимальное и дистальное. *Лучевая кость* — radius — трубчатая, проксимальный конец ее расширен (головка); дистальный конец с плоско-вогнутой суставной поверхностью для сочленения с костями запястья. На головке лучевой кости различают удлиненную ямку головки для сочленения с блоком плечевой кости. На дорсальной поверхности головки видна шероховатость лучевой кости — место прикрепления сухожилия двуглавого мускула плеча.

Локтевая кость — ulna — у крупного рогатого скота хорошо развита и достигает нижнего конца лучевой кости. На ее проксимальном конце есть расширение — слегка раздвоенный локтевой бугор, а на дорсальной поверхности — полудлунная вырезка с крючковидным отростком. Дистальный конец локтевой кости имеет суставные площадки — фасетки для соединения с костями запястья.

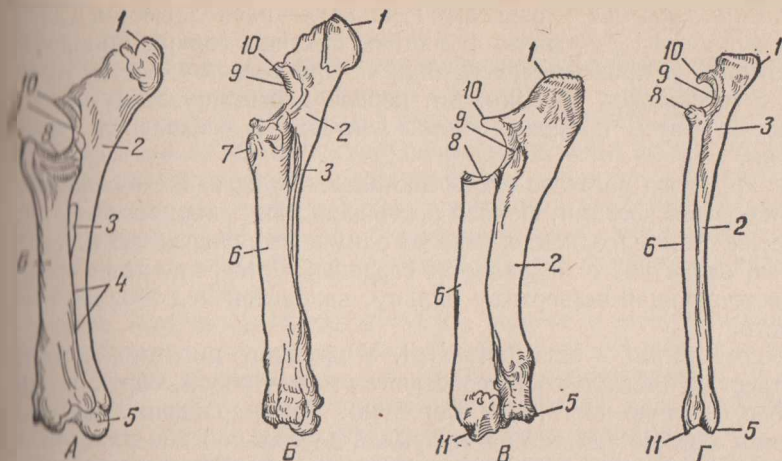


Рис. 30. Кости предплечья (левого):

А — лошадь; Б — лошадь; В — свинья; Г — собаки; 1 — локтевой бугор; 2 — локтевая кость; 3 — локтевой отросток; 4 — сосудистый желобок; 5 — грифельвидный отросток локтевой кости; 6 — лучевая кость; 7 — шероховатость лучевой кости; 8 — ямки головки лучевой кости; 9 — локтевой вырезка; 10 — крючковидный отросток; 11 — грифельвидный отросток лучевой кости.

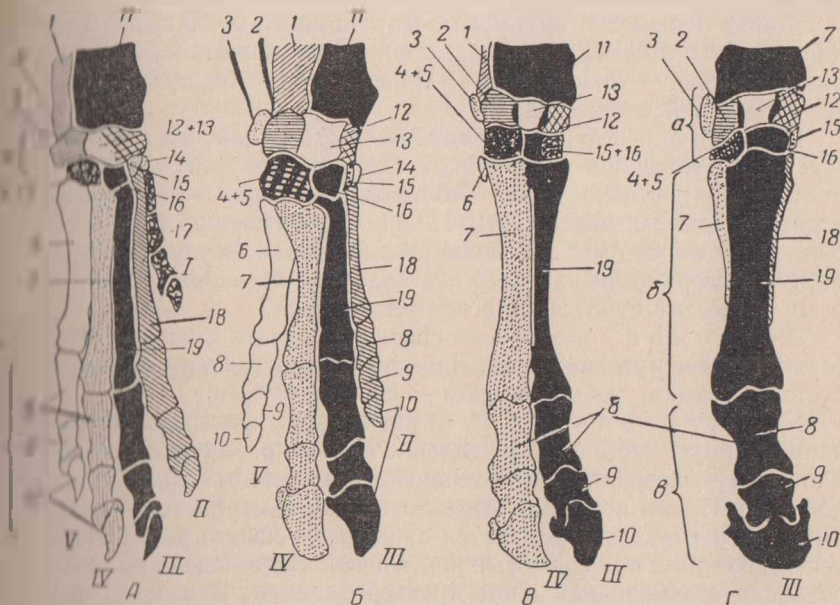


Рис. 31. Схема строения костей кисти:

А — лошадь; Б — лошадь; В — крупного рогатого скота; Г — лошади; а — кости запястья; б — кости пальцев; 1 — первый палец; II — второй палец; III — третий палец; IV — четвертый палец; V — пятый палец; 2 — локтевая; 3 — добавочная; 4 — четвертая и 5 — пятая запястные кости; 6 — локтевая; 7 — четвертая пястные; 8 — кость проксимальной фаланги пальца (пучковая, средняя фаланга пальца (всечная); 9 — кость дистальной фаланги пальца (пучковая, средняя фаланга пальца (всечная); 10 — лучевая; 11 — лучевая; 12 — лучевая; 13 — промежуточная; 14 — промежуточная; 15 — первая; 16 — третья запястные; 17 — первая; 18 — вторая и 19 — третья пястные.

Кости запястья — ossa carpi (рис. 31) — располагаются в два ряда. Они выполняют буферную функцию, смягчая толчки при движении животного. В проксимальном ряду четыре короткие кости. Если считать с медиальной поверхности, первой костью будет лучевая кость запястья, затем промежуточная, локтевая и добавочная кости запястья.

У крупного рогатого скота дистальный ряд запястья представлен только двумя костями. Первая кость запястья редуцировалась; вторая и третья кости срослись, образовав одну кость. Она лежит под лучевой костью запястья, с медиальной стороны. Четвертая кость запястья, соответствующая четвертому пальцу, находится под локтевой костью запястья.

Кости пясти — ossa metacarpi. У крупного рогатого скота третья и четвертая пястные кости срастаются между собой, образуя одну основную пястную кость, или «беговую». Место сращения между этими костями хорошо заметно на выпуклой дорсальной поверхности основной пястной кости в виде продольного желоба. Проксимальный конец основной пястной кости имеет плоскую суставную поверхность. На дистальном конце этой кости два суставных валика. Пятая пястная кость незначительной величины, длиной 3—4 см, по форме напоминает удлинненный конус. Первой и второй пястных костей нет.

Кости пальцев. У крупного рогатого скота на каждой конечности два основных пальца, на которые опирается животное, и два недоразвитых пальца — подошвенные. Палец состоит из путовой, венечной и копытцевой костей.

Путовая кость — трубчатая, короткая. На ее проксимальном конце суставная ямка для сочленения с пястной костью, а на дистальном — суставной блок. Сесамовидные кости первой фаланги относятся к костям, развивающимся из соединительной ткани. Каждому пальцу соответствуют две такие сесамовидные кости, лежащие на волярной поверхности путового сустава. Они образуют желоб, по которому проходит сухожилие сгибателя пальца.

Венечная кость — средняя фаланга пальца; она значительно короче путовой кости. На проксимальном конце венечной кости суставная ямка, на дистальном — суставной блок.

Копытцевая кость напоминает трехгранную пирамиду, направленную вершиной дистально. На ней различают подошвенную и стеновую поверхности, подошвенный и венечный края. На дорсальной поверхности в области венечного края выступает разгибательный отросток; на нем прикрепляется сухожилие общего разгибателя пальцев. С волярной поверхностью копытцевой кости подвижно соединяется овальная сесамовидная кость третьей фаланги. В каждом пальце по одной такой кости.

Особенности скелета грудной конечности животных других видов. У свиньи грудная конечность построена сложнее, чем у крупного рогатого скота.

Лопатка треугольная, широкая. Ее предостная ямка почти равна заостренной ямке; бугор ости сильно развит и загнут назад. Плече-

и локтевая кости с большим бугром, верхушка которого направлена в медиальную сторону. Лучевая и локтевая кости относительно короткие и прочно соединены между собой синдесмозом. У локтевой кости длинный локтевой отросток. В запястном суставе восемь коротких костей, по четыре в верхнем и нижнем рядах. Пястных костей четыре: первая кость редуцировалась; третья и четвертая являются основными, служат для опоры животного; вторая и пятая кости менее развиты, соединяются с соответствующими висячими пальцами. Пальцы у свиньи четыре, из них третий и четвертый служат для опоры, а два остальных висячие, более короткие. На них опирается животное только на рыхлом грунте.

Пятипалые конечности приспособлены только к поступательному движению. Из пяти пальцев на каждой конечности остался один мощный палец, третий по счету. Остальные пальцы редуцировались. В других млекопитающих конечности также произошли изменения, способствующие быстрому бегу, силе и выносливости животных этого вида.

Лопатка длинная, с широким лопаточным хрящом. Бугор ости широко выражен, акромеон нет. Головка плечевой кости широкая, уплощенная. Впереди нее три гребня и два желоба. Дельтовидная шероховатость хорошо развита. Основную опорную роль играет лучевая кость. Локтевая кость сохраняется лишь в проксимальной части предплечья в виде широкого короткого локтевого бугра и тела. Запястный сустав состоит из семи коротких костей, в верхнем ряду четыре кости, в нижнем — три. Пястных костей три; первой и пятой костей нет; вторая и четвертая кости слабо развиты, называются грифельными. Основную опорную функцию выполняет третья пястная кость; она сочленяется с первой фалангой пальца. Палец у лошади один, его костную основу составляют копытная, венечная и копытная кости. Последняя кость в форме вынута, ее волярная поверхность сочленяется с челночной костью, слуховой блоком, через который перебрасывается сухожилие глубокого сгибателя пальца.

Кости тазовой конечности крупного рогатого скота

Таз крупного рогатого скота состоит из двух симметричных костей, называемых тазовыми или безымянными костями (рис. 32). Обе кости появляются уже у молодого животного, создавая прочную основу для соединения с тазовой конечностью и позвоночником. На тазовые кости различают подвздошную, седалищную и лонную кости, которые соединены между собой в суставной впадине. Впереди от суставной впадины находится подвздошная кость, сзади — седалищная кость, между ними — лонная кость.

На подвздошной кости — os ilium — различают крыло, составляющее переднюю дорсальную часть кости, и тело. У крыла две поверхности: внешняя, или ягодичная, и внутренняя, тазовая. На крыле выделяют передний гребень, медиальный угол, называемый крестцовым бугром, и латеральный угол с наружным подвздошным бугром (маклоком).

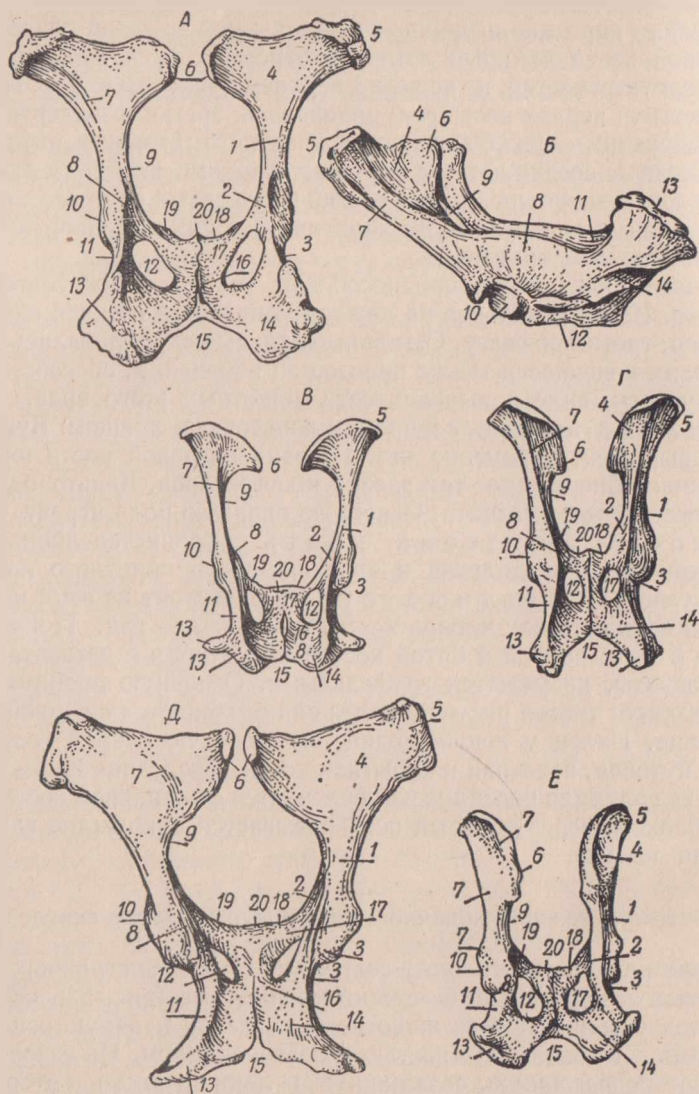


Рис. 32. Тазовые кости:

А—Б — крупного рогатого скота; В — овцы; Г — свиньи; Д — лошади; Е — собаки (Б — вид слева, остальные — с дорсальной стороны); 1 — тело подвздошной кости; 2 — лонная кость; 3 — тело седалищной кости; 4 — крылья подвздошной кости; 5 — маклок; 6 — крестцовый бугор; 7 — ягодичная линия; 8 — седалищная ость; 9 — большая седалищная вырезка; 10 — суставная вертлужная впадина; 11 — малая седалищная вырезка; 12 — запорное отверстие; 13 — седалищный бугор; 14 — седалищная пластинка; 15 — седалищная дуга; 16 — ветвь седалищной кости; 17 — ветвь лонной кости; 18 — лонный гребень; 19 — лонно-подвздошное возвышение; 20 — лонный бугор, каудальнее от него — тазовый шов.

Позвонковой кости имеет форму столбика, каудальный конец
переходит в седалищную ость.

Поперечная кость — *os ischii* — составляет каудальную часть тазовой кости. На ней рассматривают тело и две ветви: шовную и латеральную. Обе ветви ограничивают запертое отверстие. Каудальный конец поперечной кости утолщен и образует седланный бугор, состоящий из трех отростков: латерального, дорсального и каудального.

Лонная кость — os pubis — занимает вентральное положение и, срастаясь с костью противоположной стороны, образует симметричное сращение. Лонная кость состоит из двух ветвей: шовной и ветви для соединения с бедренной костью.

Тазовая полость и тазовая полость. Тазовые кости вместе с крестцовыми и первыми хвостовыми позвонками образуют костную основу тазовой полости. В ней располагаются прямая кишка, органы размножения самки, мочевой пузырь и ряд других органов. Размеры тазовой полости зависят главным образом от вида и пола животного. У самки тазовая полость значительного объема, является местом, через которое проходит плод при рождении.

Таз образован парными тазовыми костями, расположенными относительно друг друга, и имеет ряд особенностей строения, затрудняющих акт родов. Вход в таз, ограниченный телом первого крестцового позвонка, крыльями крестца, подвздошно-лонным и лонным гребнями, овальной формы, сжат с боков. Выход таза ограничен с вентральной стороны седалищной дугой и седалищными буграми, дорсально — крестцовыми позвонками. Самое узкое место тазовой полости — узкий ее часть. Дно таза с сильным углублением, что также часто является причиной задержания плода при родах. Наконец, ось таза никогда не представляет не прямую, а сильноломанную линию.

1. **Бедренная тазовая конечность.** Бедренная кость — os femoris (рис. 10) — длинная, трубчатая. В ней рассматривают тело и два конца: проксимальный и дистальный. На проксимальном конце находятся вертлужный бугор, или вертел, малый вертел и головка бедренной кости, расположенные медиально. Она сочленяется с суставной впадиной тазовой кости. На дистальном конце бедренной кости различают два мыщелка, сочленяющихся с костями голени. Между ними находится межмыщелковая ямка для прикрепления связок. Латеральный мыщелок прикрепляется к пальцу; к ней прикрепляется разгибатель пальцев. Медиальный мыщелок расположен блок для коленной чашки, а латеральный — на плантарной поверхности — круглая подошвенная

Интересно, что свободной тазовой конечности составляют кости го-
ловы: бедренная и малоберцовая кости (рис. 34).

Виннобразная кость — *tibia* — относится к длинным трубчатым. Ее дистальный конец ее трехгранный, массивный и разделен на меньший латеральный и больший — медиальный мыщелки. На дорсальной поверхности между мыщелками проходит мускульный желоб, а на

плантарной — подколенная вырезка. От медиального мыщелка по внутренней поверхности кости тянется гребень большеберцовой кости. Дистальный конец большеберцовой кости с блоковидной суставной поверхностью. Медиально от нее находится выступ — медиальная лодыжка. На противоположной поверхности находится латеральная лодыжка с фасеткой для лодыжковой кости.

Малоберцовая кость — *fibula* — у крупного рогатого скота сильно редуцирована. Срастаясь с латеральным мыщелком большеберцовой

кости, она составляет ее малоберцовый отросток. Дистальный конец малоберцовой кости превращается в самостоятельную лодыжковую кость, встречающуюся только у жвачных.

Третье звено, или задняя лапа, состоит из трех отделов: заплюсны, плюсны и пальцев.

Кости заплюсны — *metatarsi* — относятся к коротким костям, выполняющим буферную функцию (рис. 35). Они соответствуют запястным костям грудной конечности. У крупного рогатого скота на плюсневых костях пять; у лошади — три. В верхнем ряду находятся таранная и пяточная кости. На таранной кости есть проксимальный прямой суставной блок для сочленения с большеберцовой и лодыжковой костями. Дистальный конец таранной кости имеет головку с блоком для сочленения с центральной и пяточной костями.

Пяточная кость крупного скота удлинненная, заканчивается небольшим пяточным бугром, к нему прикрепляется ахиллово сухожилие. В дистальной части пяточной кости находится тело, от которого отходит лодыжковый отросток, сочленяющийся с латеральной поверхностью таранной кости.

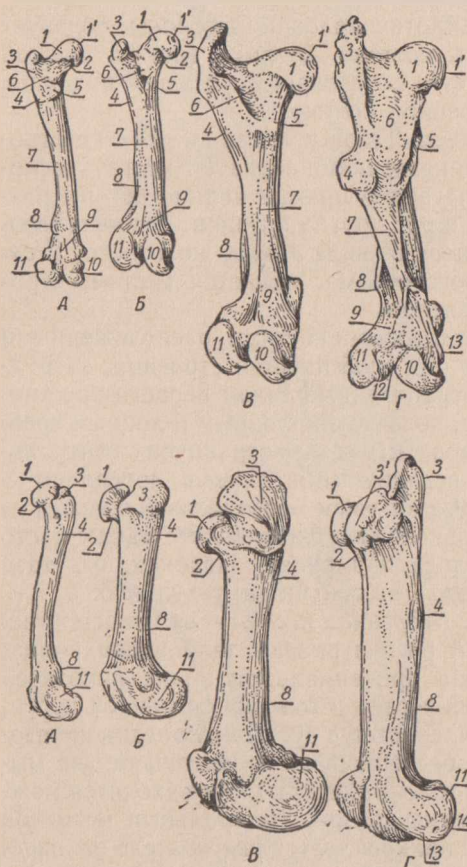


Рис. 33. Бедренная кость (левая):

А — собаки; Б — кошки; В — крупного рогатого скота; Г — лошади (с плантарной стороны верхний ряд и дорсо-латеральной — нижний ряд): 1 — головка; 1' — ямка головки; 2 — шенка; 3 — большой вертел; 3' — средний вертел (у лошади); 4 — ягодичная бугристость (у лошади — третий вертел); 5 — малый вертел; 6 — вертлужная ямка; 7 — шероховатая поверхность; 8 — подошвенная бугристость (подошвенная ямка у лошади); 9 — подколенная поверхность; 10 — медиальный и 11 — латеральный мыщелки; 12 — межмыщелковая ямка; 13 — надмыщелки; 14 — ямка подколенного мускула.

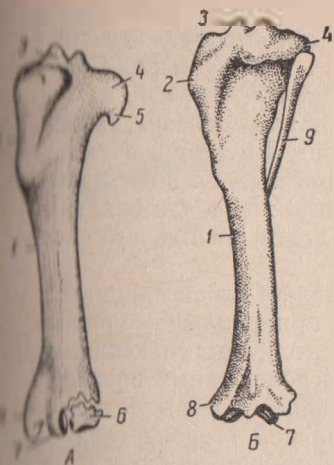


Рис. 34. Большеберцовая и малоберцовая кости (левые):

А — рогатого скота; Б — лошади; 1 — латеральный мыщелок; 2 — гребень большеберцовой кости; 3 — межмыщелковое пространство; 4 — головка малоберцовой кости; 5 — головка большеберцовой кости; 6 — локоточный отросток; 7 — медиальный локоточный отросток; 8 — медиальный локоточный отросток; 9 — малоберцовая кость.

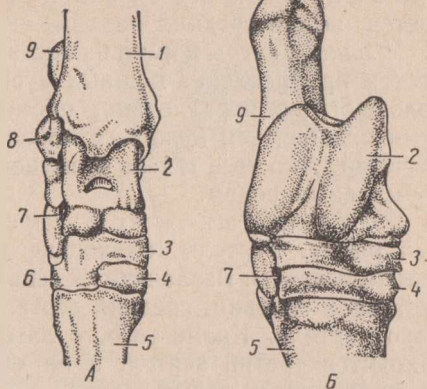


Рис. 35. Кости заплюсны (правая конечность):

А — рогатого скота; Б — лошади; 1 — большеберцовая кость; 2 — таранная кость; 3 — центральная кость; 4 — заплюсневая третья; 5 — плюсневые третья и четвертая кости у рогатого скота и третья у лошади; 6 — заплюсневая четвертая кость; 7 — сосудистый канал; 8 — локоточная кость; 9 — пяточная кость.

Центральная кость — единственная кость среднего ряда заплюсны, но она срастается с четвертой костью нижнего ряда.

В нижнем ряду две маленькие кости: первая заплюсневая, а также вторая и третья, сросшиеся в одну кость.

Кости плюсны — ossa metatarsi — соответствуют пястным костям конечности, но несколько длиннее их. Основная плюсневая кость образуется от слияния третьей и четвертой плюсневых костей. Проксимальный конец основной плюсневой кости — с суставной площадкой.

Кости пальцев и их суставы такого же строения, как и на грудной конечности. Только фаланги пальцев в тазовой конечности относительно длиннее и тоньше.

Особенности скелета тазовой конечности животных других видов. Тазовый таз образован парными тазовыми костями, расположенными симметрично, как у жвачных. У каждой тазовой кости закругленный вершинный бугор и выпуклый подвздошный бугор. Седалищный бугор сильно развит и образует латеральный отросток. Вход в таз широкий, глубокий; опонор, как правило, проходит нормально.

В заднем ряду кость относительно короткая с суставной головкой, имеющей хорошо выраженную шейку; подошвенная ямка незначительная. Малоберцовая кость развита хорошо и расположена параллельно большеберцовой кости с латеральной стороны. Между костями — межкостное пространство. В заплюс-

и е семь костей. Таранная и пяточная кости, как у жвачных. Центральная кость не срастается с четвертой и пятой заплюсневыми костями. Плюсневых костей и пальцев четыре. Животное опирается на два средних пальца — третий и четвертый.

У лошади бугры и ямки на костях сильно выражены, так как служат местом прикрепления мощных мускулов. Тазовые кости расположены не параллельно; промежуток между подвздошными костями больше, чем между седалищными. Вход в таз овальный, почти круглый. Дно таза и тело крестцовой кости ровные, что способствует нормальным родам.

Бедренная кость представляет собой длинный и массивный рычаг. Вертелы, служащие для прикрепления мощных мышц, сильно развиты. Различают большой вертел, выступающий за пределы суставной головки, средний вертел, расположенный впереди от большого вертела. Кроме того, с латеральной стороны бедренной кости находится третий вертел, а на медиальной стороне тела бедренной кости выступает малый вертел. Коленная чашка массивная. Большеберцовая кость в верхней части треугольного сечения. На ее дорсальной поверхности есть гребень, загнутый наружу, а к латеральному мышелку присоединяется головка слабо развитой малоберцовой кости. В заплюсневом суставе шесть коротких костей, расположенных в три ряда. Пяточная кость короткая и массивная, таранная кость с косыми, в виде винта, суставными поверхностями; центральная кость не срастается и составляет средний ряд заплюсневых костей. Плюсневая кость и фаланги единственного пальца относительно длиннее, чем на грудной конечности. Плюсневая кость круглого сечения, а соответствующая ей пястная кость грудной конечности овального сечения.

Соединение костей скелета

Различают два типа соединения костей: 1) непрерывное соединение — синартроз и 2) прерывное соединение — диартроз. В утробном периоде скелет соединяется непрерывно, и лишь с возрастом в определенных местах происходит рассасывание его. Таким образом формируются прерывные соединения. Непрерывные соединения характеризуются наличием промежуточной ткани между костями, которая их соединяет. Соединение костей с помощью соединительной ткани называется с и н д е с м о з о м, например с помощью его соединяются локтевая и лучевая кости.

Если в промежутке между костями соединительная ткань заменяется хрящом, то такое соединение костей называется с и н х о н д р о з о м. При окостенении хряща или соединительной ткани в промежутке между костями находится костная ткань. Соединение костей с помощью костной ткани называется с и п о с т о з о м.

Синдесмозы имеют вид межкостных перепонок, фиброзных связок. Тонкие прослойки соединительной ткани между костями черепа образуют различные виды швов: зубчатые, чешуйчатые, гладкие. Зубчатым

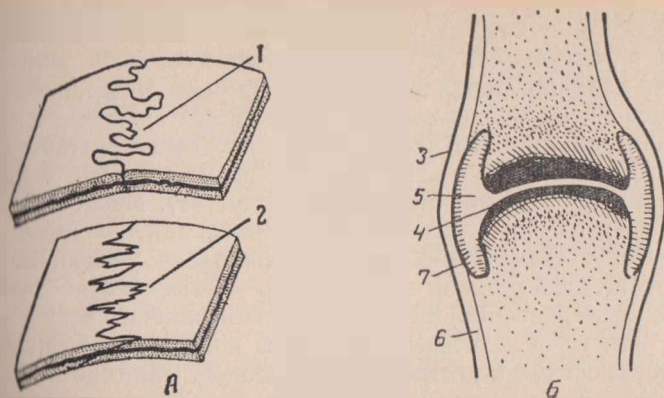


Рис. 36. Различные виды соединения костей (схема):

А — непрерывное и Б — прерывное соединения (сустав); 1 — зубчатый шов; 2 — чешуйчатый шов; 3 — капсула сустава; 4 — суставные поверхности костей, покрытые гиалиновым хрящом; 5 — полость сустава; 6 — надкостница; 7 — синовиальный слой суставной сумки.

Например, соединяются лобная и теменная кости. При этом зубцы одной кости входят в вырезки теменной кости. Чешуйчатый шов соединяет теменную и теменную кости. В этом случае край одной кости лежит на другой кости, как чешуя у рыб.

Прерывные соединения, суставы. Сустав — это прерывное, подвижное соединение костей, иначе называемое сочленением (*articulatio*). Суставы образуются на хрящевой стадии развития скелета зародыша. В этот период соединительнотканый скелет остается в виде тонкого слоя, покрывающего хрящи, и называется надхрящницей. По мере дальнейшего развития хрящевой скелет разделяется на участки — будущие кости. Между ними возникают пространства — суставные полости, ограниченные надхрящницей (рис. 36). В каждом суставе обязательно: 1) капсула сустава; 2) синовия — жидкость, заполняющая суставную полость, и 3) суставные хрящи, не имеющие надхрящницы.

Капсула сустава, подобно муфте, покрывает сустав и создает герметично закрытую суставную полость. Эта капсула представляет собой измененную надкостницу и состоит из двух слоев: поверхностного — фиброзного и внутреннего — синовиального. Фиброзный слой образован плотной соединительной тканью, скрепляющей концы соединяемых между собой костей. Почти все суставы в толще фиброзного слоя имеют пучки волокнистой соединительной ткани, формирующие связки. Последние прочно соединяют кости. Синовиальный слой образован рыхлой соединительной ткани, покрытой одним слоем эндотелиальных клеток, выделяющих тягучую желтоватого цвета жидкость — синовию. Эта жидкость, смазывая суставные поверхности костей, уменьшает излишнее трение в суставах.

Типы суставов. По типу движения суставы различают: 1) одноосные, 2) двуосные и 3) многоосные.

В одноосном суставе движение возможно только вокруг одной оси (сгибание и разгибание). В таких суставах плоскость движения проходит, как правило, параллельно туловищу (например, в локтевом суставе). Двухосные суставы характеризуются соответственно двумя взаимно перпендикулярными осями движения. Такие суставы осуществляют не только сгибание и разгибание, но и отведение и приведение костей (например, затылочно-атлантный сустав). Многоосные суставы позволяют производить разнообразные движения. Суставные поверхности в этих суставах обычно представлены головкой и ямкой, например в плечевом и тазобедренном суставах. Но у сельскохозяйственных животных боковые движения в этих суставах ограничиваются мускулами. Плоские, или тугие, суставы образованы костями с плоскими суставными поверхностями (крестцово-подвздошный, запястно-пястный и плюсно-плюсневый суставы). Кости в этих суставах прочно соединены связками, крайне ограничивающими их движение.

Суставы подразделяются также на простые и сложные. В простых суставах соединяются подвижно только две кости. В сложных суставах между двумя основными костями находятся хрящевые пластинки — мениски (челюстной и коленный суставы) или несколько рядов коротких костей (запястный и заплюсневый суставы). Короткие кости способны сложным движениям в суставах и выполняют буферную функцию, смягчая удары конечности при опоре о землю.

Виды движения в суставах обусловлены формой суставных поверхностей костей. В суставах различают следующие виды движений. Сгибание — *flexio* — характеризуется уменьшением угла между сочленяющимися костями. Разгибание — *extensio*, — напротив, приводит к увеличению этого угла. Приведение — *adductio* — вызывает приближение кости к средней плоскости тела. Отведение — *abductio*, — напротив, удаляет от средней плоскости тела, например, когда животное отставляет ногу. Вращение — *rotatio* — происходит в том случае, когда ось движения параллельна длиннику кости. При этом вращение одной кости происходит относительно другой. Круговое движение — *circumductio* — у животных встречается частично только в тазобедренном суставе.

Соединение костей осевого скелета

Соединение костей черепа. Большинство костей черепа соединяется швами. Имеется только два участка подвижных соединений: височно-челюстной сустав и суставы отдельных членников подъязычной кости.

Височно-челюстной сустав образован суставным отростком нижней челюсти и чешуей височной кости. Сложный, двухосный сустав. Между суставными поверхностями обеих костей находится хрящевой мениск. Связочный аппарат сустава представлен: капсулой сустава, латеральной и задней связками.

Соединение костей туловища. В позвоночнике смежные позвонки соединяются одностипно. Тела их соединены межпозвоночными дисками, т. е. посредством синхондроза, а суставные отростки — суставами.

Кроме того, они скреплены короткими и длинными связками. Исключением составляют два первых шейных позвонка, которые соединены только одним суставом и связками. Так же соединены между собой лопатки и затылочная кость.

Соединение тел позвонков. Межпозвоночные диски, соединяющие позвонки, состоят из волокнистого хряща. В центре межпозвоночного диска лежит пульпозное ядро, представляющее собой видоизмененный остаток спинной струны. Оно имеет вид стекловидной студенистой массы, сдавленной окружающими ее волокнами хрящевой ткани. Периферическая часть дисков пронизана концентрически расположенными фиброзными волокнами. Пульпозное ядро в комбинации с периферической частью дисков является рессорным аппаратом, вставленным между телами позвонков, уменьшающим сотрясения при движении животного.

Соединение суставных отростков позвонков. Плоские суставы между суставными отростками, как и все суставы, снабжены капсулами, допускающими относительно свободные движения в шейном отделе и ограниченные в других отделах позвоночника. Связки позвонков различают общие и специальные. К специальным связкам относят короткие связки, соединяющие смежные позвонки.

Междужные связки заполняют промежутки между дужками смежных позвонков, прикрепляясь к краям дужек.

Межостистые связки заполняют межостистые промежутки, начинаясь с каудального края остистого отростка предыдущего позвонка и заканчиваясь на краниальном крае такого же отростка последующего позвонка. Лучше они развиты в грудном и поясничном отделах позвоночника. У жвачных межостистые связки грудных и поясничных позвонков богаты эластическими волокнами. У собак они очень слабо развиты.

Межпоперечные связки есть только в поясничном отделе позвоночника, где они соединяют поперечные отростки смежных позвонков.

Супинные связки позвоночника, соединяя ряд позвонков, являются важными для них.

Выйная, или затылочно-остистая, связка — *Intertransversarius nuchae* — самая длинная связка в теле животного, состоит из двух частей: 1) канатиковой и 2) пластинчатой (рис. 37).

Канатиковая часть выйной связки начинается на шероховатой поверхности выйной ямки чешуи затылочной кости; отсюда перебрасывается в виде мостика на область холки, образуя остов верхнего края. Дальше тянется по бокам остистых отростков 2—4-го грудных позвонков, соединяясь с ними зубцами. В области последних грудных позвонков она называется надостистой связкой. До места прикрепления к грудным позвонкам канатиковая часть выйной связки построена из эластических волокон и имеет желтый цвет. Начиная с четвертого грудного позвонка в ней становится меньше эластических волокон, а в шейных — больше. Пластинчатая часть выйной связки заполняет промежутки между столбиковой частью и шейными позвонками. Она

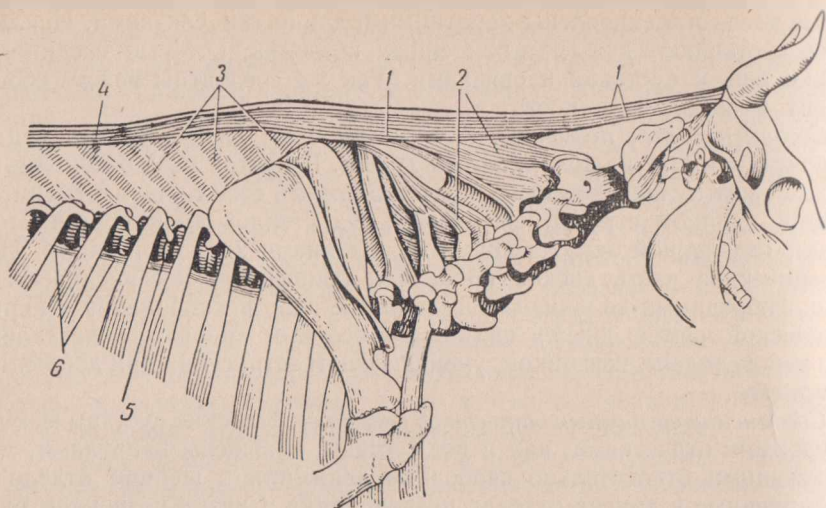


Рис. 37. Связки позвонков крупного рогатого скота:

1 — канатиковая часть выйной связки; 2 — ее пластинчатая часть; 3 — межостистые связки; 4 — надостистая связка; 5 — продольная вентральная связка; 6 — межпозвоночный волокнистый хрящ.

состоит из двух широких пластинок, тесно соединенных между собой рыхлой соединительной тканью. Начинаются пластинки отдельными зубцами на гребне второго шейного позвонка и остистых отростках шейных и первого грудного позвонков и прикрепляются противоположной стороной к столбиковой части этой связки.

У жвачных канатиковая часть выйной связки сильно развита. Более заметно отделяется от нее надостистая связка. Задние пучки пластинчатой части, идущие от последних трех шейных позвонков, прикрепляются исключительно к остистому отростку первого грудного позвонка и тем самым образуют щель на этом месте пластинчатой части связки.

У свиньи выйной связки нет.

Продольная вентральная связка — *ligamentum vertebrale longitudinale ventrale* — слабо развита у животных. Она тянется лентой по вентральной поверхности тел позвонков, начинаясь от восьмого грудного позвонка и оканчиваясь на тазовой поверхности крестца. Прикрепляется к межпозвоночным хрящам и телам позвонков.

Продольная дорсальная связка — *ligamentum vertebrale longitudinale dorsale* — развита несколько сильнее предыдущей, лежит внутри спинномозгового канала на телах позвонков: начинается от зубовидного отростка второго шейного позвонка и оканчивается внутри крестцового канала, прикрепляясь к телам позвонков и межпозвоночным хрящам.

Сустав между атлантом и затылочной костью образуется суставными поверхностями мыщелков затылочной кости и ямками атланта. Он двуосный, допускает сгибание и разгибание головы вокруг фронтальной оси. Этот сустав имеет следующие связки.

Капсула сустава, отдельная на правой и левой стороне, соединяет края суставных поверхностей мышелка и соответствующей поверхности атланта.

Горзальная запирательная связка простирается от свободного краниального края дорсальной дуги атланта до верхнего края большого затылочного отверстия.

Вентральная запирательная связка закрывает промежуток, остающийся между мышелками затылочной кости и краниальным краем вентральной дуги атланта.

Боковые связки состоят из белых блестящих волокон, соединяющих краниальный край крыла атланта с яремным отростком вышележащей кости.

Сустав атланта и второго шейного позвонка образован суставными поверхностями зубовидного отростка и суставными поверхностями косых отростков второго шейного позвонка, а также суставными поверхностями вентральной дуги и боковых частей атланта. Сустав одноосный, допускает вращательные движения атланта и черепа в правую и левую стороны вокруг зубовидного отростка. Сустав скреплен связками: капсулой, межзубной связкой, межкостистой связкой, дорсальной связкой зубовидного отростка и вентральной связкой зубовидного отростка.

Соединение ребер с позвонками Каждое ребро соединяется со смежными позвонками посредством двух суставов. Сустав головки ребра образован двумя суставными площадками головки ребра и общей площадкой на грудных смежных позвонках. Капсула сустава прикрепляется по краю суставной площадки и суставной поверхности головки ребра. Сустав бугорка ребра и поперечного отростка позвонка. Капсула этого сустава прикрепляется по краям суставных поверхностей бугорка ребра и поперечного отростка позвонка.

Различают следующие связки ребер (рис. 38). Радикальная связка головки

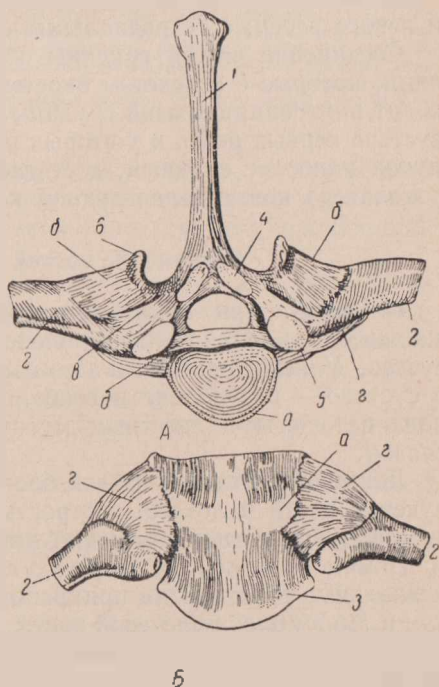


Рис. 38. Соединение ребер с позвонками: А — вид спереди; Б — вид снизу; 1 — остистый отросток; 2 — ребра (отрезаны); 3 — тело позвонка; 4 — суставной отросток; 5 — часть головки ребра; 6 — поперечный отросток; а — межпозвоночный хрящ; б — связка реберного бугорка; в — связка реберной шейки; г — связка реберной головки (радикальная); д — соединительная связка реберных головок.

ребра начинается на вентральной поверхности головки ребра и расширяясь веерообразно, оканчивается на телах смежных позвонков и межпозвоночном диске. Связка бугорка ребра лежит сверху сустава, начинается на дорсальной поверхности бугорка ребра и оканчивается на поперечном отростке позвонка. Связка шейки ребра лежит впереди предыдущей связки, начинается на дорсальной поверхности шейки ребра и оканчивается на краевом крае дуги позвонка. Соединительная связка реберных головок берет начало между двумя суставными поверхностями головки ребра, проходит через позвоночный канал под дорсальной продольной связкой позвоночника и на противоположной стороне прикрепляется также к головке парного ребра.

Соединение ребер с реберными хрящами осуществляется синхондрозами. Исключение составляют 2—11-е ребра жвачных и 2—5-е ребра свиньи, которые сочленяются суставами.

Соединение реберных хрящей с грудной костью происходит посредством суставов. Суставные капсулы их туго натянуты, причем у лошади они сливаются в одну общую капсулу на суставах для правого и левого ребер; есть радиальные связки.

Соединение частей грудины осуществляется хрящевыми пластинками, которые с возрастом окостеневают. Сверху грудной кости проходит внутренняя связка грудины. Эта связка начинается каудальнее сустава первых ребер и у вторых ребер делится на три пучка. Средний пучок наиболее сильный, достигает мечевидного хряща, а боковые доходят до конца тела грудной кости.

Соединение костей грудной конечности

Плечевой, или лопаточноплечевой, сустав образован суставной впадиной лопатки и головкой плечевой кости. Это простой, многоосный сустав. У него одна связка — капсула сустава. Основное движение в суставе — разгибание и сгибание. Боковые движения ограничены подлопаточным и заостным мускулами, играющими роль боковых связок.

Локтевой сустав образован блоком плечевой кости, ямкой головки лучевой кости и локтевым отростком локтевой кости (рис. 39). Этот сустав простой, одноосный; находится ниже локтевого бугра на 5—6 см.

Помимо капсулы, у локтевого сустава есть боковые латеральные и медиальные связки. Они прикрепляются к боковым связочным бугоркам и ямкам блока плечевой кости и к проксимальному концу лучевой и локтевой костей. Между локтевой и лучевой костями имеются также связки: наружная и внутренняя поперечные связки, расположенные по бокам этих костей, и межкостная связка, лежащая ниже межкостной щели.

Запястный сустав образован костями предплечья, двумя рядами костей запястья и пястной костью. В нем различают три сустава: запястно-предплечевой, межзапястный и запястно-пястный. Поэтому запястный сустав относится к сложным одноосным суставам. Наиболее

соединяющий его сустав
с предплечевой,
связки тугие, мало-
подвижные (рис. 40). У
лошади при сгибании
плеча возможны сла-
бые боковые движения,
у лошади их нет.

В запястном суставе,
как и в плечевом, отсут-
ствует капсула сустава,
имеют общие и част-
ные связки. К общим
относятся: боко-
вые длинные и короткие
связки, волярная общая
связка. Частные связки
соединяют лишь отдель-
ные кости между собой.
К частным относятся: меж-
костные и межрядовые
связки.

Капсула сустава
сложного строения. Ее
наружный (фиброзный) слой покрывает весь сустав, а внутренний
(фиовиллярный), присоединяясь к костям проксимального и дисталь-
ного рядов, образует три полости запястного сустава: проксималь-
ную, среднюю и дистальную.

Запястная волярная общая связка образована
наружным слоем капсулы сустава. Она прикрепляется к костям пред-
плечья и тянется по волярной поверхности сустава до ластной кости.

Боковые связки — короткие и длинные — скрепляют
сустав с латеральной и медиальной поверхности.

Межрядовые связки соединяют пястную кость с ди-
стальным рядом запястных костей.

Межкостные связки соединяют между собой кости в
каждом ряду.

Кроме этих связок, имеются связки добавочной кости: проксималь-
ная средняя и дистальная.

Путевой сустав образован пястной костью и двумя путовыми
костями каждого пальца. Это простой одноосный сустав, осуществляет
сгибание и разгибание. Кроме капсулы сустава, имеется несколько свя-
зок: боковые латеральная и медиальная связки, связки сезамовидных
костей первой фаланги (путовой кости).

К связкам сезамовидных костей первой фаланги относятся: межсеза-
мовидная связка, соединяющая обе сезамовидные кости; боковые связки
сезамовидных костей; крестовидные связки сезамовидных костей, сое-
диняющие каждую сезамовидную кость с путовой костью; волярные
связки сезамовидных костей и межкостный мускул. Этот мус-

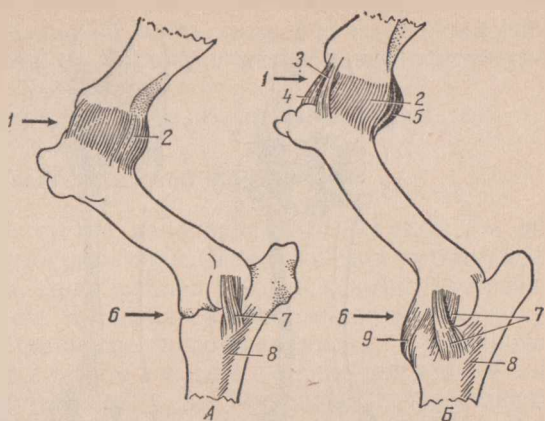


Рис. 39. Плечевой и локтевой суставы левой конеч-
ности:

А — крупного рогатого скота; Б — лошади (рис. И. П. Оси-
пова); 1 — плечевой сустав; 2 — капсула плечевого сус-
тава; 3 — дорсолатеральное утолщение капсулы сустава;
4 — дорсомедиальное утолщение капсулы сустава; 5 —
напрягатель капсулы сустава; 6 — локтевой сустав; 7 —
боковая латеральная связка; 8 — межкостная связка; 9 —
косая связка.

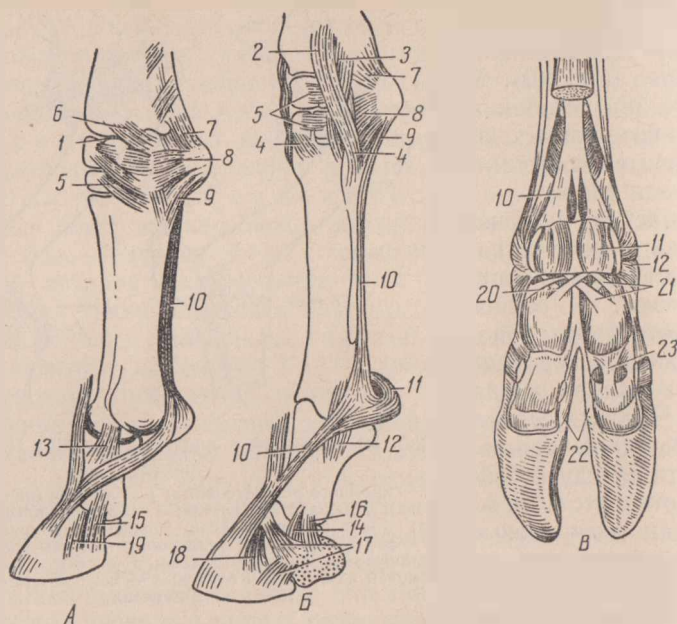


Рис. 40. Связки запястного и пальцевых суставов:

А — рогатого скота; Б — лошади; В — связки пальцев рогатого скота с волярной стороны.
 1 — суставная капсула с тремя полостями: проксимальной, межрядовой и дистальной; 2 — лямбда-образная боковая длинная латеральная связка; 3 — проксимальная короткая боковая связка; 4 — межрядовые дорсальные связки; 5 — запястные межкостные связки; 6 — косая межрядовая дорсальная связка; 7 — проксимальная связка добавочной кости; 8 — средние связки добавочной кости; 9 — дистальная связка добавочной кости; 10 — средняя межкостная мышца (у лошади подрабатывающая связка); 11 — межсезамовидная связка; 12 — латеральная сезамовидная связка; 13 — боковая медиальная связка путового сустава; 14 — боковая латеральная связка; 15 — боковая медиальная связка копытного сустава; 16 — связка от первой фаланги к мякшному хрящу; 17 — связка от второй и третьей фаланги к мякшному хрящу; 18 — боковая венечнокопытная связка; 20 — пугово-сезамовидные связки; 21 — крестовидные связки; 22 — внутренние венечнокопытные связки; 23 — волярная связка.

кул у крупного рогатого скота состоит в основном из сухожилия, разделяющегося на две ветви. Каждая ветвь закрепляется на сезамовидной кости.

Венечный сустав образован суставным блоком путовой кости и суставной ямкой венечной кости. Это простой одноосный сустав проводит сгибание и разгибание. При сгибании возможны незначительные боковые движения. Помимо капсулы сустава, есть боковые связки — латеральная и медиальная и волярные связки венечной кости. Из них волярная связка у жвачных находится на третьем пальце — латеральная, а на четвертом пальце — медиальная. У лошади волярные связки парные, находятся по обе стороны от прямой волярной связки сезамовидных костей.

Копытный (или копытцевый) сустав образован венечной и копытной (копытцевой) костями, а также челночной костью. Он относится к простым одноосным суставам, допускающим сгибательные и разгибательные движения. Связочный аппарат: капсула сустава, боковые связки

того, челночная кость неподвижно закреплена следующими связками: боковыми связками челночной кости, нижней связкой (челночно-нижней) и средними связками, лежащими между челночной костью и лобным хрящом.

Суставы пальцев тазовой конечности имеют такие же связки.

Соединение костей тазовой конечности

Крестцово-подвздошный сустав малоподвижный — тугой. Он образован суставными поверхностями подвздошной кости и крылом крестцовой кости. Посредством этого сустава тазовая конечность прочно соединяется с позвоночником. К связкам крестцово-подвздошного сустава, кроме капсулы, относятся крестцово-подвздошные и крестцово-седалищная (рис. 41). Крестцово-подвздошная венеральная связка находится на вентральной поверхности сустава и представляет собой утолщение капсулы сустава. Крестцово-подвздошная дорсальная короткая связка прикрепляется к крестцовому бугру подвздошной кости и остистым отросткам крестцовой кости. Крестцово-подвздошная дорсальная длинная связка соединяет крыло подвздошной кости с боковым краем крестцовой кости. Крестцово-седалищная, или широкая тазовая связка тянется от бокового края крестцовой кости до седалищного бугра в виде широкой ленты. Она образует боковую стенку тазовой полости, перед отелом коровы расслабляется.

Тазобедренный сустав относится к простым многоосным суставам, образован суставной впадиной таза и головкой бедренной кости.

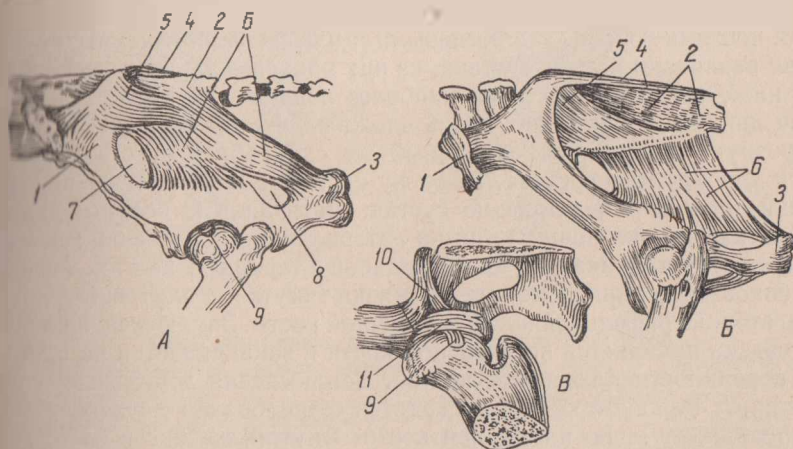


Рис. 41. Связки таза:

тазового рогатого скота; Б — лошади; В — вид с внутренней стороны: 1 — подвздошная кость; 2 — остистые отростки крестцовой кости; 3 — седалищный бугор; 4 — крестцово-подвздошная дорсальная короткая связка; 5 — крестцово-подвздошная дорсальная длинная связка; 6 — крестцово-седалищная связка; 7 — большое седалищное отверстие; 8 — малое седалищное отверстие; 9 — круглая связка тазобедренного сустава; 10 — добавочная связка; 11 — поперечная связка впадины.

Суставная впадина окружена хрящевой суставной губой. Связочный аппарат состоит из следующих связок: капсула сустава, круглая связка, лежащая внутри сустава, соединяет связочную ямку головки и дно впадины. У лошади, кроме того, имеется добавочная связка, ограничивающая боковые движения конечности. Она представляет сухожилие прямого мускула живота, соединяющееся с круглой связкой.

Коленный сустав сложный одноосный, состоит из двух суставов — бедроберцового и сустава коленной чашки (рис. 42).

Бедроберцовый сустав образуется мышцами бедренной и берцовой костей, между которыми находятся два хрящевых мениска, выравнивающие суставные поверхности костей. Они создают рессорность и рычаги сустава. Снаружи сустав заключен в капсулу сустава. Ее фиброзный слой общий и для сустава коленной чашки, а синовиальный слой для каждого сустава отдельный. Синовиальный слой бедроберцового сустава образует две полости: одну — между менисками и мышцами бедренной кости, другую — между менисками и большеберцовой костью. Помимо капсулы, есть связки: боковые латеральная и медиальная и крестовидные.

Сустав коленной чашки образован блоком бедренной кости и коленной чашкой. Полость сустава, сформированная его капсулой, сообщается с полостью бедроберцового сустава. К связкам бедроколенного сустава относятся три прямые связки (латеральная, средняя и медиальная), прикрепляющиеся к переднему краю коленной чашки и гребню большеберцовой кости, и две боковые связки — латеральная и медиальная. Обе они начинаются от боковых краев коленной чашки и прикрепляются на связочных буграх бедренной кости.

Заплюсневый сустав (скакательный) сложный, одноосный, образован костями голени, заплюсневыми и плюсневыми костями (рис. 43). В нем различают четыре сустава, из них проксимальный и расположенный ниже него второй сустав наиболее подвижные. В дистальном суставе движения почти нет. Весь сложный сустав заключен в общую фиброзную капсулу, синовиальный же слой образует отдельные полости для каждого сустава. Капсулу сустава дополняют специальные связки, прочно скрепляющие сустав. Латеральные боковые длинные и короткая связки начинаются на латеральной лодыжке большеберцовой кости и заканчиваются на грифельной и таранной костях. Медиальные боковые, длинная и короткая, связки тянутся от внутренней лодыжки до второй грифельной кости и пяточной кости. Заплюсневая плантарная связка начинается на пяточной кости и заканчивается на плантарной поверхности плюсневых костей. Заплюсневая дорсальная связка тянется от таранной кости, расходится веерообразно и прикрепляется к дорсальному краю плюсневой кости. Внутри сустава имеются межкостные связки, соединяющие кости друг с другом в каждом ряду, и межрядовые связки, соединяющие плюсневые кости с костями дистального ряда заплюсны.

Суставы пальцев имеют сходное строение с пальцевыми суставами грудной конечности.

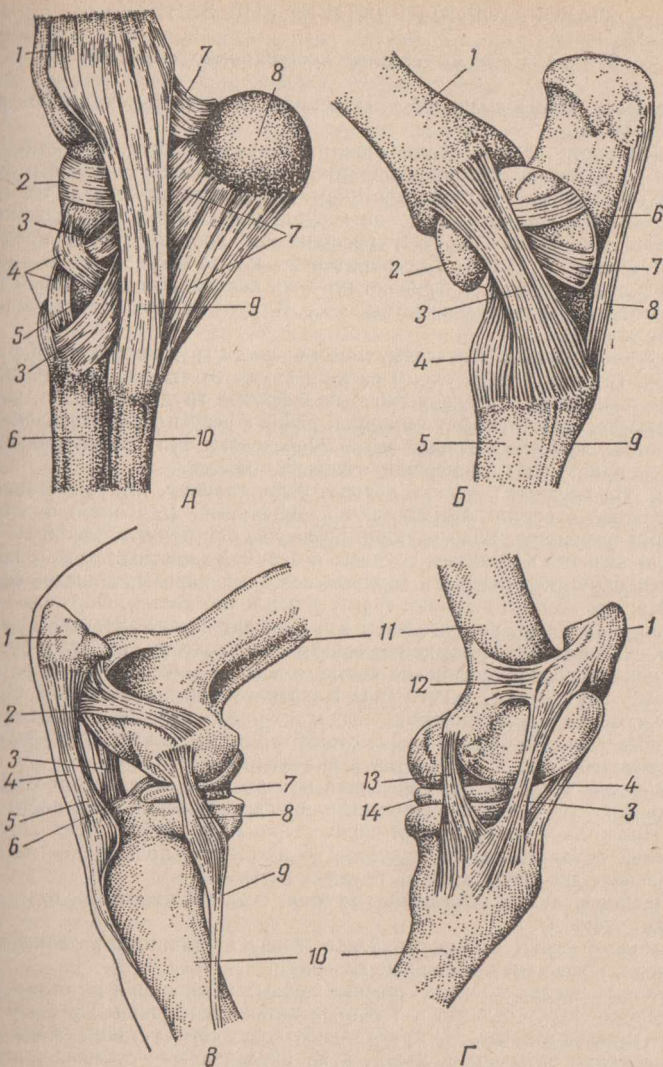


Рис. 42. Связки сложных одноосных суставов:

Волнистый сустав (латеральная сторона): 1 — лучевая кость; 2 — межкостные связки; 3 — локтевая кость; 4 — межрядовые связки; 5 — запястная кость; 6 — запястная кость; 7 — специальные связки запястной добавочной кости; 8 — запястная кость; 9 — боковая латеральная длинная связка; 10 — пястная четвертая кость.

Волнистый (смакательный) сустав (медиальная сторона): 1 — большеберцовая кость; 2 — таранная кость; 3 — боковая медиальная длинная связка; 4 — заплюсневая дорсальная связка; 5 — заплюсневая третья кость; 6 — пяточная кость; 7 — боковая медиальная короткая связка; 8 — заплюсневая вторая кость; 9 — заплюсневая плантарная связка; 10 — заплюсневая первая кость.

Волнистый (смакательный) сустав (медиальная сторона): 1 — коленная чашка; 2 — бедроколенная латеральная связка; 3 — прямые связки коленной чашки; 4 — медиальная; 5 — средняя; 6 — латеральная; 7 — крестообразная; 8 — латеральный мениск; 9 — бедроберцовая латеральная связка; 10 — бедроберцовая медиальная связка; 11 — бедренная кость; 12 — бедроколенная медиальная связка; 13 — бедроберцовая медиальная связка коленного сустава; 14 — медиальный мениск.

Строение кости. *Наглядные пособия:* свежая плечевая кость, скальпели, распатор, костная пила, тиски.

На свежей кости делают скальпелем продольный разрез. По линии разреза распатором и пинцетом раздвигают надкостницу и отслаивают ее от кости. На ощупь определяют толщину и прочность надкостницы. Обращают внимание на то, что всякие бугры и костные выросты на кости, как и суставные поверхности, надкостница не покрывает. Осмотрев кость снаружи, распиливают костной пилой продольно по сагиттальной (средней) линии. Предварительно кость закрепляют в тисках. На распиленной половине кости осматривают губчатое костное вещество. В нем отчетливо выражены костные перекладины и костный мозг. В трубчатых костях старых животных костный мозг желтый.

Скелет грудного отдела. *Наглядные пособия:* кости грудного отдела (грудные позвонки, ребра, грудная кость), схемы скелета грудного отдела, скелеты животных.

Изучение начинают с общего знакомства с формой грудного отдела, расположением его в скелете. Подсчитывают позвонки, ребра и сегменты, образующие грудную кость у домашних животных разных видов. Определяют тип костей грудного отдела скелета. Затем приступают к изучению отдельных костей.

Позвонки. На грудном позвонке находят тело, головку, ямку, суставные, поперечные и остистый отростки. Определяют краниальный (головной) и каудальный (задний) концы позвонков. Взяв грудной позвонок, определяют, какой он по счету. Зная основные отличия в строении грудных позвонков животных разных видов, учащийся должен научиться отличать грудные позвонки коровы, лошади, свиньи.

Ребра. Прежде всего определяют форму ребер и тип костей. Обращают внимание на длину и ширину ребер, подсчитывают их. Находят проксимальный и дистальный конец ребра. На проксимальном конце осматривают головку, шейку и бугорок. На дистальном конце изучают соединение костного ребра с реберным хрящом. По форме и ширине ребер определяют, какого вида животному они принадлежат. Осматривая скелет, подсчитывают, сколько стернальных и астернальных ребер, находят реберную дугу и реберные углы. На скелете важно отметить, что ребра крупного рогатого скота широкие, а межреберные пространства незначительные.

Грудная кость. Находят тело, мечевидный отросток с мечевидным хрящом и рукоятку грудной кости. Осматривают ямки на боковых поверхностях кости и подсчитывают их. Число ямок соответствует числу стернальных ребер. После изучения отдельных костей грудного отдела туловища осматривают полный костный сегмент грудной позвонка, два ребра и кусок грудной кости.

Скелет шейного отдела. *Наглядные пособия:* скелеты животных, отдельные шейные позвонки, таблицы.

На скелете отмечают взаимоотношение между отдельными позвонками, форму шейного отдела, подсчитывают шейные позвонки.

На отдельных костях изучают строение шейных позвонков и их отличия от грудных. Убеждаются, что у атланта нет тела, а только две дужки. По бокам широкие пластины — крылья атланта. На краниальном конце есть суставные ямки для соединения с мыщелками затылочной кости, а на каудальном — суставная поверхность для сочленения с зубом эпистрофея.

Характерный признак в строении эпистрофея — зуб вместо головки и широкий раздвоенный (у лошадей) гребень вместо остистого отростка.

У типичных шейных позвонков хорошо выраженные головка и ямка, сильно развитые суставные и раздвоенные поперечнореберные отростки.

У рогатого скота типичные шейные позвонки с коротким телом и более сильно выраженными отростками, в том числе остистыми. Шейные позвонки лошади остистых отростков не имеют. Суставные отростки широкие, хорошо развиты. Поперечные отростки типичных шейных позвонков двойные; седьмой шейный позвонок снабжен одной парой реберных фасеток и имеет хорошо выраженный остистый отросток.

Скелет поясницы, крестца и хвоста. На скелете определяют топографию костей, число сегментов, а на отдельных препаратах изучают их строение. Подсчитывают, из скольких сегментов состоит крестцовая кость. На дорсальной поверхности крыльев

ности находят суставные поверхности — место соединения с подвздошными костями. Осматривают позвоночный канал. Изучая строение хвостовых позвонков, обращают внимание на их форму, число и толщину хрящевых прокладок между ними.

Скелет головы. *Наглядные пособия:* скелет головы лошади, крупного рогатого скота, свиньи; таблицы, распил черепа, луговичный зонд или упругая проволока.

Сначала изучают мозговой отдел черепа, начиная от затылочной кости. Выясняют, каким образом эти кости образуют черепную коробку. Для изучения внутренней поверхности черепной коробки используют продольный распил черепа. При изучении костей лицевого отдела черепа пользуются теми же препаратами. Знакомятся с устройством носовой полости: размещением носовых раковин, обонятельного лабиринта, носовой перегородки. Для исследования глубины ямок на костях черепа и впадин каналов пользуются тонким луговичным зондом или упругой проволокой.

Придаточные полости черепа (пазухи) осматривают на сагитальных и фронтальных разрезах костей черепа. Обращают внимание на топографию этих полостей, особенно гайморовой и лобной. Подсчитывают лунки для зубов на верхнечелюстной и нижнечелюстной костях, отмечают их величину и глубину. Находят беззубый край. На нижней челюсти осматривают тело кости и ветви, прощупывают сосудистую вырезку. Проволокой исследуют нижнечелюстной канал. Сочленяют верхнюю челюсть с нижней в челюстном суставе, изучают характер движений в нем. В процессе изучения костей черепа надо хотя бы схематически зарисовывать их.

Скелет грудных конечностей. *Наглядные пособия:* скелет животных, отдельные кости грудных конечностей; таблицы скелета грудных конечностей, скелеты птиц.

На скелете изучают расположение костей грудных конечностей и их тип. Отмечают, какие кости лежат в основе отдельных звеньев грудной конечности. Знакомятся со строением отдельных костей.

Сравнивают строение костей плечевого пояса домашних животных и домашних птиц.

На лопатке животного находят рудимент каракоидной кости, определяют краевой и каудальный края и осматривают их форму. Позвоночный край свежей лопатки (не проваренной) дополняется гиалиновым хрящом серповидной формы. Осматривают латеральную поверхность и находят ость лопатки, а на медиальной поверхности — подлопаточную ямку и зубчатую шероховатость. На суставном углу рассматривают суставную впадину, на краниальном крае суставного угла — бугор лопатки. На медиальной поверхности угла выступает клювовидный отросток.

Надо научиться различать, от какой конечности (правой или левой) изучаемая лопатка. По форме лопатки и ее ости легко отличить лопатку лошади от лопатки коровы.

Плечевая кость. Определяют тип и положение плечевой кости в скелете. Взяв анатомическую кость, определяют на ней проксимальный и дистальный концы, а также принадлежность ее правой или левой конечности. На проксимальном конце находят мускульные бугры — большой (латеральный) и малый (медиальный). Вниз от большого бугра опускается гребень. Между буграми хорошо выражен желоб, по которому движется сухожилие двуглавого мускула плеча. На дистальном конце кости рассматривают суставную поверхность, локтевую ямку и надмыщелки, служащие для прикрепления мускулов. Отмечают различие в строении плечевой кости лошади и коровы. Изучив различия в строении плечевой кости лошади и крупного рогатого скота, кости зарисовывают ее схематически в своей тетради.

Кости предплечья. Находят лучевую и локтевую кости. При осмотре видно, что со стороны радиуса только одна кость — лучевая. Локтевая кость у лошади прирастает в проксимальном конце лучевой.

Лучевая кость хорошо развита. При определении ее формы отмечают, что кость изогнута спереди назад и несколько изогнута вперед. На проксимальном конце кости находятся три суставные поверхности, разделенные небольшими гребнями. Самая широкая поверхность направлена внутрь. Зная это, можно определить, какой конечности кость: правой или левой.

Изучив строение костей предплечья крупного рогатого скота, отмечают, что локтевая кость гнется во всю длину предплечья, а на дистальном конце опускается ниже локтевой кости в виде грифельвидного отростка. У свиней локтевая кость хорошо развита с большим локтевым отростком. У собак обе кости предплечья (лучевая и локтевая) соединяются подвижно.

Кости запястья расположены в два ряда. Изучать кости надо в собранном виде (в суставе). Счет костей начинают с медиальной поверхности.

Кости пясти и пальца изучают как в скелете, так и отдельно. Обращают внимание на их форму, тип, расположение в скелете и функцию.

Особенно важно найти различия в строении костей пясти и пальца у домашних животных разных видов (лошади, рогатого скота и свиней).

Скелет таза и тазовой конечности. *Наглядные пособия:* скелеты, кости, таблицы.

Таз. На препарате тазовых костей находят границу между отдельными костями, отмечают их форму и величину. Определяют положение и значение таза в скелете. Находят характерные образования на каждой кости. На подвздошной кости находят тело и крыло, рассматривают и прощупывают крестцовый бугор и маклок. Изучая лонную кость, устанавливают глубину суставной впадины, величину запятого отверстия, осматривают тазовое сращение. На седалищной кости находят седалищные бугры и седалищную дугу.

Бедренная кость. На проксимальном ее конце находят хорошо развитую шаровидную головку с ямкой в центре и хорошо развитые вертелы. На дистальном конце надо изучить строение двух блоков. По одному из них (переднему) движется коленная чашка, другим бедренная кость соединяется с большеберцовой костью.

Различают кости по видам животных.

Кости голени. Хорошо развита только большеберцовая кость. Осматривают проксимальный конец и определяют его форму. На дорсальной поверхности находят гребень, приросший к нему тупой отросток, который представляет собой проксимальный конец рудиментарной малоберцовой кости.

У свиней также лучше развита большеберцовая кость. Малоберцовая кость прилегает на всем протяжении к большеберцовой. Дистальный конец большеберцовой кости с двумя глубокими блоками, разделенными гребнем, по которым движется таранная кость.

Кости заплюсны. Особый интерес представляют таранная и пяточная кости, расположенные в верхнем ряду заплюсны. Кости второго и третьего рядов относятся к типу коротких костей.

Кости плюсны и пальца очень сходны по строению с соответствующими отделами грудной конечности. Найти различия в строении третьей пястной и третьей плюсневой костей.

Скелетная мускулатура

Мышцы — *musculus*, или мышцы, прикрепляясь к костям скелета, изменяют при сокращении их положение и перемещают животное.

Строение мускула как органа. Каждый мускул представляет собой орган. Как всякий орган, он выполняет определенную функцию, имеет свойственную ему форму и состоит из нескольких тканей (рис. 43). В состав мускула входят поперечнополосатая мускульная ткань, соединительная ткань, кровь и нервная ткань.

Мышцы в зависимости от их функции и внутреннего строения делятся на следующие типы: динамические, способные совершать большую работу, статические, приспособленные для фиксации, и промежуточные (динамостатические, статодинамические).

Форма мускулов определяется их функцией. По форме различают мускулы: 1) пластинчатые, или широкие; 2) кольцеобразные и 3) веретенообразные. Последняя форма характерна для мускулов конечностей, имеющих хорошо выраженную среднюю часть — брюшко, начальную часть — головку и конечную часть — хвост, переходящий в сухожилие.

Движение обеспечивается сокращением нескольких мускулов. Если они помогают друг другу, то называются синергистами. Мускулы с противоположным действием называются антагонистами.

Сухожилия состоят из плотной соединительной ткани, объединенной в пучки. Одним концом сухожилие соединяется с мускулом, а другим — с одной или несколькими костями.

Вспомогательные органы мускулов. К вспомогательным приспособлениям мускулов относятся: фасции, бursы, сухожильные влагалища и сезамовидные кости. Все они уменьшают трение мускулов и их сухожилий.

Фасции — это соединительнотканые футляры, в которые заключены отдельные мускулы и группы мускулов. Прикрепляясь к костям, фасции удерживают мускулы в определенном месте и препятствуют трению их между собой.

Бursы имеют вид мешочков, стенка которых состоит из двух слоев: наружного (фиброзного) и внутреннего (синовиального), выделяющего синовиальную жидкость. Эта жидкость смазывает внутреннюю поверхность бursы. Бursы расположены под мускулами, сухожилиями, связками, а также под кожей. Особенно много их между мускулами и костями.

Синовиальные влагалища сходны по строению с бурсами. Состоят из фиброзного и синовиального слоев. Они находятся главным образом

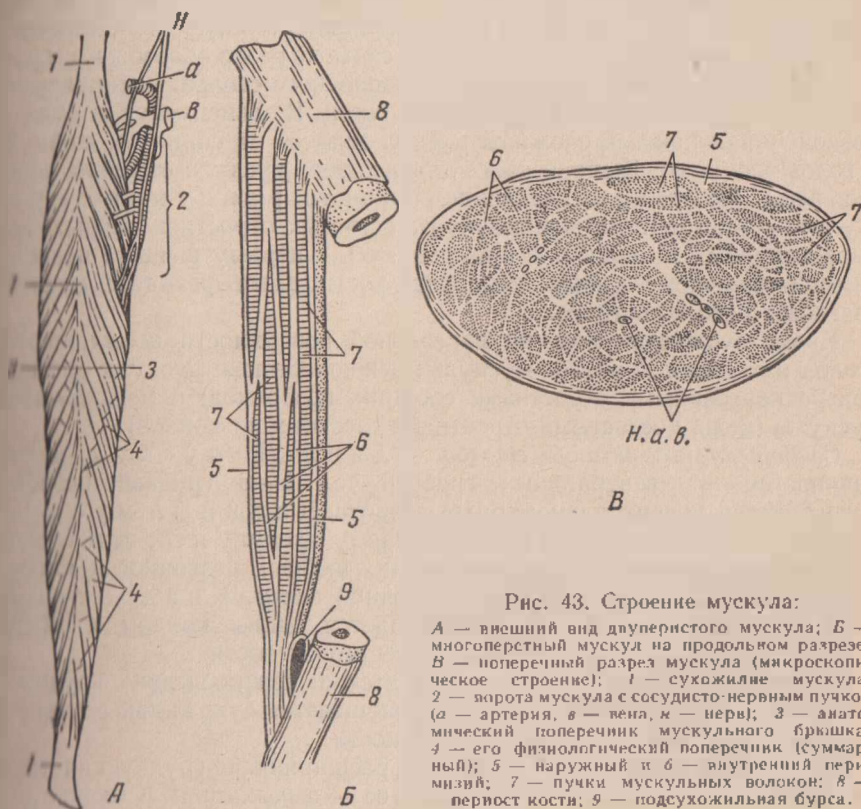


Рис. 43. Строение мускула:

А — внешний вид двуглавистого мускула; Б — многоперстный мускул на продольном разрезе; В — поперечный разрез мускула (микроскопическое строение); 1 — сухожилие мускула; 2 — ворота мускула с сосудисто-нервным пучком (а — артерия, в — вена, н — нерв); 3 — анатомический поперечник мускульного брюшка; 4 — его физиологический поперечник (суммарный); 5 — наружный и 6 — внутренний перимизий; 7 — пучки мускульных волокон; 8 — перистость кости; 9 — подсухожильная бурса.

под сухожилиями, которые перебрасываются через суставы. Эти влагалища, как муфтой, охватывают движущееся в нем сухожилие, устраняя трение его о кости.

Сесамоидные кости, описанные в скелете конечностей, играют роли блоков, через которые перебрасываются сухожилия.

МУСКУЛАТУРА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Мышцы шеи и туловища

Мышцы, расположенные в области шеи и туловища, объединяются в четыре группы: 1) мышцы позвоночного столба; 2) мышцы грудной клетки; 3) мышцы брюшной стенки и 4) мышцы, соединяющие грудные конечности с туловищем.

Мышцы позвоночного столба. К *разгибателям позвоночного столба* относятся мышцы, находящиеся дорсальнее позвоночника, в треугольнике между нервными дужками позвонков, остистыми и поперечнореберными отростками (рис. 44). В эту группу мышц входят остистый и полуостистый мышцы спины и шеи — *m. spinalis et semispinalis dorsi et cervicis*, многораздельный мускул — *m. multifidus*, подвздошно-реберный — *m. iliocostalis* и длиннейший мускул — *m. longissimus*. Эти мышцы у крупного рогатого скота не резко обособлены друг от друга. Они тянутся вдоль всего позвоночного столба, начинаясь от черепа и заканчиваясь на крестцовой кости. В зависимости от отдела позвоночника каждый сложный мускул делится на спинную, шейную и головную части. Шейная часть длиннейшего мускула отделяет мощную ветвь, известную под названием *пластыревидного мускула* — *m. splenius*. Начинаясь от остистых отростков первых четырех грудных позвонков и прикрепляясь к первым шейным позвонкам и затылочному гребню затылочной кости, пластыревидный мускул разгибает шею животного.

Кроме этих мышц, на дорсальной поверхности позвоночного столба находятся короткие мышцы: межпоперечные мышцы (между поперечнореберными отростками соседних позвонков) и межостистые мышцы (между остистыми отростками соседних позвонков).

Сгибатели позвоночного столба. Длинный мускул шеи начинается от вентральных гребней тел 1—6 грудных позвонков и тянется до вентрального бугра атланта. Длинный мускул головы тянется параллельно длинному мускулу шеи, начинается от поперечнореберных отростков средних шейных позвонков и заканчивается на мускульном бугре затылочной кости. Квадратный мускул поясницы прикрепляется одним концом к 12-му и 13-му ребрам, другим — к крылу крестцовой кости.

Малый поясничный мускул начинается от тел последних грудных и первых поясничных позвонков и заканчивается сухожильным тяжем на поясничном бугорке подвздошной кости.

Мышцы грудной клетки. Мышцы, расширяющие грудную клетку, называются *вдыхателями*. Сжимающие ее — *выдыхатели*. К мускулам

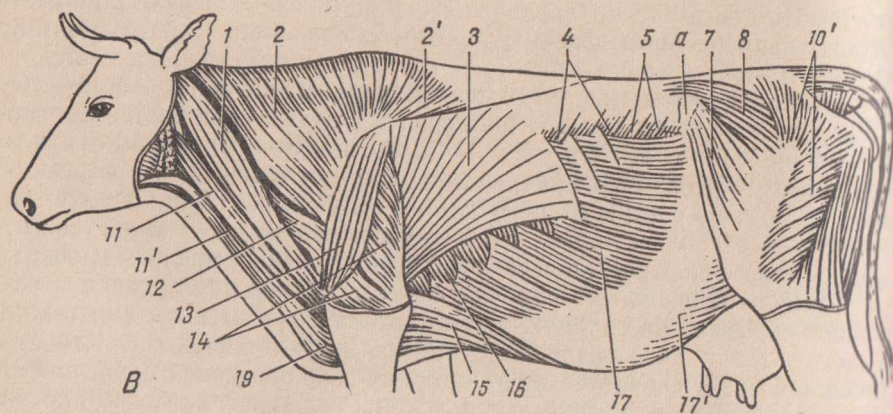
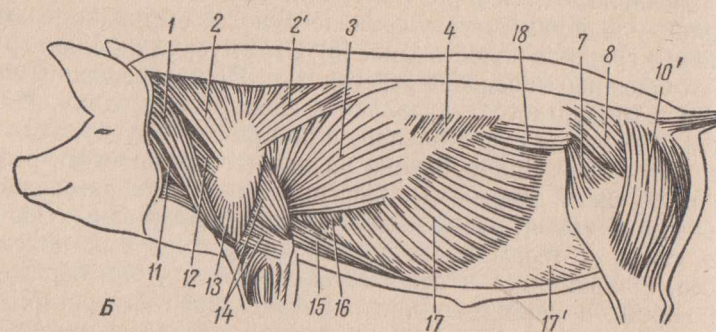
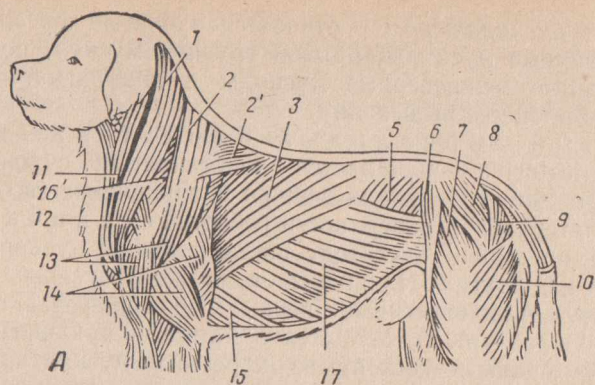
Вдыхателям — *инспираторам* — относятся: зубчатый дорсальный выдыхатель, лестничные мускулы, прямой грудной мускул, подниматели ребер, наружные межреберные мускулы и диафрагма. Последняя действует и в процессе выдыхания.

Зубчатый дорсальный выдыхатель — *m. serratus dorsalis inspiratorius* — начинается пластинчатым сухожилием от остистых отростков грудных позвонков и заканчивается отдельными зубцами на латеральной поверхности ребер. Лестничные мускулы — *m. m. scaleni* — состоят из нескольких пучков, расположенных один над другим. Начинаясь от последних шейных позвонков, они при сокращении оттягивают первые ребра вперед. Подниматели ребер — *m. m. levatores costarum* — прикрыты длиннейшим мускулом спины и состоят из коротких мускульных пучков, поднимающих грудные позвонки и верхние концы ребер.

Межреберные наружные мускулы — *m. m. intercostales externi* — находятся между всеми ребрами и представляют пластинчатой формы короткие мускульные пучки, направленные кранио-дорсально. Диафрагма, или грудобрюшная преграда, — *diaphragma* — непарный мускул в виде купола, выпуклость которого направлена в грудную полость (рис. 45). Этот мускул отделяет грудную полость от брюшной наподобие перегородки. При сокращении диафрагмы ее купол отодвигается каудально и способствует вдоху. В центре диафрагмы находится сухожильная, а по краям — мускульная часть. В зависимости от ее прикрепления различают поясничную, реберную и грудинную части диафрагмы. Поясничная часть образована двумя мускульными пучками, называемыми ножками диафрагмы. Обе ножки прикрепляются к телам последних грудных и первых поясничных позвонков. Направляясь к сухожильному центру, они образуют отверстие аорты, а несколько ниже — пищеводное отверстие. Третье отверстие — для каудальной полой вены — находится ниже и правее пищеводного отверстия.

К мускулам-выдыхателям — *эксираторам* — относятся следующие главные мускулы. Зубчатый дорсальный мускул — *m. serratus dorsalis* — в каудальной части (после 10-го ребра) имеет зубцы, направленные дорсо-каудально, и относится к выдыхателям. Пояснично-реберный мускул — *m. lumbocostalis* — в виде узкой ленты тянется от поперечнореберных отростков первых поясничных позвонков до последнего ребра. Межреберные внутренние мускулы — *m. m. intercostales interni* — находятся между ребрами и прикрыты наружными межреберными мускулами. Поперечный грудной мускул — *m. transversus thoracis* — располагается на внутренней поверхности грудной кости, прикрепляется к дорсальной связке грудной кости и реберным хрящам.

Мускулы брюшной стенки удерживают внутренние органы, а сжимаясь, дают на грудную клетку, способствуя выдоху; они также участвуют при акте родов и некоторых других процессах. Каждый мышечный мускул образует слой, которому дано название в зависимости от направления в нем мышечных волокон. Различают: наружный косой



мышной мускул, внутренний косой брюшной мускул, поперечный мышной мускул и прямой брюшной мускул. Волокна этих мускулов перекрещиваются, образуя прочную стенку.

Наружный косой брюшной мускул — *m. obliquus abdominis externus* — простирается от грудных концов ребер (ниже до последнего ребра) и до белой линии живота, являющейся местом сращения правой и левой половин брюшной стенки. У жвачных лошади этот мускул покрыт снаружи желтой брюшной фасцией. Широкое сухожилие наружного косого брюшного мускула состоит из шейной, тазовой и бедренной пластинок. В паховой области у самцов между брюшной и тазовой пластинками находится отверстие — подмышное (наружное) отверстие пахового канала. Внутренний

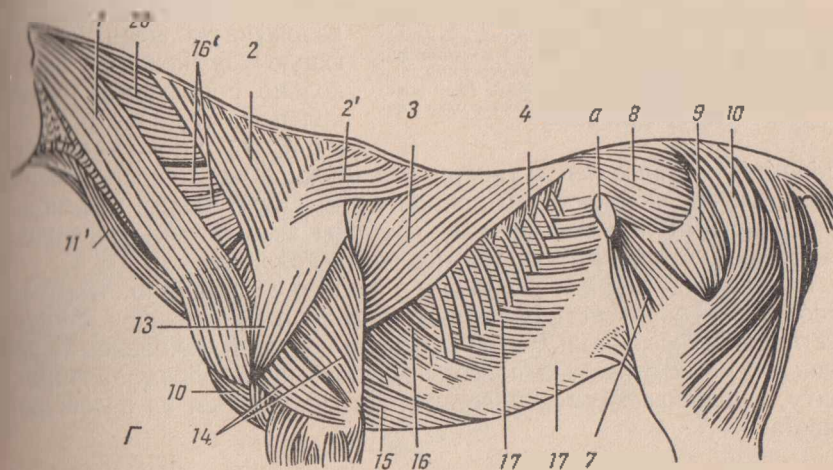


Рис. 44. Поверхностная мускулатура туловища:

А — собаки; Б — свиньи; В — коровы; Г — лошади: сбоку и спереди; 1 — плечеголовный; 2 — трапецевидный шеи; 2' — трапецевидный спины; 3 — широчайший мускул спины; 4 — дорсальный зубчатый экспиратор; 5 — внутренний косой брюшной; 6 — портняжный; 7 — напрягатель широкой фасции бедра; 8 — средний ягодичный; 9 — поверхностный ягодичный; 10 — двуглавый мускул бедра; 10' — ягодичнодвуглавый мускул бедра; 11 — грудноголовный; груднососцевидный; 11' — грудночелюстной; 12 — атланта-акромиальный; 13 — дельтовидный; 14 — трехглавый мускул плеча; 15 — глубокий грудной, плечевая часть; 16 — зубчатый вентральный, грудная часть; 16' — зубчатый нейтральный, шейная часть; 17 — наружный косой, брюшной; 17' — брюшная пластинка; 18 — подвздошно-реберный; 19 — поверхностный грудной, плечевая часть; 19' — поверхностный грудной, предплечная часть; 20 — пластеревидный; 21 — груднонощитовидный и грудноподъязычный.

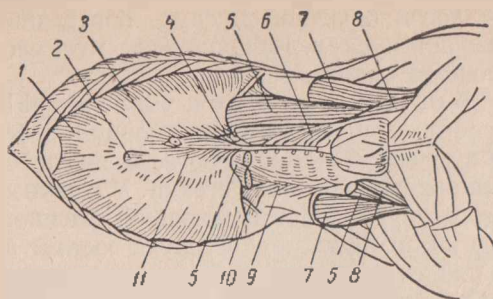


Рис. 45. Диафрагма и мускулы туловища лошади (брюшная стенка и внутренние органы удалены):

1 — реберная часть диафрагмы; 2 — отверстие плевры; 3 — сухожильная часть диафрагмы; 4 — аорта; 5 — большой поясничный; 6 — малый поясничный; 7 — наружный подвздошный; 8 — внутренний подвздошный; 9 — квадратно-поясничный и 10 — пояснично-реберный мускулы; 11 — правая ножка диафрагмы.

косой брюшной мускул — *m. obliquus abdominis internus* — в основном начинается от паружного позвонка и широкой пластинкой тянется до белой линии живота и последних 4—6 ребер. Каудальный край мускула и паховая связка ограничивают брюшное (пупочное) отверстие пахового канала. Паховый канал хорошо выражен у самцов, представляет собой косо расположенную щель, соединяющую подкожное паховое кольцо с брюшным паховым кольцом. Прямой брюшной мускул — *m. rectus*

abdominis — в виде ленты тянется от наружной поверхности реберных хрящей и грудной кости до лонной кости. Латеральное мечевидное хряща правый и левый прямые мускулы живота имеют по одному отверстию, которое называется молочным колодезцем. Поперечный брюшной мускул — *m. transversus abdominis* — образует внутреннюю поверхность брюшной стенки и выстилается брюшиной. Его мускульные волокна, начинаясь от поперечнореберных отростков поясничных позвонков, образуют широкую ленту, заканчивающуюся пластинчатым сухожилием на белой линии живота.

Мускулы головы

Мускулы головы принято делить на лицевые и жевательные (рис. 46). К лицевым относятся следующие главные мускулы: круговой мускул рта — *m. orbicularis oris* — составляет основную губ и является сжимателем (сфинктером) рта; носогубной подниматель — *m. levator nasolabialis*; скуловой мускул — *m. zygomaticus*; опускающий нижнюю губы — *m. depressor labii inferioris*; подкожный мускул губ — *m. subcutaneus labiorum* и клыковый мускул — *m. caninus*. Последний мускул, срастаясь со специальным поднимателем верхней губы и опускающим верхнюю губы, образует общий мускульный пласт. Щечный мускул — *buccinator* — начинается короткими мускульными пучками на верхней и нижней челюстных костях. Он образует основу боковой стенки ротовой полости и при жевании перемещает пищевую ком.

Жевательные мускулы объединяют четыре пары. Большой жевательный мускул — *m. masseter* — находится на лат.

на поверхности нижней челюсти, прикрепляется к лицевому бугру и скуловой дуге, другим концом — к ямке массетера. К крыловидному мускул — *m. pterygoideus* — лежит на медиальной поверхности ветви нижней челюсти. Начинается на небной и крыловидной костях и заканчивается в крыловой ямке нижней челюсти. Височный мускул — *m. temporalis* — начинается в височной ямке и заканчивается на мускульном отростке нижней челюсти. Двужелудочный мускул — *m. digastricus mandibulae* — прикрепляется к яремному отростку и вентральному краю нижней челюсти. Кроме того есть еще яремночелюстной мускул; оба последних мускула поднимают нижнюю челюсть и смыкают рот. Все остальные жевательные мускулы смыкают челюсти. Смещение нижней челюсти вправо происходит при сокращении правого большого жевательного мускула и левого крылового жевательного мускула, а влево — противоположных одночелюстных мускулов.

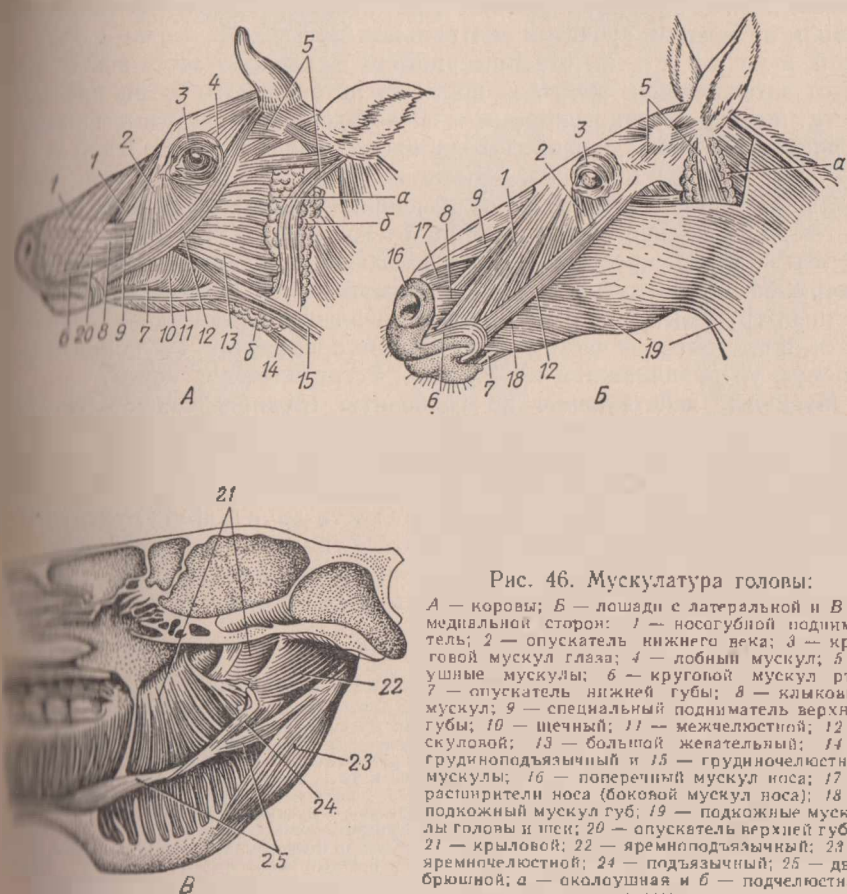


Рис. 46. Мускулатура головы:

А — коровы; Б — лошади с латеральной и В — медиальной сторон: 1 — носогубной подниматель; 2 — опускатель нижнего века; 3 — круговой мускул глаза; 4 — лобный мускул; 5 — ушные мускулы; 6 — круговой мускул рта; 7 — опускатель нижней губы; 8 — клыковый мускул; 9 — специальный подниматель верхней губы; 10 — щечный; 11 — межчелюстной; 12 — скуловой; 13 — большой жевательный; 14 — грудиноподъязычный и 15 — грудиночелюстной мускулы; 16 — поперечный мускул носа; 17 — расширители носа (боковой мускул носа); 18 — подкожный мускул губ; 19 — подкожные мускулы головы и шеи; 20 — опускатель верхней губы; 21 — крыловой; 22 — яремноподъязычный; 23 — яремночелюстной; 24 — подъязычный; 25 — двуязычный; а — околоушная и б — подчелюстная железы.

Мышцы грудной конечности

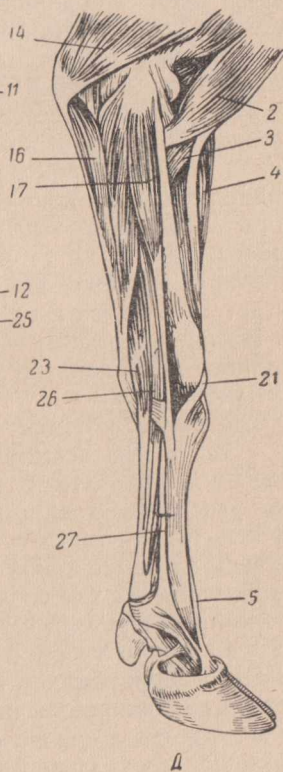
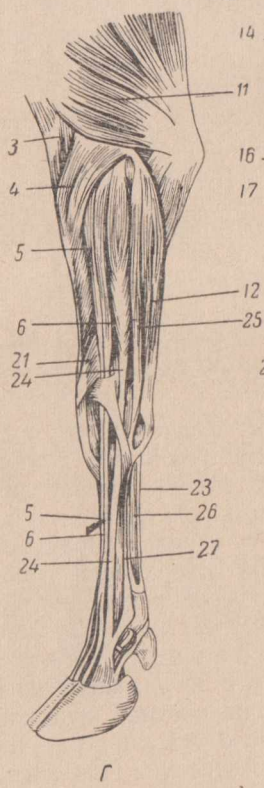
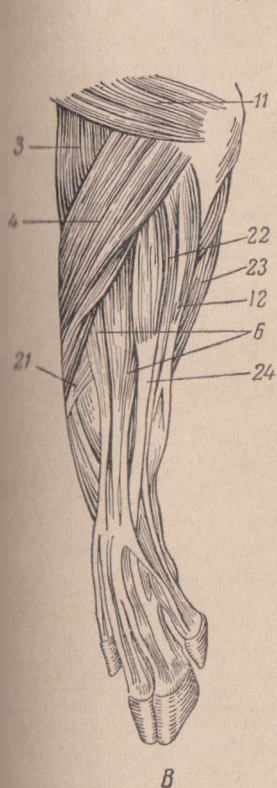
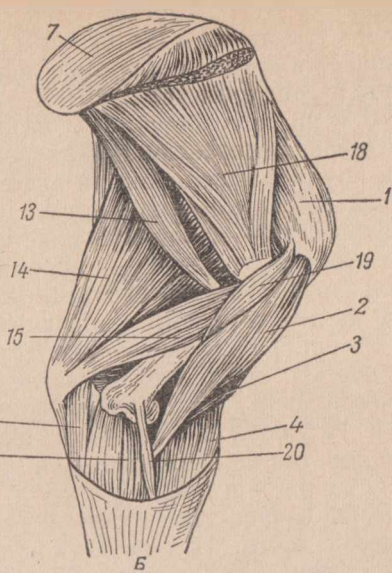
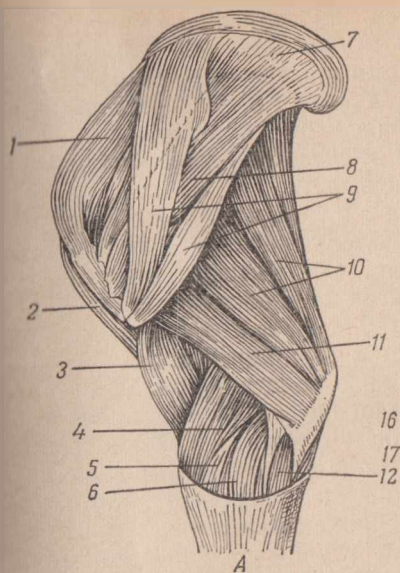
Различают два комплекса мышц грудной конечности: 1) мышцы, соединяющие плечевой пояс с головой, шей и туловищем; 2) мышцы, действующие на свободную конечность.

Мышцы, соединяющие плечевой пояс с головой, шей и туловищем. Трапецевидный мускул — *m. trapezius* — самый поверхностный мускул в области холки. Прикрепляется к канатиковой части вышней связки по всей ее длине и к надостистой связке, заканчиваясь на ости лопатки и акромионе. Ромбовидный мускул — *m. rhomboideus* — находится под трапецевидным мускулом, прикрепляясь к канатиковой части вышней связки и медиальной поверхности лопаточного хряща. Зубчатый вентральный мускул — *m. serratus ventralis* — прикрепляется к медиальной поверхности лопатки и, расходясь наподобие веера, прочно соединяется с шейными позвонками и грудной клеткой. Каудальный его зубец достигает девятого ребра. Туловище подвешено между конечностями и опирается на мощный зубчатом вентральном мускуле. Плечеголовный мускул — *m. brachiocephalicus* — располагается в виде ленты от затылочной и височной кости до латерального бугра плечевой кости. Между грудиноголовным и плечеголовным мускулами находится яремный желоб, где расположена яремная вена. Широкий мускул спины — *m. latissimus dorsi* — пластинчатый, треугольной формы. Начинается от пояснично-спинной фасции и простирается до медиальной поверхности плечевой кости. Грудные мускулы — *m. m. pectorales* — располагаются двумя пластинами — поверхностным и глубоким. Они начинаются от грудной кости. Поверхностный грудной мускул заканчивается плечевой частью на плечевой кости, а предплечной частью — на фасции предплечья. Глубокий грудной мускул оканчивается на большом бугре плечевой кости.

Мышцы, действующие на свободную грудную конечность. По функции различают мышцы: 1) сгибатели, или флексоры; 2) разгибатели, или экстензоры; 3) приводящие мышцы (аддукторы); 4) отводящие (абдукторы) и 5) вращающие. Сгибатели находятся внутри угла сустава. Сокращаясь, они приближают кости друг к другу, уменьшая таким образом, угол сустава. Разгибатели, напротив, при сокращении увеличивают угол сустава и находятся на противоположной стороне относительно сгибателей (рис. 47). *Мышцы плечевого сустава. К раз-*

Рис. 47. Мышцы левой грудной конечности:

свиньи — А: с латеральной стороны; Б — с медиальной стороны; В — с дорсальной стороны; Г — с латеральной стороны; Д — с медиальной стороны; 1 — предостистая связка; 2 — двуглавый; 3 — плечевой внутренний; 4 — лучевой разгибатель запястья; 5 — специальный разгибатель третьего пальца; 6 — общий пальцевый разгибатель; 7 — надлопаточный хрящ; 8 — лопаточный хрящ; 9 — дельтовидный; 10 — длинная головка и 11 — латеральная головка трехглавого мускула; 12 — локтевой разгибатель запястья; 13 — большой круглый; 14 — напрягающий фасцию предплечья; 15 — медиальная головка трехглавого мускула; 16 — локтевой сгибатель запястья; 17 — лучевой сгибатель запястья; 18 — подлопаточный мускул; 19 — клювовидный мускул; 20 — круглый пронатор; 21 — длинный абдуктор (отводящий) большого пальца; 22 — специальный разгибатель пятого пальца; 23 — поверхностный пальцевый сгибатель; 24 — общий пальцевый разгибатель; 25 — локтевая головка глубокого пальцевого сгибателя; 26 — глубокий пальцевый сгибатель; 27 — межкостный мускул.



гибателям этого сустава относятся предостный и клювовидноплечевой мускулы. Предостный мускул — *m. supraspinatus* — начинается в предостной ямке лопатки и заканчивается на большом и малом буграх плечевой кости. Клювовидноплечевой мускул — *m. coracobrachialis*, начинаясь от кораконидного отростка, пересекает медиальную поверхность плечевого сустава и прикрепляется к круглой шероховатости плечевой кости.

Сгибатели плечевого сустава. Дельтовидный мускул — *m. deltoideus* — начинается пластинчатым сухожилием от ости лопатки и ее конечного отростка — акромиона. Обе части, лопаточная и медиальная, пересекают внутренний угол плечевого сустава и оканчиваются на дельтовидной шероховатости. Малый круглый мускул — *m. teres minor* — находится в углу между лопаткой и плечевой костью, начинается на заднем крае лопатки и заканчивается на плечевой кости, дистальнее латерального бугра. Большой круглый мускул — *m. teres major* — начинается от каудального края лопатки и оканчивается на круглой шероховатости плечевой кости. Отводящий мускул один — заостный — *m. infraspinatus*. Он начинается в заостной ямке и оканчивается на большом бугре плечевой кости. Приводящий мускул плечевого сустава также один — подлопаточный мускул — *m. subscapularis*. Он представляет собой пластинку треугольной формы, широкая часть которой начинается в подлопаточной ямке, а узкая часть оканчивается на малом бугре плечевой кости.

Мускулы, действующие на локтевой сустав. Разгибатели локтевого сустава. Трехглавый мускул плеча — *m. triceps brachii* — состоит из трех головок: длинной, латеральной и медиальной. Длинная головка начинается от каудального края лопатки; латеральная и медиальная — на плечевой кости. Все они оканчиваются на локтевом бугре. Локтевой мускул — *m. anconeus* — начинается вокруг локтевой ямки плечевой кости и оканчивается на локтевом бугре. Напрягатель фасции предплечья — *m. tensor fasciae antebrachii* — в виде тонкой пластинки простирается от каудального края лопатки до фасции предплечья и локтевого бугра, и оканчивается.

Сгибатели локтевого сустава. Двуглавый мускул плеча — *m. biceps brachii*. Точки его прикрепления: бугор лопатки и лучевая шероховатость. Мускул отдает добавочное сухожилие к лучевому разгибателю запястья. Плечевой (внутренний) мускул — *m. brachialis* — в виде спирали огибает плечевую кость, начинаясь на ее волярной поверхности в области шейки и оканчиваясь сухожилием вблизи лучевой шероховатости лучевой кости.

Мускулы, действующие на запястный сустав. Разгибатели запястья. Лучевой разгибатель запястья — *m. extensor carpi radialis* — прикрепляется к разгибательному надмыщелку плечевой кости и заканчивается на пястной шероховатости. Длинный абдуктор большого пальца — *m. abductor pollicis longus* — небольшой треугольный мускул. Начинается на латеральной поверх-

ни нижней половины лучевой кости и оканчивается на третьей пястной кости.

Сгибатели запястья. Лучевой сгибатель запястья — *m. flexor carpi radialis* — тянется по медиальной поверхности лучевой кости от сгибательного надмышелка плечевой кости до второй и третьей пястной кости, где и оканчивается.

Локтевой сгибатель — *m. flexor carpi ulnaris* — расположен на медиальной поверхности лучевой кости. Он начинается на сгибательном надмышелке плечевой кости и локтевом отростке. Оканчивается мускул прочным сухожилием на добавочной кости. **Локтевой разгибатель запястья** — *m. extensor carpi ulnaris* — начинается на латеральном надмышелке плечевой кости и заканчивается двумя ветвями на добавочной кости и четвертой пястной кости.

Функции этот мускул относится к сгибателям запястного сустава только лишь по своему топографическому положению назван разгибателем.

Мышцы, действующие на пальцы. Разгибатели пальцев. Общий разгибатель пальцев — *m. extensor digitorum* — у крупного животного скота начинается на латеральном надмышелке плечевой кости и оканчивается одним сухожилием на разгибательном отростке копытцевой кости третьего пальца, другим сухожилием — на такой же кости четвертого пальца. **Боковой разгибатель пальцев** — *m. extensor digitorum lateralis* — находится на латеральной поверхности предплечья; начинается на боковой связке локтевого сустава и прикрепляется сухожилием к венечной и копытцевой костям четвертого пальца. **Специальный разгибатель третьего пальца** — *m. extensor digiti tertii proprius* — относительно предыдущих мускулов слабо развит. Он начинается от разгибательного надмышелка плечевой кости и, опускаясь дистально между лучевым разгибателем запястья и общим пальцевым разгибателем, оканчивается на третьем пальце.

Сгибатели пальцев. Поверхностный сгибатель пальцев — *m. flexor digitorum superficialis* — начинается от сгибательного надмышелка плечевой кости. У этого мускула два брюшка: поверхностное и глубокое. Сухожилие поверхностного брюшка оканчивается двумя ветвями на венечной кости третьего и четвертого пальцев, сухожилие глубокого брюшка — на венечной кости третьего пальца.

Глубокий сгибатель пальцев — *m. flexor digitorum profundus* — начинается тремя головками от медиального надмышелка плечевой кости, локтевой кости и лучевой кости. Все они сливаются и образуют одно брюшко, переходящее в плоское сухожилие, которое в конце делится на две ветви. Одна ветвь заканчивается на копытцевой кости третьего пальца, другая — на копытцевой кости четвертого пальца.

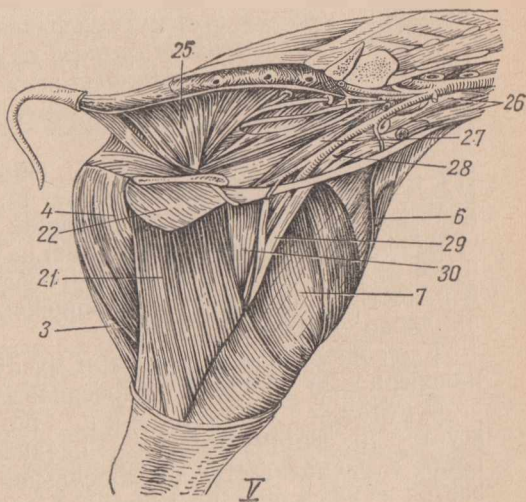
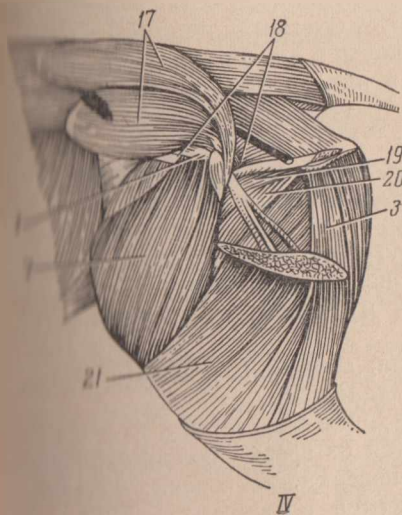
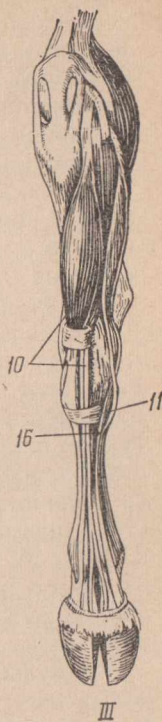
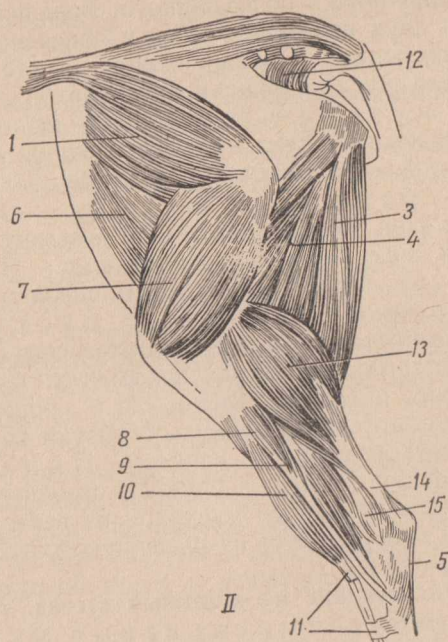
Мышцы тазовой конечности

Мышцы, действующие на тазобедренный сустав (рис. 48). *Рассматриваем тазобедренный сустав.* К ним относятся две группы мышц: ягодичная и заднебедренная. В ягодичную группу входят три мышцы: поверхностный ягодичный, средний ягодичный и глубокий ягодичный. Поверхностный ягодичный мускул — *m. gluteus superficialis* — срастается с двумя мышцами: напрягателем широкой фасции бедра и двуглавым мускулом бедра. Средний ягодичный мускул — *m. gluteus medius* — наиболее развит из всех ягодичных мускулов. Начинается в основном от подвздошной и крестцовой костей и заканчивается на большом вертеле бедренной кости. Глубокий ягодичный мускул — *m. gluteus profundus* — лежит под средним ягодичным мускулом и прилегает непосредственно к подвздошной кости. Он начинается на седалищной ости и оканчивается на большом вертеле с его медиальной стороны. Глубокий ягодичный мускул отводит тазовую конечность в сторону.

В заднебедренную группу объединяются четыре мышцы: двуглавый мускул бедра, полусухожильный, полуперепончатый и квадратный мускул бедра. Двуглавый мускул бедра у крупного рогатого скота срастается с поверхностным ягодичным мускулом и носит общее название ягодичнодвуглавого мускула — *m. gluteobiceps*. Он, прикрепляясь к остистым отросткам крестцовой кости и седалищному бугру, тянется с наружной стороны бедра широкой полосой. Заканчивается мускул широким пластинчатым сухожилием на латеральной связке коленной чашки, гребне большеберцовой кости и на бугре пяточной кости. Полусухожильный мускул — *m. semitendinosus* — начинается от седалищного бугра и лежит сзади двуглавого мускула. Последний отделен от полусухожильного мускула седалищным желобом, который легко прощупать сквозь кожу. Оканчивается полусухожильный мускул двумя сухожилиями, одно из них прикрепляется с медиальной стороны гребня большеберцовой кости, другое — на пяточном бугре. Полуперепончатый мускул — *m. semimembranosus*, начинаясь от седалищного бугра, в виде ленты переходит через седалищный бугор на медиальную часть бедра и оканчивается двумя сухожилиями. Одно из них закрепляется в области медиального мыщелка бедренной кости, другое — на медиальном мыщелке большеберцовой кости.

Рис. 48. Мышцы тазовой конечности:

сверху — крупного рогатого скота; (I — сзади; II — латеральная сторона; III — спереди), внизу — свиньи (IV — латеральная и V — медиальная стороны); 1 — средний ягодичный; 2 — двуглавый мускул бедра; 3 — полусухожильный; 4 — полуперепончатый; 5 — сухожилие поверхностного пальцевого сгибателя; 6 — напрягатель широкой фасции бедра; 7 — сухожилие четырехглавого мускула бедра; 8 — передний большеберцовый; 9 — малоберцовый длинный; 10 — длинный пальцевый разгибатель и малоберцовый третий; 11 — поперечные связки мускулов; 12 — хвостовой; 13 — икроножный; 14 — ахиллово сухожилие; 15 — глубокий пальцевый сгибатель; 16 — специальный разгибатель четвертого пальца; 17 — средний ягодичный; 18 — глубокий ягодичный; 19 — двойничный; 20 — квадратный бедра; 21 — приводящий (аддуктор); 22 — стройный (обращенный); 23 — внутренний запирательный мускул; 24 — большой поясничный; 25 — малый поясничный; 26 — подвздошный мускул; 27 — портняжный; 28 — гребешковый;



Сгибатели тазобедренного сустава. Подвздошно-поясничный мускул — *m. iliopsoas* — состоит из двух мускулов: большого поясничного и подвздошного. Большой поясничный мускул начинается от двух последних ребер и поперечнореберных отростков поясничных позвонков и заканчивается вместе с двумя головками подвздошного мускула на медиальном вертеле бедренной кости. Портняжный мускул — *m. sartorius* — начинается на сухожилии малого поясничного мускула и на подвздошной кости и в виде ленты тянется к медиальной поверхности большеберцовой кости, где и заканчивается. Гребешковый мускул — *m. pectineus* — короткий, начинается на подвздошно-лонном возвышении и заканчивается на медиальной поверхности бедренной кости. При сокращении этот мускул сгибает тазобедренный сустав и приводит конечность в первоначальное положение. Стройный мускул — *m. gracilis* — начинается от вентральной поверхности тазового сращения и широкой лентой опускается по медиальной поверхности бедра до гребня большеберцовой кости и фасции голени, где и заканчивается. Стройный, гребешковый и портняжный мускулы образуют треугольное пространство, называемое бедренным каналом. Приводящий мускул — *m. adductor femoris* — прикрыт стройным мускулом. Начинается он рядом со стройным мускулом на вентральной поверхности лонной кости, а заканчивается на задней поверхности бедренной кости, ниже малого вертела.

Мускулы, действующие на коленный сустав. Разгибателем коленного сустава является четырехглавый мускул бедра — *m. quadriceps femoris*, состоящий из четырех головок, расположенных в передней части бедра. Прямая его головка начинается от подвздошной кости; латеральная, медиальная и промежуточная головки — от бедренной кости. Все четыре головки объединяются в один мускул, который закрепляется на коленной чашке. Кроме функции разгибания коленного сустава, этот мускул фиксирует его при стоянии животного.

Сгибателем коленного сустава служит подколенный мускул — *m. popliteus*. Начинается он в ямке подколенного мускула, а заканчивается в области шероховатой треугольной площадки большеберцовой кости.

Мускулы, действующие на плюсневый сустав. Разгибатели. Икроножный мускул — *m. gastrocnemius* — начинается по краям подошвенной ямки бедренной кости и заканчивается мощным сухожилием (ахиллово сухожилие) на бугре пяточной кости. Пяточный мускул — *m. soleus* — берет начало на головке малоберцовой кости и, срастаясь с икроножным мускулом, также формирует ахиллово сухожилие.

К сгибателям относятся три мускула: передний большеберцовый, малоберцовый и третий и малоберцовый длинный.

Сгибатели. Передний большеберцовый мускул — *m. tibialis anterior* — начинается от гребня большеберцовой кости и располагается на дорсальной поверхности голени. Заканчивается сухожилием на третьей и четвертой плюсневых костях. На

поверхности заплюсневой сустава это сухожилие имеет сухожильное влагалище. Третий малоберцовый мускул — *m. peroneus tertius* — начинается в разгибательной ямке бедренной кости, оканчивается на второй и третьей заплюсневых костях и третьей и четвертой плюсневых костях. Длинный малоберцовый мускул — *m. peroneus longus* — относительно длинный, он начинается на латеральном мышелке большеберцовой кости и оканчивается на первой заплюсневой кости.

Мышцы, действующие на суставы пальцев, по функции и форме имеют много общего с мышцами пальцев грудной конечности. Здесь тоже два разгибателя и два сгибателя, которые, за некоторым исключением, носят те же названия, что и мышцы пальцев грудной конечности. К разгибателям относятся длинный разгибатель пальцев и боковой разгибатель пальцев. Длинный разгибатель пальцев — *m. extensor digitalis longus* — начинается в разгибательной ямке бедренной кости и затем расщепляется на два брюшка. Одно брюшко переходит в длинное сухожилие, заканчивающееся на венечной кости третьего пальца. Другое, делясь на две ветви, оканчивается на разгибательных отростках копытцевых костей третьего и четвертого пальцев. На дорсальной поверхности заплюсневой сустава сухожилие этого мускула заканчивается в синовиальное влагалище. Боковой разгибатель пальцев, или специальный разгибатель четвертого пальца — *m. extensor digitalis lateralis* — берет начало от латерального мышелка большеберцовой кости и оканчивается на венечной кости четвертого пальца.

Сгибатели пальцев. Поверхностный сгибатель пальцев — *m. flexor digitalis pedis superficialis* — начинается на дне подопиленной ямки бедренной кости и оканчивается на венечных костях третьего и четвертого пальцев. Глубокий сгибатель пальцев — *m. flexor digitalis pedis profundus* — берет начало от латерального мышелка большеберцовой кости, частично на ее плантарной поверхности, и переходит в длинное сухожилие. Оканчивается на копытцевых костях третьего и четвертого пальцев.

Особенности мускулатуры животных других видов

Основная мускулатура по строению сходна с мускулатурой крупного животного скота; лишь отдельные мышцы отличаются внутренней структурой и точками прикрепления. Мускулатура, разгибающая позвоночник, особенно в области шеи, у свиньи сильно развита. Кроме того, у свиньи с тем, что свинья относится к роющим животным. Так, ромбовидный мускул мощный, начинается от поперечной фасции и оканчивается в трех точках: на затылочной кости, сосцевидном отростке и атланте. Относительно более мощный, чем у крупного рогатого скота, и длинный мускул шеи. Ромбовидный мускул сильно развит; кроме того, его мускульные точки, продолжаясь до затылочной кости, образуют ромбовидный мускул головы. Плечеголовной мускул развит слабее,

чем у крупного рогатого скота, и начинается не только от затылочной, но и от височной кости. Оканчивается этот мускул ниже дельтовидной шероховатости плечевой кости. Ключовидноплечевой мускул с двумя брюшками. Оба брюшка начинаются от коракостидного отростка лопатки, оканчиваются сухожилиями на плечевой кости, ниже круглой шероховатости. Трехглавый мускул плеча состоит из четырех головок. Кроме длинной и латеральной головок, есть еще медиальная и добавочная медиальная головки. Все они оканчиваются на бугре локтевой кости. Общий разгибатель пальцев с тремя брюшками, дающими самостоятельные сухожилия.

Боковой разгибатель пальцев разделен на два мускула. Один из них является специальным разгибателем четвертого пальца, другой — специальным разгибателем пятого пальца. Есть специальный разгибатель второго пальца, который слабо развит и находится под пальцевым разгибателем. Поверхностный сгибатель пальцев и глубокий сгибатель пальцев имеют по два брюшка, переходящих в сухожилие. В строении мускулатуры тазовой конечности у свиньи особых отличий не наблюдается.

У лошади плечеголовной мускул образован двумя мускулами, начинающимися от височной кости и гребня затылочной кости и оканчивающимися на плечевой кости, в области дельтовидной шероховатости. Глубокий грудной мускул развит хорошо. Подлопаточный мускул по всей длине пронизан сухожилием. Общий пальцевый разгибатель берет начало от наружного мыщелка плечевой кости и связочного бугра лучевой кости, затем его мышечное брюшко переходит в длинное сухожилие, заканчивающееся на разгибательном отростке копытной кости третьего пальца. Боковой разгибатель и собственные разгибатели второго пальца развиты слабо. Поверхностный сгибатель пальцев и глубокий сгибатель пальцев — со специальными сухожилиными головками, способствующими фиксации конечности.

Лошадь может продолжительное время стоять и даже стоя спать (благодаря статическому аппарату грудной конечности). Он прочно фиксирует конечности в период, когда лошадь стоит и мускулы ее не напрягаются, отдыхают. В этом случае плечевой сустав не сгибается благодаря сухожилию двуглавого мускула плеча, которое начинается от бугра лопатки, перебрасывается через вершину плечевого сустава и оканчивается на лучевой кости. При этом локтевой и запястный суставы не разгибаются и не сгибаются, так как через них проходит равнодействующая сила тяжести тела. Суставы же пальцев не прогибаются благодаря сухожилиям поверхностного и глубокого сгибателей пальцев с их дополнительными сухожилиными головками.

У тазовых конечностей менее совершенные статические приспособления и большие углы коленного и скакательного суставов.

Тема. Мускулатура туловища

Наглядные пособия: препарат туловища с мускулами, муляжи туловища, таблица, схемы.

Целесообразно пользоваться препаратами с заранее отпрепарованными или высушенными мускулами туловища. Сначала осматривают желтую фасцию живота, фасцию грудной клетки, белую линию, затем находят поверхностные мышцы.

Рассекая пучки межреберного наружного мускула, можно обнаружить пучки внутреннего мускула, волокна которого направлены каудо-вентрально. В области поясницы находят пояснично-реберный мускул, относящийся к дыхательной группе. При изучении мышц брюшных стенок нужно обратить внимание на отчетливо выраженные апоневрозы брюшных мышц, имеющих форму широких пластинок. Изучив мышцы на препаратах, находят их изображение на муляжах и таблицах. Места размещения мышц туловища заносят в альбомы.

Мускулатура головы. *Наглядные пособия:* сухие или влажные препараты мышц головы, муляжи, таблицы, схемы.

При осмотре мускулов головы можно убедиться, что большинство из них имеет форму лент или пластинок. Мускулы, расположенные вокруг отверстий, — кольцевые. Находят большой жевательный мускул. Он очень хорошо развит, что можно заметить при ощупывании. Рассекая поверхностные пучки, обнаруживают глубокие, идущие в различных направлениях. Находят на внутренней поверхности челюсти крыловый мускул. Находят также височный, двухбрюшный и яремный мускулы, изучают их форму, степень развития и топографию. Схему расположения жевательных мускулов зарисовывают.

При изучении лицевой группы мышц отмечают ту их особенность, что они одним концом прикрепляются на выступах и шероховатостях костей черепа, а другим — к коже. Поэтому при их сокращении наблюдается смещение определенных участков кожи.

Мускулатура грудной конечности. *Наглядные пособия:* сухие и влажные препараты мускулов грудной конечности, таблицы, схемы, муляжи.

Как известно, мускулы конечностей длинные и округлые. Поэтому при препарировании их разделяют в области мускульного брюшка, а концы (головку и хвост) оставляют закрепленными на костях. Получается препарат, очень удобный для изучения точек прикрепления мускулов. Зная точки прикрепления мускулов на конечностях, эти мускулы легко найти, определить их функцию. Изучать мускулы лучше по группам, действующим на данный сустав. Для этого, прежде чем изучать мускулы, нужно рассмотреть сустав. Если сустав многоосный, то на него действуют четыре или больше групп мускулов — флексоры, экстензоры, аддукторы, абдукторы, ротаторы; на двухосном суставе действуют, как правило, две группы мышц — флексоры и экстензоры. На препарате находят мускулы-флексоры: подлопаточный и заостренный (эти мускулы разгибают плечевой сустав); дельтовидный, круглый малый и круглый большой мускулы, экстензоры: предостный и клювовидноплечевой мускул. Обнаружив эти мышцы на препаратах, муляжах и схемах, учащиеся схематически зарисовывают их в свои альбомы.

Изучают мышцы, действующие на запястный сустав и суставы пальцев. В области первого сустава сухожилия мышц пальцев окутаны синовиальными влагалищами, поэтому надо обнаружить и рассмотреть (рис. 49).

Мускулатура тазовой конечности. *Наглядные пособия* те же, что и при изучении мускулатуры грудной конечности.

Лучше всего отпрепарировать и изучать точки прикрепления мускулов на трупном материале по группам, действующим на отдельные суставы, то есть в определенной последовательности. Сначала определяют размещение данной группы мышц, а затем приступают к их препаровке. При этом прежде всего удаляют общую (поверхностную) фасцию, окутывающую всю группу мышц, после чего тупым путем (ручкой скальпеля) отделяют один мускул от другого, начиная от верхней точки его прикрепления и кончая нижней. Таким путем изучают все мускулы, действующие на отдельные суставы тазовой конечности. Особый интерес представляет механизм действия четырехглавого мускула бедра на коленный сустав. На препарате находят нижний конец четырех-

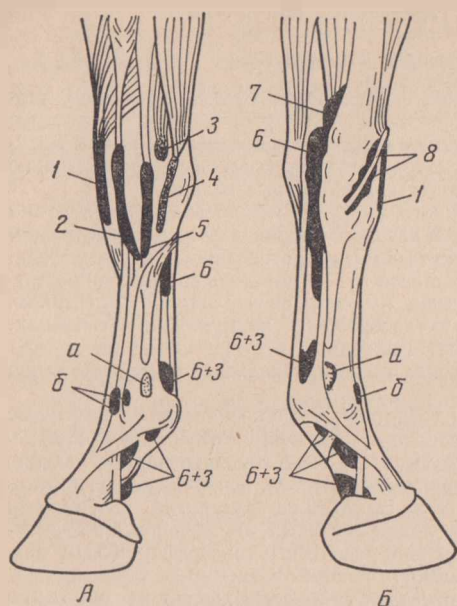


Рис. 49. Синовиальные влагалища сухожилий на грудной конечности лошади:

А — латеральная и Б — медиальная поверхности; 1 — лучевого разгибателя запястья; 2 — общего пальцевого разгибателя; 3 — поверхностного сгибателя пальцев; 4 — локтевого разгибателя запястья; 5 — бокового пальцевого разгибателя; 6 — глубокого сгибателя пальцев; 7 — лучевого сгибателя запястья; 8 — длинного абдуктора большого пальца а и б — бursы.

выражена в плечевом и тазобедренном суставах; потому что поверх капсулы в этих суставах никаких дополнительных связок нет. Поворачивая одну из костей в разные стороны, наблюдают натяжение суставной капсулы. При наружном осмотре и прощупывании капсулы определяют толщину ее стенок. Путем растягивания костей в суставе убеждаются в крепости капсулы и ее эластичности.

Делают разрез капсулы скальпелем с одной стороны. Зондом и пальцем исследуют полость сустава, заключенную в капсуле. Если препарат свежий (неконсервированный), в полости сустава находят небольшое количество серозной маслянистой жидкости (синовии). Суставная поверхность костей влажная и скользкая. Сделав круговой разрез капсулы ножницами, разъединяют концы костей, образующих сустав, осматривают их суставные поверхности и внутреннюю поверхность суставной капсулы.

При изучении тазобедренного сустава и его связок надо хорошо рассмотреть круглую связку в полости самого сустава, которая соединит головку бедренной кости с суставной ямкой таза. Эту связку видно при вскрытии полости сустава. Изучая другие суставы (одноосные) и их связки, отмечают, что, кроме суставной капсулы, они имеют и боковые связки. В сложных суставах (запястном, или карпальном, в запястьевом, или скакательном) короткие кости, образующие сустав, соединяются межкостными и межрядовыми связками. При вскрытии коленного сустава надо обратить внимание на прокладки гиалинового хряща серповидной формы (мениски) между дистальным концом бедренной кости и проксимальным концом большеберцовой. После изучения суставов на препаратах и на скелете обязательно нужно найти их место положение на разборных моделях, а также на живых объектах.

главого мускула и его сухожилие, которым он закрепляется на коленной чашке. Находят и рассматривают также блок на дистальном конце бедренной кости, по которому скользит коленная чашка. Затем изучают строение прямой связки, прикрепляющей коленную чашку к проксимальному концу большеберцовой кости. Находят прямые латеральную, медиальную и среднюю связки. При изучении мускулов тазовой конечности обращают также внимание на хорошо развитое сухожилие трехглавого мускула голени. Этим сухожилием мускул закрепляется на пяточной бугре пяточной кости. Оно известно под названием ахиллово сухожилие. Осматривают синовиальные влагалища (рис. 50).

В конце занятия зарисовывают схему размещения мускулов, действующих на суставы тазовой конечности, показав точки закрепления и топографию отдельных мышц.

Суставы конечностей и их связки
Наглядные пособия и инструменты: скелеты, влажные препараты суставов и связок, скальпель, пинцет.

Определить свойства сустава можно по его строению и форме суставных поверхностей. На хороших влажных препаратах суставов со связками можно проверить подвижность в том или ином суставе. На этих же препаратах изучают и связки. Основной связкой, общей для всех суставов, служит суставная капсула. Лучшее всего суставная капсула

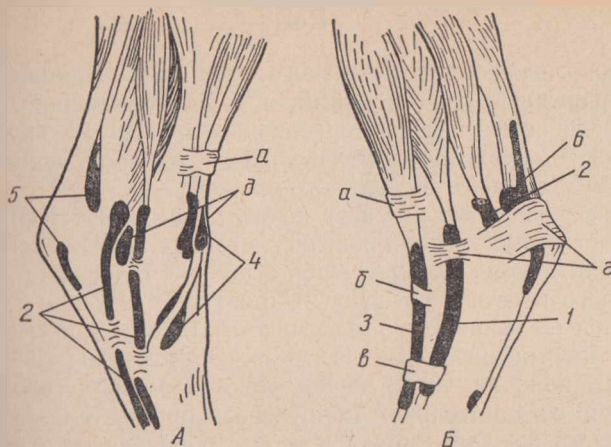


Рис. 50. Синовиальные влагалища сухожилий мышц тазовой конечности лошади:

А — медиальная и Б — латеральная поверхности; 1 — бокового разгибателя пальца; 2 — глубокого сгибателя пальца; 3 — длинного разгибателя пальца. Подсухожильные бursы: 4 — переднего большеберцового и малоберцового третьего мускула; 5 — поверхностного сгибателя пальца; 6 — глубокого сгибателя пальца. Поперечные связки: а — большеберцовая; б — заплюсовая; в — плюсовая; г — утолщение фасции; д — капсула сустава.

Общие связки организма. Наглядные пособия: препараты связок, скелеты.

На специально изготовленном препарате находят общие связки организма. Наиболее хорошо развита и отчетливо выражена выйная или затылочно-остистая связка. Ее внимательно осматривают и прощупывают канатиковую ее часть, затем пластинчатую часть, имеющую вид сухожильной пластинки, и продольную дорсальную связку, идущую вдоль позвоночного столба, а также надостистую связку.

Топография суставов и мускулов. На заключительном занятии по изучению суставов, связок и мускулов определяют топографию их на живых животных (лошади, коровы и др.). Прощупывают суставы на передних конечностях, затем на задних. При изучении суставов задней конечности приподнимают переднюю ногу животного, применяют закрутки и т. д.). Определяют строение суставов, проверяют их подвижность. При изучении связочного аппарата находят и прощупывают канатиковую часть выйной связки. Исследуют боковые связки в запястном суставе. Изучают топографию поверхностных мускулов туловища, головы и конечностей. Прощупывают глубокие мышечные, расположенные под кожей мускулы и их сухожилия (ахиллово сухожилие, сухожилия мускулов, действующих на суставы пальцев, и др.). При изучении мускульно-связочного аппарата на живых объектах вначале пользуются муляжами и табличками, а также схематическими зарисовками в своих альбомах.

СИСТЕМА ОРГАНОВ КОЖНОГО ПОКРОВА

В системе органов кожного покрова, кроме кожи, относятся ее производные: волосы, потовые и сальные железы, молочные железы, когти, копыта, когти, мякиши, рога и некоторые другие образ-

Кожа

Кожа, покрывая все тело животного, защищает организм от вредных воздействий внешней среды, участвует в регулировании температуры тела и в обмене веществ между организмом и средой. Кожа состоит из трех пластов — эпидермиса, производного эктодермы, дермы, развивающейся из мезодермы, и подкожного слоя.

Эпидермис — наружный пласт кожи, образован четырьмя слоями различных по форме эпителиальных клеток (рис. 51).

Дерма, или основа кожи, — второй основной пласт кожи, состоящий из сосочкового и сетчатого слоев. Сосочковый слой дермы располагается на границе с эпидермисом и прочно с ним соединяется выростами, имеющими форму сосочков. В этом слое клейдающие и эластические волокна тесно переплетаются между собой, образуя пласт плотной соединительной ткани. В нем проходят кровеносные сосуды, питающие все части кожи, и нервы, образующие разнообразно чувствительные, секреторные и двигательные нервные окончания. Последние связаны с гладкими мышечными волокнами. В коже, покрытой волосами, эпидермис значительно тоньше чем на участках, лишенных волос. Сосочковый слой, питающий эпидермис, развит значительно слабее. Сетчатый слой состоит из плотной неоформленной соединительной ткани. В ней мало клеток, они представлены главным образом фиброцитами. Между ними в разных направлениях проходят толстые пучки клейдающих волокон, переплетающихся с эластическими волокнами. В сетчатом слое находятся корни волос, сальные и потовые железы. Шкура животного, снятая с туши, состоит из эпидермиса и дермы. Она соединяется с нижележащими костями и мускулами подкожным слоем — *subcutis*. Этот слой состоит из рыхлой соединительной ткани и на туше имеет вид прозрачных, тонких пластинок. Подкожный слой эластичный, что способствует подвижности кожи.

Волосы

Различают кроющие, осязательные и защитные волосы. Кроющие волосы защищают тело животного от охлаждения. Осязательных волос, расположенных на губах, сильно развиты чувствительные нервные окончания, воспринимающие прикосновение различных предметов. Защитным волосам относятся ресницы верхнего и нижнего века, длинные волосы челки, гривы, хвоста у лошади. Часть волоса, выступающая из кожи, называется *стерженьем* волоса, а часть его, находящаяся в коже, — *корнем* волоса. Корень волоса заканчивается утолщением — *волосной луковицей*. Вследствие деления эпителиальных клеток волосистой луковицы волос растет. Питание клеток волосистой луковицы осуществляется через кровеносные сосуды, находящиеся в сосочке волоса. Стержень волоса в зависимости от типа его строения состоит из двух или трех слоев. Остистый волос, или *ость*, широко распространенный у грубошерстных овец, состоит из мозгового

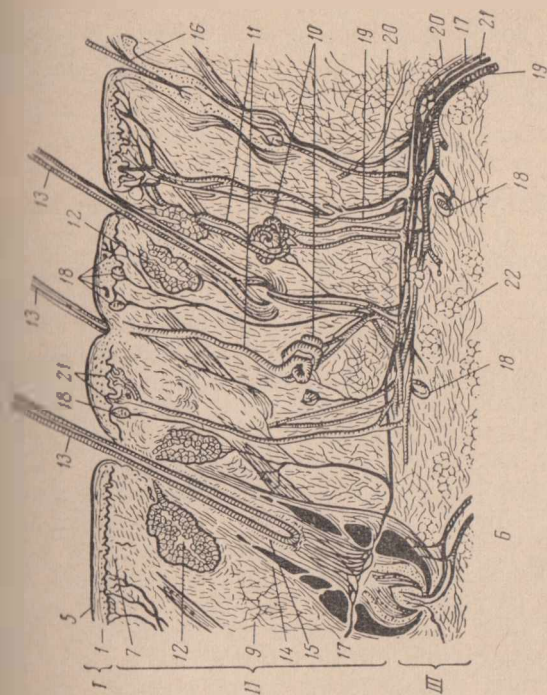
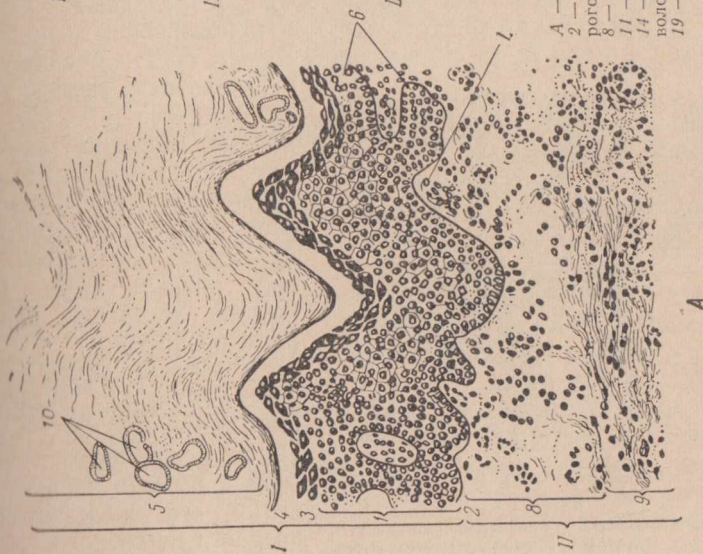


Рис. 51. Разрез кожи.

А — без волос; Б — с волосами. I — эпидермис; 1 — ростковый слой; 2 — его базальные клетки; 3 — зернистый слой; 4 — блестящий слой; 5 — роговой слой; 6 — гребешки эпидермиса; II — дерма; 7 — сосочки дермы; 8 — сосочковый слой дермы; 9 — сгустный слой дермы; 10 — потовые железы; 11 — их выводные протоки; 12 — сальные железы; 13 — стержень волоса; 14 — волосяная сумка; 15 — волосные влагалища; 16 — сменяющийся волос; III — подкожный слой; 17 — нервы; 18 — кожные рецепторы; 19 — артерии; 20 — вены; 21 — лимфатические сосуды; 22 — жировая ткань.



вещества, падающего в его центре, коркового вещества и кутикулы. Клетки коркового вещества содержат пигмент, придающий волосу ту или иную окраску (масть животного). Кутикула покрывает волос снаружи в виде слоя плоских ороговевших клеток. Шерстный волос, или пух, тонкорунных овец состоит только из коркового слоя и кутикулы.

Кожные железы

Различают три вида кожных желез: сальные, потовые и молочные.

Сальные железы — *gl. sebaceae* — выделяют секрет — кожное сало, которое, смазывая волос и поверхность кожи, предохраняет их от высыхания и от воды. У овец этот секрет, смешанный с потом, носит специальное название — жирпот. Сальные железы имеют вид пузырьков, или альвеол. Секрет выделяется ими в волосяные мешки, а иногда непосредственно на поверхность кожи. Кожа сосков коровы, носового зеркала овцы не смазывается кожным салом, так как в этих местах сальных желез нет. В отдельных участках тела животных сальные железы сильно развиты, например в межкопытном мешочке и в паховом кармашке овцы, у основания рога козы, в кончиковой железе у птиц.

Потовые железы — *glandulae sudoriferae* — располагаются в коже глубже, чем сальные железы. Потовые железы относятся к простым трубчатым железам. Концевые отделы их образуют клубочки, в волосистой коже они сильно расширены. Выводные протоки потовых желез открываются в волосяные влагалища или на поверхность кожи. Их отверстия на коже называются **потовыми порами**. Потовые железы в коже животных разных видов распределяются неравномерно. У крупного рогатого скота имеются на носогубном зеркале железы, сходные с потовыми, но выделяющие секрет, богатый белком.

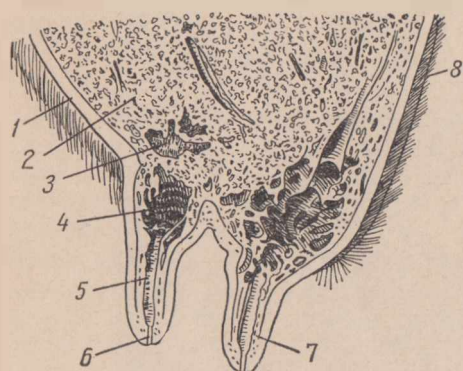


Рис. 52. Строение молочной железы коровы:

1 — кожа вымени; 2 — ларехима (долька вымени); 3 — молочный проток; 4 — молочная цистерна (железистый отдел) и 5 — сосковый отдел; 6 — сосковый канал; 7 — пещеристое тело соска; 8 — молочное зеркало.

Молочные железы — *glandulae lactiferae* (рис. 52). Все животные, имеющие молочные железы, объединены в класс млекопитающих. Они выкармливают своих детенышей секретом молочных желез — молоком. У животных разных видов молочные железы достигают разной степени развития.

У **вымени коровы** различают основание, прилегающее к брюшной стенке, тело и четыре, реже шесть сосков. Форма вымени зависит от развития его железистой части, возраста животного. Различают следующие формы нормального вымени: квадратное, чашевид-

плоское и козье (неравномерно развитое). Длина сосков колеблется от 2 до 14 см; задние соски обычно длиннее передних. Соски бывают жесткие, нормальные и мягкие. По форме различают цилиндрические и конические соски. В коже сосков нет волос, сальных и потовых желез. На верхушке соска кожа переходит в слизистую оболочку соскового канала, длина которого от 5 до 10 мм. Остальная часть вымени покрыта нежной, собирающейся в складки, кожей с тонкими редкими волосками; на каудальной поверхности вымени она называется молочным зеркалом. В вымени различают паренхиму и соединительнотканый остов. Поверхностная фасция вымени расположена непосредственно под кожей и переходит на молочную железу в тонкую стенку. Глубокая фасция, находясь под поверхностной фасцией, покрывает всю железу снаружи. В паренхиму органа отходят отростки, между которыми заключены четверти вымени, дольки и молочные альвеолы. Подвешивающая связка является продолжением желтой брюшной фасции и состоит из двух частей: эластической соединительной ткани. Она делит вымя на правую и левую половины, затем переходит на боковые их поверхности, соединяясь с глубокой фасцией. Паренхима здорового вымени при его прощупывании упругая, дольчатой структуры. Она альвеолярно-трубчатого строения, напоминает виноградную кисть или дерево, у которого почки соответствуют молочным альвеолам и трубкам, ветви — протокам, а основной ствол — молочной цистерне. Снаружи молочных альвеол находятся звездчатой формы клетки миоэпителия. Сокращаясь, они сжимают молочные альвеолы и удаляют из них молоко. Из альвеол молоко вытесняется в выводящие протоки. Сливаясь, они формируют молочные каналы, видимые простым глазом. Из молочных каналов молоко поступает в более широкие протоки, которые выше основания соска открываются в обширную полость — молочную цистерну. На уровне основания соска молочная цистерна делится складкой слизистой оболочки на верхний, железистый, отдел и нижний, сосковый. Оба отдела являются резервуаром для молока. Из соскового отдела молочной цистерны молоко при доении выделяется наружу через сосковый канал. В соске коровы только один сосковый канал. Специальный сфинктер в виде мускульного кольца зажимает этот канал. Через сосковый канал может проникать внутрь соска большое количество микробов, вызывающих заболевание вымени. Поэтому чистота вымени и сосков — необходимое условие получения доброкачественного молока и предупреждения заболевания животного.

Особенности вымени животных других видов. Вымя овцы и козы по строению. Оно состоит из двух половинок; в каждой половине по одному соску с молочной цистерной и одним сосковым каналом. В вымени кобылы также две половинки. Каждая половинка имеет один сосок. На верхушке соска два, реже три сосковых канала, ведущих в самостоятельные молочные цистерны. Молочные железы свиньи и собаки располагаются по нижней части брюшной и грудной стенок. У свиньи число молочных желез и сосков колеблется от пяти до восьми

пар, очень редко десять пар. На верхушке соска 2—3 сосковых канала. Довольно часто встречаются так называемые кратерные соски, у которых на верхушке вдавление, напоминающее кратер. Это соски порочные, в них задерживается молоко, что приводит к воспалению молочной железы.

У собак 4—5 пар молочных желез. Каждый сосок имеет несколько каналов.

Копыто

Копыто — *ungula* — представляет собой видоизмененную кожу на конце конечности лошади, осла и других однокопытных животных. У крупного рогатого скота и свиньи аналогичные образования называются *к о п ы т ц а м и* (рис. 53).

В копыте лошади различают две основные части — *роговой башмак*, соответствующий эпидермису кожи, и *основу кожи копыта*, или дерму. Подкожный слой находится только в области каймы и венчика. Такие органы, как венечная, копытная и челночная кости с их связками и сухожилиями, относящиеся к органам движения, в состав копыта не входят, но они тесно связаны с его тканями, что следует учитывать при заболевании этого органа.

Основа кожи копыта состоит из сосочкового, сосудистого, периферического слоев и делится на следующие части: кайму, венчик, стенку и подошву. Все эти части обильно снабжаются кровью и отличаются большой чувствительностью, поскольку здесь много разнообразных рецепторов. Поэтому при ковке лошади нельзя допускать попадания гвоздей в основу кожи.

Копытная кайма представляет собой узкую полоску кожи, лишенную волос, которая тянется вдоль венчика копыта; от каймы, содержащей ростковый слой эпидермиса, растет вниз поверхностный слой стенки рогового башмака — *г л а з у р ь*. Под влиянием мочи она разрушается, поэтому копыта взрослых животных обычно лишены глазури.

Основа кожи венчика имеет вид широкого валика с тонкими сосочками. От росткового слоя эпидермиса венчика растет вниз основной слой стенки рогового башмака, называемый *т р у б ч а т ы м р о г о м*.

Основа кожи стенки снаружи имеет листочки, а задняя ее часть, называемая *з а в о р о т н о й ч а с т ь ю с т е н к и*, — сосочки. За счет росткового слоя эпидермиса стенки образуется *л и с т о ч к о в ы й р о г о в ы й с л о й*, который прочно соединяется с листочками кожи стенки. Основа кожи стенки, срастаясь с надкостницей копытной кости, надежно соединяет роговой башмак с третьей фалангой пальца.

Основа кожи подошвы, как и заворотная часть стенки, имеет сосочки. Она прочно срастается с надкостницей копытной кости.

Роговой башмак в виде капсулы покрывает снаружи основу кожи копыта. При отделении он снимается как единое образование. В нем различают три части, тесно соединенные между собой: роговую стенку, роговую подошву и роговую стрелку. Роговая стенка представляет собой комплекс производных слоев эпидермиса копытной

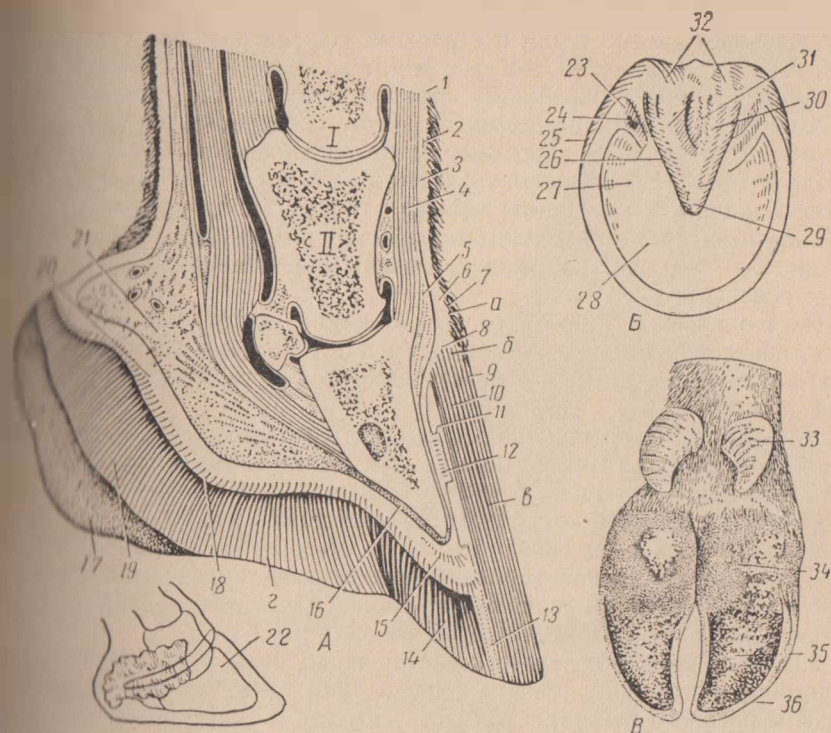


Рис. 53. Строение пальцев:

А — лошади сбоку; Б — с подошвенной стороны; В — коровы; а — копытная кайма; 1 — копытный венчик; 2 — копытная стенка; 3 — копытная подошва; 4 — эпидермис; 5 — подкожный слой; 6 — основа кожи копытной каймы и копытного венчика; 7 — эпидермис копытной каймы (отсюда начинается опускаться роговой слой — глазурь); 8 — эпидермис копытной каймы; 9 — глазурь копытной стенки; 10 — трубчатый рог; 11 — листочковый рог копытной стенки; 12 — листочковый слой основы кожи копытной стенки; 13 — белая линия; 14 — роговой слой копытной подошвы; 15 — основа кожи копытной подошвы; 16 — надкостница копытной подошвы; 17 — основа кожи и 18 — основа кожи стрелки пальцевого мякиша; 19 — роговой слой копытной подошвы; 20 — основа кожи и 21 — подкожный слой подушки пальцевого мякиша; 22 — копыто с мякисным хрящом (заштриховано); 23 — угол копытной стенки; 24 — копытная подошва; 25 — задние части копытной стенки; 26 — боковые борозды; 27 — весты и 28 — теменные борозды; 29 — перхушка стрелки; 30 — ножка стрелки; 31 — межпальцевый желобок; 32 — подушка мякиша; 33 — нисание (2 и 5) пальцы; 34 — пальцевый мякиш; 35 — копытная подошва; 36 — копытцевая стенка. / — путовая и II — венечная кости.

Стенка, венчика и подошвы. Он образует переднюю, или зацепную, и заднюю, или подошвенную, стороны копыта. Верхний край роговой стенки называется копытным венчиком, а нижний — подошвенным. Так как поверхностный слой роговой стенки растет сверху вниз за счет каймы, а слой трубчатого рога — за счет венчика, то заболевание или повреждение венчика и каймы приводит к деформации рогового башмака. Стенка копыта растет со скоростью 8 мм в месяц. В роговой стенке различают три слоя: 1) глазурь (поверхностный); 2) роговой, состоящий из роговых пластинок, и 3) листочковый, образованный светлым рогом. Роговой слой наиболее прочный и называется еще защитным. Роговая

подошва имеет вид вогнутой роговой пластинки, лежит между подошвенным краем стенки и стрелкой. На ней различают переднюю часть — тело и две ветви. Роговое вещество подошвы более мягкое, чем в стенке копыта, и образуется производящим слоем, расположенным на сосочках основы кожи подошвы. Место соединения роговой стенки и роговой подошвы хорошо заметно на расчищенном копытце в виде светлого ободка, называемого белой линией копыта. При ковке лошади в белую линию забивают гвозди. Нельзя допускать, чтобы ковочные гвозди проходили в подошву с внутренней стороны белой линии. Это вызывает повреждение очень чувствительной части копыта — основы кожи.

Роговая стрелка в виде клина состоит из эластичного рога, образованного ростковым слоем пальцевого мякиша. Поэтому стрелка относится к пальцевому мякишу, который описывается ниже.

Копыто не только защищает конечность от повреждений и смягчает толчки, но способствует ее нормальной работе. Механизм работы копыта сложный. При опоре о почву стрелка копыта раздвигается и расширяет заднюю часть копыта. Когда конечность поднимается, то раздвинутая часть копыта снова сжимается. Расширение и сжатие копыта при движении улучшает кровообращение всей конечности. Поэтому необходимо учитывать подвижность задней части стенки копыта, и при ковке в нее нельзя забивать ковочные гвозди.

Копытца крупного рогатого скота, овцы, козы и свиньи по форме напоминают половину копыта лошади. Они также состоят из основы кожи и рогового башмака копытца. Но есть и особенности строения. Стрелки в таком виде, как у лошади, в копытце крупного рогатого скота и других парнокопытных животных нет. Ее подошва слабее развита, чем в копыте лошади, что важно учитывать при обрезке копыт у крупного рогатого скота, а особенно у овец и свиней.

Мякиши

У стопоходящих животных различают запястный (заплюсневый), пястный (плюсневый) и пальцевые мякиши, хорошо заметные на лапах собаки.

У крупного рогатого скота сохранились только пальцевые мякиши на третьем и четвертом пальцах. Лошадь, опирающаяся на один, по счету третий палец, соответственно имеет и один пальцевый мякиш. Запястный и заплюсневый мякиш у лошади, по-видимому, преобразовались в каштаны, а подошвенный мякиш — в ципору.

Каштаны овальной формы, серого цвета, расположены на медиальной поверхности грудной конечности, выше запястного сустава, а на тазовой конечности — ниже заплюсневого сустава лошади. Ципоры представляют собой незначительные роговые выступы на волярной и плантарной поверхности путового сустава лошади. Пальцевые мякиши лошади выполняют буферную функцию. Они смягчают удары конечности о землю. Пальцевый мякиш имеет форму клина, острый

от которого направлен вперед и называется стрелкой. Задняя часть мякнша образована подушкой. С боков ее охватывают парные ветви мякнша, прикрепленные к ветвям копытной кости. Проксимально они достигают половины высоты конечной кости, дорсально — половины общего разгибательного пальца. На роговой стрелке различают среднюю борозду, расположенную между двумя ветвями стрелки. Ветви стрелки отделены от роговой подошвы выемками бороздами.

Рога жвачных

Рог состоит из основы кожи рога и рогового чехла. Основу кожи рога образуют кровеносными сосудами и покрыта сосочками. Ростковый слой эпидермиса здесь образует ороговевающие трубки, из которых и состоит роговой чехол (рис. 54).

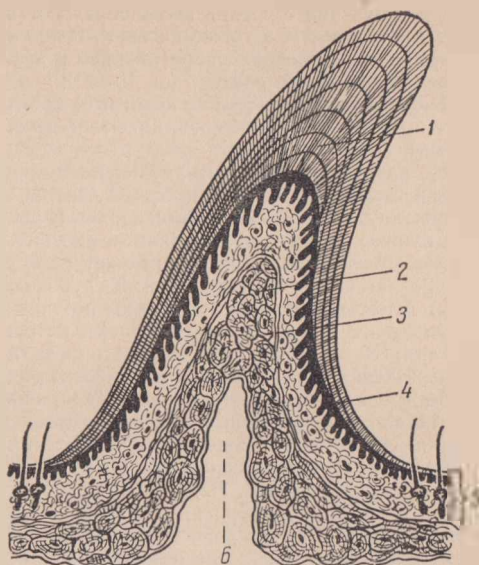


Рис. 54. Схема строения рога коровы:

1 — роговой футляр; 2 — роговой отросток лобной кости; 3 — надкостница; 4 — основа кожи рога с сосочками; 5 — кожа с волосами; 6 — пазуха лобной кости.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Строение кожи

Наглядные пособия и инструменты: влажные и сухие препараты кожи, лоскуты обработанной кожи, линейка, штангенциркуль, скальпели, пинцеты, ножницы.

Изучая строение кожи, отмечают ее толщину, эластичность, прочность, цвет. Толщину кожи можно измерить линейкой или штангенциркулем. Для измерения толщины кожи используют козье шкурное сырье или лоскуты обработанной кожи. Обращают внимание на то, что толщина кожи в разных частях тела различная. Самая толстая кожа в области спины и крупа, самая тонкая — на брюшной стенке. Кожа домашних животных разных видов также неодинаковой толщины. Самая толстая кожа у крупных животных скота, затем у лошадей, свиней, собак. Обращают внимание и на толщину отдельных слоев кожи. Самый толстый слой — дерма. Эпидермис покрывает наружную поверхность кожи тонким слоем. Подожный слой представлен отдельными перепонками на внутренней поверхности дермы. Для лучшей видимости слоев кожи при препарате рассекают острым секционным ножом в поперечном направлении. Эластичность и прочность кожи определяют растягиванием ее. Берут лоскут свежего препарата кожи небольшой ширины. Один конец его крепко фиксируют, а за другой потягивают. Отмечают, что кожа несколько растягивается, но не рвется. При прекращении натяжения длина кожи уменьшается до первоначальной.

Наглядный покров. **Наглядные пособия и инструменты:** кожа с волосами, волосы, чувствительные волосы, линейка.

При изучении строения волос обращают внимание на их толщину, длину, упругость, эластичность, а также на цвет. Толщину и длину волос измеряют. Прочность и эластичность проверяют перегибанием и растягиванием волос. При неспешном растягивании волосы не рвутся.

Гистологическое строение кожи и ее производных. *Наглядные пособия и инструменты:* срезы из кожи, волоса, копыта и вымени; биологический микроскоп, таблица и схемы.

На препарате под малым увеличением хорошо видны три слоя кожи: эпидермис, дерма и подкожный слой. Эпидермис вдается гребешками своего росткового слоя во все промежутки между сосочками дермы. В ростковом слое видны клетки призматические, кубические, а самые верхние — плоские. Слой ороговевших клеток эпидермиса на коже довольно толстый. В дерме нетрудно различить соединительнотканые пучки, на, переплетающиеся между собой. В глубоких слоях дермы (на границе с подкожным слоем) заложены секреторные отделы потовых желез, имеющие на срезе вид полых трубок различной формы, просвет которых ограничен одним слоем кубических клеток эпителия. В верхних слоях дермы иногда находят срезы выводных протоков потовых желез; стенка их состоит из 2—3 рядов низких кубических эпителиальных клеток. В эпидермисе протоки извилистые, их здесь не всегда можно увидеть. В дерме разветвляются кровеносные сосуды и нервы. Подкожный слой построен из рыхлой соединительной ткани, содержащей скопления жировых клеток.

Волосы (срез кожи с волосами). На этом препарате эпидермис значительно толще, а дерма хорошо развита. Передвигая препарат, надо найти волос, разрезанный продольно, и изучить его строение. В таком волосе под малым увеличением рассматривают стержень и корень волоса. Стержень — ороговевшее пигментированное образование, выступающее над поверхностью кожи. Корень погружен в толщу дермы и заканчивается утолщенной волосистой луковицей. В раздвоенной волосистой луковице входит соединительнотканый волосистый сосочек. Возле корня видны сальные железы в виде мешочков. Местами на препарате заметны их короткие выводные протоки, выстланные многослойным эпителием. Открываются протоки в щель между корнем волоса и наружным корневым влагалищем.

Строение вымени коровы. *Наглядные пособия и инструменты:* влажные препараты вымени, секционные ножи.

Строение вымени коровы лучше всего изучать на свежих препаратах. Сначала осматривают и определяют форму и величину вымени. Обращают внимание на толщину кожи вымени и волосистой покров. Прощупыванием устанавливают, что вымя тестоватой консистенции. После наружного осмотра острым секционным ножом разрезают верхушку соска, делают продольный разрез всего соска по ходу соскового канала соответствующей доли вымени. На разрезанной доле вымени хорошо видны соединительнотканые перегородки. В них разветвлены кровеносные сосуды и нервы. Паренхима вымени имеет вид нежной ткани розового цвета. Над основанием вымени позади задних долей, находят надвыменные лимфатические узлы. В таком же порядке изучают строение вымени животных других видов и отмечают особенности в строении.

Изучение кожи и ее производных на живых объектах. Занятия проводят в кабинете или в учебном хозяйстве. Для занятия выделяют спокойных животных.

Кожу осматривают и пальпируют (ощупывают). Обращают внимание на упругость и эластичность, влажность, цвет и запах кожи, на степень развития подкожного слоя в различных областях тела животного. Чтобы определить упругость кожи, ее собирают в складку. Складка упругой и эластичной кожи быстро расправляется. Наиболее эластичная кожа у молодых, хорошо упитанных животных. Влажность кожи ощущается прикладыванием к ней руки. Увлажняется кожа в результате постоянного секрета кожных желез (потовых и сальных). Чтобы определить цвет кожи, вымя раздвигают и рассматривают безволосые места. Запах кожи определяют органолептически. Он обусловлен образованием летучих веществ при разложении кератина сала и пота. Запах кожи специфичен для каждого вида домашних животных, интенсивность его зависит от ухода за кожей (чистки, обмывания, купания животных). Степень развития подкожного слоя легко определить, оттягивая кожу и собирая ее в складку. Необходимо также изучить топографию подкожных синовиальных сумок.

Молочные железы. Особое внимание обращают на изучение формы, величины и консистенции вымени коровы. Наблюдают разветвление кровеносных сосудов, которые

выражены под кожей. Отмечают число, форму и величину сосков. Чтобы убедиться в том, что молоко в вымени удерживается сфинктером соскового канала, вводят стерильный молочный катетер. При этом у дойных коров через катетер идет молоко. Рассматривают тонкие нежные волосы на вымени; на сосках их густопадающая вымя кобыл, обращают внимание на его форму. Определяют количество вымени свиней, собак.

Конечности лошади. Сначала осматривают копыта на всех конечностях лошади. Обращают внимание на постановку пальца на передних и задних конечностях. Находят копытную кайму, венчик и стенку. Приподняв одну переднюю конечность, осматривают копыто, стрелку, подушки. На свежерасчищенном копыте находят белую линию. Осматривают и пальпируют рудименты занятого и заплюсневого мякиша (калитаны). Прощупывают рудименты подошвенных мякишей (шпоры) в области запястья сустава, под волосами щетки.

Конечности жвачных. При рассмотрении копыта находят на нем копытную кайму, венчик, стенки, подошву.

Волосы жвачных. Определяют их строение.

Волосы и кожные покровы. Осматривают волосы всех видов: кроющие, подшерсток, длинные (на хвосте и гриве), чувствительные (на губах). У здоровых животных волосы выпадают. Изучают направление роста волос (поток волос).

СИСТЕМА ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Система органов пищеварения закладывается в ранний период эмбрионального развития зародыша. Вначале бластодермический пузырек подразделяется на гнуловишнюю складку и складку на две полости — меньшую, представляющую собой полость кишечника, и большую — полость желудка. Со временем полость кишечника превращается в замкнутую кишечную трубку, образованную энтодермой, из которой развивается цилиндрический железистый эпителий. Поверхность кишечника покрывают затем соединительная и мускульная ткани, производимые мезодермой. В дальнейшем со стороны ротовой и заднепроходной полости происходит впячивание эктодермы и соединение ее с кишечной трубой. Таким образом, формируется сквозная пищеварительная трубка, началом ее служит ротовое отверстие, а концом — заднепроходное, или анальное, отверстие. На всем протяжении пищеварительной трубки изнутри выстлана слизистой оболочкой.

Застенные пищеварительные железы (слюнные, печень, поджелудочная железа) не трубчатого, а паренхиматозного, компактного строения. Они развиваются путем выпячивания стенки пищеварительной трубки и с ней сообщаются.

К системе органов пищеварения относятся: ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкий отдел кишечника, застенные железы (печень, поджелудочная железа), толстый отдел кишечника.

Ротовая полость крупного рогатого скота

Ротовая полость — *cavum oris* — подразделяется на преддверие ротовой полости и собственно ротовую полость. Преддверием ротовой полости называется пространство между губами, деснами и зубами. Вся остальная часть от зубов до небной занавески относится к собственно ротовой полости. Слизистая оболочка ротовой полости образует: десны, твердое небо, мягкое

небо, покрывает язык, губы, щеки и продолжается в глотку. У крупного рогатого скота слизистая оболочка отличается сильным развитием рогового слоя, который образует на сосочках роговые чехлики. Их верхушки направлены в сторону глотки, что способствует удержанию корма в ротовой полости при жвачке.

Губы — *labia* — это кожно-мышечные складки, закрывающие вход в ротовую полость. Различают верхнюю и нижнюю губы. Место их соединения называется углом рта. В основе губ лежит круговая мышца губ, которая снаружи покрыта кожей, а внутри слизистой оболочкой. У крупного рогатого скота верхняя губа малоподвижная и имеет посредине губное зеркало, обычно влажное и холодное у здоровых животных.

Десны — *gingiva* — образования слизистой оболочки, расположенной у основания видимой части зубов. У жвачных на месте отсутствующих верхних резцов слизистая оболочка имеет особенно толстый роговой слой, образующий зубную пластинку.

Щеки — *bucca* — образуют боковые стенки ротовой полости. Их外面 находится щечная мышца, покрытая снаружи фасцией и кожей, а внутри слизистой оболочкой. Она на уровне 3—4-го верхних коренных зубов имеет сосочек протока околоушной слюнной железы.

Твердое небо — *palatum durum* — представляет собой слизистую оболочку, выстилающую свод ротовой полости. На нем находятся поперечные валики с роговыми сосочками, направленными в сторону глотки.

Мягкое небо, или небная занавеска, — *palatum molle* — служит продолжением твердого неба; она свободно свешивается в виде перепонки и отделяет ротовую полость от глотки. При глотании под влиянием пищевого кома мягкое небо приподнимается, пропуская пищу в глотку.

Язык — *lingua* — мускульный подвижный орган (рис. 55). Он захватывается корм и перемещается во рту при пережевывании. На языке различают свободный кончик, или верхушку, среднюю часть — тело и абсорбентную часть — корень. Корнем язык прикрепляется к телу подъязычной кости и мягкому небу. Верхняя поверхность языка (спинка) у крупного рогатого скота с утолщением — подушкой языка. Наружная слизистая оболочка языка имеет несколько видов сосочков. Из них наиболее видные сосочки играют механическую роль, удерживают корм при пережевывании. Грибовидные и валиковидные сосочки являются вкусовыми. В передних частях тела, при переходе в слизистую оболочку дна ротовой полости, слизистая оболочка языка образует складку — уздечку языка. Листовидных сосочков нет.

Зубы — *dentes* — служат для захвата и измельчения корма. Состояния зубов во многом зависит здоровье и продуктивность животного. Различают резцы, клыки и коренные зубы. Последние делятся на предкоренные — премоляры и коренные — моляры (рис. 56). Они бывают молочные и постоянные. Все зубы развиваются из слизистой оболочки ротовой полости и являются ее производными. Зубы, которые появляются после рождения, а некоторые из них до рождения,

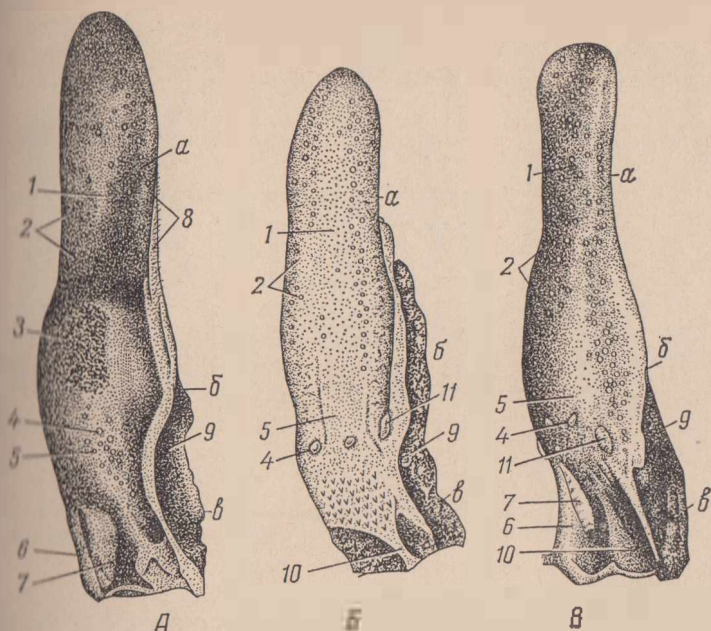


Рис. 55. Языки: А — коровы; Б — свиньи; В — лошади;

а — верхушка, б — тело, в — корень языка; 1 — лентевидные сосочки; 2 — треугольные сосочки; 3 — подушка языка; 4 — валликовидные сосочки; 5 — тело языка; 6 — небноязычная дужка; 7 — небная миндалины; 8 — сильно развитые сосочки; 9 — боковая поверхность; 10 — язычнонадгортанная складка; 11 — листовидные сосочки.

меняются молочными. С возрастом молочные зубы выпадают и сменяются постоянными. У трех последних коренных зубов на нижней челюсти нет молочных предшественников. Молочные зубы меньше постоянных.

В зубе различают коронку, выступающую над десной, шейку коронки, находящийся в зубной лунке.

В зависимости от развития и особенностей строения зубы подразделяются на короткокоронковые и длиннокоронковые.

К **короткокоронковым** относятся резцы жвачных, зубы свиньи и собаки. Коронка у таких зубов короткая, а корень длинный. Внутри коронки находится **зубная полость**, заполненная зубной мякотью, — **пульпа зуба**. В ней проходят кровеносные сосуды и нервы. Основное вещество, из которого состоит зуб, называется **дентином**. В области коронки дентин покрыт слоем **эмали** — самого твердого вещества организма, а в области корня — **цементом**. По строению цемент сходен с костной тканью (рис. 57).

Длиннокоронковые зубы отличаются длинной коронкой, коротким корнем и сложным строением. По такому типу построены коренные зубы жвачных и все зубы лошади. Длиннокоронковые зубы по мере жизни выдвигаются из зубной луночки, пока не выпадут. Коронка

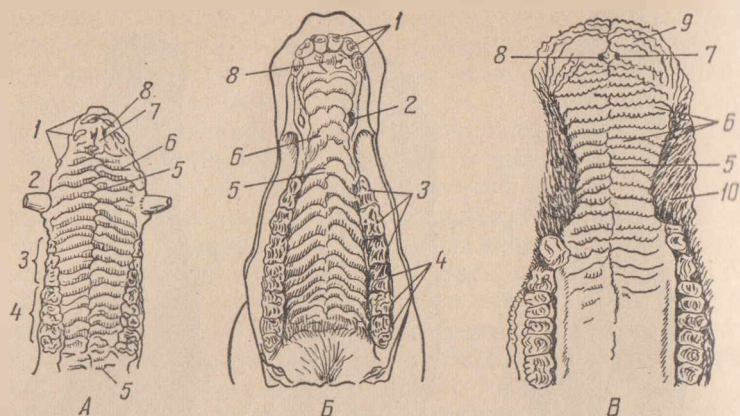


Рис. 56. Зубы верхней челюсти и твердое небо:

А — свиньи; Б — лошади; В — коровы; 1 — резцовые зубы; 2 — клыки; 3 — премоляр; 4 — моляр; 5 — небный шов; 6 — небные валики; 7 — отверстие носослезного канала; 8 — резцовый сосочек; 9 — зубная пластинка; 10 — щечные сосочки.

зуба у молодого животного состоит из 2—5 ко н у с о в, между которыми находятся з у б ы е ч а п к и. После стирания верхушек ко н у с о в жевательная поверхность зуба приобретает складчатость, в основании чего зубы этого типа относятся к с к л а д ч а т ы м з у б а м. Складки коренных зубов жвачных напоминают серию луны, поэтому называются л у н ч а т ы м и з у б а м и. У них широкая жевательная поверхность, и они хорошо дробят корм. Длинные коронковые зубы характерного строения: их коронка снаружи покрыта цементом, под которым лежит эмаль, а затем дентин.

У крупного рогатого скота 32 зуба. Р е з ц ы есть только на нижней челюсти. Их четыре пары: зацепы (центральные), средние внутренние, средние наружные и окрайки. Корни резцов не полностью погружаются в лунки челюстей, поэтому наблюдается незначительная подвижность резцов. Клыков нет. Коренные зубы тачатые. Премоляры имеют молочных предшественников, моляры не сменяются. У премоляров на жевательной поверхности по две луны, у моляров по четыре. С обеих сторон каждой челюсти по три премоляра и по три моляра, всего 24 коренных зуба. По прорезыванию и смене зубов можно определить возраст животного. У новорожденного теленка уже есть молочные зацепы и средние внутренние резцы. В первые недели после рождения прорезываются средние наружные резцы и окрайки. Молочные зацепы сменяются на постоянные примерно в 2 года, средние внутренние резцы — в 2 года 9 месяцев, средние наружные резцы — в 3 года 4 месяца, окрайки — в 4 года 9 месяцев.

Слюнные железы — *glandula salyvales* — выделяют секрет — слюну. По составу секрета слюнные железы делятся на слизистые, белковые, или серозные, и смешанные.

Кроме мелких слюнных желез, расположенных в слизистой оболочке губ, неба, щек, три пары крупных слюнных желез: околоушная, подчелюстная и подъязычная. Они расположены вне слизистой оболочки, поэтому относятся к застенным слюнным железам.

Околоушная слюнная железа — *glandula parotis* — красно-бурого цвета. Она находится под кожей в треугольнике между основанием наружной раковины, углом нижней челюсти и латеральным атлантом. Железа состоит из соединительнотканного остова и паренхимы. Основная часть — паренхима — построена из альвеол. Стенки альвеол образованы двумя типами клеток: железистыми и корзинчатыми. Железистые клетки выделяют серозный секрет; корзинчатые клетки, сжимаясь, сжимают альвеолы и вытесняют секрет из желез. Выводной проток околоушной слюнной железы проходит по медиальной поверхности нижней челюсти, выходит через сосудистую вырезку и выводит секрет в полость преддверия рта на уровне третьего или четвертого верхнего коренного зуба.

Подчелюстная слюнная железа — *glandula submaxillaris* — располагается с медиальной стороны нижней челюсти от ее сосудистой вырезки до первого шейного позвонка; она розоватого цвета. Паренхима состоит из альвеол и трубок, образованных двумя типами железистых клеток. Одни из них, как и в околоушной слюнной железе, выделяют серозный секрет, другие — слизистый. С помощью электронного микроскопа выяснена их структура. Клетки, выделяющие слизь, образуют внутреннюю часть железы. Клетки, образующие серозный секрет, находятся снаружи слизистых клеток и отличаются от них большой текучестью плазмолеммы. Слюна из этой железы смешанного состава, поступает в проток подчелюстной железы, открывающийся в подъязычной бородавке, впереди уздечки языка.

Подъязычная слюнная железа — *glandula sublingualis* — находится на дне ротовой полости, сбоку тела языка. Передняя ее часть состоит из длиннопротоковой, задняя — короткопротоковой. У человека более 30 протоков, выделяющих слюну по бокам тела языка. Паренхима состоит из альвеол и трубок с двумя видами железистых клеток. Клетки, выделяющие серозный секрет, находятся на концах альвеол. Основную часть секреторного отдела занимают железистые клетки, выделяющие слизь, или муцин.



Рис. 57. Строение короткокоронкового резцового зуба коровы:

1 — эмаль; 2 — дентин; 3 — зубной цемент; 4 — зубная полость с пульпой; 5 — зубная луночка; 6 — зубная связка; а — коронка, б — шейка и а — корень зуба.

Миндалины — tonsillae — представляют собой скопление лимфатической ткани в виде мелких лимфатических узелков. Поверхность небная из-за складок слизистой оболочки. Различают непарную небную миндалину, лежащую в основании мягкого неба, непарную язычную миндалину, лежащую у корня языка, непарную глоточную миндалину и несколько парных миндалин.

Особенности ротовой полости животных других видов. У свиней губы малоподвижные. Верхняя губа заканчивается хоботком. Слизистая оболочка ротовой полости выстлана многослойным плоским эпителием, гладкая. Мягкое небо короткое и заканчивается отростком, или язычком. Нитевидные сосочки языка тонкие и мягкие. У корня языка по одному валиковидному сосочку. У свиньи 44 зуба. Еще до рождения появляются часто острые молочные клыки. При сосании поросята могут повреждать этими зубами соски маток. У свиньи хрюка постоянные клыки массивные, применяются как средство защиты. Коренных зубов по семь с каждой стороны верхней и нижней челюстей. Коронки всех зубов снаружи покрыты эмалью.

У лошади слизистая оболочка ротовой полости гладкая, губы подвижные, участвуют в захватывании корма. Из-за того, что мягкое небо длинное и плотно прилегает к корню языка, лошадь не может дышать через рот. Язык длинный и мягкий. Подушки у языка нет. У жеребенка 40 зубов, у кобыл 36, но может быть и 40, из них 12 резцов, 4 клыка и 24 коренных зуба. Резцы клиновидные, подразделяются на зацепные, средние и окрайки. Околоушная слюнная железа простирается от первого шейного позвонка до ветви нижней челюсти. Ее проток проходит там же, где и у рогатого скота, и открывается в преддверие рта на уровне третьего коренного зуба. Подчелюстная железа расположена на вентральной поверхности нижней челюсти, между телом подъязычной кости и первым шейным позвонком. Проток открывается впереди уздечки языка в подъязычной бородавке. Подъязычная железа представлена только короткопротоковой частью.

У собак слизистая оболочка ротовой полости гладкая, часто нитевидная. Постоянных зубов 42: 12 резцов, 4 клыка и 26 коренных. Язык широкий, плоский, с желобом посредине. Нитевидные сосочки мягкие; грибовидные сосочки располагаются по всей спинной поверхности языка. Околоушная слюнная железа верхней частью охватывает основание ушной раковины. Ее проток в отличие от животных других видов находится на латеральной поверхности большого жевательного мускула и выделяет слюну в преддверие рта на уровне третьего коренного зуба. В подъязычной железе есть короткопротоковая и длиннопротоковая части.

Глотка крупного рогатого скота

Глотка — pharynx — по строению относится к трубчатым органам. Имеет форму воронки с вершиной, направленной вниз, а расширенную часть вверх — к основанию черепа. Находится аборально от носовой и ротовой полостей, соединяя их с началом пищевода и с гортанью.

В глотке семь отверстий. Через непарное отверстие — зев, который находится на границе ротовой полости и глотки, корм попадает в глотку, а затем проталкивается в пищеводное отверстие. Парные отверстия — хоаны — проводят воздух из носовой полости в глотку. У жвачных они узкие, разделены сошником, находятся в абдоральном конце носовой полости. Струя воздуха из глотки попадает в гортань. В гортани и в дыхательное горло. В боковые стенки глотки вблизи хоан открываются два отверстия слуховых труб, ведущих в полость среднего уха.

Слизистая оболочка верхней части глотки, где проходит воздух, выстлана мерцательным эпителием, а боковые ее стенки и дно — многослойным плоским эпителием.

Корм проглатывается произвольно вследствие сокращения мускулов глотки, состоящей из поперечнополосатых мускулов. Сжимают глотку три парных мускула: краниальный констриктор глотки, средний, или подъязычный, констриктор глотки и каудальный, или гортанный, констриктор глотки. Краниальный констриктор при глотании подтягивает глотку и пищевод вперед к ротовой полости. Остальные мускулы сжимают глотку и выталкивают пищевой ком в пищевод. В этом хоаны закрываются небной занавеской, а вход в гортань закрывается надгортанником.

У домашних животных других видов строение глотки в основном такое же, как и у крупного рогатого скота.

Пищевод

Пищевод — oesophagus — относится к типичным трубчатым органам. Через него в результате сокращения мускульной оболочки корм продвигается из глотки в желудок. Пищевод подразделяется на шейную, грудную и брюшную части. Шейная часть пищевода начинается от задней стенки глотки и тянется по дорсальной поверхности гортани и трахеи; под третьим или пятым шейными позвонками сгибается на левую поверхность трахеи, затем входит в грудную полость и вновь ложится на ее дорсальную поверхность. Образованная таким образом складка пищевода при вытягивании шеи расправляется и обеспечивает свободное движение. Грудная часть пищевода располагается на дорсальной поверхности трахеи, затем ниже диафрагмы проходит через диафрагму в брюшную полость. Брюшная часть пищевода очень короткая. Сейчас же за диафрагмой он расширяется и впадает в полость сложного желудка, на границе желудка и селени.

На всем протяжении пищевода его слизистая оболочка выстлана многослойным плоским эпителием. Мускульная оболочка довольно толстая и состоит из поперечнополосатой мускульной ткани. В шейной части пищевод покрыт адвентицией, в грудной и брюшной полостях — слизистой оболочкой.

У свиньи и лошади мускульная оболочка пищевода в конце грудной части состоит из гладкой мускулатуры.

Брюшная полость

Брюшная полость простирается от диафрагмы до тазовой полости. Границей между брюшной и тазовой полостями служит плоскость, проведенная через основание крестцовой кости, подвоздушно-лонный гребень и передний край лонных костей.

Деление брюшной полости на области. Чтобы более точно определить местонахождение органов в брюшной полости, ее условно делят на десять областей. Двумя сегментальными плоскостями брюшная

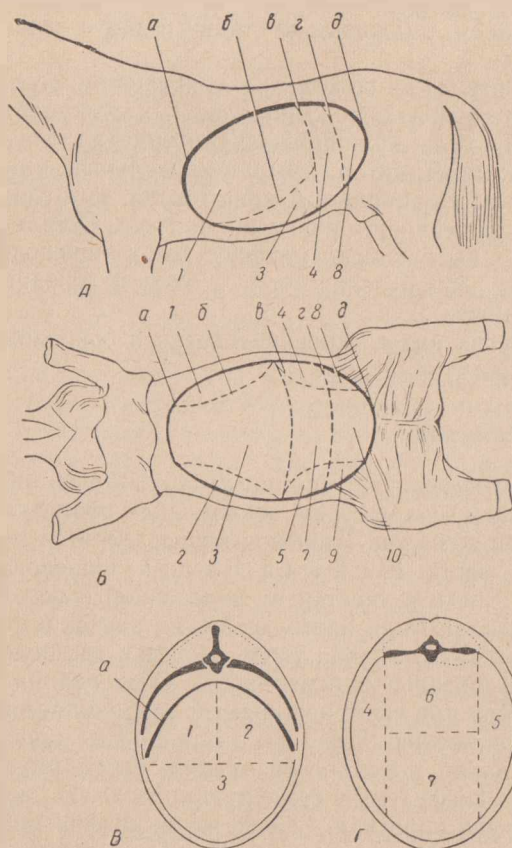


Рис. 58. Схема деления брюшной полости на области:

А — с боковой стороны; Б — с передней стороны; В — передний отдел брюшной полости; Г — средний отдел брюшной полости. 1—2 — левое и правое подреберье; 3 — область мечевидного хряща; 4 — левая и 5 — правая подреберная область; 6 — поясничная область; 7 — лопаточная область; 8 — левая и 9 — правая паховая область; 10 — лонная область; а — диафрагма; б — реберная дуга; в — сегментальная плоскость через последнюю пару ребер; г — сегментальная плоскость через маклоки; д — граница с тазовой полостью.

полость делят на три отдела; первую плоскость проводят вертикально через каудальный край последней пары ребер, вторую — через краниальный край маклоков. Таким образом выделяются три отдела брюшной полости: передний отдел, расположенный между диафрагмой и первой плоскостью; средний отдел, лежащий между первой и второй сегментальными плоскостями, и задний отдел — каудальнее второй сегментальной плоскости (рис. 58). В свою очередь передний отдел подразделяется на три области: левое подреберье, лежащее слева от диафрагмы и реберной дуги и соответственно справа от правого подреберья; область мечевидного хряща располагается между реберной дугой и вентральным краем брюшной стенки. Средний отдел делится на четыре области. Сначала проводят по концам поперечных отростков левую и правую сагиттальные плоскости, которые отделяют правую и левую подреберные области. Оставшийся средний

сток брюшного отдела четырехугольной формы делят на дорсальную часть — поясничную область и вентральную — пупочную область. Границей между этими областями служит поперечная плоскость, проведенная примерно на уровне плечевого сустава. В заднем отделе различают три области. Из них правая и левая паховые области треугольной формы являются продолжением подвздошной области соответствующей стороны. Между ними находится непарная лонная область, каудо-вентральный край которой соприкасается с лонной костью.

Серозные полости. Брюшная и грудная полости выстланы серозной оболочкой. У зародыша серозная оболочка и образованные ею полости развиваются из мезодермы. Вначале образуется парный целом и амниотический мешок, расположенный вдоль туловища. Стенка целома — висцеральный листок, прилегающая к внутренним органам, называется висцеральным листком, а выстилающая стенки туловища — париетальным листком. Из этих листков и образуется серозная оболочка, а полость целома, разделенная диафрагмой, превращается в парные плевральные полости и непарную брюшинную серозную полость.

Брюшина — peritoneum — образует замкнутый мешок. Одна часть выстилает брюшную стенку и называется париетальной, или париетальным листком брюшины, другая — переходит на органы и образует висцеральный листок брюшины, составляющий собственно серозную оболочку органа. Между париетальным и висцеральным листками брюшины находится незначительное пространство, называемое перитонеальной полостью. Та часть брюшины, которая переходит с париетального листка в висцеральный и подвешивает кишечник к позвоночнику, названа брыжейкой.

Серозная оболочка (висцеральный листок брюшины), переходя с одного органа на другой, связывает их между собой, поэтому называется в этом месте связкой. Серозная оболочка желудка, образуя двойную складку, простирающуюся на кишечник, формирует большой сальник. Другая часть серозной оболочки, переходящая с желудка на печень, получила название малого сальника.

Желудок

Желудок — ventriculus — у домашних животных в период развития образуется из расширения пищевода и кишечной трубки. Слизистая оболочка в начале желудка выстлана многослойным плоским эпителием, как и в пищеводе; слизистая оболочка остальной части выстлана призматическим железистым эпителием, свойственным кишечнику. Желудки относятся к пищеводно-кишечному типу.

У собак весь желудок выстлан только железистым эпителием и относится к простым однокамерным желудкам кишечного типа.

Желудок крупного рогатого скота и других жвачных — многокамерный, смешанного, пищеводно-кишечного типа (рис. 59). Первые

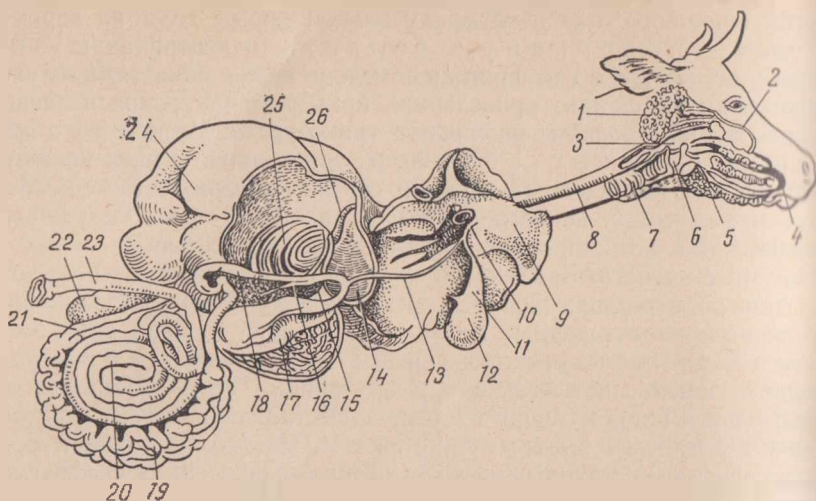


Рис. 59. Схема органов пищеварения рогатого скота:

1 — околоушная слюнная железа; 2 — ее проток; 3 — глотка; 4 — ротовая полость; 5 — подчелюстная слюнная железа; 6 — гортань; 7 — трахея; 8 — пищевод; 9 — печень; 10 — печеночный и 11 — пузырный желчный проток; 12 — желчный пузырь; 13 — общий желчный проток; 14 — сетка; 15 — поджелудочная железа; 16 — ее проток; 17 — сычуг; 18 — двенадцатиперстная; 19 — тощая; 20 — ободочная; 21 — подвздошная; 22 — слепая; 23 — прямая кишки; 24 — рубец; 25 — книжка; 26 — пищеводный желоб.

три камеры — рубец, сетка и книжка — выстланы плоским многослойным эпителием, не содержат пищеварительных желез; четвертая камера — сычуг — развился из кишечной трубки, его слизистая оболочка кишечного типа с сильно развитой системой желез. Желудок крупных жвачных очень объемистый, вмещает более 100 л.

Рубец — гипен — в виде большого мешка занимает почти всю левую половину брюшной полости от диафрагмы, в области шестого ребра реберного пространства, до тазовой полости. Незначительная его часть выпячивается в правую половину брюшной полости (табл. 1). Рубец разделяется на дорсальный и вентральный полумешки, границей между ними служит продольный желоб. В переднюю часть дорсального полумешка впадает пищевод, переходящий затем в пищеводный желоб. Место впадения пищевода расширено и называется преддверием рубца. Оно отделяется от сетки тяжом рубца и сетки, а от книжки полумешка глубокой складкой. П и щ е в о д н ы й ж е л о б находится на правой стенке преддверия рубца, состоит из двух складок слизистой оболочки, называемых губами, и дна желоба. Складки желоба, соединяясь между собой свободными концами, формируют канал, по которому протекает жидкая пища из пищевода в книжку. Пищевой комок из грубого корма не может пройти через пищеводный желоб и попадает в рубец через промежуток между складками пищеводного желоба.

Слизистая оболочка рубца выстлана многослойным плоским эпителием и густо усеяна ороговевшими сосочками. Мускульная оболочка

нительно тонкая. Ее сокращения вызывают сокращение рубца, принимаемое руминацией.

Сетка — *reticulum* — значительно меньше рубца и вмещает 5—8 л. Находится впереди него и прилегает к вентральной части диафрагмы в области мечевидного хряща. Слизистая оболочка сетки, выстланная многослойным эпителием, образует складки, напоминающие ячейки, за что этот орган и получил такое название.

Книжка — *omasum* — находится в правом подреберье, примерно в области 7—9-го межреберного промежутка, слева к ней прилегает легкое, справа — печень, книжка вмещает 7—10 л. Слизистая оболочка книжки образует различной величины складки, или листочки, с ороговевшими сосочками, отсюда и название органа — книжка.

Мышечная оболочка книжки заходит и в листочки. При ее сокращении листочки укорачиваются и перемещаются, что вызывает перетирание и отжимание пищевой массы, находящейся между ними. Книжке два отверстия: одно в пищеводный «желоб», другое — сычуг.

Сычуг — *abomasum* — является собственно желудком, под влиянием секрета желез коры в нем переваривается. Сычуг имеет форму изогнутой трубки, помещается в правом подреберье брюшной полости, прилегая к брюшной стенке правее мечевидного отростка. Этот орган имеет 8—10 л и является вторым по величине отделом желудка. Сычуге два отверстия: входное из книжки и выходное, называемое пилорическим. Пилорическое отверстие периодически открывается в момент расслабления имеющегося в его стенках кольцевого мускуло-сфинктера и пропускает пищевые массы в двенадцатиперстную кишку.

Внутренняя поверхность сычуга выстлана слизистой оболочкой цилиндрическим железистым эпителием и в зависимости от строения он делится на три зоны: кардиальную, фундальную (дно) и пилорическую. В кардиальной и пилорической зонах расположены трубчатые железы с однородными главными клетками, в фундальной зоне — железистыми и обкладочными клетками. Последние выделяют соляную кислоту.

Мышечная оболочка сычуга состоит из двух слоев: продольного и кольцевого.

Особенности желудков животных других видов. У свиньи желудок камерный, пищеводно-кишечного типа; имеет входное — кардинальное и выходное — пилорическое отверстия, малую и большую кривизны, привертнулу желудка.

Слизистая оболочка в области кардия выстлана многослойным эпителием молочного цвета. Остальная часть желудка бледно-розовая, выстлана цилиндрическим железистым эпителием. Железистая часть желудка так же, как сычуг у жвачных, из-за различного строения желез делится на кардиальную, фундальную и пилорическую. Мышечная оболочка состоит из продольного, кольцевого и косого слоев гладкой мускулыной ткани. Желудок свиньи располагается в брюшной полости, в левом подреберье (табл. II). При напол-

ниции кормом большая кривизна желудка касается брюшной стенки у мечевидного хряща.

У лошади желудок однокамерный, в виде удлиненного изогнутого мешка, пищеводно-кишечного типа; вмещает 6—15 л жидкости (табл. III). Имеет два отверстия (кардия и пилорус), малую кривизну, большую кривизну, слепой мешок. Слизистая оболочка слепого мешка молочного цвета, выстлана многослойным плоским эпителием, в котором нет пищеварительных желез. Остальная часть желудка бледно-розовая, богата пищеварительными железами, резко отличается от безжелезистой части. Железистая часть желудка лошади, так же как и свиньи, подразделяется на кардиальную, фундальную и пилорическую зоны. Мускульная оболочка желудка состоит из косого, продольного и кольцевого слоев. Внутренние пучки косого слоя охватывают мощной мускульной петлей кардиальное отверстие желудка, образуя кардиальный сфинктер, который есть только в желудке лошади. Кардиальный сфинктер препятствует обратному выходу пищи и газов из желудка (рвотным движениям). Почти весь желудок у лошади находится в левом подреберье. Его дно лежит на большой ободочной кишке, а левая поверхность слепого мешка — между тринадцатым и пятнадцатым ребрами.

У собаки желудок однокамерный, простой. Его слизистая оболочка на всем протяжении выстлана призматическим эпителием. Желудок находится большей своей частью в левом подреберье и большой кривизной лежит на нижней брюшной стенке.

Кишечник крупного рогатого скота

Кишечник подразделяется на два отдела: тонкий и толстый. У крупных жвачных длина всего кишечника в 20—25 раз больше, чем длина тела животного, и достигает 50 м. В тонком отделе происходит основное переваривание пищевой массы и всасывание питательных веществ. Стенка тонкого отдела кишечника построена по типу трубчатого органа, отличается сильным развитием пищеварительных желез и кишечных ворсинок, всасывающих питательные вещества. М у с к у л ь н а я о б о л о ч к а тонкого отдела кишечника состоит из поверхностного — продольного и глубокого — кольцевого слоев гладких мышечных волокон. Их сокращение вызывает последовательное расширение и сужение просвета кишечника, называемое перистальтической волной или перистальтикой. Пищевые массы вследствие перистальтики перемещаются по кишечнику. С е р о з н а я о б о л о ч к а, переходя с кишечника на позвоночник, образует брыжейку. Тонкий отдел кишечника подвешен в основном на передней брыжейке. К тонкому отделу кишечника относятся три кишки: двенадцатиперстная, тощая и подвздошная.

Двенадцатиперстная кишка — *intestinum duodenum* — является непосредственным продолжением пилорической части сычуга и достигает 1,2 м длины, 7 см диаметра. Она лежит в правом подреберье брюшной полости. Кишка начинается у вентральных концов 9—11-го ребра, на

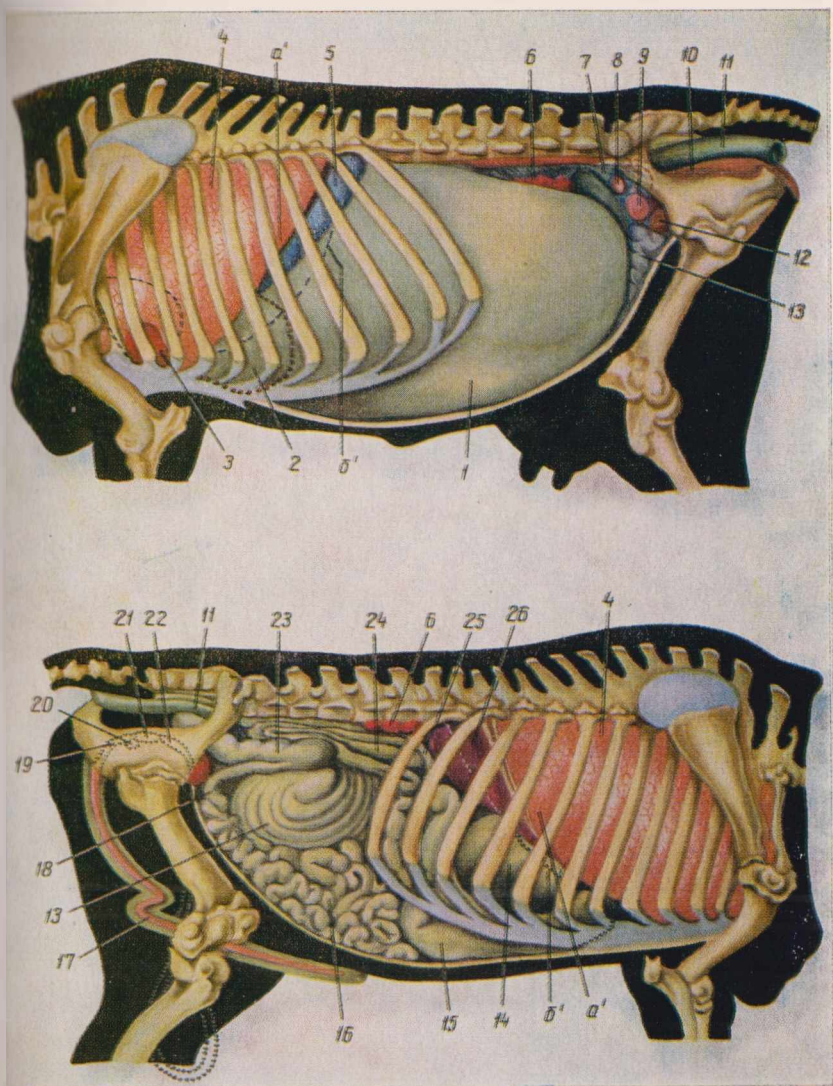


Таблица 1. Топография внутренних органов крупного рогатого скота:

1 — рубец; 2 — сетка; 3 — сердце; 4 — легкие; а' — край легкого при выдыхании и б' — при вдыхании; 5 — селезенка; 6 — почка; 7 — широкая маточная связка; 8 — яичник; 9 — матка; 10 — влагалище; 11 — прямая кишка; 12 — мочевой пузырь; 13 — ободочная кишка; 14 — книжка; 15 — сычуг; 16 — тощая кишка; 17 — половой член; 18 — подвздошная кишка; 19 — луковичная железа; 20 — простата; 21 — семенной пузырь; 22 — ампула семяпровода; 23 — слепая кишка; 24 — поджелудочная железа; 25 — двенадцатиперстная кишка; 26 — печень.

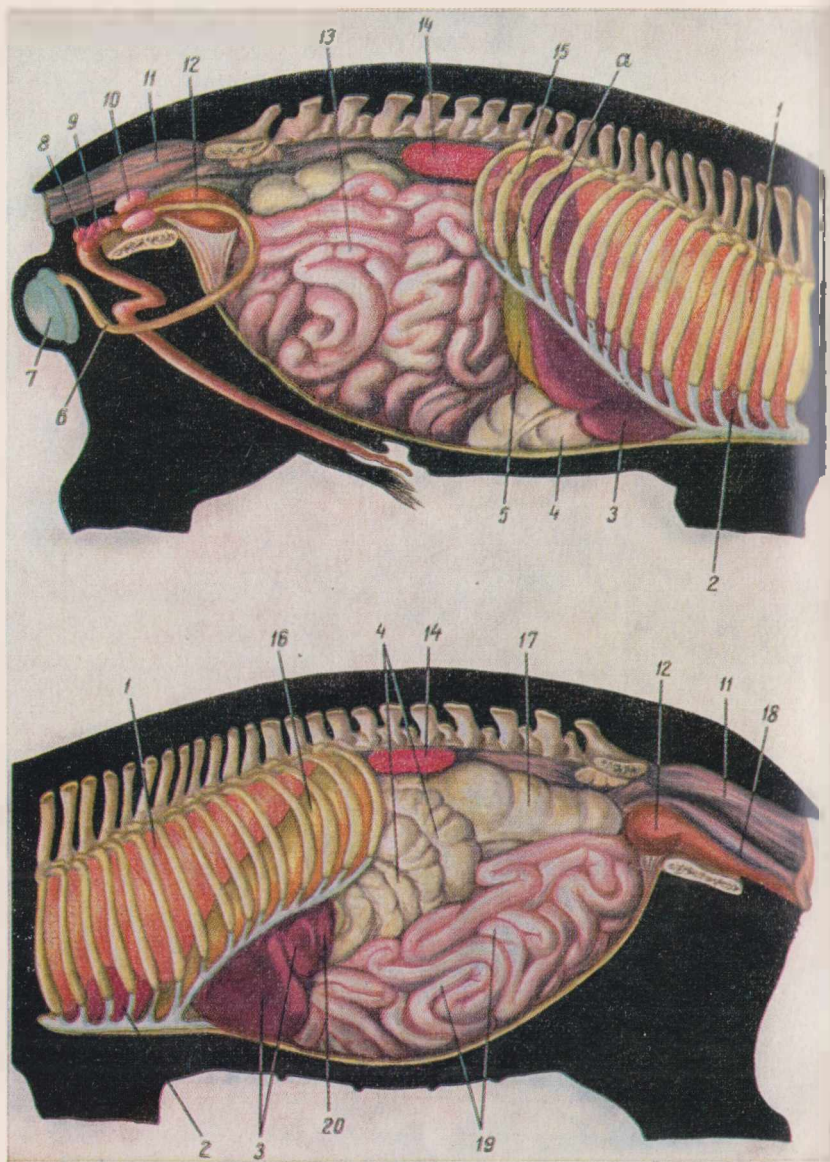


Таблица II. Топография внутренних органов свиньи:

1 — легкое; 2 — сердце; 3 — печень; 4 — ободочная кишка; 5 — желудок; 6 — семяпровод; 7 — семенник; 8 — луковичная железа; 9 — простата; 10 — семенной пузырь; 11 — прямая кишка; 12 — мочевой пузырь; 13 — подвздошная кишка; 14 — почка; 15 — надчашечная кишка; 16 — диафрагма; 17 — слепая кишка; 18 — влагалище; 19 — тощая кишка; 20 — селезенка; а — край легкого при вдохе.

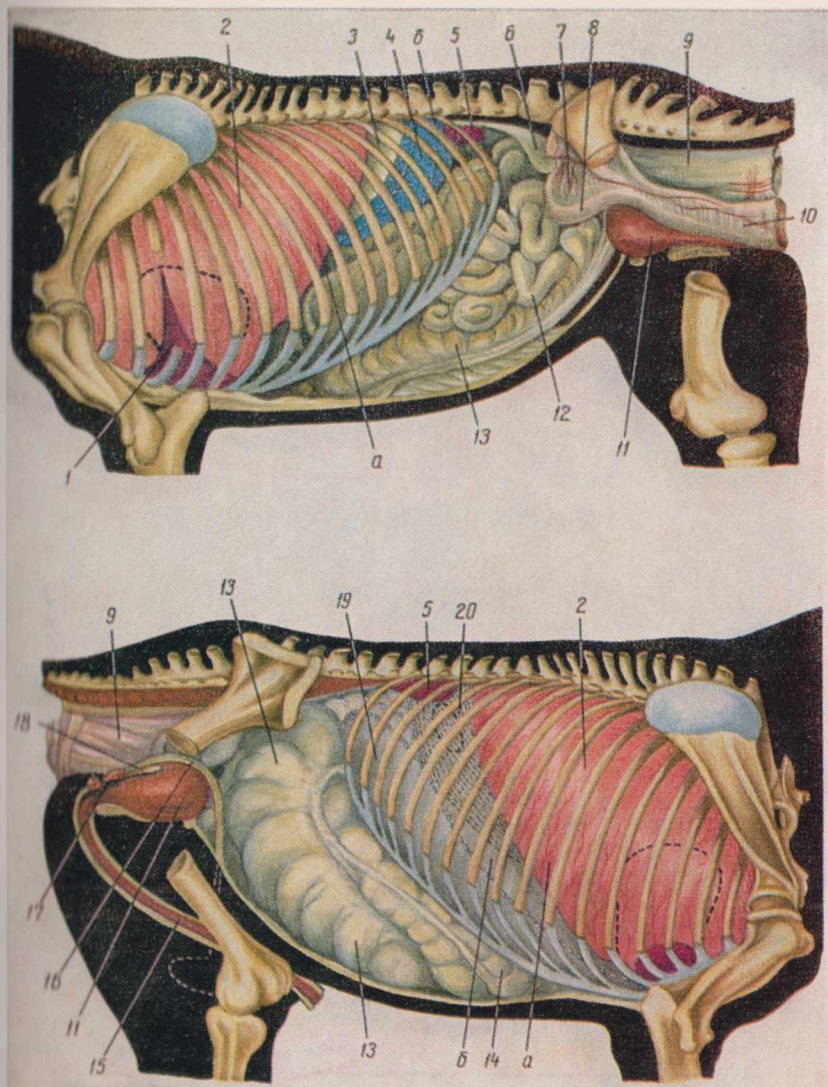


Таблица III. Топография внутренних органов лошади:

1 — сердце; 2 — легкое (а — фаза выдыхания; б — край легкого в фазу вдыхания); 3 — желудок; 4 — селезенка; 5 — почка; 6 — яичник; 7 — широкая маточная связка; 8 — матка; 9 — прямая кишка; 10 — влагалище; 11 — мочевой пузырь; 12 — тощая кишка; 13 — слепая кишка; 14 — ободочная кишка; 15 — половой член; 16 — ампула семенного протока; 17 — простата; 18 — семенной пузырек; 19 — подвздошная кишка; 20 — печень.

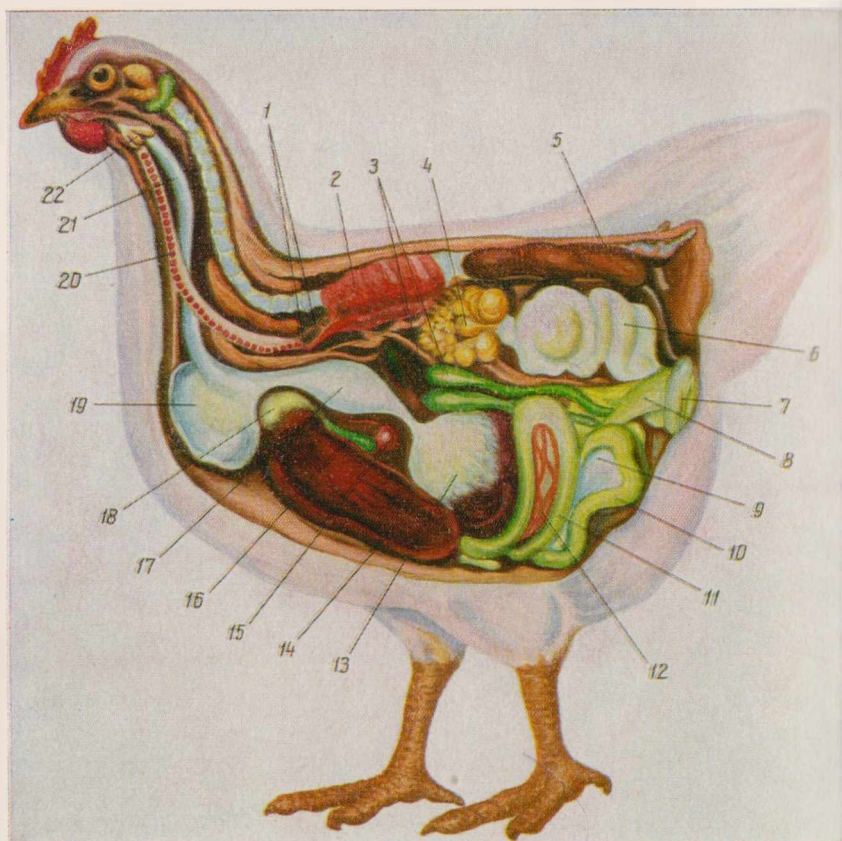


Таблица IV. Внутренние органы курицы:

1 — главные бронхи; 2 — легкие; 3 — слепые кишки; 4 — яичник; 5 — почки; 6 — яйцевод; 7 — клоака; 8 — прямая кишка; 9 — брыжейка; 10 — тощая кишка; 11 — двенадцатиперстная кишка; 12 — поджелудочная железа; 13 — мышечный желудок; 14 — печень; 15 — селезенка; 16 — желчный пузырь; 17 — железистый желудок; 18 — сердце; 19 — зоб; 20 — трахея; 21 — пищевод; 22 — верхняя дыхательная горлань.

печени делает S-образный изгиб и направляется каудально до входа в таз. В этом месте двенадцатиперстная кишка образует поворот и возвращается к печени, находясь под поясничными мышцами. В области правой почки она переходит в тощую кишку.

Слизистая оболочка двенадцатиперстной кишки отличается от всех остальных кишок тонкого отдела кишечника более сильным развитием кишечных ворсинок и тем, что в ее стенке есть трубчатые и сложнотрубчатые железы. Сложнотрубчатые железы (бруннеровы) свойственны только слизистой двенадцатиперстной кишки; трубчатые (либеркюновы) железы находятся во всех кишках тонкого отдела кишечника и называются еще общекишечными железами.

Кишечные ворсинки представляют собой пальцеобразные выпячивания слизистой оболочки. На 1 см² слизистой двенадцатиперстной кишки около 1500—2000 ворсинок, придающих слизистой оболочке бархатистый вид. Каждая ворсинка выполняет роль всасывающего и нагнетающего насоса, имеющего микроскопическую величину. Ворсинки покрыты призматическим каемчатым эпителием с одноклеточными бокаловидными железами. Каемка призматического эпителия состоит из тончайших выростов цитоплазмы — микроворсинок. Они увеличивают всасывающую поверхность каждой клетки до 14 раз. Под эпителием лежит соединительная ткань с густой сетью кровеносных капилляров. В центре ворсинок есть лимфатические полости, представляющие собой начало лимфатических сосудов кишечника (рис. 60). По ним отводится до 80% составных веществ пищи, всосавшихся в кишечнике. В стенках ворсинок проходят гладкие мускульные волокна, которые, сокращаясь, укорачивают и сжимают ворсинки.

Тощая кишка — *intestinum jejunum* — называется так потому, что у вскрытого трупа не содержит пищевых масс. Эта кишка наиболее длинная, до 40 м. Ворсинки ее слизистой оболочки меньшего размера, чем в двенадцатиперстной кишке. Находится тощая кишка в правой подвздошной области, и ее петли лежат на правой поверхности лабиринта ободочной кишки. Без видимых границ она переходит в подвздошную кишку.

Подвздошная кишка — *intestinum ileum* — самая короткая кишка тонкого отдела, ее длина у крупного рогатого скота не более 50 см. Подвздошная кишка находится в правой подвздошной области между слепой кишкой и концевой извилиной ободочной кишки. Она вентральнее четвертого поясничного позвонка подходит справа и сзади к слепой кишке и на ее границе с ободочной кишкой заканчивается отверстием. По этому отверстию определяется конец слепой кишки и начало ободочной кишки. Петли подвздошной и тощей кишок занимают большую часть нижней половины правой подвздошной области, находясь между брюшной стенкой и кишечным диском.

Толстый отдел кишечника называется так потому, что его просвет у животных большинства видов значительно шире, чем просвет тонкого кишечника. У крупного рогатого скота эта разница незначительная.

В толстом отделе кишечника различают три кишки: слепую, ободочную и прямую. В этих кишках заканчивается всасывание питательных веществ, а в прямой кишке, кроме того, формируются каловые массы. В слизистой оболочке толстого отдела кишечника нет ворсинок, есть только трубчатые общекишечные железы. Оболочка выстлана однослойным призматическим эпителием, а конец прямой кишки — многослойным плоским эпителием. Мускульная оболочка состоит из продольного и кольцевого слоев.

Слепая кишка — *intestinum caecum* — имеет слепой конец, называемый верхушкой. Длина ее достигает 70 см. Верхушка направлена в тазовую полость, а вся кишка находится в правой подвздошной области брюшной полости, сверху лабиринта ободочной кишки. Начинается слепая кишка в месте впадения подвздошной кишки, примерно под третьим поясничным позвонком.

Ободочная кишка — *intestinum colon* — имеет длину около 7 м. Она свернута в моток, находится в правой подвздошной области брюшной полости, в середине кишечного диска. Ее спиральный лабиринт, расположенный на правой стенке рубца, образован кишкой, которая свертывается, образуя полтора оборота. В центре кишечного диска она формирует центральную извилину, а затем разворачивается, переходя без границ в прямую кишку..

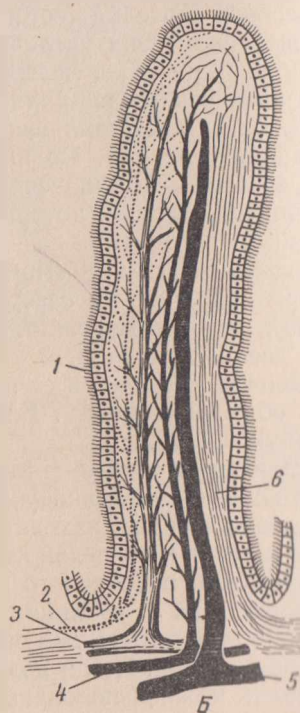
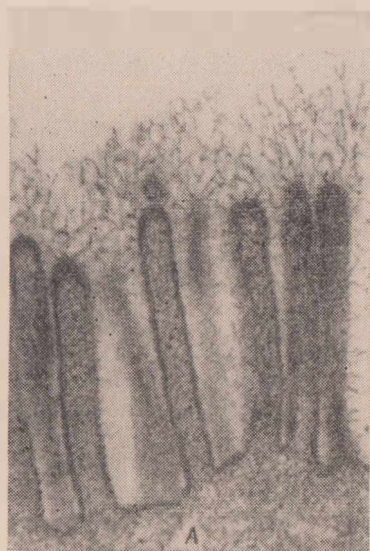


Рис. 60. Строение кишечной ворсинки:

А — под электронным микроскопом; Б — схема. 1 — микроворсинки; 2 — соединительные волокна; 3 — артериальный; 4 — венозный и 5 — лимфатический сосуды, 6 — гладкие мышцы.

Прямая кишка — *intestinum rectum* — представляет прямой сравнительно короткий участок толстого отдела кишечника (40 см), лежащий между крестцовой костью и половыми органами. Ее начальная часть, находящаяся выше кишечного диска и слепой кишки, покрыта серозной оболочкой, а конечный участок — адвентицией, соединяющей прямую кишку с окружающими органами. *С л и з и с т а я о б о л о ч к а* прямой кишки в конечном отделе выстлана многослойным плоским эпителием и, переходя на стенки отверстия заднего прохода, или ануса, образует продольные складки. *М у с к у л ь н а я о б о л о ч к а* более мощная, чем в предыдущих кишках, и имеет несколько кольцевых перехватов. Это необходимо учитывать при обследовании коровы через прямую кишку (ректально) на стельность.

Печень

Печень — *hepar* — относится к застенным пищеварительным железам, она буро-красного цвета, находится у крупного рогатого скота целиком в правом подреберье от восьмого ребра до позвоночного конца последнего ребра, примыкая к диафрагме. Это самая крупная железа в теле животного. Весит она у коров от 3 до 9 кг. Играет важную роль в их жизнедеятельности. Печень вырабатывает желчь, способствует перевариванию жиров. Кроме того, она выполняет барьерную функцию; синтезирует гликоген и образует мочевину.

На печени различают диафрагмальную и висцеральную поверхности. Последняя обращена к кишечнику и желудку, в центре нее — ворота печени, где проходит воротная вена, собирающая кровь со всего кишечника. В ворота печени, кроме того, проникает печеночная артерия, питающая этот орган, и нервы; здесь же выходит из печени желчный проток. У крупного рогатого скота печеночный проток, соединяясь с пузырным протоком желчного пузыря, образует общий желчный проток, открывающийся во втором изгибе двенадцатиперстной кишки. Желчный пузырь опускается ниже вентрального края печени; его стенка состоит из слизистой, мускульной и серозной оболочек. Лежит он в сегментальной плоскости, проведенной через 10-е межреберное пространство справа. Вентральный край печени называется острым краем, дорсальный — тупым; на дорсальном крае две вырезки для пищевода и для задней полый вены. Вентральный край печени разделен неглубокими вырезками на участки — доли печени. Различают три основные доли: левую, среднюю и правую. Средняя доля, в свою очередь, воротами печени делится на квадратную и хвостатую доли (рис. 61).

Печень покрыта серозной оболочкой, которая, переходя на другие органы, образует специальные связки: печеночно-диафрагматические, желудочно-печеночные. Кроме того, есть круглая связка печени, представляющая собой остаток пупочной вены зародыша.

Печень построена по типу паренхиматозного, или компактного, органа. Она состоит из соединительнотканного остова, представленного

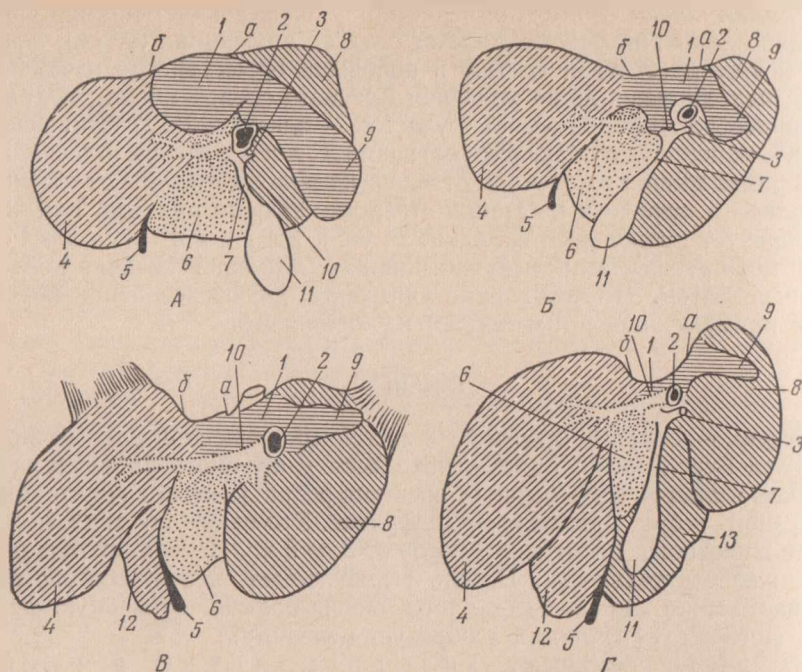


Рис. 61. Схема долей печени:

А — крупного рогатого скота; Б — мелких жвачных; В — лошади; Г — свиньи; 1 — хвостатая доля; 2 — воротная вена; 3 — желчный проток; 4 — левая латеральная доля; 5 — крупная связка; 6 — квадратная доля; 7 — пузырный проток; 8 — правая — латеральная доля; 9 — хвостатый отросток хвостатой доли; 10 — ворота печени; 11 — желчный пузырь; 12 — левая медиальная доля; 13 — правая медиальная доля; α — вырезка для задней полой вены; б — лямбда-вырезка.

наружной капсулой и междольковыми прослойками, и паренхимы. Паренхима состоит из печеночных клеток, формирующих печеночные дольки в виде многогранных призм. Главная часть такой дольки — печеночные клетки и печеночные капилляры (рис. 62). Печеночные клетки многогранные. Они одной своей поверхностью соприкасаются с венозными капиллярами, другой — прилегают к соседним паренхиматозным клеткам, а третьей поверхностью образуют желчные капилляры. Эти капилляры представляют собой щели, образованные стенками паренхиматозных клеток. Печеночные клетки выделяют желчь, она по капиллярам поступает в протоки и выводится в просвет двенадцатиперстной кишки. В печеночных клетках большое количество митохондрий, гранул и микроворсинок. На внутренней стенке кровеносных капилляров находятся звездчатые клетки (купферовы), выполняющие фагоцитарную функцию. Через эти капилляры проходит венозная кровь воротной вены, поступающая из кишечника и желудка. Именно в этом месте кровь, протекая между печеночными клетками, расположенными рядами, или балками, взаимодействует

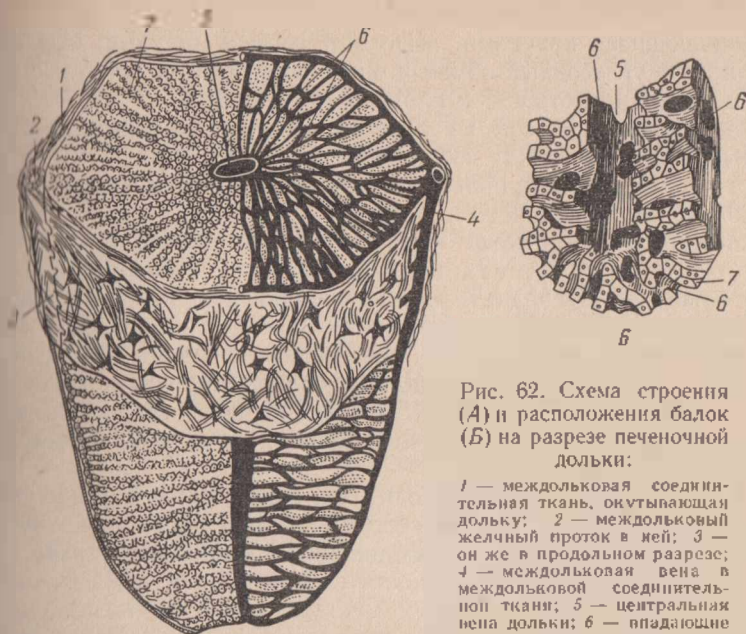


Рис. 62. Схема строения (А) и расположения балок (Б) на разрезе печеночной дольки:

1 — междольковая соединительная ткань, окутывающая дольку; 2 — междольковый желчный проток в ней; 3 — он же в продольном разрезе; 4 — междольковая вена в междольковой соединительной ткани; 5 — центральная вена дольки; 6 — впадающие в нее печеночные капилляры; 7 — балки печени.

Кровь, пройдя капилляры, собирается в центре каждой дольки в общую вену, называемую **центральной веной**. Центральные вены всех печеночных долек, сливаясь между собой, образуют печеночные вены; они отводят кровь из печени в заднюю полую вену.

Поджелудочная железа

Поджелудочная железа — pancreas, — выделяя одновременно секрет и фермент, относится к смешанным железам. Она розовато-серого цвета, состоит из средней, правой и левой долей. Железа располагается позади двенадцатиперстной кишки, от двенадцатого грудного до четвертого поясничного позвонка, под правой ножкой диафрагмы. Ее левая часть прилежит к дорсальному мешку рубца. Поджелудочная железа покрыта капсулой, от которой отходят соединительнотканые прослойки, образующие ее остов.

Строение поджелудочной железы неоднородно. Одна ее часть состоит из железистых клеток — альвеол и протоков и выделяет секрет — панкреатический сок (сок поджелудочной железы). Другая часть паренхимы представлена мелкими клетками, скапливающимися в виде островков между альвеолами. Эти скопления получили название островков поджелудочной железы, или **островков Лангерганса**. Они не имеют протоков и выделяют в кровь инкреты, содержащие гормоны. В островках различают три вида клеток: клетки А, Б

и Д. Клетки А образуют гормон глюкагон, клетки Б — светлые, слабо окрашивающиеся красками, выделяют гормон инсулин. Оба гормона регулируют углеводный обмен в организме. Темные клетки с признаками дегенерации относят к клеткам группы Д.

Панкреатический сок из альвеол железы поступает в протоки, которые, сливаясь между собой, образуют **п а н к р е а т и ч е с к и й п р о т о к**, открывающийся в двенадцатиперстной кишке на расстоянии 30—40 см от желчного протока.

Особенности кишечника животных других видов. У свиньи тонкий отдел кишечника достигает 20 м, он относительно короче, чем у жвачных. Двенадцатиперстная кишка находится в правом подреберье брюшной полости, имеет длину 40—80 см и подвешена на собственной короткой брыжеечке. Она без видимых границ переходит в тощую кишку, которая лежит между печенью и конусом ободочной кишки. Тощая кишка имеет длину 15—20 м. Подвздошная кишка, образуя петли, поднимается вверх к слепой кишке, где и заканчивается. Она имеет длину около 4 м.

Толстый отдел находится в левой половине брюшной полости. Слепая кишка располагается в задней части поясницы, а ее верхушка направлена вентро-каудально и несколько вправо. Длина ее достигает 30 см. На поверхности слепой кишки, под серозной оболочкой, видны три продольных мускульных тяжа, называемых **т е н н и я м и**, и три ряда **к а р м а н о в**. Ободочная кишка свернута в виде конуса, длина ее до 4 м. Широкое основание конуса лежит в области поясницы, а вершина упирается в брюшную стенку у белой линии живота, впереди лонного сращения. Часть ободочной кишки, которая в виде спирали направляется к вершине конуса, имеет две тени. В области вершины кишка изгибается, теряет тени и следует обратно к основанию конуса. Здесь она образует петлю и переходит в прямую кишку.

П е ч е н ь имеет вес до 2,5 кг, большей частью располагается в правом подреберье, достигая справа четырнадцатого, а слева десятого ребра, и прилегает к диафрагме. У нее четыре хорошо выраженные доли: левая латеральная, левая медиальная, правая латеральная и правая медиальная. Кроме того, как и у жвачных, есть квадратная и хвостатая доли. Паренхима печени состоит из печеночных долек, относительно крупных. Они заметны в виде зернистости на поверхности печени. Желчный пузырь, расположенный в ямке правой медиальной доли, не опускается ниже острого края печени. Длинный желчный проток открывается в двенадцатиперстную кишку в самом ее начале, у пилоруса.

П о д ж е л у д о ч н а я ж е л е з а серовато-желтого цвета, весит 110—150 г, находится в правом подреберье брюшной полости, вентральнее последних грудных и двух поясничных позвонков. Ее головка лежит между двенадцатиперстной кишкой и воротной веной; правая доля простирается до каудального конца правой почки, а левая соприкасается с селезенкой и левой почкой. Панкреатический сок поступает через проток поджелудочной железы в двенадцатиперстную кишку.

У лошади тонкий отдел кишечника резко отличается по диаметру от толстого отдела кишечника. Двенадцатиперстная кишка длиной своей частью находится в правом подреберье брюшной полости, имеет длину 1 м. Она начинается от пилоруса и тянется по висцеральной поверхности печени до правой почки, а затем вентральнее пятого поясничного позвонка переходит с правой стороны на левую и продолжается в тощую кишку. Последняя имеет длину 19—30 м, начинается на длинной брыжейке, в основном лежит в подреберье, характерные углубления, образованные ободочной и слепой кишками. При выходе из этого углубления ее петли располагаются в левом подреберье и левой подвздошной области, где она называется подвздошной кишкой. Подвздошная кишка имеет длину до 30 м, вентральнее третьего или четвертого поясничных позвонков впадает в малую кривизну прямой кишки, расположенную в правой подвздошной области. Слепая кишка по форме напоминает запятую и вмещает до 40 л жидкого содержимого. Ее головка лежит в правой подвздошной области, тело — в подвздошной области, а верхушка заканчивается вблизи мечевидного хряща грудной кости. Вдоль всей кишки тянутся четыре тенны и четыре ряда карманов. Большая ободочная кишка длиной до 6,5 м располагается в два этажа, изогнутых наподобие подковы. Она тянется по брюшной полости до диафрагмы, занимая правое вентральное положение, у диафрагмы сворачивается влево, образуя вентральное поперечное положение, затем направляется каудально, получая название вентрального положения. В области таза большая ободочная кишка изгибается и поворачивается к диафрагме, занимая левое дорсальное положение, затем поперечное дорсальное и правое дорсальное положения. На последних поясничных позвонках она резко суживается и переходит в малую ободочную кишку. Задняя часть прямой кишки расширена и заканчивается анусом.

Печень плоская, вес ее 1,5—3,5 кг, большей частью ($\frac{3}{5}$) расположена в правом подреберье и на $\frac{2}{5}$ — в левом. Она достигает 16-го ребра справа и 8—12-го ребра слева. В ней три основные доли — правая, средняя и левая; кроме того, имеются еще квадратная и хвостатая. Желчного пузыря нет. Желчь из печени поступает в двенадцатиперстную кишку по печеночному протоку. Поджелудочная железа имеет 250—350 г, с двумя протоками. Один из них, главный, впадает в двенадцатиперстную кишку вместе с печеночным протоком, а другой, дополнительный, открывается против главного протока.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Система органов пищеварения

Изучение органов ротовой полости и глотки. Наглядные пособия и оборудование: консервированные и свежие препараты губ, языка, твердого и мягкого неба, десен, альвеол, зубов с челюстями, глотки; скальпели, линзеты, ножницы, муляжи, модели органов ротовой полости и глотки, тиски.

Цели. Осматривают и ощупывают специально приготовленный препарат с органами ротовой полости, определяют консистенцию и толщину губ, цвет кожи и слизи-

стой оболочки. У коров обращают внимание на безволосый участок — посочный зеркало.

У свиней на верхней губе находят хоботок. Осматривают преддверие ротовой полости, устанавливают его форму и величину. Пользуясь скальпелем, пинцетом, ножницами, снимают кожу с губ и осматривают расположение мускулов в этой области.

Зубы. Строение зубов изучают на препаратах зубов с челюстями, на распилах зубов, а также по таблицам и схемам. При осмотре препаратов убеждаются в различии формы, величины и строения различных зубов: резцовых, коренных, клыков. Сравнивают форму, величину и цвет постоянных и молочных зубов. Рассматривают форму трушей поверхности зубов.

У резцовых зубов находят режущую поверхность. На ней (у лошадей) есть чашечка; глубина ее на нижних резцах достигает 7 мм, на верхних — 14 мм. Обращают внимание на то, что резцы у лошади с возрастом стираются, зубная чашечка исчезает. Изменяется и форма зубов, на трушах поверхности появляется так называемая корневая звезда. Эти признаки используются в практике для определения возраста лошадей по зубам. Устанавливают, что трушась поверхность коренных зубов широкая и бугристая, способствует перетиранию корма. Это наглядно показывает связь между строением зубов и их функцией. Пересчитывают зубы.

После наружного осмотра анатомической пилой вертикально распиливают резцовый и коренной зубы. Предварительно их фиксируют в тисках. На распилах зубов изучают строение коронки и корня, расположение эмали и цемента, определяют ширину и длину полости зуба. Обращают внимание на то, что у жвачных животных восемь резцовых зубов, и все они расположены на нижней челюсти.

Трушась поверхность на коренных зубах у свиней и собак бугристая, но не широкая, так как корм измельчается у них раздавливанием и разрыванием, а не перетиранием.

Язык. Строение языка изучают на консервированных или свежих препаратах. Находят тело, корень и верхушку языка. Определяют его форму и консистенцию. На слизистой находят сосочки. Они разной формы. Особенно хорошо выражены нитевидные сосочки, придающие языку шероховатость. Под телом языка слизистая оболочка образует складку — уздечку языка.

Хорошо осмотрев, язык разрезают продольно и поперек и изучают направление мускульных волокон. Учащиеся убеждаются, что мускульные волокна расположены в продольном, поперечном и вертикальном направлениях. Вследствие этого язык может удлиняться, укорачиваться, свертываться в трубку и т. д.

Слюнные железы. Изучают строение и топографию слюнных желез и их выводные протоки. Кроме препаратов, используют муляжи и разборные модели, а также таблицы и схемы. Находят три пары слюнных желез: околоушные, подчелюстные и подязычные. На ощупь определяют их консистенцию. При помощи зонда или толстой проволоки исследуют выводные протоки слюнных желез. После этого знакомятся со строением твердого и мягкого неба. Слизистая оболочка твердого неба образует поперечные валики, хорошо развиты подслизистая, в которой разветвляется густая сеть венозных кровеносных сосудов. Изучая мягкое небо, следует обратить внимание на его форму, величину, установить назначение.

Глотка. На препаратах изучают величину и строение глотки. Убеждаются, что в глотку открывается семь отверстий. Уясняют значение глотки как органа, в котором перекрещиваются два пути — пищеварительный и дыхательный. Находят и исследуют глоточные миндалины.

Строение пищевода и желудка. *Наглядные пособия и оборудование:* препараты пищевода и однокамерного желудка (консервированные и свежие); скальпель, пинцет, ножницы прямые; многокамерный желудок, разборные модели сельскохозяйственных животных, таблицы и схемы.

Пищевод. Изучают строение стенки пищевода, определяют его длину, диаметр, топографию. Разрезают пищевод и осматривают его слизистую.

Однокамерный желудок. Отмечают его форму и величину, поверхности и кривизны. Рассматривают строение сальников, сравнивают особенности перехода пищевода в желудок у разных видов домашних животных. На ощупь определяют толщину и консистенцию стенок желудка, отыскивают кардиальный и пилорический сфинктеры. Делают разрез по большой кривизне (по линии прикрепления сальника) (рис. 63).

Строение стенки желудка на разрезе слизистой оболочки; она собрана в складки, которые расправляются при наполнении желудка кормом. Чтобы убедиться в этом, надо растянуть желудок. **Многокамерный желудок.** Особенности строения желудка жвачных лучше сначала изучить по таблицам, схемам, муляжам и препаратам, а затем уже перейти к препарату с плажным консервированным желудком или с обычным свежим желудком. Ученики сначала рассматривают желудок, его камеры — рубец, сетку, сычуг. Затем разрезают рубец; открывают слизистую оболочку сетки и рубца, видящих пищеварительные железы в толще слизистой рубца, сетки и сычуга, поэтому их называют преджелудками.

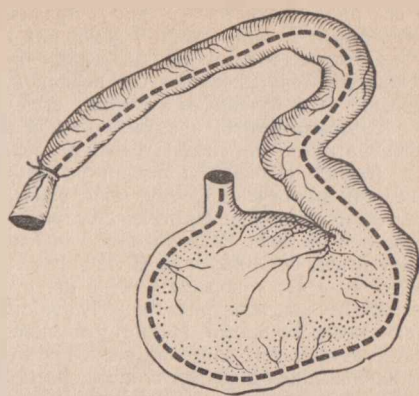


Рис. 63. Линия вскрытия желудка и двенадцатиперстной кишки.

При осмотре и прощупывании убеждаются в том, что слизистая сычуга имеет сильно выраженные продольные складки.

Строение тонкого отдела кишечника. *Наглядные пособия и оборудование:* сухие, свежие, консервированные и свежие препараты кишечника; кишечные ножницы, пинцеты, пинцеты, таблицы, схемы.

Рассматривая препараты тонких кишок, отмечают их форму, диаметр, длину, толщину стенок. Убеждаются, что двенадцатиперстная кишка небольшого диаметра, отходит от пилорической части желудка, образует подковообразный изгиб. В свежем препарате в этом отрезке всегда находят некоторое количество химуса (содержимого). Надо найти место впадения протока поджелудочной железы, измерить расстояние от пилорической части желудка.

Тонкая кишка. Очень длинная (15 м у лошадей), петлистая. Подвешена к позвоночному столбу на длинной брыжейке. У нее хорошо развит мускульный

Подвешивание кишки — короткая, непетлистая, задним концом впадает в слепую

толстую кишку. Тонкий кишечник осматривают по всей его длине. Обращают внимание на цвет стенок. На ощупь определяют толщину стенок. Рассматривают кровеносные сосуды, лимфатические узлы, заложенные в брыжейке. Скальпелем делают продольный разрез кишки. Для этого стенку кишки предварительно собирают в поперечную складку и надрезают скальпелем. В образовавшееся отверстие вставляют тупой конец (пальца) кишечных ножниц и делают продольный разрез по всей длине кишки. На разрезе изучают строение слизистой оболочки, толщину и строение стенки.

Строение толстых кишок. *Наглядные пособия и оборудование:* препараты кишечника животных разных видов; секционные ножи, ножницы, разборные модели, муляжи, таблицы, схемы.

Прежде всего отмечают различие между толстыми и тонкими кишками. Толстые кишки большого диаметра, но короче тонких в несколько раз. Измеряют длину кишечника. Средняя длина кишечника у коровы 50 м, в том числе тонких кишок 40 м (у лошадей — 10 м; у овец и козы соответственно 33 (25 и 8) м; у свиньи — 24 м (20 и 4) м, у лошади — 30 м (24 и 6)). Определяют форму толстых кишок, цвет и толщину стенок. Продольные мускульные волокна в толстых кишках группируются и образуют широкие ленты — тени. Они меньшей длины, чем кишка, вследствие этого кишка сжимается и на ней образуются боковые карманы. Тени, а следовательно, карманы нет в толстых кишках жвачных. Отмечают число и ширину теней, определяют толщину карманов, которые особенно хорошо выражены в толстых кишках жвачных.

Обращают внимание на форму ободочных кишок у домашних животных разных видов. У лошади большая ободочная кишка подковообразной формы, располагается

в два ряда, у жвачных — дискообразная, у свиней — спиралеобразная. Рассматривают форму слепой кишки у домашних животных разных видов, измеряют ее длину.

Осмотрев толстые кишки, делают продольный разрез и изучают строение стенки. Слизистая толстых кишок без ворсинок, выстлана каемчатым эпителием, в котором множество бокаловидных клеток, выделяющих слизь.

Строение печени и поджелудочной железы. *Наглядные пособия и оборудование:* препараты печени поджелудочной железы; скальпель, муляжи, таблицы.

Печень. Препараты печени размещают на анатомическом столе. Осматривают внешний вид печени, форму, цвет, отмечают ее величину. На ощупь определяют ее консистенцию. Нормальная печень выпукло-вогнутой формы, нижний ее край вырезанно-разделен на доли. У домашних животных разных видов число долей неодинаково. Цвет печени буро-красный. Величину печени лучше определять по весу. У лошади она весит 2—5 кг; у коровы — 4—6 кг; у свиньи — 500—600 г. Находят поверхность и края печени, осматривают желудочно-печеночную связку, а также печеночно-диафрагматические связки. На вогнутой поверхности обнаруживают ворота печени, через которые проходит воротная вена. На этой же поверхности печени у всех животных, за исключением лошадей и ослов, расположен желчный пузырь. Находят место впадения желчного протока в двенадцатиперстную кишку.

Осмотрев печень снаружи, скальпелем делают надрез и рассматривают ширину и строение поверхности надреза. Можно заметить, что печень дольчатого строения. На поверхности надреза хорошо видны перерезанные кровеносные сосуды и желчные ходы. Они расположены в центре каждой дольки и в междольковой соединительной ткани.

Поджелудочная железа. Препарат поджелудочной железы надо иметь вместе с петлевообразным изгибом двенадцатиперстной кишки, так как железа здесь зафиксирована. Растянув железу за концы, осматривают ее строение. Отыскивают выводные протоки железы и исследуют, в каком месте они впадают в двенадцатиперстную кишку. Наблюдают разветвление кровеносных сосудов в железе.

Гистологические препараты. *Наглядные пособия и оборудование:* гистологические препараты органов пищеварения — языка, пищевода, слюнных желез, желудка, тонкой и толстой кишок, печени и поджелудочной железы; биологический микроскоп, окуляр-указатель, таблицы, схемы.

Язык (продольный и поперечный срезы). На препарате продольного среза языка под малым увеличением видны лучки поперечнополосатых мышц, составляющих тело языка. Передвигают препарат, находят верхнюю часть (спинку) языка. Здесь много выступов — сосочков, различного строения. Сосочки покрыты многослойным плоским эпителием.

На препарате поперечного среза языка видны листовидные сосочки (особенно в языке кролика). Это одинакового размера выступы, разделенные глубокими, узкими бороздами. На боковых поверхностях листовидных сосочков в эпителии видны вкусовые луковички.

Слюнные железы. Срез околоушной слюнной железы. Под малым увеличением на препарате видны дольки железы, отделенные друг от друга тонкими прослойками рыхлой соединительной ткани. Внутри дольки также проходят тонкие соединительнотканые перегородки. Выводные протоки, кровеносные сосуды и нервы надо рассматривать (искать) в прослойках междольковой соединительной ткани. В дольке, срезанной поперечно, хорошо видны секреторные клетки конической формы. В их протоплазме заметны капли секрета. В центре клетки или ближе к ее полюсу расположено ядро. Клетки секретирующих долек больше, клетки выводных протоков меньше, поэтому ядра их расположены всегда более скудно, чем ядра клеток секретирующих отделов. Более крупные выводные протоки выстланы двурядным кубическим эпителием. По этому признаку их и можно распознать. Они встречаются большей частью в междольковой соединительной ткани.

Срез из подчелюстной слюнной железы. На препарате под малым увеличением также видны дольки разных размеров, разделенные прослойками рыхлой соединительной ткани. Но некоторые секретирующие отделы подчелюстной железы большего размера и светлой окраски. Это объясняется тем, что секретирующие дольки состоят не только из клеток, секретирующих белковый секрет, но и из бледноокрашивающихся слизистых клеток. Препарат железы кажется пестрым и светлее окрашенным.

Пищевод (поперечный срез). Поставив препарат стенки пищевода под малое увеличение, можно увидеть слизистую, собранную в складки и выстланную многослойным плоским эпителием. Глубже расположена подслизистая, в которой заложены железистые железы; протоки их проникают в слизистую. Мускульная оболочка в виде длинных пучков, расположенных в два слоя, из них внутренний — кольцевой, внешний — продольный. Если пищевод срезан в крахмальной части, на препарате мы поперечнополосатые мускульные волокна, на срезе из каудальной части пищевода — гладкие мускульные волокна. Наружная оболочка соединительнотканная (адипоци); в ней проходят кровеносные сосуды, нервы, много жировых клеток.

Дна желудка. Под малым увеличением находят внутреннюю поверхность стенки желудка. Ее можно распознать по большому складкам слизистой. Кроме складок, углубления, покрытые призматическим эпителием, называемые желудочными язвами. В них открываются выводные протоки простых желез дна желудка, тела желудка расположены в подслизистой оболочке. В слизистой дна желудка эпителиальные клетки двух видов: главные и обкладочные. Главные клетки — это мелkobублические клетки с небольшим ядром у основания, окрашиваются гематоксилином в фиолетовый цвет. Обкладочные клетки — крупные, круглой или овальной формы. Ядра их тоже крупные, расположены в центре. Обкладочные клетки имеют форму розовый цвет. Главные клетки окружают просвет железистых желез, обкладочным кольцом; одиночные обкладочные клетки располагаются во втором слое. Подслизистая оболочка состоит из рыхлой соединительной ткани. Мускульная оболочка довольно толстая и построена из идущих в разных направлениях пучков гладкой мускулатуры. При тщательном рассмотрении препарата видны ядра нервных клеток серозной оболочки.

Тонкая кишка (поперечный срез). Препарат из тонкой кишки представляет собой полую стенку в форме полукольца. Мускульная оболочка при изготовлении препарата интенсивно сокращается, поэтому вырезанный кусочек сразу же выворачивается. В препарате на препарате слизистая, которая в действительности обращена в просвет кишки, оканчивается на выпуклой стороне, а серозная — на вогнутой. При рассмотрении поперечного среза тонкой кишки легко убедиться, что в ней четыре оболочки: слизистая, подслизистая, мускульная и серозная. Слизистая с ворсинками, выстланная призматическим эпителием. В двенадцатиперстной кишке в слизистой заложены железы двенадцатиперстной кишки (бруннеровы). В других частях кишки (тощей, подвздошной) этих желез нет.

Толстая кишка (поперечный разрез). В стенке толстых кишок нет ворсинок, в эпителиальном слое слизистой множество бокаловидных клеток. В других слоях стенки толстых кишок никаких существенных отличий по сравнению с тонким кишечником

Печень (срез из печени свиньи). В препарате под малым увеличением отчетливо видно слоистое строение органа. Дольки правильной пяти-шестиугольной формы. При рассечении поперек долек видна центральная вена. В косо рассеченных дольках вена может быть расположена ближе к тому или другому краю. Следует вырезать правильно рассеченную дольку, чтобы центральная вена была точно в центре. В такой дольке отчетливо видны печеночные балки (тяжи печеночных клеток), расположенные радиально. Между балками проходят радиальные печеночные вены, впадающие в центральную вену. Дольки разделены тяжами соединительной ткани, где разветвляются кровеносные сосуды и желчные протоки.

При изучении препарата под большим увеличением надо найти купферовские клетки, у них интенсивно окрашено ядро небольших размеров.

Печеньная железа. Железистая ткань разделена тонкими прослойками рыхлой соединительной ткани на дольки. Препарат железы на первый взгляд похож на препарат поджелудочной железы. Внутри железистых долек под малым и большим увеличением видны округлой формы бледноокрашенные образования, представляющие собой островки Лангерганса. Под большим увеличением в островках видны тяжи мелких клеток; между ними проходят широкие венозные капилляры.

Органы пищеварения. Наглядные пособия и оборудование: разборные модели анатомического строения животных, таблица топографии органов брюшной

полости. Хорошо изучить топографию органов брюшной полости у крупного рогатого скота и лошадей. Для более быстрой ориентировки и нахождения органов на

разборных моделях тела животных пользуются приведенной схемой группировки органов.

Лошадь. Правое подреберье: правая доля печени; пилорическая часть желудка; двенадцатиперстная кишка; поджелудочная железа. Левое подреберье: левая доля печени; желудок; селезенка. Область мечевидного хряща: вентральное и дорсальное положение диафрагматической части большой ободочной кишки; верхушки слепой кишки. Правый подвздох: головка слепой кишки; желудкообразное расширение большой ободочной кишки. Левый подвздох: тонкий отдел кишечника; тазовая петля большой ободочной кишки; петли малой ободочной кишки. Поясничная область: почки и надпочечники; корни брыжейки; тонкий отдел кишечника; яичники и рога матки (у кобыл). Пупочная область: тело слепой кишки; вентральные и дорсальные продольные положения большой ободочной кишки (правая сторона — правые, левая — левые положения). Пах правый и левый: толстый отдел кишечника и паховые каналы. Лонная область: мочевого пузыря; матка; малая ободочная кишка; прямая кишка.

Крупный рогатый скот. Левая половина брюшной полости (подреберья, подвздох, пах): рубец. Левое подреберье: селезенка. Область мечевидного хряща: сетка; нижняя часть сычуга. Правое подреберье: печень; сычуг; книжка. Правый подвздох: тонкий отдел кишечника. Поясничная область: почки и надпочечники; корни брыжейки; поджелудочная железа; слепая кишка; верхняя часть диска большой ободочной кишки. Пупочная область: рубец; часть сычуга; нижняя часть диска большой ободочной кишки. Правый пах: тонкий отдел кишечника. Лонная область: мочевого пузыря; прямая кишка; матка.

Свиньи: правое подреберье: правая доля печени; пилорическая часть сычуга; двенадцатиперстная кишка; поджелудочная железа. Левое подреберье: левая доля печени; каудальная часть желудка; селезенка. Область мечевидного хряща: большая кривизна (дно) желудка; острые края печени; вершина конуса ободочной кишки. Подвздохи (правый и левый): тонкий отдел кишечника. Поясничная область: почки и надпочечники; корни брыжейки; слепая кишка; верхняя часть лабиринтов большой ободочной кишки. Пупочная область: тонкий кишечник; нижняя часть лабиринта большой ободочной кишки. Пах правый и левый: по сторонам тонкий отдел кишечника. Лонная область: мочевого пузыря; матка; прямая кишка.

СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

К системе органов дыхания относятся: носовая полость, дыхательная часть глотки, гортань, трахея и легкие. Три последних отдела дыхательных путей развиваются из нижней стенки головной кишки путем выпячивания и образования дыхательной трубки. Органы дыхания в отличие от органов пищеварения и других трубчатых органов имеют прочную, неспадающуюся стенку, обуславливающую свободное движение воздуха. Другой характерный признак органов дыхания — мерцательный эпителий, выстилающий слизистую почти всех дыхательных путей.

Органы дыхания крупного рогатого скота

Носовая полость

Носовая полость — *sacculi nasi* — имеет костный и хрящевой остов, формирующий наружные части носа. Хрящевой носовой перегородкой носовая полость разделена на левую и правую половины. Обе половины имеют входные отверстия — *nozdri*

носовые — хоаны. Основу ноздрей составляют три парных хрящевидной, боковой и якоревидный. Носовыми раковинами каждая половина носовой полости делится на четыре хода: верхний, или обонятельный, средний, вентральный и общий. Дорсальный носовой ход представляет собой щель между носовой костью и дорсальной раковиной, слепо оканчивающаяся у решетчатой пластинки. Воздух по этому ходу попадает на обонятельный, поэтому ход и получил название обонятельного. Средний носовой ход находится между дорсальной и вентральной раковинами. Воздух по этому ходу поступает в основном в хоаны в глотку; незначительная часть его проникает в верхнечелюстную, лобную и клиновидную пазухи — придаточные образования носовой полости. Вентральный ход заключен между носовым отростком верхнечелюстной кости и вентральной носовой раковиной. Он наиболее обширный и проводит воздух непосредственно в хоаны. Общий носовой ход лежит между хрящевой носовой перегородкой и обеими носовыми раковинами; через него воздух попадает в глотку и далее в гортань, трахею, легкие.

Поверхность носовой полости выстлана слизистой, проникающей в пазухи. В зависимости от вида эпителия носовую полость подразделяют на три отдела: преддверие, дыхательную область и обонятельную. Слизистая преддверия выстлана многослойным плоским эпителием и является переходной частью между кожей ноздри и слизистой носовой полости. Дыхательная область выстлана слизистой с призматическим мерцательным эпителием. Она начинается от преддверия до хоан. Слизистая этой области заходит в верхнечелюстную и другие пазухи. Обонятельная область занимает аборальную часть носовой полости; ее слизистая бледного цвета, содержит специальные трубчатые железы и особые обонятельные клетки, называемые обонятельными.

Подслизистая носовой полости сростается непосредственно с надгортанными и окружающими костями. В области вентральной стенки носовой полости и хрящевой перегородки подслизистая содержит густую сеть артериальных сосудов, образующих кавернозное тело.

Гортань — *larynx* — находится между глоткой и трахеей, вблизи нижней челюсти. Это не только орган, проводящий воздух; с помощью гортани производится звук, кроме того, здесь органы дыхания защищаются от попадания в них корма при глотании. Основу гортани составляют пять хрящей: щитовидный, кольцевидный, два черпаловидных хряща и надгортанник (рис. 64). Щитовидный хрящ — самый массивный, в форме желоба, составляет вентральную стенку гортани. В нем различают тело и две боковые пластинки. Кольцевидный хрящ образует каудальную часть гортани. На его дорсальной поверхности лежит пластинка, от которой дужки гортани опускаются дужки.

Черпаловидный хрящ парный, треугольной формы, расположен краниальнее кольцевидного. Надгортанный хрящ листовидной формы, состоит из эластического хряща, при

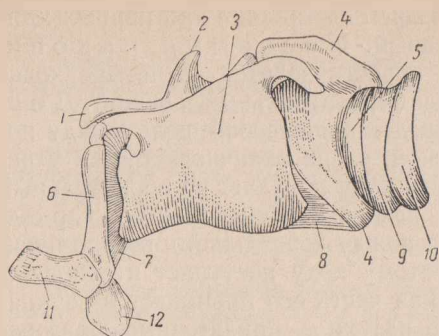


Рис. 64. Хрящевой скелет гортани коровы: 1 — надгортанный хрящ; 2 — черпаловидный хрящ; 3 — щитовидный хрящ; 4 — кольцевидный хрящ; 5 — кольца трахеи; 6 — большой рог подъязычной кости; 7 — преддверие гортани; 8 — кармашкообразная складка; 9 — 10 — кольца трахеи; 11 — малый рог; 12 — язычный отросток подъязычной кости.

глотании закрывает вход в гортань; остальные хрящи гортани из гиалинового хряща.

Хрящи гортани соединены между собой связками. Они называются по названию соединяемых ими хрящей. Кроме того, внутри гортани между щитовидным хрящом и черпаловидными хрящами находятся две эластичные голосовые связки и мускулы гортани.

Слизистая гортани в области голосовых связок образует голосовые губы; они делят гортань на три части. Краниальная часть, до голосовых губ, называется преддверием гортани, выстлана многослойным эпителием; часть между голосовыми губами носит название голосовой щели, а каудальная часть — дыхательной.

Последняя выстлана цилиндрическим мерцательным эпителием.

Трахея — trachea — имеет вид трубки, сжатой с боков. Ее основу составляют хрящи в форме незамкнутых колец. Поперечный мускул трахеи сближает концы хрящевых колец, уменьшая ее просвет, что обуславливает свободное прохождение корма по пищеводу. В трахее крупного рогатого скота 48—50 колец, сжатых с боков. Начинается трахея от гортани, тянется по нижней части шеи и, войдя в грудную полость между первыми ребрами, заканчивается у пятого ребра бифуркацией. **Бифуркация** — это место, где трахея делится на два главных бронха. У крупного рогатого скота до бифуркации от трахеи отходит к верхушке правого легкого особый **эпартероальный бронх**.

Слизистая трахеи и бронхов выстлана многорядным призматическим мерцательным эпителием, содержащим одноклеточные бокаловидные железы; они выделяют слизь в просвет трахеи. В подслизистой встречаются серозно-слизистые железы.

Легкие — pulmones — парные органы паренхиматозного строения. Они розового цвета, по форме напоминают конус. У животных с широкой и длинной грудной клеткой легкие большего объема, чем у узкогрудых. Величину легких практически определяют по их заднему краю. У крупного рогатого скота он проходит по линии, соединяющей следующие точки: верхняя — на уровне маклока, в 11-м межреберном пространстве; средняя — на уровне плечевого сустава, в восьмом межреберном пространстве; нижняя — в четвертом межреберном пространстве (табл. 1).

В легком различают три поверхности: реберную, диафрагмальную и средостенную (рис. 65). Дорсальный край легкого, лежащий у по-

Легкие, называется тупым, вентральный — острым. Вентральный край легкого вырезками разделен на доли. У крупного рогатого скота легкое различают: верхушечную, сердечную и диафрагмальную доли. Правое легкое примерно в полтора раза больше левого и имеет еще добавочную долю, лежащую с медиальной стороны. Верхушечная доля правого легкого подразделяется на две лопасти и имеет главный трахейный, или эпартериальный, бронх. Относительный вес легкого 0,65% к весу тела.

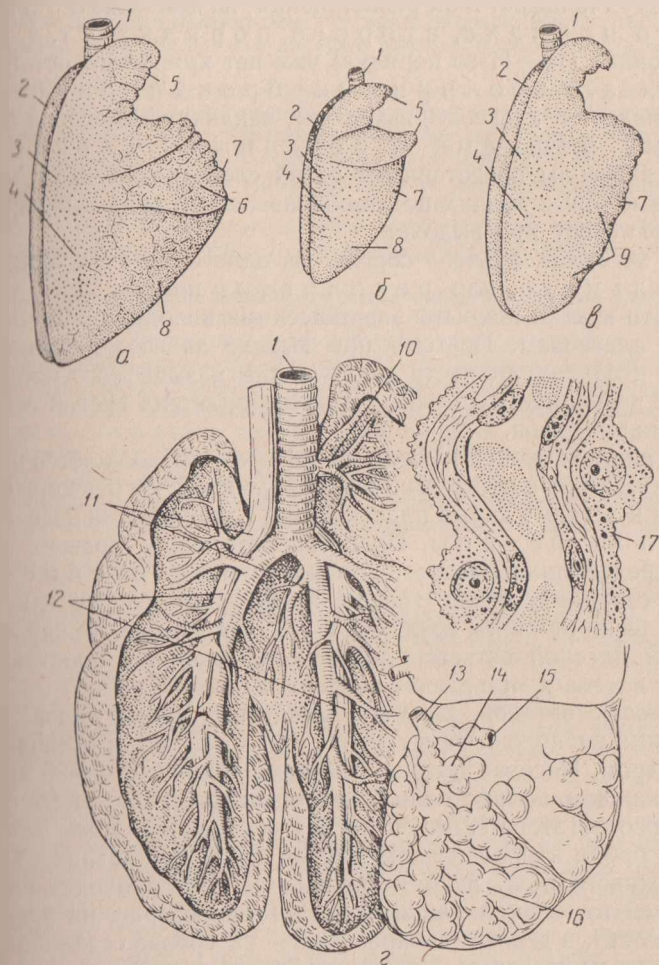


Рис. 65. Легкие:

а — крупный рогатый скот; б — свинья; в — лошадь; 2 — легкое в разрезе (дорсальная сторона); 1 — трахея; 10 — средостенная поверхность; 3 — тупой край; 4 — реберная поверхность; 5 — верхушечная доля; 6 — сердечная доля; 7 — острый край; 8 — диафрагмальная доля; 9 — добавочная доля; 10 — добавочный бронх для верхушечной доли; 11 — правый и левый главные бронхи; 12 — ветви легочной артерии; 13 — концевая бронхиола; 14 — респираторная бронхиола; 15 — альвеолярный ход; 16 — альвеолярный мешочек; 17 — респираторный эпителий (под электронным микроскопом).

В легком, как и в других паренхиматозных органах, различают соединительнотканый остов и паренхиму. У крупного рогатого скота соединительнотканый остов легкого выражен хорошо и заметен на его поверхности в виде крупных многогранных ячеек, внутри которых заключена паренхима. Паренхима состоит из системы трубок в виде альвеолярного дерева и альвеолярных мешков с их конечными отделами — легочными альвеолами. При вдохе наружный воздух, пройдя дыхательные пути, поступает в главные бронхи. Отсюда воздух попадает в их разветвления, называемые бронхами первого порядка, второго порядка и т. д. В самых тонких бронхах (10—11-го порядка) уже нет хрящевого остова, и они называются альвеолярными бронхиолами. Из них воздух попадает в альвеолярные ходы, заканчивающиеся альвеолярными мешками и легочными альвеолами. Легочные альвеолы представляют собой слепо заканчивающиеся пузырьки, из которых воздух после обмена газами вновь возвращается во внешнюю среду при выдохе.

Стенка легочных альвеол состоит из одного слоя плоских клеток дыхательного, или респираторного, эпителия. Снаружи эти клетки покрыты эластическими волокнами, придающими упругость альвеолам. Поэтому при выдохе альвеолы полностью не спадаются и сохраняют часть воздуха, так называемого остаточного. Наружная поверхность легочных альвеол оплетена густой сетью кровеносных капилляров.

Легкое снаружи покрыто плеврой, которая продолжается и на грудную стенку, где она называется реберной плеврой. От позвоночника она опускается к легкому двумя пластинками, получившими название средостенной плевры. Пространство между правым и левым листками средостенной плевры называется средостением. В нем находятся сердце, пищевод, трахея, кровеносные сосуды и нервы.

Легкие тесно прижаты воздухом к грудной клетке, между легочной и реберной плеврой остается лишь незначительное пространство — плевральная полость.

Особенности органов дыхания животных других видов. *Свиньи.* Ноздри у них расположены в средней части хоботка и отличаются малым диаметром. Носовая полость длинная. В трахее 32—36 хрящевых колец. В каждом кольце один конец накладывается на другой. Клыки у крупного рогатого скота, в легких семь долей. Есть добавочный трахейный бронх к правой верхушечной доле. Вес легких составляет 0,85% от живого веса. Задняя граница легкого проходит по линии соединяющей точки, находящиеся в 11-м межреберье, на уровне подвздошной кости, в девятом межреберье — на уровне седалищного бугра, в седьмом межреберье — на уровне плечевого сустава.

У лошади ноздри очень подвижны. Слуховые трубы, начинающиеся от глотки, образуют расширения — воздухоносные мешки. Трахея длинная, состоящая из 48—60 хрящевых колец. В каждом кольце один конец накладывается на другой. Сердечная и диафрагмальная доли легкого не разделяются. Задний край легкого при вдохе проходит по

и, соединяющей следующие точки: у позвоночного конца 17-го ребра, на уровне маклока — в 16-м межреберье; на уровне плечевого сустава — в 10-м межреберье. Вес легкого составляет 1,2% по отношению к весу тела.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Система органов дыхания

Необходимые пособия и оборудование: препараты носовой полости, гортани, трахей, муляжи и модели органов дыхания; таблицы и схемы; скальпели, пинцеты, ножницы.

Цели и задачи. При изучении строения носовой полости надо иметь препараты с продольным разрезом. Чтобы изготовить такой препарат, носовую полость разрезают анатомической линией. При этом убеждаются, что носовая полость разделена перегородкой на две симметричные части (правую и левую). Осматривают носовые раковины (верхнюю и нижнюю), носовые ходы и обонятельный лабиринт. Замечают различный цвет слизистой оболочки, выстилающей носовые раковины и обонятельный лабиринт. Осматривают носовые ходы — все они щелевидные. Отмечают, что носовая полость начинается ноздрями, а хоанами соединена с дыхательным путем глотки.

При изучении строения носовой полости домашних животных разных видов обращают внимание на характерные особенности. Так, носовая полость жвачных, всеядных и хищных соединяется с ротовой полостью носо-ротовым каналом.

Вопросы. Чтобы изучить строение, форму и расположение хрящей гортани, надо использовать скальпель, пинцетом и ножницами, предварительно очистить их от мышечной ткани. Осматривают голосовую щель и голосовые связки. Обращают внимание на механизм работы надгортанника (закрытие и открытие носовой щели). Изучают боковые кармашки гортани лошади. Чтобы рассмотреть внутреннюю поверхность гортани, рассекают пластинку кольцевидного хряща ножницами и раздвигают концы в стороны. Осматривают слизистую оболочку, ее цвет, строение. Изучают поверхность разреза хряща, определяют, к какому типу он отно-

сится. Изучают строение колец трахей и выясняют вид хряща. Кольца трахей хрящевые. У лошади концы колец трахей истонченные, у крупного рогатого скота — толстые. Кольца трахей находятся на дорсальной поверхности и образуют гребень. Если согнуть трахею и затем отпустить, она расправится. Если сжать изолированное кольцо трахеи и отпустить, оно также расправится и примет прежнюю форму. Следует отметить концы трахей. Затем надо осмотреть место разветвления трахей на два главных бронха. Нужно обратить внимание на строение и вид слизистой.

Вопросы. На препарате легких находят края: тупой и острый; поверхности: реберно-диафрагмально-сердечную и средостенную; доли: верхушечную, сердечную и диафрагмальную. Отмечают цвет легких и величину — по весу. Вес легких взрослой лошади — 1,5—2 кг. Цвет свежих легких бледно-розовый, у трупа павшего животного — темный. Прощупыванием определяют, что консистенция легких мягкая, образующаяся при надавливании, быстро расправляется. Это объясняется тем, что в альвеолах, альвеолярных ходах и бронхолах легких остается большое количество воздуха. Если поместить часть или целое легкое в воду, они всплывут. С поверхности разреза легких при надавливании выходит жидкость с пузырьками воздуха. На разрезе хорошо видны перерезанные бронхи. Обращают внимание на то, что рядом с бронхом идет артерия. При изучении препарата легких находят микроскопические пузырьки — альвеолы, густо оплетенные капиллярами. Легкие покрыты серозной оболочкой. Если захватить пинцетом концы легкого, эту оболочку можно немного снять. Это и есть легочная плевро. Поверхность грудной полости выстлана реберной плеврой. На нормальных свежих легких легочная плевро матовая. Поверхность ее гладкая, покрыта однослойным плоским эпите-

Топография легких. *Наглядные пособия и оборудование:* разборные модели легких домашних животных, таблицы, перкуссионный молоток, плессиметр, животные (лошадь, корова).

Величина легких в клинической практике определяется по их задней границе. Чтобы определить эту границу, проводят вдоль тела животного три горизонтальные линии: по маклокам, седалищному бугру и плечелопаточному суставу. Эти линии следует провести мелом на разборных моделях и на живых животных. Затем мелом у лошади отмечают следующие точки: головку 17-го ребра, на линии маклока — 16-е межреберье, на линии плечевого сустава — 10-е межреберье. Нижнюю точку определяют в 5-м межреберье. Соединив эти точки, получают линию, совпадающую с задней границей легких. Заднюю границу легких у крупного рогатого скота определяют в следующих точках: на линии маклока — 11-е межреберье, на линии плечевого сустава — 8-е межреберье, внизу — 4-е межреберье. У свиньи и небольшой упитанности заднюю границу легких определяют так же, как у крупного рогатого скота. Точки отмечают в следующих местах: на уровне подвздошной кости — 11-е межреберье, на уровне седалищного бугра — 9-е межреберье, на уровне плечевого сустава — 7-е межреберье и внизу — 4-е межреберье.

Отметив точки на моделях, учащиеся приподнимают верхнюю крышку и проверяют правильность разметки.

На практике при исследовании задней границы легких горизонтальные линии проводят мимо. Заднюю границу легких можно определить и по изменению перкуссионного звука (выстукивание). Для этого служат перкуссионный молоток и плессиметр.

Гистологическое строение органов дыхания. *Наглядные пособия и оборудование:* гистологические срезы трахей, легких, микроскоп биологический с набором окуляров, окуляр-указатель.

Поперечный срез из трахеи. Сначала под малым, а затем под большим увеличением рассматривают слизистую, покрытую призматическим мерцательным эпителием. В подслизистой обнаруживают точки. Это поперечные сечения эластических волокон. Здесь же часто встречаются трубчато-альвеолярные железы, открывающиеся выводными протоками на поверхность слизистой. За подслизистой расположен гиалиновый хрящ кольца трахеи. Верхний конец кольца не замкнут. Между его свободными краями под большим увеличением хорошо видны пучки гладких мускульных волокон. Снаружи хряща и прилегающей к нему надхрящницы видна рыхлая соединительная ткань (адвентиция), соединяющая трахею с соседними органами.

Срез из легкого. Под малым увеличением видна ткань легкого с пустотами разной формы и величины. Пустоты — это полости рассеченных бронхиол, альвеолярных ходов и альвеол. Полости разграничены очень тонкими стенками. В отдельных местах встречаются более толстые прослойки соединительной ткани. В них видны срезы бронхов и кровеносных сосудов различного калибра. Просвет бронхов характерен тем, что внутренняя поверхность их образует как бы складки (звездчатая). Это объясняется посмертным сокращением мускульной ткани. В просвете кровеносных сосудов видны эритроциты. В крупных и средних бронхах эпителий многослойный призматический мерцательный; в мелких бронхах — только двухрядный призматический или даже однослойный кубический; в альвеолах, бронхиолах и альвеолярных ходах — однослойный плоский.

Изучение органов дыхания на живых объектах. *Наглядные пособия и оборудование:* разборные модели животных, таблицы, животные (лошадь, корова), рефлектор.

Соблюдая правила фиксации и подхода к животному, осматривают у него ноздри, обращая внимание на их величину (диаметр отверстия). Наблюдают за движениями крыльев носа, которые хорошо заметны у лошади. Удерживая лошадь за уздечку левой рукой, указательным пальцем правой руки прощупывают ложную ноздрю, расположенную дорсальнее истинной ноздри. Измеряют длину и ширину истинной ноздри. Фиксируют голову лошади лопаткой, расширяют пальцами левой руки ноздри и осматривают слизистую носовой полости. Для лучшей видимости применяют рефлектор, направляя им свет в носовую полость. Слизистая носовой полости бледно-розового цвета.

Гортань исследуют методом пальпации. Чтобы прощупать гортань, надо пальцами обеих рук нажать между ветвями нижней челюсти. При этом под пальцами ощущается твердое тело округлой формы. Это и есть гортань.

К органам кровообращения относятся замкнутая система кровеносных сосудов с центральным органом — сердцем, кровь, заполняющая сосуды, и кроветворные органы. Кровеносные сосуды, отводящие кровь от сердца, называют артериями; сосуды, несущие кровь к органу, — венами. Кровь из артерий попадает в вены через очень тонкие сосуды — кровеносные капилляры. Именно в кровеносных капиллярах, имеющих очень тонкую стенку, осуществляется обмен жидких и газообразных веществ между кровью и тканями. Этот процесс начинается уже на ранних стадиях развития животного и происходит в течение всей жизни животного. У зародыша кровеносная система формируется из кровяных островков мезенхимы. В кровяных островках наружные клетки, соединяясь между собой, образуют стенки сосудов, а внутренние клетки развиваются в форменные элементы первичной крови.

Сердце крупного рогатого скота

Сердце — cor — представляет собой полый мускульный конусообразной формы орган, разделенный на четыре камеры: два предсердия и два желудочка (рис. 66). Вес сердца относительно веса тела составляет у быка 0,42%, у коровы 0,50%. Мускульные стенки сердца, ритмично сокращаясь, проталкивают кровь в аорту к органам, а при расслаблении присасывают ее из передней и задней полых вен.

Сердце расположено в средостении, больше в левой половине грудной клетки. Передней границей его служит третье ребро, задней — четвертый хрящ пятого ребра. Широкое основание сердца лежит на уровне плечевого сустава; его заостренная верхушка направлена вниз, назад и несколько влево и заканчивается в области пятого реберного хряща. Сердце прослушивается у животных выше и каудальнее левого плечевого бугра, в третьем-четвертом межреберных промежутках, где у крупного рогатого скота прикасается к грудной стенке.

На сердце различают левую и правую поверхности, передний край — передний и задний край слегка вогнутый. Снаружи сердца проходят левая и правая продольные борозды, которые являются границей между левой и правой его половинами. В каждой половине сердца имеется предсердие — atrium — и желудочек — ventriculus. Наружной границей между ними служит венечная борозда, или желоб.

В сердце различают наружную серозную оболочку — эпикард, средний слой — миокард, состоящий из особой, сердечной, мускульной ткани, и внутреннюю оболочку — эндокард, выстланный эндотелием. Миокард левого желудочка значительно толще, чем правого (у лошади 4—4,5 и 1—1,5 см). Соединительнотканый остов сердца состоит из четырех фиброзных колец. Два из них отделяют мускулы предсердий от мускулов желудочков, третье фиброзное кольцо находится в основании аорты, а четвертое — в основании легочной артерии.

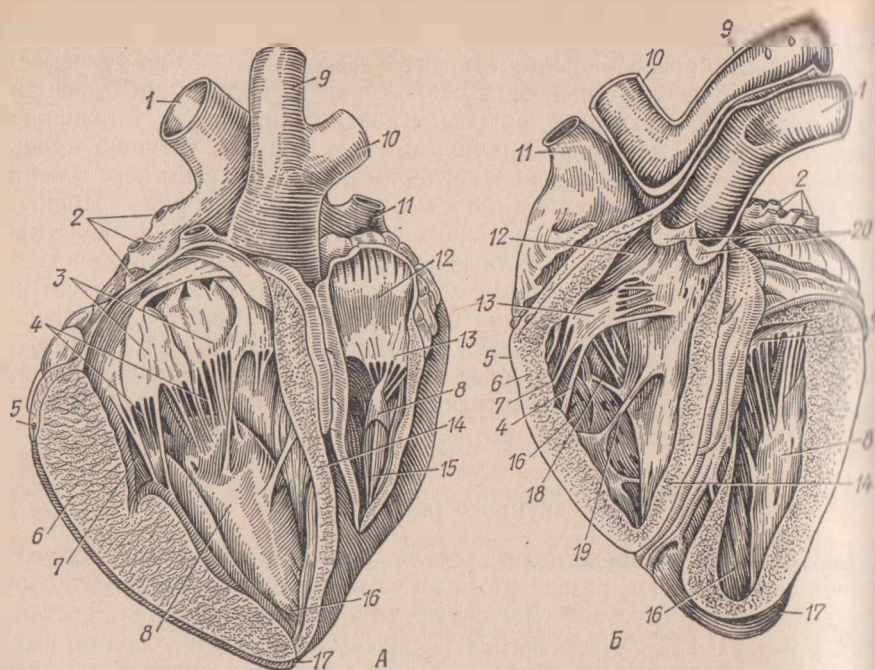


Рис. 66. Вскрытое сердце:

А — теленка (правая сторона); Б — лошади (левая сторона); 1 — легочная артерия; 2 — легочные вены; 3 — двухстворчатый клапан; 4 — сухожильные струны; 5 — эпикард; 6 — миокард; 7 — эндокард; 8 — сосочковые мускулы; 9 — дуга аорты; 10 — плечеголовной ствол; 11 — крайняя лопаточная вена; 12 — правое предсердие; 13 — трехстворчатый клапан; 14 — перегородка (межжелудочковая); 15 — правый желудочек; 16 — мускульные перекладки; 17 — верхушка сердца; 18 — атриовентрикулярное отверстие; 19 — поперечный мускул сердца; 20 — полулунный клапан.

В фиброзном кольце аорты у рогатого скота заложены правая и левая сердечные кости, достигающие 3—6 см длины.

Клапаны сердца образованы складками эндокарда, они обуславливают ток крови в одном направлении. Клапанов четыре вида: трехстворчатый, двухстворчатый и два полулунных. Отверстие, соединяющее правое предсердие с желудочком, называемое атриовентрикулярным, закрывается трехстворчатым клапаном. Створки последнего тянутся сухожильные струны, прикрепляющиеся к сосочковым мускулам на стенках желудочка. Струны удерживают клапан от выворачивания в полость предсердия и тем самым предотвращают обратный ток крови из желудочка в предсердие. Выход в легочную артерию закрыт полулунным клапаном, состоящим из трех кармашков. Этот клапан предотвращает возвращение крови из артерии в желудочек.

В левой половине сердца атриовентрикулярное отверстие закрывается двухстворчатым клапаном. Кровь из левого предсердия, пройдя атриовентрикулярное отверстие, поступает в ле-

желудочек и затем в аорту. Отверстие аорты закрывает также полулунный клапан.

Триггерная система и нервы сердца обуславливают последовательное и согласованное сокращение предсердий, а затем желудочков. В триггерной системе различают: синусный и предсердно-желудочковый узлы, атриовентрикулярный пучок и волокна Пуркине. Вся эта система состоит из комплекса особых мускульных волокон и нервных клеток. Скопление нервных клеток вблизи синусного узла называется синусным ганглием, лежащим в борозде между правым предсердием и передней полой веной. Нервные клетки, сосредоточенные рядом с предсердно-желудочковым узлом, образуют синоатриальный ганглий, который находится в перегородке между предсердиями.

Нервы сердца относятся к симпатическим и парасимпатическим. Первые подходят к сердцу из звездчатого узла, вторые — от блуждающего нерва.

Сосуды сердца. Кровь для питания сердца поступает из аорты по коронарным и левой венечным, или коронарным, артериям, лежащим в венечной борозде. Сердечные вены отводят кровь из стенки сердца в его правое предсердие.

Перикардиальная сумка, или сердечная сорочка, в виде мешка покрывает сердце. Она прикрепляется к позвоночнику сосудами сердца, связками — к грудной кости. В околосердечной сумке три сросшихся между собой слоя: наружный — перикардиальный листок, средний — фиброзный листок внутригрудной фасции и внутренний — париетальный листок перикарда. Перикард — *pericardium* — представляет собой серозный мешок, внутренняя стенка которого впячивается внутрь него вместе с сердцем. Внутренняя стенка перикарда, или висцеральный листок, является оболочкой сердца — эпикардом; между эпикардом и париетальным листком перикарда заключена перикардиальная полость.

Особенности сердца животных других видов. У свиньи сердце не такое с округлой верхушкой, которая заканчивается в месте соединения седьмого ребра с его хрящом.

У лошади сердце мощное, с сильно расширенным основанием и острым, но короткой и широкой верхушкой, заканчивающейся в области седьмого ребра. Вес сердца достигает 5,75 кг.

Кровеносные сосуды

Различают большой и малый (легочный) круги кровообращения. Кроме того, из большого круга кровообращения выделяют вставочный круг кровообращения, в центре которого находится воротная вена печени, состоящая из капилляров. Большой круг кровообращения состоит из аорты, берущей начало в левом желудочке, артерий, капилляров тела, питающих ткани всех органов, передней и задней полых вен, несущих кровь в правое предсердие. Малый круг

кровообращения состоит из легочной артерии, легочных капилляров, участвующих в обмене газов, и легочных вен, несущих кровь, насыщенную кислородом, в левое предсердие (рис. 67).

Стенки артерий и вен состоят из трех оболочек: внутренней, средней и наружной. В мелких сосудах эти оболочки постепенно становятся тоньше, затем исчезают, и в стенке капилляров остается лишь один слой эндотелиальных клеток. Внутренняя оболочка — *túnica intima* — всех сосудов выстлана плоскими клетками эндотелия. Средняя оболочка — *túnica media* — состоит в основном из соединительной ткани, среди которой находятся гладкие мускулы и волокна. В стенках артерий, находящихся в органах, гладких мускулов больше, чем в аорте и ее крупных ветвях. По этому признаку артерии подразделяют на три типа: эластический (аорта и ее крупные ветви), смешанный и мускульный. Наружная оболочка — *túnica adventitia* — общая для всех кровеносных сосудов, включая капилляры. Она состоит из рыхлой соединительной ткани посредством которой сосуды соединены с окружающими органами.

По строению вены сходны с артериями, но их внутренняя оболочка образует клапаны, а средняя — более тонкая, чем у артерий.

Наблюдается прямая связь между диаметром сосуда и функциональным значением органа, который он питает. Сосуды большего диаметра в более важных органах.

Различают магистральный тип деления сосудов, дихотомический и рассыпной типы. К дихотомическому типу относится такое деление, когда основной сосуд образует две равные по диаметру ветви. Рассыпной тип деления характеризуется образованием нескольких ветвей разного диаметра от одного основного сосуда. Выделяют еще коллатеральные, или боковые, сосуды. Они формируют обходные пути для тока крови. Этому способствуют и анастомозы, представляющие собой короткие ветви соединяющие сосуды. Через них кровь попадает из одного сосуда в другой.

Артерии большого круга кровообращения крупного рогатого скота

Аорта — *aorta* — главная магистральная артерия, проводит кровь непосредственно от сердца ко всем органам тела. Она начинается в левом желудочке сердца, направляется дорсо-каудально к шестому грудному позвонку и дальше тянется вентральнее и левее позвоночника 5—6-го поясничных позвонков. В этом месте она делится на мощные парные наружные и внутренние подвздошные артерии, а оставшаяся часть продолжается каудально и называется крестцовой артерией. Аорта относится к артериям эластического типа. Ее часть, лежащая в грудной полости, называется грудной аортой, продолжение в брюшной полости — брюшной аортой (рис. 68). **Грудная аорта.** От нее берут начало венечные, или коронарные, артерии, общий плечеголовной ствол, пищеводобронхиальный ствол, крапильные диафрагмальные артерии (только у лошади) и межреберные артерии.

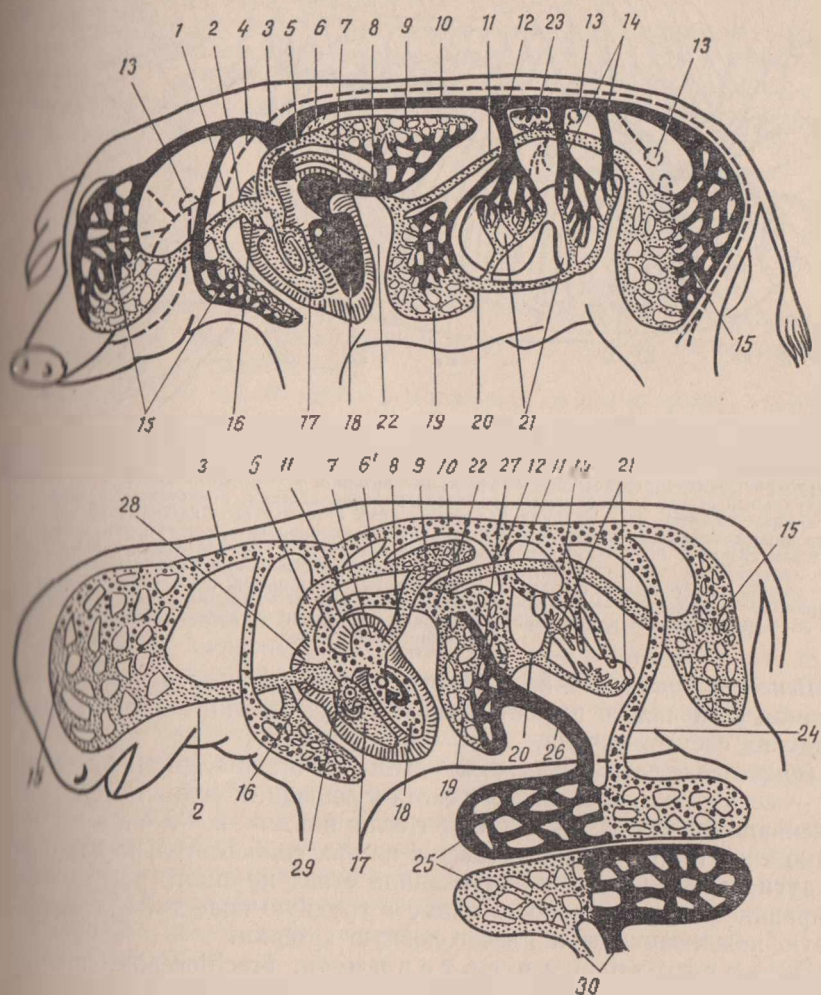


Рис. 67. Схема кровообращения:

родящего животного; *внизу* — плода; 1 — лимфатический сосуд; 2 — краниальная по-
 лочечноголовной ствол; 4 — грудной проток; 5 — легочная артерия; 6 — артериаль-
 ная, 6' — артериальный проток; 7 — левое предсердие; 8 — легочная вена; 9 — капилля-
 ры; 10 — ворта; 11 — каудальная полая вена; 12 — чревная артерия; 13 — лимфатичес-
 кая; 14 — брыжеечные артерии; 15 — капилляры тела; 16 — правое предсердие; 17 —
 левый желудочек; 18 — капилляры печени; 19 — воротная вена печени; 20 —
 и кишечник; 22 — почечная вена; 23 — почки; 24 — пупочная артерия; 25 — капилл-
 яры; 26 — пупочная вена; 27 — непозный проток; 28 — межпозвоночный бугорок;
 29 — овальное отверстие; 30 — артерии и вены матки.

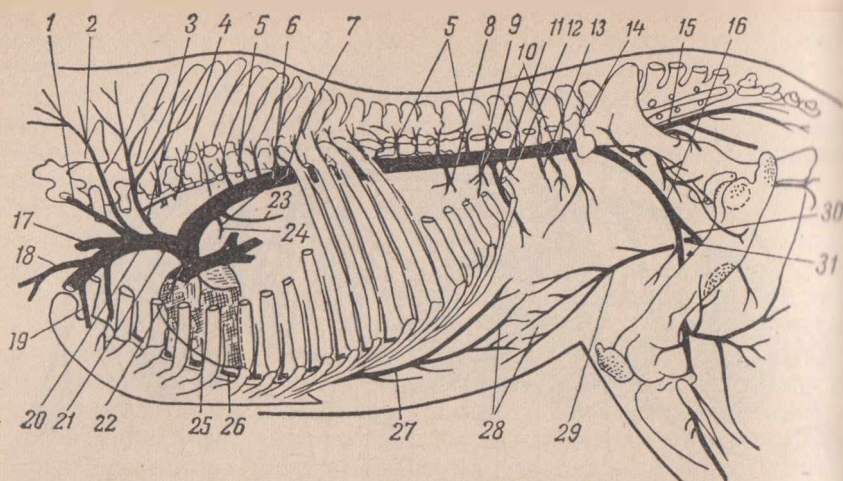


Рис. 68. Схема ветвления аорты у лошади:

1 — позвоночная артерия; 2 — глубокая шейная артерия; 3 — общий реберношейный ствол; 4 — реберношейная артерия; 5 — межреберные артерии; 6 — грудная аорта; 7 — пищеводная артерия; 8 — бронхиальный ствол; 9 — краниальная диафрагмальная артерия; 10 — чревная артерия; 11 — почечные артерии; 12 — краниальная брыжеечная артерия; 13 — внутренние семенные артерии; 14 — каудальная брыжеечная артерия; 15 — внутренние надлошадные артерии; 16 — наружная поднадлошадная артерия; 17 — левая общая сонная артерия; 18 — плечеголовный ствол; 19 — наружная грудная артерия; 20 — левая подключичная артерия; 21 — общий плечеголовной ствол; 22 — дуга аорты; 23 — пищеводная; 24 — бронхиальный ствол; 25 — сердце; 26 — внутренняя грудная артерия; 27 — краниальная надчревная артерия; 28 — анастомоз с 29 каудальной надчревной артерией; 30 — глубокая бедренная артерия; 31 — надчревносрамный ствол.

Венечные артерии — *aa. coronaria cordis* — парные, отходят от аорты в самом ее начале и питают мышцу сердца, стенки легочной артерии и других сосудов сердца.

Общий плечеголовной ствол — *truncus brachiocephalicus communis* — есть у крупного рогатого скота и лошади. У свиньи и собаки его заменяют два сосуда — плечеголовная и левая подключичная артерии; каждая из них самостоятельно начинается от дуги аорты. Общий плечеголовной ствол крупного рогатого скота направляется краниально, к входу в грудную полость, и делится на левую подключичную и плечеголовную артерии.

Плечеголовная артерия — *a. brachiocephalica* — является продолжением общего плечеголовного ствола после отделения от него левой подключичной артерии. Плечеголовная артерия, в свою очередь, делится на общий ствол сонных артерий и правую подключичную артерию. Последняя дает начало таким же артериям, как и левая подключичная. Каждая подключичная артерия огибает спереди первое ребро и переходит на медиальной поверхности плечевого сустава в подмышечную артерию — главную магистраль, питающую грудную конечность. Подключичная артерия до перехода в подмышечную артерию у крупного скота и свиньи отдает общий реберношейный ствол и ряд артерий.

Вторая ветвь подключичной артерии — внутренняя грудная артерия — *a. thoracica interna* — отдает ветви к зобной пласке, диафрагме, межреберным мускулам.

Наружная грудная артерия — *a. thoracica externa* — располагается на вентральной поверхности грудной кости и в грудных мускулах.

Общий реберношейный ствол короткий, он делится на следующие ветви: позвоночную, глубокую шейную, переднюю межреберную и позвоночную шейную.

Позвоночная артерия — *a. vertebralis*, — направляясь краниально в межпоперечном канале шейных позвонков, отдает дорсальные мускульные и спинномозговые ветви и в области атланта коммутирует с затылочной и глубокой шейной артериями.

Глубокая шейная артерия — *a. cervicalis profunda* — возникает от позвоночной артерии и проходит впереди первого ребра к мышечной мускулатуре шеи.

Передняя межреберная артерия отдает первые межреберные артерии, питающие спинной мозг, ребра и мускулы.

Пищеводобронхиальный ствол — *truncus bronchooesophageus* — отходит от вентральной стенки дуги аорты, вентральнее шестого грудного позвонка и делится на бронхиальную и пищеводную артерии. Бронхиальная артерия, питая бронхи и легкие, анастомозирует с легочной артерией.

Краниальная диафрагмальная артерия — *a. phrenica cranialis* — возникает, разветвляется в ножках диафрагмы (только у лошади).

Межреберные артерии — *aa. intercostales* — начинаются от дорсальной стенки аорты. Каждая из этих 13—14 парных артерий делится на уровне межпозвоночного отверстия на три ветви: дорсальную, вентральную и спинномозговую. Последняя, проникая через межпозвоночное отверстие, питает спинной мозг; две другие снабжают кровью вентральную стенку и дорсальную часть спины.

Центральная аорта отдает три непарные артерии, формирующие вставочный, или воротный, круг кровообращения, и семь парных артерий. Пять парных артериям брюшной аорты относятся: чревная, краниальная и каудальная брыжеечные артерии. Парными артериями являются почечные (шесть пар), почечные и внутренние семенные.

Чревная артерия — *a. coeliaca* — у крупного рогатого скота на правой поверхности рубца делится на четыре ветви: печеночную, селезеночную, левую рубцовую и левую желудочную артерии. Каждая из них питает соответствующий орган.

Краниальная брыжеечная артерия — *a. mesenterica cranialis* — возникает от аорты под первым-вторым поясничным позвонком и делится на несколько артерий, питающих тонкий отдел кишечника, а также слепую и ободочную кишки.

Каудальная брыжеечная артерия — *a. mesenterica caudalis* — снабжает кровью каудальную часть ободочной кишки и прямую кишку. Начинается от аорты в области последних поясничных позвонков.

Почечные артерии — aa. renales — делятся на долевые артерии, переходящие в дуговые, радиальные и приносящие артерии. Последние формируют мелкие сосуды, образующие сосудистые клубочки.

Поясничные артерии — aa. lumbales — сходны с межреберными артериями. Каждая из них на уровне межпозвоночных отверстий формирует дорсальную, вентральную и спинномозговую ветви. Последние снабжают кровью спинной мозг, а вентральные и дорсальные ветви питают брюшную стенку и мускулы в области поясницы.

Вентральное пятого-шестого поясничных позвонков от аорты начинаются парные наружные подвздошные и внутренние подвздошные артерии.

Наружные подвздошные артерии являются магистральными сосудами, снабжающими кровью тазовые конечности.

Внутренние подвздошные артерии — a. iliaca interna — питают органы тазовой полости, наружные половые органы и область крестца. Начинаются они от аорты под шестым поясничным позвонком и направляются каудально, отдавая следующие парные артерии.

Подвздошнопоясничная артерия — a. ilio-lumbalis — питает поясничные и ягодичные мускулы. Краниальная ягодичная артерия — a. glutea cranialis — питает ягодичные мускулы. Запирательная артерия — a. obturatoria — питает запирательные мускулы. Пупочная артерия — a. umbilicalis — отходит в самом начале от внутренней подвздошной артерии и функционирует у плода. Каудальная маточная артерия — a. uterina caudalis — направляется в каудальную часть матки, влагалище и в мочевого пузырь. С помощью анастомозов она соединяется с краниальной и средней маточной артерией. Внутренняя семенная артерия — a. pudenda interna — направляется каудально к седалищной дуге, где делится на артерии, питающие наружный половой орган и промежность. Каудальная прямая кишечная артерия — a. haemorrhoidalis — питает прямую кишку.

Внутренние семенные артерии — aa. spermatica interna — у самцов входят из брюшной полости в мошонку через паховый канал, васкуляризируют семенники. У самок эта артерия делится на яичниковую и краниальную маточную артерию.

Артерии головы являются ветвями магистрального сосуда — общего ствола сонных артерий — truncus bicaroticus communis, который делится в грудной полости на две мощные ветви — правую и левую общие сонные артерии.

Левая общая сонная артерия — a. carotis communis sinistra, так же как и правая — a. carotis communis dextra, — направляется к голове и вентро-латеральной стороне трахеи, отдавая ветви к окружающим мускулам, трахее, пищеводу, околоушной слюнной и щитовидной железам. Ниже затылочно-атлантного сустава общая сонная артерия отдает внутреннюю сонную артерию (у рогатого скота ее нет), продолжается в наружную сонную артерию (рис. 69).

внутренняя сонная артерия — *a. carotis interna*, — проходит через разорванное отверстие черепа, питает в основном головной мозг.

Наружная сонная артерия — *a. carotis externa*, — в области челюстного сустава, отдает к органам следующие основные ветви:

Затылочная артерия — *a. occipitalis* — направляется к затылочной ямке атланта, где анастомозирует с позвоночной и глубокой артериями. Средняя артерия подчелюстной железы — *a. gl. submandibularis media*, — кроме этой железы,

питает мускулы гортани и глотки. Артерия жевательного мускула направляется к наружному жевательному мускулу по наружному краю нижней челюсти. Большая ушная артерия — *a. auricularis magna* — делится на латеральную, среднюю

и глубокую ушные артерии. Поверхностная височная артерия — *a. temporalis superficialis* — начинается от наружной височной артерии вблизи челюстного сустава и разветвляется в органах лицевой области. Наружная челюстная артерия — *a. maxillaris externa* — направляется к сосудистой вырезке нижней челюсти по ее медиальной поверхности, выходит на лицевую поверх-

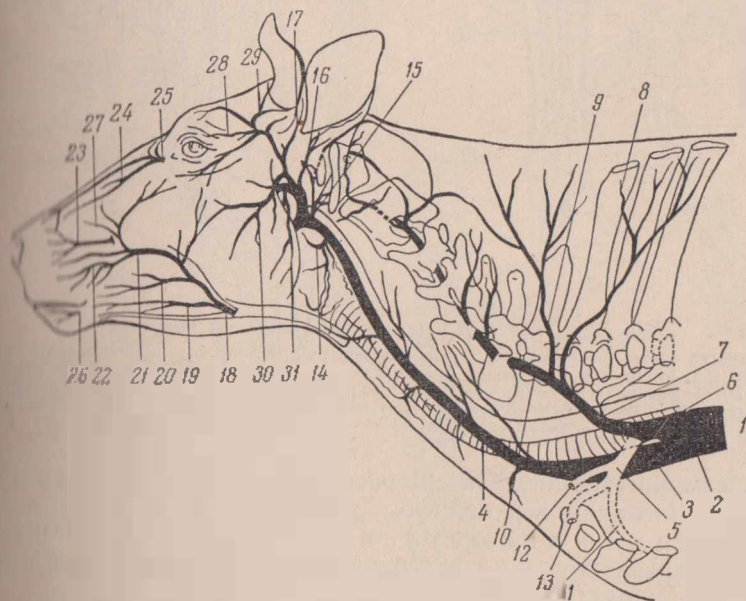


Рис. 69. Схема ветвления артерий шеи и головы рогатого скота:

1 — общий сонно-подключичный ствол; 2 — плечеголовная артерия; 3 — общий ствол сонных артерий; 4 — внутренняя сонная; 5 — левая подключичная; 6 — общий шейно-позвоночный ствол; 7 — позвоночная; 8 — поперечная шейная; 9 — глубокая шейная; 10 — позвоночная; 11 — грудная; 12 — плечевой ствол; 13 — подмышечная; 14 — крахмальная; 15 — затылочная; 16 — большая ушная; 17 — поверхностная височная; 18 — лицевая; 19 — нижняя губная; 20 — глубокая нижняя губная; 21 — верхняя губная; 22 — носовая; 23 — подглазничная; 24 — дорсальная носовая; 25 — нижнего века; 26 — верхнего века; 27 — латеральная носовая; 28 — поверхностная слезная; 29 — рога; 30 — поперечная лицевая; 31 — жевательная.

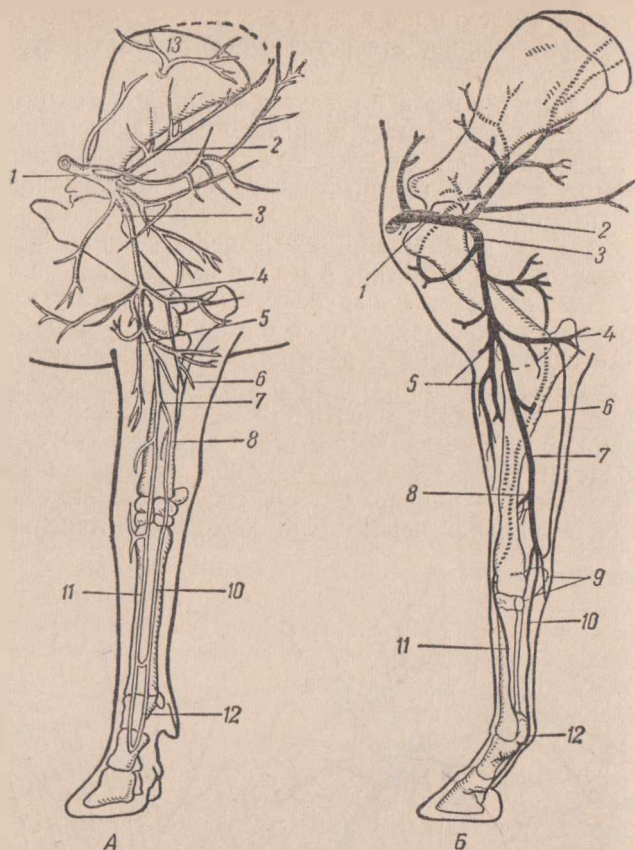


Рис. 70. Схема ветвления артерий грудной конечности:

А — рогатого скота; Б — лошади; 1 — подмышечная артерия; 2 — подлопаточная артерия; 3 — плечевая артерия; 4 — локтевая артерия; 5 — лучевая артерия; 6 — общая мидийная артерия; 7 — срединная артерия; 8 — срединно-лучевая артерия; 9 — глубокие пястные артерии; 10 — поверхностная волярная пястная артерия; 11 — дорсальная пястная артерия; 12 — пальцевые артерии; 13 — поперечная шейная артерия.

ность и называется лицевой артерией. Лицевая артерия отдает ветви нижней и верхней губы, дорсальную носовую и угла глаза. Внутренняя челюстная артерия — *a. maxillaris interna* — направляется к клинонебной ямке, отдает ряд ветвей к мозгу, к различным частям глаза и небу.

Артерии грудных конечностей. Подмышечная артерия — *a. axillaris* — является продолжением подключичной артерии, проходит по медиальной поверхности плечевого сустава. Она делится на подлопаточную и плечевую артерии (рис. 70).

Подлопаточная артерия — *a. subscapularis* — направляется каудо-дорсально по заднему краю лопатки и делится на ветви, питающие заостренный и соседние с ним мускулы.

Плечевая артерия — *a. brachialis* — несет кровь ко всей передней конечности, лежит на медиальной поверхности плечевой кости. От нее отходят: окружная плечевая артерия, коллатеральная плечевая, коллатеральная лучевая и слабо развитые артерии: глубокая плечевая, артерия двуглавого мускула и возвратная локтевая. Плечевая артерия на уровне межкостной щели отдает межкостную артерию и переходит в срединную артерию.

Срединная артерия — *a. mediana* — продолжается по медиальной поверхности лучевой кости до запястного сустава, где отливается в дорсальную сеть запястья. В области пясти она называется поверхностной волярной пястной артерией, которая затем делится на волярные пальцевые артерии — латеральную и медиальную. Волярные пальцевые арте-

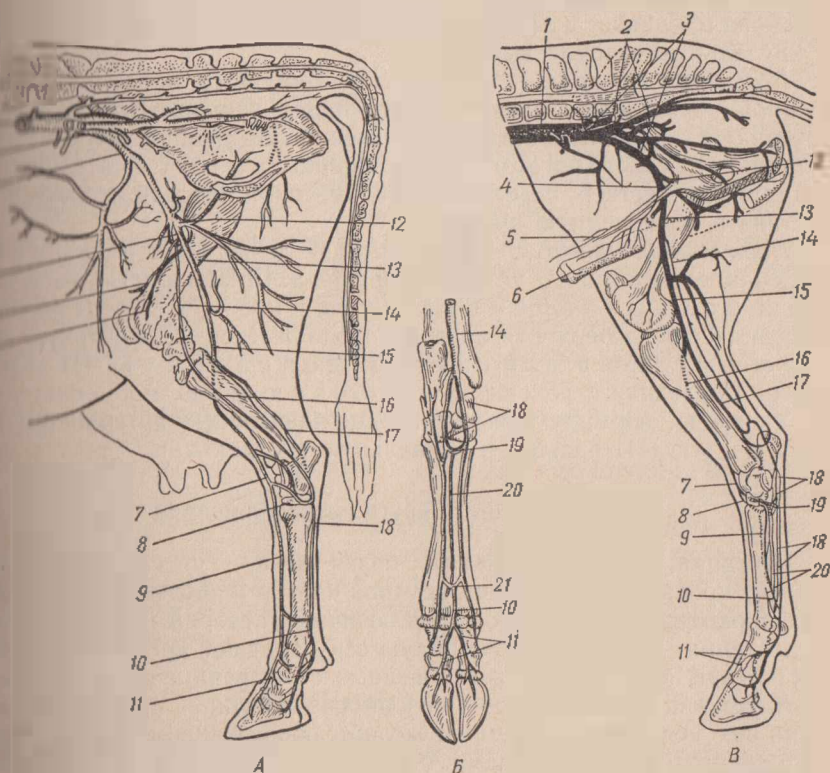


Рис. 71. Схема артерий тазовой конечности:

А — коня; В — лошади: 1 — брюшная аорта; 2 — внутренняя подвздошная артерия; 3 — наружная подвздошная артерия; 4 — надчревный ствол и отходящие от него надчревная артерия и 5 — наружная срамная артерия; 6 — дорсальная тазовая артерия; 7 — дорсальная бедренная артерия; 8 — прободающая заплюсневая артерия; 9 — дорсальная плюсневая артерия; 10 — глубокая бедренная артерия; 11 — дорсальные пальцевые артерии; 12 — глубокая бедренная артерия; 13 — открытая (подкожная) артерия (сафена); 14 — подкожная артерия; 15 — передняя большеберцовая артерия; 16 — задняя большеберцовая артерия; 17 — задняя большеберцовая артерия; 18 — глубокие плюсневые артерии; 19 — проксимальная плантарная дуга; 20 — дистальная плантарная дуга; 21 — дистальная плантарная дуга.

рии лежат на боковых поверхностях путового и венечного суставов и, отдав ряд мелких ветвей, у лошади заканчиваются в полулунном напале копытной кости концевой дугой.

Артерии тазовых конечностей. Каждая тазовая конечность снабжается кровью из своей наружной подвздошной артерии (рис. 71).

Наружная подвздошная артерия — *a. iliaca externa* — направляется по краю большой и малой поясничных мышц в бедренный канал. На этом участке от нее отходят окружная подвздошная и глубокая и глубокая бедренная артерии. Последняя находится у краниального края лонных костей и дает начало надчревносрамному стволу, делящемуся на две ветви: надчревную артерию и наружную срамную артерию.

Наружная срамная артерия — *a. pudenda externa* — снабжает кровью вымя. Через брюшное отверстие пахового канала она проникает в заднюю треть вымени и делится на краниальную и каудальную артерии вымени.

Бедренная артерия — *a. femoralis* — является продолжением наружной подвздошной артерии. Она отдает краниальную бедренную артерию и каудальную бедренную артерию. Бедренная артерия, отдавая мощную у крупного рогатого скота артерию с афею — *a. saphena* — и ряд мелких ветвей, переходит на плантарной поверхности коленного сустава в подколенную артерию.

Подколенная артерия — *a. poplitea* — делится на переднюю большеберцовую артерию — *a. tibialis anterior* — и заднюю большеберцовую артерию — *a. tibialis posterior*. Передняя большеберцовая артерия продолжается в дорсальную артерию стопы и затем в плюсневую дорсальную III артерию. Последняя переходит в прободающую плюсневую артерию, формирующую пальцевые плантарные артерии — латеральную (III пальца) и медиальную (IV пальца).

Вены большого круга кровообращения

Передняя, или краниальная, полая вена — *v. cava cranialis* — отводит кровь от головы, шеи, грудной клетки и грудных конечностей. Она проходит вентрально от подключичных артерий между листками средостения. В краниальную полую вену впадают яремная вена, правая и левая подмышечные вены, шейные и внутренние грудные вены.

Наружная яремная вена — *v. jugularis externa* — парная, находится на шее под кожей в яремном желобе, образованном плечеголовными и грудиноголовными мускулами. В этом месте, ниже третьего-четвертого шейных позвонков, обычно у животного берут кровь. Яремная вена образуется от слияния наружной челюстной вены — *v. maxillaris externa* — и внутренней челюстной вены — *v. maxillaris interna*.

Вены грудной конечности разделяются на глубокие и поверхностные. *Глубокие вены* грудной конечности начинаются от общей плантарной пальцевой вены, образованной венами третьего

четвертого пальцев. Кровь из этих вен оттекает в волярную локтевую, а затем в срединную, плечевую и подмышечную вены, которые располагаются рядом с соответствующими артериями.

Поверхностные вены грудной конечности находятся под кожей и защищаются от волярных пальцевых наружных и локтевых волярных вен.

Видная полая вена — *v. cava caudalis* — несет кровь в правое предсердие из вен таза, тазовых конечностей, брюшных стенок и органов брюшной полости. Она начинается под пятым поясничным позвонком в месте слияния общих подвздошных вен.

В брюшной полости задняя полая вена лежит правее аорты, под пятыми позвонками, затем опускается к тупому краю печени и проникает через отверстие диафрагмы в грудную полость.

Из верхней полой вены, через наружную срамную, а затем наружную подмышечную вены оттекает часть крови из вымени. Другая ее часть попадает по подкожной брюшной вене в переднюю полую вену. Кроме того, в заднюю полую вену поступает через 2—3 парные вены кровь из кишечника, желудка, селезенки, поджелудочной железы. Эта кровь предварительно собирается в воротную вену — *v. porta*, — проходит через печеночные капилляры и после этого попадает в заднюю полую вену.

Вены тазовых конечностей разделяются на глубокие и поверхностные (подкожные). *Глубокие вены* в основном соответствуют артериям, которые они сопровождают, и носят их названия.

К *поверхностным*, подкожным венам относятся многочисленные вены, отводящие кровь от поверхностных частей конечности.

Сосуды малого круга кровообращения

Малый, или легочный, круг кровообращения начинается из правого предсердия легочной артерией — *a. pulmonalis*, — которая делится на ветви. От этого места начинается артериальная связка, идущая к легким. У животного после рождения кровь из легочной артерии проходит через легочные капилляры, окисляется в них и по 4—9 легочным венам попадает в левое предсердие, где и заканчивается малый круг кровообращения.

Кровообращение у плода

Кровообращение у плода отличается от кровообращения у взрослого животного (рис. 67). Плод получает кровь, обогащенную питательными веществами и кислородом, из плаценты, где она обменивается благодаря диффузии жидкими питательными веществами и газами с кровью матери. Но кровь материнского организма не попадает в организм плода. Кровь, обогащенная в плаценте питательными веществами и кислородом, поступает по пупочной вене, несущей ее в пещеру рождения. Здесь она смешивается с кровью воротной вены,

богатой углекислым газом. Из печени по печеночным венам смешанная кровь поступает в заднюю полую вену и в правое предсердие, а затем в правый желудочек. Часть крови попадает через овальное отверстие в левое предсердие. Так как легкие у плода не функционируют, кровь по легочной артерии в них не попадает. Вся она направляется через артериальный проток в аорту и разносится по всему телу. Часть этой крови из аорты направляется к плаценте по пупочным артериям, пройдя ее капилляры, вновь попадает в печеночные вены, направляясь к плоду. Таким образом происходит непрерывная циркуляция крови от плаценты к плоду по пупочным венам, а от плода к плаценте по пупочным артериям. Пуповина, имеющая пупочную шнур, в состав которого входят парные пупочные артерии, пупочная вена и мочевого проток, или урахус, проводящий мочу в полость амниотонса, при рождении разрывается.

Дистальные участки пупочных артерий и вен, а также артериальный проток после этого превращаются в связки; овальное отверстие зарастает.

Система органов лимфообращения

Система органов лимфообращения представляет собой часть кровеносной системы; она выполняет дренажную функцию, отводя в кровь избыток тканевой жидкости, которая в лимфатических сосудах собирается лимфой.

Лимфа течет медленно и в одном направлении — из органов к передней поллой вене. Ток лимфы обусловлен присасывающим действием сердца, работой клапанов лимфатических сосудов и сокращением органов, сжимающих сосуды. Из лимфатических капилляров, расположенных в органах, лимфа поступает последовательно в приносящие лимфатические сосуды, лимфатические узлы, затем в выносящие лимфатические сосуды и протоки. Лимфа постоянно поступает в кровь передней поллой вены через грудной проток и правый лимфатический ствол. Этими двумя протоками и заканчивается вся лимфатическая система.

Тканевая жидкость, омывая клетки тканей, является питательной средой для них. Она постоянно пополняется плазмой крови и отводится из тканей по кровеносным и лимфатическим сосудам.

Лимфатические капилляры — это начальные звенья лимфатической системы. Они имеют вид слепых расширений, которые, соединяясь, образуют замкнутую систему трубок. Стенки лимфатических капилляров, так же как и кровеносных, состоят из одного слоя клеток — эндотелия. Лимфатические капилляры и кровеносных капилляров.

Лимфатические сосуды условно делят на два типа: приносящие и выносящие. Приносящие сосуды очень тонкие, по ним лимфа поступает в лимфатические узлы. Пройдя через лимфатические узлы, она оттекает по выносящим сосудам в протоки. Стенки крупных лимфатических сосудов и протоков (подобно кровеносным) состоят из трех оболочек.

Лимфатические узлы располагаются на пути лимфатических сосудов. Это длинные или бобовидные органы серого или серо-розового цвета. У крупного рогатого скота до 300 лимфатических узлов, у свиней — 190, лошадей — до 8000. Кроме того, в слизистых оболочках тонкого и толстого отделов кишечника, в органах дыхания и других органах масса мелких лимфатических узлов. Лимфатический узел по строению по типу паренхиматозного органа. В нем различают наружную соединительнотканную капсулу, отдающую внутри узла перекладины — трабекулы, и паренхиму из ретикулярной (лимфоидной) ткани в виде фолликулов (рис. 72). Лимфатические пространства между фолликулами называются синусами. Лимфа вливается в эти синусы из нескольких приносящих сосудов и медленно протекает через узел. Выносящих лимфатических сосудов значительно меньше, чем приносящих. По ним лимфа направляется в протоки.

В каждый лимфатический узел лимфа собирается из определенного участка тела, называемого его корнем.

Различают поверхностные и глубокие лимфатические узлы, которые подразделяются, в свою очередь, на лимфатические узлы органов головы и шеи, конечностей, грудной, брюшной и тазовой областей. Наиболее доступны для обследования у живого животного поверхностные

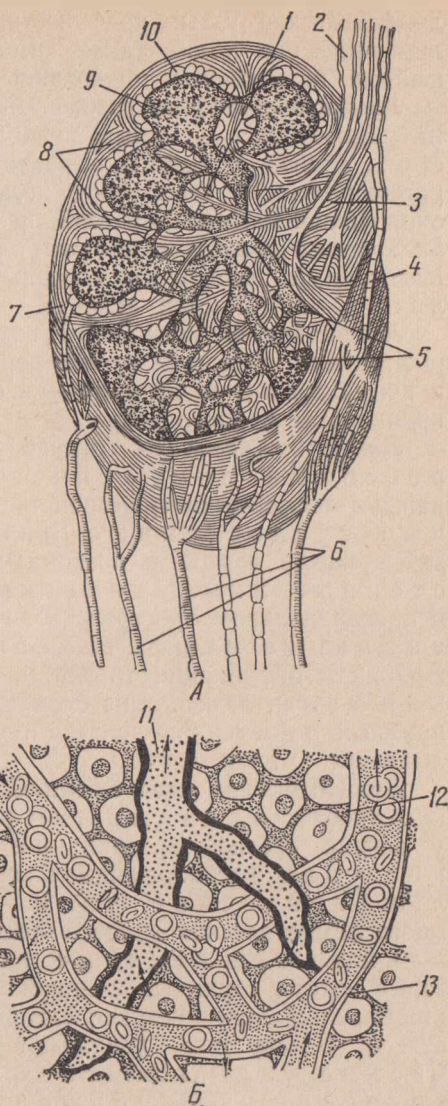


Рис. 72. Схема строения лимфатического узла (А) и начало лимфатических капилляров (Б):

1 — трабекулы; 2 — выносящие лимфатические сосуды; 3 — ворота узла; 4 — анастомоз между приносящими и выносящими сосудами; 5 — мозговое вещество; 6 — приносящие лимфатические сосуды; 7 — капсула узла; 8 — ретикулярная ткань; 9 — корковое вещество; 10 — краевой синус; 11 — лимфатический капилляр; 12 — тканевая жидкость; 13 — кровеносный капилляр.

лимфатические узлы: подчелюстные и паховые. К поверхности лимфатическим узлам также относятся: околоушные, заглоточные, шейные, надколенные, подколенные и седалищные.

Лимфатические узлы головы. *Подчелюстной лимфатический узел* (In. submaxillaris) — парный, расположен в пространстве между челюстями, вблизи сосудистой вырезки. Его корнем являются носовая и ротовая полости. *Околоушной лимфатический узел* частично прилегает к околоушной слюнной железой, находится ниже челюстного сустава. *Заглоточные лимфатические узлы* парные (медиальный и латеральный). Медиальный расположен дорсальнее глотки, латеральный — в области крыловой ямки атланта.

Лимфатические узлы шеи. К ним относятся поверхностные и глубокие шейные, лежащий кранио-дорсально и выше плечевого сустава и глубокие шейные — в области входа в грудную полость краниальнее первого ребра.

Лимфатические узлы грудной полости. К ним относятся межреберные лимфатические узлы, расположенные на каждом межреберном пространстве у реберных головок; дорсальные средостенные лимфатические узлы находятся между аортой и позвонками; краниальные средостенные лимфатические узлы расположены у трахеи в прекардиальном пространстве. Из легкого лимфу собирают бронхальные лимфатические узлы, которые находятся в области бифуркации трахеи, и легочные лимфатические узлы, лежащие на бронхах. У крупного рогатого скота особый крупный лимфатический узел сердечной сумки, лежащий у дуги аорты.

Лимфатические узлы брюшной полости. К наиболее важным из них относятся чревные лимфатические узлы, лежащие у начала чревной артерии; печеночные лимфатические узлы, расположенные в воротах печени; селезеночные лимфатические узлы — в воротах селезенки. Особенно много лимфатических узлов в брыжейке. К ним относятся краниальные брыжеечные лимфатические узлы, которые лежат у корня одноименной артерии, лимфатические узлы толстой кишки, лимфатические узлы слепой кишки и других кишок толстого отдела. Кроме того, различают желудочные лимфатические узлы, в области кардия и малой кривизны; лимфатические узлы поджелудочной железы, у начала двенадцатиперстной кишки; почечные лимфатические узлы и т. д. (рис. 73).

Лимфатические узлы грудной конечности. Один из них называется подмышечным лимфатическим узлом и лежит на медиальной поверхности большого круглого мускула, другой — подмышечным лимфатическим узлом первого ребра, располагается медиально от плечевого сустава.

Лимфатические узлы тазовой конечности. Надвymенные лимфатические узлы находятся у основания вымени.

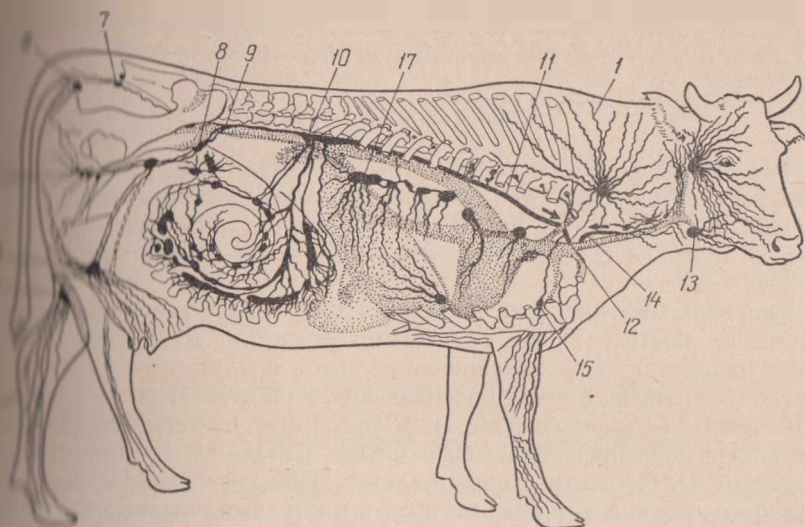


Рис. 73. Схема строения лимфатической системы коровы:

1 — грудной лимфатический ствол; 2 — подколенный лимфатический узел; 3 — надвымен-
ные лимфатические узлы; 4 — поверхностные паховые узлы; 5 — выносящие лимфатические
стволы; 6 — лимфатический узел; 7 — медиальный крестцовый узел; 8 — медиальные подвздошные узлы;
9 — лимфатические стволы; 10 — поясничная цистерна; 11 — грудной проток; 12 —
лимфатический ствол; 13 — лимфатические узлы головы; 14 — правый лим-
фатический ствол; 15 — краинальный узел грудной кости; 17 — средостенные каудальные.

молочного зеркала. Они собирают лимфу, оттекающую от
молочных цистерн и паренхимы вымени. Под коленны
лимфатический узел находится под двуглавым мускулом
или головке икроножного мускула. Лимфатический
коленный складки расположен в складке кожи,
расстояние между маклоком и коленной чашкой.

Грудные лимфатические сосуды. К ним относятся: грудной проток
поясничной цистерны и правый лимфатический ствол. Г р у д н о й
п р о т о к — *ductus thoracicus* — самый крупный лимфатический со-
суд, по которому оттекает $\frac{3}{4}$ всей лимфы. Начинается он в брюшной
полости из поясничной цистерны и впадает в переднюю полую вену
у краинального края первого ребра. В п о я с н и ч н у ю ц и-
с т е р н у — *cisterna chyli*, — расположенную у крупного рогатого скота
между двумя последними грудными и двумя первыми поясничными поз-
воночными, лимфа поступает из поясничного ствола и ки-
шечного лимфатического ствола, а также из других
лимфатических сосудов туловища. Кишечный лимфати-
ческий ствол приносит в поясничную цистерну лимфу молочного цвета,
содержащую жиром в кишечнике.

Из левой половины головы и шеи лимфа оттекает по двум т р а-
хеальным лимфатическим протокам, впадающим
в грудной лимфатический проток. От правой половины головы, шеи,

правой грудной конечности лимфа попадает в лимфатический правый ствол, впадающий у первого ребра в переднюю поперечную вену.

Кроветворные органы

Форменные элементы крови в течение жизни животного постоянно разрушаются и заменяются новыми клетками, развивающимися в специальных кроветворных органах. У взрослого животного к кроветворным органам относятся: красный костный мозг, селезенка и лимфатические узлы.

Красный костный мозг находится в губчатом веществе эпифизов трубчатых костей. Кроме ретикулярной ткани, в красном костном мозге находятся образовавшиеся из нее гемоцитобласты и другие клеточные формы развивающихся эритроцитов и зернистых лейкоцитов. Гемоцитобласты — это исходные малодифференцированные клетки; они превращаются в зрелые лейкоциты, эритроциты и мегакариоциты. Последние представляют собой гигантские клетки, формирующие кровяные пластинки. Подсчитано, что в каждую секунду из красного костного мозга в кровь поступает около 3 миллионов эритроцитов.

Селезенка — lien — у крупного рогатого скота удлинненно-овальная, серо-синего (у коров) и красно-коричневого (у быков) цвета, лежит слева от рубца. Ее дорсальный край достигает десятого межреберного пространства. У свиньи селезенка длинная и узкая, яркого красного цвета, лежит в левом подреберье, соприкасается с левой почкой и выступает несколько за последнее ребро. Селезенка лошади серповидной формы, сине-красная, расположена в левом подреберье.

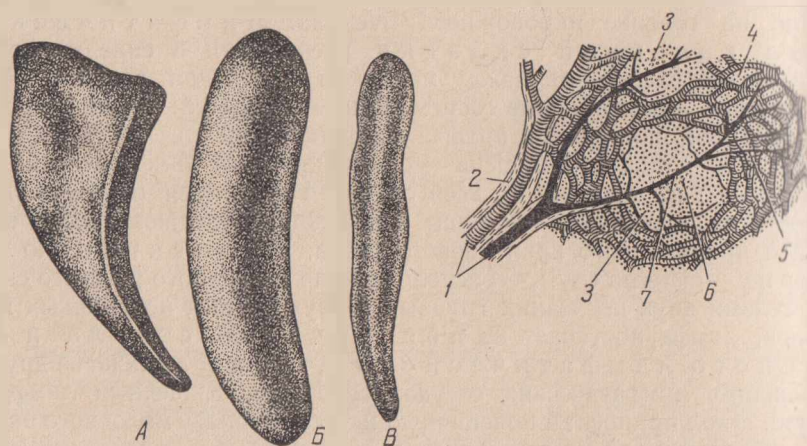


Рис. 74. Селезенки (вид с парietальной поверхности)

А — лошади; Б — крупного рогатого скота; В — свиньи; справа — вид под микроскопом; 1 — сосуды селезенки; 2 — трабекула; 3 — мальпигиевы тельца; 4 — красная пульпа; 5 — кистевидная артерия; 6 — центр размножения; 7 — центральная артерия.

собой оболочек: эндокарда, миокарда и эпикарда. Стенки предсердий упругие, а желудочков (особенно левого) — даже плотные.

На внутренней поверхности предсердий никаких образований нет. При рассечении полостей желудочков ясно видны створчатые клапаны, сухожильные струны, которыми заканчиваются их створки, и сосочковые мускулы, куда тяжи вращаются нижними концами. Если подвести под верхние разветвленные концы сухожильных струн кончик пинцета или стеклянную палочку, а затем отвести ее в сторону, соответствующая створка клапана отойдет от стенки желудочка и будет хорошо видна. Нужно подсчитать такие створки и определить, в какой половине сердца какие находятся клапаны.

Введя палец в аорту и легочную артерию, можно убедиться в том, что в них есть полулунные клапаны. Полулунные клапаны детально изучают после продольного разреза аорты. Чтобы видеть действие полулунных клапанов, достаточно в свободный конец аорты вставить водопроводный кран или воронку, привязав их толстой плетеной ниткой. После пуска воды полулунные клапаны в аорте захлопываются, препятствуя проникновению воды в левый желудочек.

Артерии шеи и головы. *Наглядные пособия и инструменты:* труп лошади или собаки; скальпели, пинцеты, ножницы; препараты сосудов шеи и головы; таблицы и схемы разветвления кровеносных сосудов.

Вначале изучают ветвление основных артерий на сухих препаратах, а затем находят их расположение на трупном материале. Определение артерий начинают с отыскания и осмотра общего плечевого ствола, который тянется от дуги аорты. Находят подключичную, реберношейную и глубокую шейную артерии, а также стволы общих сонных артерий (правый и левый). В области атланта находят внутреннюю сонную артерию, проникающую в мозговую коробку и питающую головной мозг.

Артерии туловища. *Наглядные пособия:* сухие препараты, модели, таблицы.

Находят дугу аорты, отмечают ее толщину, длину и форму. Определяют место ответвления общего плечевого ствола (в грудной полости) и брюшной аорты (в брюшной полости), а также других крупных артерий.

Артерии конечностей. *Наглядные пособия:* препараты передней и задней конечности, модели, таблицы.

С внутренней поверхности конечности осматривают артерии: подмышечную, подлопаточную, плечевую, срединную. На волярной поверхности находят волярные и пальцевые артерии. Устанавливают, какие мускулы эти артерии питают. Находят артерии задней конечности. В альбомах зарисовывают основные артерии конечностей. Устанавливают, что артерия похожа на полую эластичную трубку с достаточно тонкими стенками. Ее просвет круглой формы. После сдавливания артериальной стенки артерия снова приобретает прежнюю форму.

Разрезав участок артерии вдоль, осматривают ее внутреннюю поверхность.

Основные вены организма. *Наглядные пособия и инструменты:* препарат кровеносных сосудов туловища, модели, таблицы, пинцеты, скальпели, животное.

На препарате с кровеносными сосудами туловища находят следующие основные вены: заднюю полую, воротную, печеночные и яремную. Поверхностные вены, расположенные под кожей; рассматривают на живых объектах. Обращают особое внимание на яремные вены и молочные (у коров). Изучают ветвление, топографию вен, их строение. Отмечают отличие венозных сосудов от артериальных. Участок периферической вены (бедренной, плечевой и т. д.) разрезают вдоль и находят на внутренней поверхности кармашковые клапаны — складки в виде трех кармашков. Эти клапаны пропускают кровь лишь в одном направлении. Сделав продольный разрез больших вен (полых, яремной, расположенных близко к сердцу), убеждаются, что кармашковых клапанов в них нет; в венах же конечностей, где кровь течет снизу вверх, клапанов очень много.

Строение лимфатических узлов. *Наглядные пособия и инструменты:* лимфатические узлы средней величины (подчелюстные, паховые), скальпели, пинцеты, таблицы и схемы.

Рассматривают препараты лимфатических узлов, определяют их форму и размер. На одной поверхности узла есть ямка, представляющая собой ворота узла, из которых выходит выносящий лимфатический сосуд. Лимфатический узел покрыт соединительнотканной капсулой. Консистенция узлов умеренно плотная.

лимфатический узел, разрезают его поперек скальпелем. На поверхности разреза видна окраска ткани; она неравномерна: по периферии узла (под капсулой) расположена корковая, более темная окраска, центральная зона — более светлая. Поверхность разреза свежего лимфатического узла сочная, она отекает лимфой.

Изучение селезенки. *Наглядные пособия и инструменты:* селезенка домашних животных разных видов, скальпель, таблицы и схемы.

Обращают внимание на форму селезенки, ее консистенцию, величину. У лошади селезенка овальная, у крупного рогатого скота — овально-удлиненная, у собак — в виде вытянутого овала, у собак — как сапожок. Цвет селезенки фиолетовый, консистенция тестоватая. Величина селезенки зависит от вида и возраста животного. Но при определении величины селезенки основное внимание обращают не на абсолютные ее размеры, а на состояние краев. Наружная соединительная капсула селезенки покрыта серозной оболочкой. Она плотно прилегает к органу, но трудно отделяется. На свежем препарате можно обнаружить складки серозной оболочки. Это связки (желудочно-селезеночная, селезеночно-диафрагматическая и др.), прикрепляющие селезенку к соседним органам. Рассматривают поверхность разреза. На ней выступает густая темная жидкость — селезеночная пульпа. Если смочить поверхность разреза водоп., можно увидеть соединительнотканную капсулу и trabeculi, отходящие от капсулы внутрь органа. Trabeculi вместе с капиллярами образуют синусы (камеры) с ретикулярной тканью, где располагаются клетки системы крови.

Историческое строение сердца. *Наглядные пособия и оборудование:* поперечные срезы стенки сердца; микроскоп, окуляр-указатель; таблицы и схемы.

При малом увеличении находят внутреннюю и наружную стороны препарата. Сначала следует начинать с эндокарда. Он расположен на внутренней, обращенной к просвету сердца, стороне. Эндокард состоит из рыхлой соединительной ткани и имеет тонкий слой эндотелия, в котором видны только ядра. Миокард построен из мускульных волокон, ориентированных в различных направлениях. Мускульные волокна поперечно-полосатые. Но можно увидеть под большим увеличением. Ядра в волокнах расположены в центре. На границе миокарда с эндокардом видны группы круглых крупных, бледноокрашенных друг к другу бледноокрашенных образований. Это волокна Пур-

кинжеля, состоят из толстого слоя рыхлой соединительной ткани и однослойного эндотелия (мезотелия). В эпикарде откладываются жировые клетки и разветвленные крупные кровеносные сосуды.

Историческое строение кровеносных сосудов. *Наглядные пособия и оборудование:* исторические препараты сосудов, микроскоп, таблицы и схемы.

При малом увеличении рассматривают поперечные разрезы артерий и вен среднего калибра. Артерию легко отличить от вены по конфигурации просвета, по толщине и структуре стенки. В артерии просвет зияющий, округлой формы, у вены — спавшийся, овальной формы. Стенка артерии значительно толще стенки соответствующей вены. Стенка состоит из трех резко выраженных слоев: внутреннего, среднего и наружного (рис. 75). Рассматривая стенку артерии по направлению от просвета к периферии, можно увидеть прежде всего ядра эндотелия. На препарате они округлой формы, так как срезаны поперек. Эндотелий прилегает к внутренней эластической оболочке — интима. В связи с посмертным сокращением стенки артерии она образует характерные складки и приобретает на поперечном разрезе извилистость. Далее к периферии расположена средняя оболочка — медиа. В ней видно много ядер палочко-образных мускульных волокон и их ядра расположены циркулярно. Наружная оболочка — адвентиция — состоит из волокон рыхлой соединительной ткани, в ней много ядер фибробластов и тонкие нервные волокна.

Стенка вены по строению сходна со стенкой артерии. Однако средняя оболочка вены слабо развита. Иногда на препарате можно обнаружить складки внутренней оболочки, являющиеся в просвет вены. Это срез венозного кармашкового клапана.

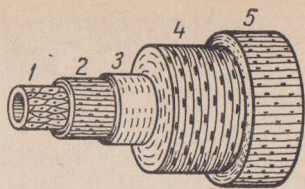


Рис. 75. Схема строения стенки артерии:

1 — эндотелий; 2 — интима; 3 — внутренняя эластическая оболочка; 4 — медиа; 5 — адвентиция.

Гистологическое строение лимфатического узла. *Наглядные пособия и оборудование:* гистологические препараты, микроскоп, окуляр-указатель.

Под малым увеличением знакомятся с общим видом препарата, находят его периферию. Сначала изучают строение плотной соединительнотканной капсулы узла. Снаружи к ней прилежит богатая жировыми клетками и кровеносными сосудами рыхлая соединительная ткань. Внутрь от капсулы отходят соединительнотканная перегородки (трабекулы). В периферической части узла видны округлой или неправильной формы фолликулы. В центре фолликулов обнаруживаются более светлоокрашенные участки, представляющие собой центры размножения. Можно отыскать место, где между фолликулами и капсулой видны узкие прозрачные пространства, содержащие меньшие клетки. Это синусы. В просвете синусов под большим увеличением можно рассмотреть сеточку из ретикулярной ткани. Переместив поле зрения к центру лимфатического узла, находят продолжение как трабекул, так и лимфатических сосудов.

Топография органов кровообращения. *Наглядные пособия и оборудование:* разборные модели, таблицы и схемы, животные (корова, лошадь).

Используя знания, полученные на уроке и на лабораторно-практических занятиях по строению отдельных органов крово- и лимфообращения, необходимо ознакомиться с их расположением у живых животных.

Сердце. Находят местоположение его на таблице. Обводят мелом область расположения сердца на разборных моделях коровы, лошади, свиньи. Подняв верхнюю часть модели, проверяют, правильно ли была определена топография органа. Затем переходят к определению топографии сердца у животных. Это сделать можно только путем перкуссии, имея определенные практические навыки. Кроме того, место расположения сердца определяют по его работе. С этой целью левую переднюю конечность животного несколько выставляют вперед и плотно прижимают руку к грудной клетке в области 3—4-го межреберья, на 2—3 см выше левого плечевого сустава. При этом ощущаются удары сердца о грудную клетку (сердечный толчок).

Кровеносные сосуды. Осматривают лишь те сосуды, которые доступны обследованию, т. е. поверхностные. Находят яремные вены, которые расположены в яремной ямке (правой и левой). Ощупывая вену в этом месте, ощущают в ней пульсацию крови. Если на середине шеи зажать вену, участок ее, лежащий ближе к голове, наполняется кровью, и вена набухает.

Хорошо видна у коров подкожная брюшная вена. Она идет от вымени по нижней брюшной стенке в виде извилистого шнура. Через специальное отверстие в грудной стенке вена проникает в грудную полость. Это отверстие называют молочным колодезем. Его легко прощупать.

У лошади заметны в виде извилистых шнуров шпорные вены — подкожные брюшные. Медиальная подкожная вена расположена под кожей внутренней поверхности бедра и голени.

Лимфатические узлы. На животном необходимо найти: подчелюстные, заплечные, поверхностные шейные и надвымянные лимфатические узлы. Их исследуют путем пальпации. Пальцы плотно прикладывают к месту расположения лимфатического узла и передвигают в сторону. Лимфатический узел ощущается как округлое или удлиненное тело плотной консистенции, хорошо подвижное и безболезненное.

Селезенка. Топографию селезенки вначале определяют на таблицах и разборных моделях. Устанавливают границы ее размещения. Определив топографию селезенки на разборных моделях, обводят мелом область расположения селезенки у животных. Следует иметь в виду, что селезенка может несколько смещаться, так как при вдохе (инспирации) селезенка отодвигается диафрагмой назад, а при выдохе (экспирации) напротив, выдвигается вперед.

СИСТЕМА ОРГАНОВ МОЧЕОТДЕЛЕНИЯ

Продукты обмена веществ выводятся из крови в основную систему органов мочеотделения. К этой системе относятся парные органы — почки и мочеточники, непарные органы — мочевой пузырь, мочеиспускательный и мочеполовой каналы. Последний у самок называется мочеполовым преддверием. Органы мочеотделения закладываются на

на стадиях развития зародыша, одновременно с кровеносной системой, с которой они функционально тесно связаны.

Почки. Почки — *renes* (гр. *nephroi*) — парные, буро-красного цвета, паренхиматозного строения. В паренхиме почки собственно и происходит сложный процесс выделения мочи. По строению различают следующие типы почек: множественные, бороздчатые многососочковые, гладкие многососочковые и гладкие однососочковые.

Множественные почки имеются у водных животных и белого медведя. Они состоят из множества маленьких почек, соединенных стебельками с одним общим мочевым каналом.

Почки остальных типов имеют признаки постепенного слияния отдельных частей (сосочков почек) в единый орган.

Бороздчатые многососочковые почки крупного рогатого скота состоят из почечных долек, напоминающих маленькие почки белого медведя. Но почечные дольки у крупного рогатого скота сливаются между собой средней частью, а сосочки и наружная часть долек остаются обособленными.

Гладкая многососочковая почка свиньи состоит из долек, наружные части которых сливаются между собой, а обособленными остаются лишь сосочки.

Почки однососочковая почка овцы, лошади и собаки отличается полным слиянием долек в единый орган, а их сосочки образуют один общий сосочек.

Органы мочеотделения крупного рогатого скота

Почки разделены бороздами, покрыты жировой капсулой. С вентральной стороны к ним прилегает брюшина. Левая почка по форме напоминает боб, несколько перекрученный по длинной оси; она лежит между вторым — пятым поясничными позвонками и свободно подвешена на связках брюшины. При наполнении рубца почка смещается вправо. Правая почка находится впереди левой почки, под поперечнореберными отростками двух первых поясничных позвонков, а ее краниальный конец достигает двенадцатого межреберного пространства. На поверхности почки можно видеть корковую (мочеотделительную) зону. Она красного цвета, обособлена от такой же зоны соседних долек (рис. 76). Под корковой зоной находится тонкая пограничная зона, сформированная в основном из крупных артерий. За ней идет мозговая зона почти белого цвета.

В почке, как в любом паренхиматозном органе, есть соединительнотканый осто и паренхима, состоящая из функциональных элементов — нефронов.

Нефрон. В нефроне две основные части: сосудистый клубочек и выносящий канальцев, начинающихся капсулой Шумлянского — Боумена. Сосудистый клубочек вместе с капсулой Шумлянского — Боумена называется почечным или мальпигиевым тельцем. Сосудистый клубочек состоит из капилляров, образованных выходящей артерией. В нее кровь поступает из почечной артерии, вторично пройдя междольковые, дуговые и радиальные артерии. Из капилляров сосудистого клубочка кровь собирается в выносящую вену, которая затем вторично делится на капилляры, питающие канальцы и сопровождающие мочевые каналцы. Приносящая артерия имеет больший диаметр, чем выносящая, что связано с выделением мочи, протекающей через клубочек, некоторого объема жидкости в мочу. Капсула Шумлянского — Боумена представляет собой

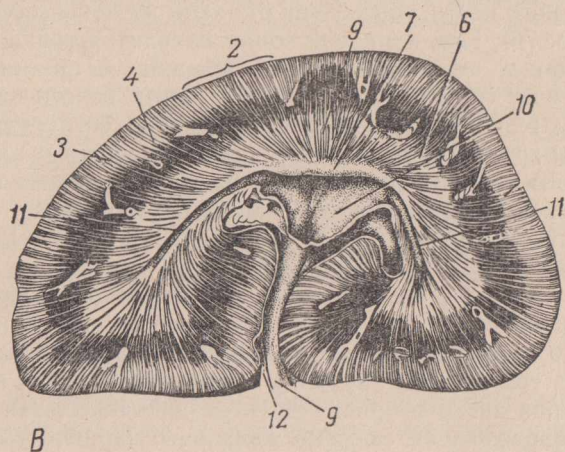
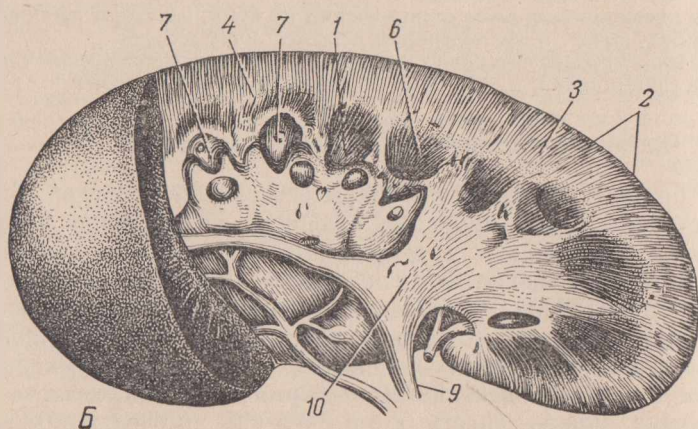
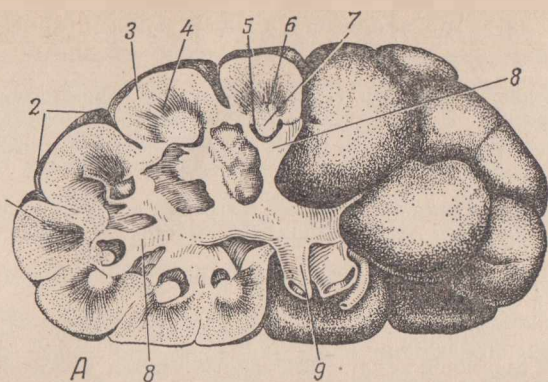


Рис. 76. Почки:

А — крупного рогатого скота; Б — свиньи и В — лошади; 1 — почечная пирамида; почечная доля; 3 — мочеотделительная зона; 4 — пограничная зона; 5 — чашечка; 6 — нисходящая зона; 7 — почечный сосочек; 8 — столбик; 9 — мочеточник; 10 — почечная лоханка; 11 — концевые ходы; 12 — ворота почки.

арек, одна из стенок которого впячивается в его полость вместе с сосудистым клубочком. Таким образом, сосудистый клубочек заключен в капсулу с двойными стенками. Внутренняя ее стенка состоит из одного слоя плоских эпителиальных клеток. Через нее происходит фильтрация мочи в полость капсулы Шумлянского — Боумена. Наружная стенка этой капсулы также состоит из одного слоя плоских эпителиальных клеток, которые в месте ее перехода в проксимальный извитой каналец становятся кубическими (рис. 77).

Проксимальный извитой каналец — это главный отдел нефрона. Его стенки состоят из кубического эпителия, приспособленного к секреции составных частей мочи. Извитой каналец переходит затем в прямую часть основного отдела, продолжающуюся под названием Шумлянского — Генле. В ней различают нисходящую и восходящую части, которые различного строения. Нисходящая часть петли Шумлянского — Генле более тонкая, выстлана плоскими клетками со светлой цитоплазмой, а восходящая ее часть значительно толще, выстлана высокими клетками. Восходящая часть петли Генле, возвращаясь из мозгового вещества почки в корковое, переходит в извитой каналец второго порядка, или дистальный извитой каналец. Из него моча через связующий отдел попадает в собирательный каналец. Все собирательные каналцы дольки собираются на вершине сосочка, образуя почечную чашечку. Из нее и поступает моча. Из почечной чашечки моча последовательно переходит в стелек, затем в ход, в мочеточник, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал.

Все пути от собирательных каналов до мочеиспускательного канала являются только мочевыводящими путями.

Мочеточник — *uréter* — парный, трубчатый орган, проводящий мочу из почек в мочевой пузырь. От почки он направляется к мочевому пузырю по дорсальной брюшной стенке. В таковой полости заключен в перитонеальную складку брюшины. Под ней находится мускульная и амниотическая оболочки. Слизистая

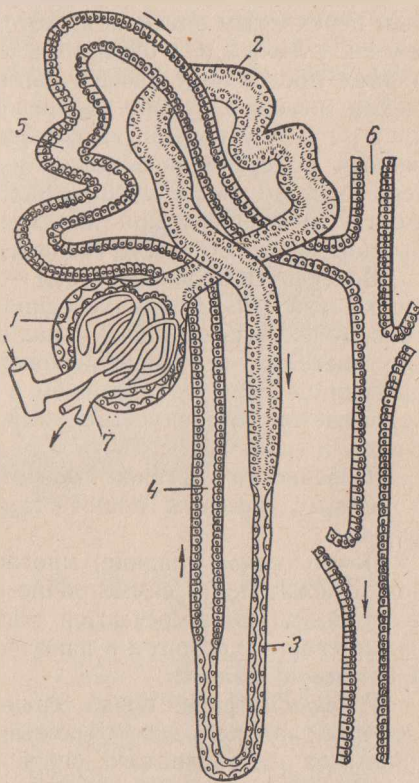


Рис. 77. Схема строения нефрона:

1 — сосудистый клубочек; 2 — проксимальный извитой каналец; 3 — нисходящая часть петли Шумлянского — Генле; 4 — восходящая часть петли Шумлянского — Генле; 5 — дистальный извитой каналец; 6 — собирательная трубка; 7 — выносящая артерия и капилляры.

оболочка выстлана переходным эпителием. Мочеточник косо проникает стенку мочевого пузыря. Пройдя на некотором расстоянии между мускульной и слизистой оболочками мочевого пузыря, мочеточник открывается возле его шейки. При наполнении мочевого пузыря мочой его стенка растягивается и сжимает мочеточник. Вследствие этого моча наполненного мочевого пузыря не попадает в мочеточник.

Мочевой пузырь — *vesica urinaria* — непарный грушевидной формы орган, выполняющий роль резервуара, в котором накапливается моча. Он находится на дне тазовой полости, сверху лонных костей и в наполненном состоянии свешивается в брюшную полость. У коров сверху мочевого пузыря лежит влагалище, у быков — прямая кишка. У мочевого пузыря различают тело, верхушку и шейку, направленную каудально и переходящую в моченспускательный канал. Слизистая мочевого пузыря розовато-белая, выстлана многослойным переходным эпителием, который способен сильно растягиваться. Мускульная оболочка толстая, состоит из кольцевого и двух продольных слоев гладких мускульных волокон. В области шейки мочевого пузыря кольцевой слой образует сфинктер мочевого пузыря, за которым следует второй сфинктер, образованный поперечнополосатыми мускульными волокнами. Оба сфинктера расслабляются лишь при мочеиспускании. Верхушка и тело мочевого пузыря покрыты серозной оболочкой, а его шейка — рыхлой соединительной тканью, адвентицией.

Моченспускательный канал — *urethra* — является продолжением шейки мочевого пузыря и соединяет его с мочеполовым каналом. У коровы моченспускательный канал в несколько раз длиннее, чем у быка. Он тянется по вентральной поверхности влагалища и впадает в него на границе между влагалищем и мочеполовым синусом. В месте, где открывается моченспускательный канал, есть углубление — *дивертикул* (рис. 83).

Особенности органов мочеотделения животных других видов. У *мелких жвачных* почки гладкие, однососочковые, бобовидной формы.

Почки *свиньи* гладкие, многососочковые, бобовидной формы. Обе почки лежат почти симметрично под первыми четырьмя поясничными позвонками, но встречаются животные и с одной почкой. Мочевой пузырь хорошо развит и в наполненном состоянии сильно свешивается в брюшную полость.

У *лошади* правая почка сердцевидной, а левая бобовидной формы. Обе они гладкие, однососочковые. Правая почка лежит под вторым позвонком от шестнадцатого ребра до второго поясничного позвонка, левая почка — от восемнадцатого ребра до четвертого поясничного позвонка. Так как сосочек в почке лошади один, чашечек нет. Он заменяет одна обширная почечная лоханка, которая переходит непосредственно в мочеточник. Мочевой пузырь относительно небольшой.

СИСТЕМА ОРГАНОВ РАЗМНОЖЕНИЯ

Органы размножения разделяются на мужские и женские и состоят из половых желез, проводящих половых путей, придаточных желез (у самца) и непарного органа совокупления.

В дальнейшем органы размножения на ранних стадиях развития зародыша. В брюшной полости из мезотелия образуются две половые складки, которые разрастаются и превращаются в индифферентные закладки половых желез. У зародыша в этот период еще нет признаков, по которым его можно было бы отнести к тому или другому полу. Лишь в дальнейшем индифферентная закладка превращается в семенник — мужскую половую железу или в яичник — женскую половую железу. Затем из брюшной полости опускается в мошонку, а яичник остается в брюшной полости кaudальнее почек. Самцы, у которых семенники не опускаются через паховый канал в мошонку, а остаются в брюшной полости, бесплодны, называются крипторхами.

Органы размножения быка

К органам размножения быка (и вообще самцов сельскохозяйственных животных) относятся семенники, их придатки и семяпроводы, половой канал, придаточные половые железы и орган совокупления — член (рис. 78).

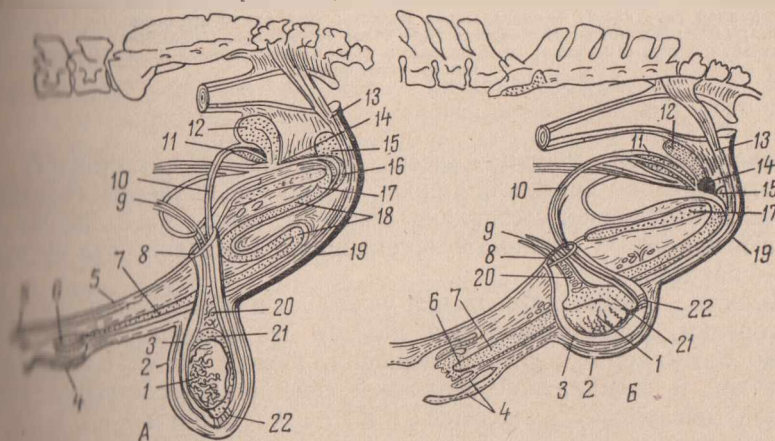
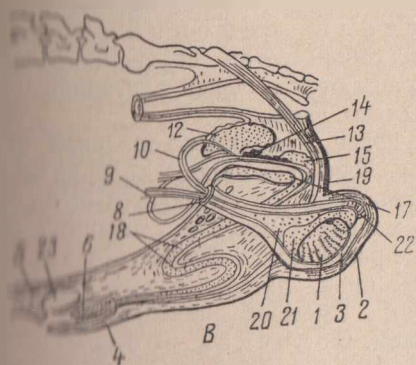


Рис. 78. Органы размножения самцов:



А — бык; Б — жеребец; В — хряк; 1 — семенник; 2 — мошонка; 3 — влагалищные оболочки; 4 — препуций; 5 — препуциальные мышцы; 6 — головка полового члена; 7 — половой член; 8 — внутреннее отверстие пахового канала; 9 — сосуды и нервы; 10 — семяпровод; 11 — ампулы; 12 — пузырьковидная железа; 13 — хвостолоудовая мышца; 14 — предстательная железа; 15 — луковичная железа; 16 — луковичнокавернозная мышца; 17 — ventральная стенка таза; 18 — S-образный изгиб полового члена; 19 — промежность; 20 — семенной канатик; 21 — придаток семенника; 22 — паховая связка семенника; 23 — препуциальный дивертикул.

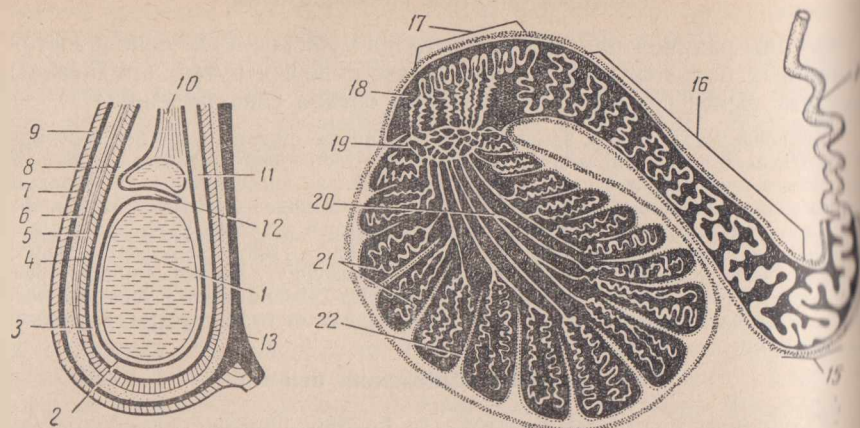


Рис. 79. Строение семенникового мешка и семенника с придатком:

1 — семенник; 2 — специальная влагалищная оболочка; 3 — влагалищная полость; 4 — общая влагалищная оболочка семенника; 5 — наружный подниматель семенника; 6 — мышечная оболочка мошонки; 7 — мышечная оболочка мошонки; 8 — влагалищная полость; 9 — кожа мошонки; 10 — семенной канатик; 11 — влагалищная полость; 12 — синус придатка; 13 — перегородки мошонки; 14 — семяпровод; 15 — хвост; 16 — тело; 17 — головка придатка; 18 — выносящие канальцы; 19 — сеть семенника; 20 — прямые и 21 — извитые канальцы; 22 — соединительные тканые перегородки.

Семенниковый мешок — *saccus testicularis* — представляет собой выпячивание брюшной стенки. В нем расположены семенники. Семенниковый мешок составляют мошонка, общая влагалищная оболочка и наружный подниматель семенника. Последние два образования — парные.

Мышечно-эластичная оболочка участвует в образовании срединной перегородки, разделяющей мошонку на две камеры. Эта оболочка плотно соединяется с дермой мошонки. Между общей влагалищной оболочкой и специальной оболочкой семенника (собственно влагалищной оболочкой) находится влагалищная полость. При сохранении общей влагалищной оболочки эта полость при кастрации не вскрывается и брюшная полость остается недоступной.

Наружный подниматель семенника — *musculus master externus* — представляет собой ветвь внутреннего косого брюшного мускула; пучки его срастаются с общей влагалищной оболочкой и при сокращении поднимают семенник.

Семенник — *testis* — парный орган, удлиненно-овальной формы (рис. 79). Вес его у быка 550—650 г. Левый семенник несколько больше, чем правый. Еще до рождения животного он опускается из брюшной полости через паховый канал в мошонку. Подвешен семенник в вертикальном положении. На семеннике различают головчатый и хвостатый концы, свободный и придатковый края, латеральную и медиальную поверхности. Покров семенник серозной оболочкой, которая срастается с его белочной оболочкой. Белочная оболочка пре-

дставляет собой соединительнотканую капсулу семенника. От нее отходят головки придатка отходят соединительнотканые перегородки, разделяющие семенник на камеры. Паренхима семенника состоит из извитых семенных канальцев, в которых развиваются спермии. Извитой семенной каналец представляет собой трубку; стенка его состоит из клеток — спермиогоний, расположенных снаружи, затем лежат сперматогонии первого и второго порядков и сперматиды, превращающиеся в спермии.

Спермии продвигаются по извитому семенному канальцу в прямой каналец, а затем в сеть семенника и в выносящие канальцы семенника. Сливаясь, выносящие канальцы образуют один общий извивающийся канал придатка семенника. Если его выпрямить, у быка он достигает длины 90 м. Придатки семенника различают головку, расположенную на головном конце семенника, тело и хвост, лежащий у вентральной части семенника. Хвост придатка семенника продолжается в семяпровод и соединяется с семенником специальной связкой — *lig. testis proprium*, а с общей влагалищной оболочкой — паховой связкой — *lig. inguinale*.

Семяпровод — *ductus deferens* — длинная узкая трубка. Каждый из них, начинаясь от хвоста придатка семенника, проходит через паховый канал в брюшную полость в составе семенного канатика. На дорсальной стенке мочевого пузыря правый и левый семяпроводы образуют расширения — ампулы семяпровода. Затем открываются в мочеиспускательный канал, формируя мочеполовой канал.

Семенной канатик — *funiculus spermaticus* — представляет собой пучок, состоящий из семяпровода, внутренней семенной артерии, наружного семенного нерва и внутреннего поднимателя семенника, покрытых серозной оболочкой, образующей влагалищный каналец. Семенной канатик, в свою очередь, лежит в паховом канале, имеет расширенную часть, расширенная часть которого прикрепляется к семеннику.

Мочеполовой канал — *canalis urogenitalis* — образуется мочеиспускательным каналом и семяпроводами, имеет форму трубки. В тазовой полости лежит его первая часть, затем он огибает седалищный канал и переходит во вторую часть — половочленную. Вторая часть тянется по вентральной стороне пещеристых тел полового члена и на его головке оканчивается отверстием.

Придаточные половые железы через протоки выделяют секрет в мочеполовой канал. К придаточным половым железам относятся: пузырьковидные, предстательная и луковичные (см. рис. 80).

Пузырьковидные железы — *glandulae vesiculares* — парные, комбинированные, с бугристой поверхностью. У быка они большие, находятся в области шейки мочевого пузыря. Протоки пузырьковидных желез

открываются вместе с семяпроводами в начальной части мочеполового канала.

Предстательная железа — *glandula prostatica* — непарная, небольшое тело, лежащее на шейке мочевого пузыря, и рассеченную часть. Ее многочисленные протоки открываются в мочеполовой канал отверстиями, расположенными в четыре ряда.

Луковичные железы — *glandulae bulbosae* — парные, расположенные в конце тазовой части мочеполового канала. У каждой железы один проток, открывающийся в дорсальной стенке мочеполового канала.

Половой член — *penis* — быка большой длины, каудальное расширение образует S-образный изгиб, препятствующий введению катетера в мочеполовой канал. Различают головку, тело, корень и две конечности полового члена. В основе головки находится везикулярное тело, или кавернозное, тело. Два артериальных пещеристых тела составляют основу полового члена. Они продолжают в полость полового члена, которые закрепляются на седалищных буграх.

Преуций, или преуциальный мешок, — *praeputium* — покрывает снаружи головку, или конечную часть пениса. В преуциальном мешке различают преуциальную полость (длиной до 40 см у быка и до 20 см у жеребца), дно и преуциальное отверстие. Стенки преуциального мешка состоят из трех листков: наружного (кожного), парнетиального и висцерального. Наружный — кожный листок впереди головки пениса переходит в парнетиальный (внутренний) листок. Последний заворачивается на головку пениса, покрывает ее и образует висцеральный листок. Парнетиальный и висцеральный листки преуция покрыты тонким многослойным неороговевающим эпителием, который легко повреждается, вызывая воспаление преуция.

Особенности органов размножения самцов животных других видов.
Хряк. Семенники у него относительно большие, весом до 1 кг, плотно срастаются с придатком семенника. Мошонка находится вблизи анального отверстия. Семяпроводы без ампул. Пузырьковидные железы очень большие, выделяют много секрета. Предстательная железа незначительная, но луковичные железы большого размера. Половой член, так же как и у быка, с S-образным изгибом. Преуциальный мешок длинный, на дорсальной стенке с особой преуциальной сумкой — дивертикулом. В ней может задерживаться моча, что вызывает иногда воспаление преуция.

У жеребца семенники относительно больше (550—650 г), лежат горизонтально в мошонке между бедрами (см. рис. 78). У семяпроводов широкие ампулы. Пузырьковидные железы грушевидной формы с полостью. Их протоки открываются чаще в семяпроводы. В этом случае участок семяпровода от протока пузырьковидной железы до мочеполового канала называется семяизвергательным каналом. Предстательная железа массивная, состоит из правой и левой долей, соединенных перешейком. Луковичные железы сильно развиты. Половой член с массивными пещеристыми телами, заканчивается головкой с венчиком. Преуций двойной: наружный и внутренний.

Органы размножения коровы

К половым органам коровы (и самок сельскохозяйственных животных других видов) относятся парные яичники, яйцеводы, рога матки, влагалище — тело матки, влагалище, мочеполовое преддверие и наружные половые органы (рис. 80).

Яичники — *ovaria* — овальные с гладкой поверхностью органы, размерами от 2 до 4 см, весом 14—19 г. Правый яичник обычно больше левого. Поверхность яичников свободна от серозной оболочки и лишь в месте проникновения сосудов прикрепляется к их стенке. Яйцеклетки прикреплены почти по всей поверхности яичников. В брюшной полости яичники лежат на яичниковых связках под пятым или шестым поясничным позвонком, на уровне половины столбика подвздошной кости. В яичниках, как и в других паренхиматозных органах, есть соединительнотканная основа и паренхима. В центре яичника находится сосудистая ножка с сосудистым и нервным сплетением, а на периферии его — кортекс или зона, состоящая в основном из фолликулов. Фолликулы и образуют паренхиму яичника. Покрывает яичник зачатковый мезотелий, который еще у зародыша впячивается в ткань яичника и формирует его фолликулы. Из клеток фолликула в результате митоза развиваются женские половые клетки — яйцеклетки. В процессе развития яйцеклетки фолликулы увеличиваются. Вначале образуются первичные, или примордиальные, фолликулы. Затем вторичные фолликулы. Последние отличаются от первых тем, что стенка их состоит из нескольких слоев; внутри фолликула образуется полость, заполненная фолликулярной жидкостью. К одной из стенок вторичного фолликула прикрепляется яйценосный фолликулярный фолликул, состоящий из овоцита и окружающих его мелких клеток. Иногда в фолликуле может быть два и больше яйценосных бугорка с овоцитами.

Фолликул, наполненный фолликулярной жидкостью, богатым прогестероном, гормонами, и выпячивающийся за стенку яичника, называется граафовым пузырьком (рис. 81). Его диаметр у коровы достигает 1,5 см. При ректальном исследовании его можно прощупать пальцами. Одновременно обычно созревает один или два фолликула. Созревший фолликул разрывается. На месте разрыва фолликула образуется желтое тело. Его клетки густо пронизаны кровеносными сосудами. Если после овуляции не произошло оплодотворения, желтое тело вскоре рассасывается, в случае оплодотворения оно остается до конца беременности.

Яйцевод — *oviductus* (рис. 80) — тонкая извилистая трубка, по которой яйцеклетки продвигаются из яичника в рог матки. Находится в брюшке яйцевода. Краниальный конец его расширен в виде воронки, на дне ее брюшное отверстие яйцевода. Другой конец — каудальный — без резких границ переходит в рог матки и заканчивается маточным отверстием. Внутренняя поверхность яйцевода выстлана мерцательным эпителием, мускульная стенка состоит из гладкой мускульной ткани, сокращение которой

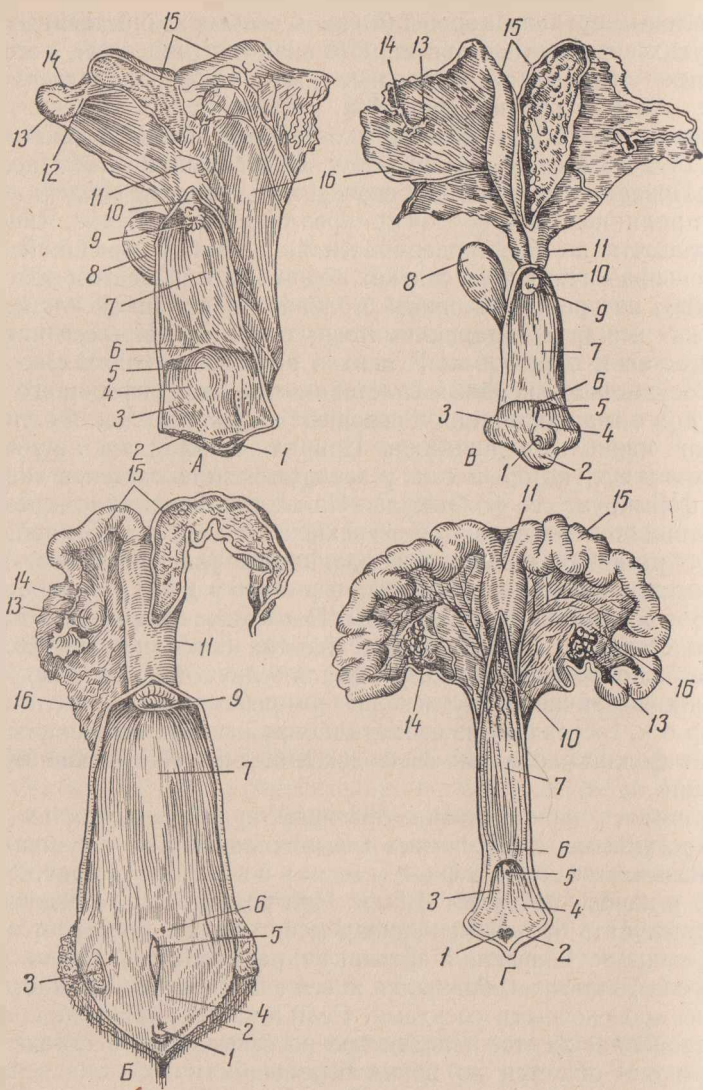


Рис. 80. Органы размножения:

А — кобылы; Б — коровы; В — овцы; Г — свиньи; 1 — клитор; 2 — половые губы; 3 — отверстие вентральных и дорсальных преддверных желез; 4 — преддверие влагалища, или мочеполовой синус; 5 — отверстие мочеиспускательного канала; 6 — девственная племя; 7 — влагалище (вскрыто); 8 — мочевой пузырь; 9 — влагалищное отверстие шейки матки; 10 — шейка матки; 11 — тело матки; 12 — специальная связка яичника; 13 — яичник; 14 — яйцевод; 15 — рога матки; 16 — брыжейка матки или широкая маточная связка с проходящими в ее толще артериями.

способствует продвижению яйцеклетки. Оплодотворение происходит обычно в верхней трети яйцеводов.

Матка — uterus — коровы относится к типу двурогих. В ней различают тело, два рога, шейку. Рога матки изогнуты наподобие бараньих рогов. Они на значительном расстоянии идут параллельно, а затем сближаются в полость тела матки, ширина которого всего 2—6 см. Большая часть матки находится в брюшной полости, меньшая — в тазовой, располагаясь вентрально от прямой кишки и дорсальнее мочевого пузыря. Тело и рога матки подвешены на широких маточных связках, представляющих собой двойную складку брюшины. Эта складка начинается на поясничном позвонке и прикрепляется к вогнутому краю рогов матки. Беременная матка под давлением плода опускается и прикасается к брюшной стенке.

В стенке матки три оболочки: слизистая, мышечная и серозная. **Слизистая оболочка матки** — endometrium — выстлана мерцательным эпителием, содержит маточные железы и специальные образования — карункулы, или маточные бородавки; в рогах матки их от 80 до 120. Карункулы располагаются в чередующийся ряды и составляют материнскую часть плаценты, к которой прикрепляется плодная часть плаценты — котиледоны алантоиса. Вместе они образуют плаценту, обеспечивающую плод питательными веществами и кислородом. В период стельности котиледоны и карункулы увеличиваются. Карункулы могут достигать величины гусиного яйца (рис. 82).

Мышечная оболочка матки — myometrium — состоит из двух слоев гладкой мускульной ткани, между ними находится сосудистый слой. Сокращение мускульной оболочки играет важную роль в выведении плода из матки при отеле.

Перитонеальная оболочка матки — perimetrium — переходит к позвоночнику в виде широких маточных связок, на которых подвешен этот орган.

Влагалище матки сообщается с влагалищем через канал шейки матки, достигающий длины 12 см. В нем различают маточное и влагалищное отверстия. Слизистая образует продольные и очень сильно выраженные поперечные складки. Стенки шейки матки толстые и легко прощупываются через прямую кишку.

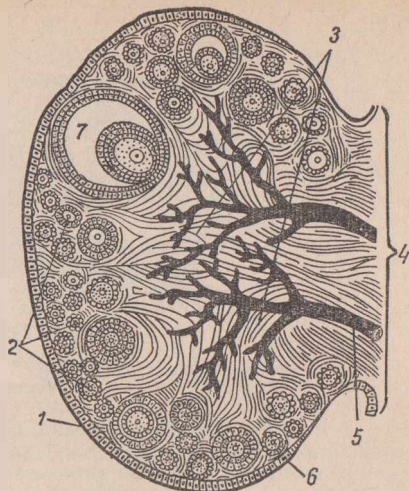


Рис. 81. Схема разреза яичника:

1 — зачатковый эпителий; 2 — фолликулярная зона; 3 — сосудистая зона; 4 — ворота яичника; 5 — сосуды; 6 — край перехода зачаткового эпителия в перитонеальный; 7 — графов пузырек.

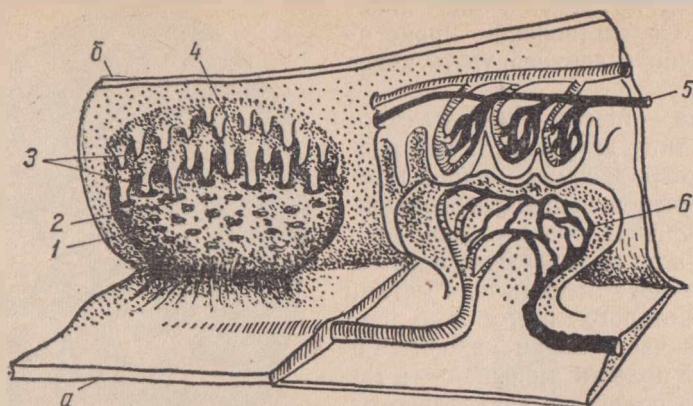


Рис. 82. Схема соединения плодных оболочек с маткой коровы:
а — плацента коровы; б — плодная оболочка; 1 — карункул; 2 — крипты (ямки); 3 — ворсинки котиледона; 4 — котиледон; 5 — сосуды плодной оболочка; 6 — сосуды карункула.

Влагалище — *vagina* — находится в тазовой полости под прямой кишкой. По виду напоминает удлинённый мешок. Стенка его состоит из слизистой, мускульной оболочек и адвентиции. Серозная оболочка покрывает только краниальную часть влагалища. Слизистая влагалища выстлана многослойным плоским эпителием, в норме светлорозового цвета, образует продольные складки.

Мочеполовое преддверие составляет продолжение влагалища (рис. 83). Оно начинается от отверстия мочеиспускательного канала, у дивертикула, и заканчивается наружными половыми органами. В его боковых стенках находятся придаточные половые железы — большие железы преддверия, а в нижней стенке, у клитора, — малые железы преддверия.

Наружные половые органы — *vulva* — состоит из двух половых губ, ограничивающих половую щель. Вульва продолжается в мочеполовое преддверие. На дне ее находится клитор, состоящий из двух пещеристых тел длиной до 12 см. Клитор соответствует половому члену быка.

Особенности органов размножения самок животных других видов. Свинья. Яичники у нее более крупные, чем у коровы, с бугристой поверхностью, окружены сильно развитой яичниковой бурсой. Яйцеводы длинные, до 23 см. Рога матки очень длинные, достигают 1—2 м. Шейка матки без резких границ переходит во влагалище. Ее слизистая с массивными поперечными складками и незначительными продольными.



Рис. 83. Слепой мешок у влагалища коровы:
1 — влагалище; 2 — мочеполовое преддверие; 3 — моче-вой пузырь; 4 — слепой мешок (дивертикул).

У коровы яичники бобовидные, длиной от 8 до 15 см, весом до 80 г. Они почти полностью покрыты снаружи серозной оболочкой. Овуляция происходит в одном месте — овуля-

нионной ямке, свободной от серозной оболочки. Яйцеводы сильно извиты, их воронка окружает овуляционную ямку. Рога матки соприкасаясь напоминают полозьев саней. Тело матки обширно, достигает 15 см длины. Ее слизистая оболочка складчатая, с ямками или криптами, служащими для соединения с ворсинками плодной части плаценты. Слизистая оболочка шейки матки образует только продольные складки. Ее канал обычно сжат кольцевыми мускулами и раскрывается в период течки.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Система органов мочеотделения и размножения

Строение почек. *Наглядные пособия и оборудование:* влажные препараты почек, свежие почки, скальпели, секционный нож, таблицы и схемы.

Занятие начинают с изучения всех наглядных пособий. Знакомятся с наружным строением почек на препарате. Отмечают форму, величину, цвет и консистенцию почек. На медиальном крае, обращенном к позвоночнику, находят углубление — «ворота» почки. Здесь видны обрезанные концы почечной артерии, нерва, вены и мочеточника. Осматривают наружную, фиброзную капсулу. На ощупь определяют консистенцию почек. Почки взвешивают и измеряют. У лошади одна почка весит 400—800 г, у коровы — 500—600 г, у свиньи — 180—200 г. Осмотрев почку снаружи, разрезают ее скальпированным ножом. Для этого почку кладут на стол «воротами» вниз и фиксируют в таком положении ладонью левой руки. Правой рукой делают разрез по выпуклой поверхности от одного конца до другого. Почки мелкого животного (кролика, кошки, собаки) фиксируют в левой руке большим и указательным пальцами. Изучают поверхность разреза. На свежем препарате отчетливо видны фиброзная капсула, корковая и мозговая зоны, почечная лоханка, сосочки. Фиброзная соединительная капсула тесно, рыхло соединена с корковой зоной, ее легко снять, захватив пинцетом за край изнутри. Корковая зона на разрезе серого цвета, мозговая — белая. Пограничная зона имеет вид темной тонкой полоски.

Определяют толщину отдельных зон, консистенцию их вещества. Осматривают почечную лоханку. Она ограничена мозговой зоной изогнутой (серповидной) формы. Поверхность ее гладкая, ровная, бело-матового цвета, выстлана толстой слизистой оболочкой, покрытой переходным многослойным эпителием. Из мозговой зоны в лоханку выступает один сосочек. Устанавливают его величину и форму. На вершине лоханки в лупу и даже невооруженным глазом видны отверстия. Через них в почечную лоханку поступает каплями моча. Почечная лоханка в области ворот сильно суживается и переходит в мочеточник.

Изучая строение почки крупного рогатого скота, обращают внимание на дольчатость ее наружной поверхности. Разрезая почку коровы, нетрудно заметить, что на большинстве долек видны три зоны: корковая, пограничная и мозговая. Каждая доля заканчивается коническим сосочком, под который подходит почечная чашечка. Таким образом, моча не изливается в почечную лоханку, а попадает из чашечки по мочеточнику в мочевой пузырь.

Строение мочеточников. *Наглядные пособия и инструменты:* препарат мочевого пузыря с мочеточниками, модель почек, таблицы, скальпели.

Продунав мочеточник пальцами, определяют толщину его стенок. Повернув над разрезанный конец к себе, осматривают просвет мочеточника, отмечают его диаметр. Если взять кусочек проволоки в мочеточник, отрезанный возле почки, ее конец достигает мочеточника. Если же ввести толстую проволоку в отрезок мочеточника, который остался в мочевом пузыре, ее конец упрется в стенку мочевого пузыря. Так убеждаются, что мочеточник открывается в мочевой пузырь не сразу, а на некотором протяжении (3—5 см) идет в его стенке. Сделав продольный разрез мочеточника, можно рассмотреть его слизистую, собранную в небольшие продольные складки и выстланную переходным эпителием.

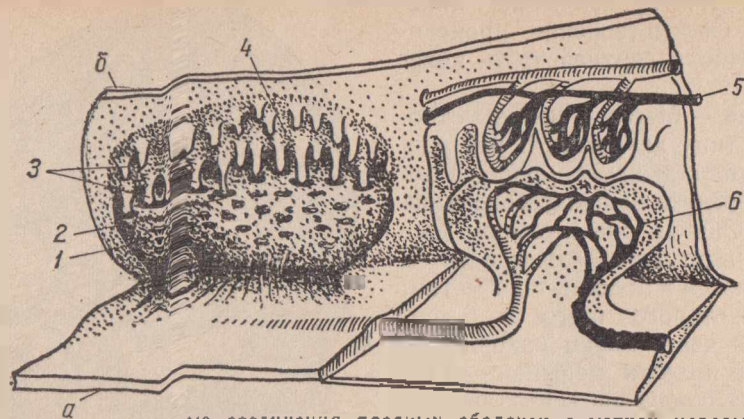


Рис. 82. Схема соединения плодных оболочек с маткой коровы: б — плодная оболочка; 1 — карункул; 2 — крипты; а — плацента; 3 — воронка; 4 — котилодон; 5 — сосуды плодной оболочки; 6 — сосуды карункулы.

Влагалище — *vagina* — находится в тазовой полости под прямой кишкой. По виду напоминает удлинённый мешок. Стенка его состоит из слизистой, мускульной оболочек и адвентиции. Серозная оболочка покрывает только краинальную часть влагалища. Слизистая влагалища выстлана многослойным плоским эпителием, в норме светлорозового цвета, образует продольные складки.

Мочеполовое преддверие составляет продолжение влагалища (рис. 83). Оно начинается от отверстия мочеиспускательного канала, заканчивается наружными половыми органами. В его боковых стенках находятся придаточные половые железы — большие железы преддверия, а в нижней стенке, у клитора, — малые железы преддверия.

Наружные половые органы — *vulva* — состоят из двух половых губ, ограничивающих половую щель. *Vulva* продолжается в мочеполовое преддверие. На дне ее находится клитор, состоящий из тел длиной до 12 см. Клитор соответствует половому члену быка.

Особенности органов размножения самок животных других видов. У свиньи. Яичники у нее более крупные, чем у коровы, с бугристой поверхностью, окружены сильно развитой яичниковой бурсой. Яйцеводы длинные, до 23 см. Рога матки очень длинные, достигают 1—2 м. Шейка матки без резких границ переходит во влагалище. Ее слизистая с массивными поперечными складками и незначительными продольными.



Рис. 83. Слепой мешок у влагалища коровы: 1 — влагалище; 2 — мочеполовое преддверие; 3 — слепой мешок (дивертикул).

У кобылы яичники бобовидные, длиной от 8 до 15 см, весом до 80 г. Они почти полностью покрыты снаружи серозной оболочкой. Овуляция происходит в одном месте — овуля-

ционной ямке, свободной от серозной оболочки. Яйцеводы сильно изогнуты, их воронка окружает овуляционную ямку. Рога матки соот-ветствуют полозьям саней. Тело матки обширно, достигает 15 см. Ее слизистая оболочка складчатая, с ямками или криптами, защищающими для соединения с ворсинками плодной части плаценты. Слизистая оболочка шейки матки образует только продольные складки. Ее канал обычно сжат кольцевыми мускулами и раскрывается в период течки.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Система органов, мочеотделения и размножения

Строение почек. Наглядные пособия и оборудование: влажные препараты почек, скальпели, секционный нож, таблицы и схемы.

Занятие начинают с изучения всех наглядных пособий. Знакомятся с наружным видом почек на препарате. Отмечают форму, величину, цвет и консистенцию почек. На заднем крае, обращенном к позвоночнику, находят углубление — «ворота».

Здесь видны обрезанные концы почечной артерии, нерва, вены и мочеточника. Прищипывают наружную, фиброзную капсулу. На ощупь определяют консистенцию.

Почки взвешивают и измеряют. У лошади одна почка весит 400—500 г, у коровы — 500—600 г, у свиньи — 180—200 г. Осмотрев почку снаружи, разрезают ее пополам.

Для этого почку кладут на стол «воротами» вниз и фиксируют в левую руку большим и указательным пальцами. Изучают поверхность почки. На свежем препарате отчетливо видны фиброзная капсула, корковая зона, почечная лоханка, сосочки. Фиброзная соединительная капсула прочно соединена с корковой зоной, ее легко снять, захватив пальцем за край.

Корковая зона на разрезе серого цвета, мозговая — белая. Граничная зона имеет вид темной тонкой полоски.

Определяют толщину отдельных зон, консистенцию их вещества. Осматривают почечную лоханку. Она ограничена мозговой зоной изогнутой (серповидной) формы. Поверхность ее гладкая, ровная, бело-матового цвета, выстлана толстой слизистой оболочкой, покрытой переходным многослойным эпителием. Из мозговой зоны в лоханку выступает один сосочек. Устанавливают его величину и форму. На вершине сосочка и впадине и даже невооруженным глазом видны отверстия. Через них почечная лоханка поступает каплями моча. Почечная лоханка в области впадины сильно расширяется и переходит в мочеточник.

Изучая строение почки крупного рогатого скота, обращают внимание на ее наружную поверхность. Разрезая почку коровы, нетрудно заметить, что на ее поверхности долей видны три зоны: корковая, пограничная и мозговая. Каждая доля заканчивается коническим сосочком, под который подходит почечная чашечка. Таким образом, моча не изливается в почечную лоханку, а попадает из чашечки в почечную лоханку.

Изучая строение почки крупного рогатого скота, обращают внимание на ее наружную поверхность. Разрезая почку коровы, нетрудно заметить, что на ее поверхности долей видны три зоны: корковая, пограничная и мозговая. Каждая доля заканчивается коническим сосочком, под который подходит почечная чашечка. Таким образом, моча не изливается в почечную лоханку, а попадает из чашечки в почечную лоханку.

Строение мочеточников. Наглядные пособия и инструменты: препарат мочевого пузыря с мочеточниками, модель почек, таблицы, скальпели.

Прищипывая мочеточник пальцами, определяют толщину его стенок. Стернув над мочеточником конец к себе, осматривают просвет мочеточника, отмечают его диаметр. Если ввести тонкую проволоку в мочеточник, отрезанный возле почки, ее конец достигает мочевого пузыря. Если же ввести толстую проволоку в отрезок мочеточника, который остался после отсечения мочевого пузыря, ее конец упрется в стенку мочевого пузыря. Так же определяют, что мочеточник открывается в мочевой пузырь не сразу, а на некотором протяжении. Сделав продольный разрез мочеточника, можно рассмотреть его слизистую, собранную в небольшие продольные складки и выстланную переходным эпителием.

Строение мочевого пузыря и мочеиспускательного канала. *Наглядные пособия и инструменты:* препараты мочевого пузыря сухие и влажные, ножницы, скальпель, муляжи, таблицы.

Препарат пустого сжавшегося мочевого пузыря представляет собой грушевидной формы мешок величиной с кулак. Находят и рассматривают тело, шейку и верхушку мочевого пузыря. По таблицам и моделям изучают его топографию. На ощупь определяют консистенцию стенок пузыря.

От шейки назад идет равномерной толщины плотный на ощупь мочеиспускательный канал. На дорсальной поверхности его у самцов хорошо выражены придаточные половые железы: пузырьковидные, предстательная, луковичные. Вставив острие концы скальпеля или один конец ножниц в отверстие мочеиспускательного канала, разрезают его и стенку мочевого пузыря. Разворачивают края разреза, определяют толщину стенок пузыря и вид слизистой. На разрезе ясно заметно, что наружная оболочка мочевого пузыря серозная, а в области шейки соединительнотканная — адвентиция. Глубже расположен слой гладких мускульных волокон, идущих в различных направлениях (продольном, кольцевом и косом). Кольцевые мускульные волокна в области шейки формируют сфинктер мочевого пузыря. Он ощущается в виде уплотнения. Слизистая собрана в многочисленные складки. Если стенку пузыря растянуть, складки слизистой расправляются. На препарате находят отверстия, в которые открываются мочеточники.

Гистологическое строение органов мочеотделения. *Наглядные пособия и оборудование:* микроскоп, гистологические препараты почек, таблицы и схемы гистологического строения органов мочеотделения.

На гистологическом препарате среза почки под малым увеличением ясно заметно различие между корковым веществом и мозговым. В корковом веществе видны почечные тельца в виде округлых образований, интенсивно окрашенных гематоксилином. Обнаружив самый отчетливый участок, переводят микроскоп на большее увеличение, ставят в поле зрения одно тельце и изучают его строение. При этом можно увидеть, что тельце состоит из сосудистого клубочка и капсулы Шумлянского — Боумена. В сосудистом клубочке самих капилляров отчетливо не видно, а различаются только ядра эндотелиальных клеток. Иногда среди ядер обнаруживаются и эритроциты. Виден паружный листок капсулы Шумлянского — Боумена из плоского однослойного эпителия, а также щель, откуда берет начало проксимальной извитой каналец (первого порядка). Эпителий стенки канальца кубический с сильно окрашивающейся зоной митозов. Границы между клетками слабо выражены.

Рассматривая мозговое вещество почки, находят множество прямых канальцев, выстланных кубическим эпителием. Большинство из них на препарате представлено в поперечном сечении.

Органы размножения самцов. *Наглядные пособия и инструменты:* свежие и консервированные препараты половых органов самцов, скальпели, пинцеты, ножницы, секционные ножи, муляжи, таблицы и схемы.

Строение мошонки. Сначала по схеме находят все оболочки, образующие стенку мошонки, и изучают их расположение. Затем на препарате (лучше быка или барана) определяют форму мошонки, величину и консистенцию. Желательно иметь препарат вместе с семенниками, на котором прощупыванием можно было бы установить подвижность семенников в мошонке, а после разреза выяснить взаимосвязь между оболочками мошонки и семенником. При осмотре обращают внимание на то, что посредине мошонки (сзади и спереди) проходит уплотненная полоска — шов мошонки, являющийся границей между правой и левой ее половинками. Разрез (глубокий) делают секционным ножом или скальпелем, отступая от шва на 1—2 см. Стенки мошонки разводят в стороны и удаляют семенник. На поверхности разреза стенки находят: кожу, покрытую волосами, мускульную-эластическую оболочку, плотно сросшуюся с кожей (по срединной линии эта оболочка разделяет мошонку на две половинки), мускул — наружный поднимающий семенника, общую влагалищную оболочку, состоящую из фиброзного и серозного листков.

Строение семенников. Сначала берут семенник пинцетом или в руку и осматривают. Нетрудно заметить, что он находится в тонкостенном мешке — общей влагалищной оболочке, состоящей из серозного и фиброзного слоев. Оболочка очень крепкая, при натягивании не рвется. Собирав общую влагалищную оболочку в поперечную складку в области нижнего конца семенника, надрезают ее скальпелем. Вставив один

остроконечных ножниц в образовавшееся отверстие, разрезают оболочку вверх по всей длине семенника. При этом обнаруживают щелеобразную полость между семенником и общей влагалищной оболочкой. Убеждаются, что семенник вместе с его придатком покрыт серозной оболочкой (собственно влагалищной оболочкой), плотно сращенной с семенником. Чтобы отделить общую влагалищную оболочку, перерезают ножницами переходную связку. Под серозной оболочкой семенника видна плотная, длиннотканная белочная оболочка. Она белого цвета, пронизана множеством кровеносных сосудов.

Определяют форму семенника, находят на нем поверхности, концы и края. Осматривают придаток семенника. Он вытянутой формы, плотно прилегает к семеннику по всей длине. Семенники взвешивают и измеряют (длина, толщина). У взрослых жеребцов и быков семенников в среднем 100—150 г, длина 10—12 см, толщина 3—4 см; у быков соответственно 250—300 г, 14—15 и 7—9 см. Прощупывая семенник, устанавливают его мышечно-упругую консистенцию. Разрезав семенник продольно через придаток на две части, исследуют поверхность разреза. На ней хорошо заметна белочная оболочка. В отдельных местах видны перегородки из соединительной ткани, образующие ствол органа. Осматривают крупные кровеносные сосуды. Под придатком находят плотное образование из соединительной ткани — гайморово тело, или средостенное семенника. Железистая ткань семенника имеет вид нежной икроподобной массы мягкой консистенции. На поверхности разреза свежего, только что удаленного из организма семенника выступает жидкость, представляющая собой секрет железистой ткани.

Строение семенного канатика. Семенной канатик изучают на препарате семенника. Убеждаются, что канатик берет начало от хвостового конца семенника. Отмечают, что канатик, как и семенник, покрыт серозной оболочкой. Определяют толщину канатика на всем его протяжении. Она уменьшается по мере удаления от семенника. Находят семяпровод, нерв, семенные артерии и вены, мускул (внутренний поднимающий семенника).

Строение полового члена с препуциальным мешком. На препарате находят корень, тело и головку полового члена, отмечают форму и толщину полового члена самцов домашних животных разных видов. На дорсальной поверхности пениса разыскивают лимфатические узлы. Осматривают препуциальный мешок, обращая внимание на то, что внутренняя поверхность его выстлана слизистой оболочкой розового цвета.

Органы размножения самок. *Наглядные пособия и оборудование:* препараты яичников с яйцеводами, матки, влагалища коровы, кобылы, свиньи; скальпели, пинцеты; таблицы, схемы.

Строение яичников и яйцеводов. Знакомятся с формой и внешним видом яичников. Наружная поверхность яичников у животных разных видов неодинаковая: у кобыл и рогатого скота гладкая, у свиней бугристая. Консистенция яичников упругая. Если на яичнике в фолликулярной зоне есть зрелая яйцеклетка, то в этом месте виден фолликулирующий бугорок. Если же образовалось желтое тело, то, наоборот, прощупывается уплотнение величиной с горошину. Чтобы изучить внутреннее строение, яичник разрезают вдоль. На разрезе рассматривают корковую — фолликулярную зону и мозговую — сосудистую.

Осматривают яйцевод — это тоненькая извилистая трубка, соединяющая яичник с соответствующим рогом матки. Длина яйцевода достигает 10—13 см. Начальная часть его (возле яичника) с воронкообразным расширением. В центре воронки находят расширенное отверстие. Это начало просвета яйцевода. Вставив тоненькую проволочку в отверстие, можно ее ввести в яйцевод на небольшое расстояние. Ввести проволочку на всю длину яйцевода не удастся вследствие его извилистости. Разрезав яйцевод маленькими остроконечными ножницами вдоль, можно видеть его слизистую и определить толщину стенок.

Строение матки. На анатомическом препарате находят рога, тело и шейку матки. Определяют длину и форму рогов и тела. Длина рогов у коров 15—20 см, у кобыл — 20—25 см, у свиней достигает 2 м (они петлястые). При ощупывании рогов ощущается их стенка с хорошо развитым мускульным слоем. Снаружи рога матки покрыты серозной оболочкой. Рассматривают тело матки, определяют его консистенцию: оно очень плотное. Длина тела матки достигает у кобыл 8—15 см, у коров — 7—6 см, у свиней — 3—5 см. Разрезав матку продольно, изучают строение ее стенок. На разрезе видно, что стенка состоит из слизистой, мускульной и серозной оболочек.

В слизистой и мускульной оболочках разветвляется множество кровеносных сосудов и нервов. Слизистая небеременной матки собрана в продольные складки. Особенно хорошо эти складки выражены в области шейки. На слизистой матки кобылы и коровы хорошо видны ворсинки хорниона (сосудистой оболочки плода). На слизистой матки коровы рассматривают карункулы. Их число достигает 120. Они расположены вдоль рогов матки в четыре ряда. Карункулы небеременной матки незначительной величины (с лесной орех). В период беременности карункулы разрастаются до величины куриного яйца и больше. На свободной поверхности карункулов есть кровеносные сосуды, куда заходят ворсинки котиледонов (на плаценте).

По таблицам и моделям изучают топографию матки.

Строение влагалища. Препарат влагалища надо освободить от окружающей ткани. Видно, что снаружи влагалище покрыто соединительнотканной адгезивной пленкой. Стенка влагалища нетолстая. Под пальцами ощущается значительная полость. Слизистая влагалища образует заднюю часть влагалища, заканчивающуюся половыми губами, образующими половую щель. Определяют форму и величину половой щели. На продольно разрезанном препарате видна слизистая, собранная в продольные складки. Слизистая влагалища (начальная часть влагалища) розового цвета, сочная (на свежих препаратах), слизистая крапивчатая (крапивчатая часть влагалища бледного цвета и более сухая). Видны клитор и отверстие мочеиспускательного канала. Если ввести толстую проволоку или мочевой катетер в это отверстие и продвигать их вперед, то передний конец проволоки попадает в мочевой пузырь. Надо иметь в виду, что при введении проволоки в уретру коров она может попасть в дивертикул (слепой мешок) нижней стенки уретры (рис. 83).

Гистологическое строение органов размножения. Наглядные пособия и таблицы. Гистологические препараты семенника, яичника, яйцевода и влагалища. Таблицы и схемы.

Продольный срез из семенника. На препарате под малым увеличением видна белая, блестящая белочная оболочка. Можно рассмотреть также гайморово тело и отходящий от него перегородки. В камерах между перегородками видны семенные канальцы. В продольном разрезе, они разграничены тонкими прослойками рыхлой соединительной ткани. Встречаются каналы и в поперечном разрезе. На таком канале особенно видно тонкая основная оболочка, выстланная эпителием. Среди эпителиальных клеток различают питающие клетки и сперматогенные. Питающие клетки (клетки Сертоли) треугольной формы, особенно бледно окрашены, прикреплены к основанию канальца своими нижними концами к основной оболочке. На обычных обработанных препаратах видны только их ядра. Над питающими клетками расположены половые клетки (сперматогонии) на разной стадии развития. Более зрелые клетки характерной удлиненной формы с коротким хвостиком. На поперечном срезе из придатка семенника проследить канальца, заполненные спермием.

Срез из яичника. Поставив препарат под малое увеличение, находят в нем три зоны — сосудистую и корковую — фолликулярную зоны. Сосудистая зона состоит из соединительной ткани, в которой разветвляются кровеносные сосуды и нервы. Сосуды особенно хорошо видны на поперечном срезе. В просвете таких сосудов (артерий) располагаются кучки эритроцитов.

В фолликулярной зоне под большим увеличением видно много незрелых фолликулов. Это фолликулы — ооциты, каждый из которых окружен одним рядом плоских клеток. Это фолликулы. Снаружи яичника виден один слой низких кубических клеток — зачаткового эпителия, расположенных на тонкой оболочке из волокнистой соединительной ткани. На препарате под малым увеличением надо найти зрелый фолликул, или графов пузырек, и изучить его строение. Если препарат графова пузырька хорошо подготовлен, можно увидеть половую клетку, окруженную несколькими слоями фолликулярных клеток. Внутри фолликула образуется так называемый яичный бугорок. Рассматривают полость графова пузырька. На препарате следует видеть желтое тело. Оно представляет собой скопление крупных разной формы клеток, лежащих сплошной массой вокруг соединительнотканного ядра. Снаружи желтое тело окружено соединительнотканной оболочкой. Окрашено оно относительно бледно.

Поперечный срез из яйцевода. На поперечном срезе под малым увеличением можно заметить характерную складчатость слизистой. Складки сильно пигментированы и образуют вторичные складки. Таким образом складки слизистой закрывают большую часть просвета яйцевода, в результате просвет имеет вид узких сообщений.

ду собий щелей. Поверхность слизистой покрыта однослойным призматическим эпителием. Мускульная оболочка состоит из внутреннего кругового и внешнего продольного слоев. В рыхлой соединительной ткани между этими слоями видны многочисленные кровеносные сосуды.

Топография органов мочеотделения и размножения. *Наглядные пособия и оборудование.* Таблицы по топографии внутренних органов, разборные модели домашних животных (корова, лошадь), влагалищное зеркало.

Топографию органов мочеотделения и размножения начинают изучать с рассмотрением таблиц, схем и разборных моделей домашних животных. Затем изучают топографию и строение видимых органов на животных. Определяют область расположения мочевого пузыря (правой и левой) у лошади и крупного рогатого скота, найденные места обозначают. Мочевой пузырь исследуют через прямую кишку (ректально).

Мочеиспускательный канал (его отверстие) можно обнаружить у самцов в половом члене, а у самок — на нижней стенке преддверия влагалища. Осматривают и прощупывают у самцов мошонку с семенниками, семенной канатик и наружное паховое кольцо, препуциальный мешок и половой член. У самок осматривают половые губы и влагалище. После разведения половых губ в стороны осматривают цвет и вид слизистой преддверия влагалища. На нижней его стенке находят небольших размеров клитор. Сразу же за клитором видно отверстие мочеиспускательного канала. Во влагалище вводят стерильное смазанное вазелином влагалищное зеркало и осматривают шейку матки. Устанавливают, что она закрыта. Слизистая собрана в складки и у коров образует звездчатой формы рыльце матки.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Наиболее сложнейшая по функции и строению нервная система состоит из нейронов. Из тел нейронов построено серое вещество головного и спинного мозга. Их отростки составляют белое вещество нервных органов. Отростки нейронов выходят из головного и спинного мозга на периферию к органам, образуют нервы. Нервную систему подразделяют на центральную (головной и спинной мозг) и периферическую части.

Спинной мозг

Спинной мозг — *medulla spinalis* — в виде белой толстостенной трубки тянется внутри всего позвоночного канала. Он начинается от продолговатого мозга в области краниального края первого шейного позвонка и оканчивается в крестовом канале мозговым конусом. Спинной вместе с пучками нервных волокон формирует конский хвост. В центре спинного мозга находится центральный спинномозговой канал, который заполнен спинномозговой жидкостью, имеет диаметр, и окружен серым веществом спинного мозга, имеющим в поперечном разрезе форму летящей бабочки. Серое вещество имеет 3 рога: дорсальные, вентральные и боковые. Серое вещество спинного мозга по всей длине спинного мозга формирует столбы. В дорсальных столбах находятся чувствительные нейроны, в вентральных — двигательные, а в боковых — двигательные и секреторные. Кроме того, в сером веществе находятся вставочные нейроны, передающие нервные импульсы от чувствительных нейронов к двигательным.

Белое вещество спинного мозга находится на его периферии и состоит из пучков отростков нейронов, составляющих канатики. Канатики дорсальные, вентральные и боковые канатики.

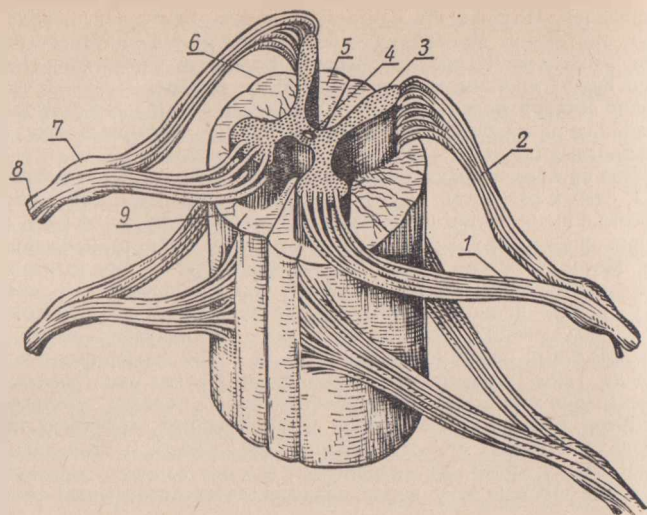


Рис. 84. Строение спинного мозга (серое вещество выделено из белого):

1 — вентральный и 2 — дорсальный корешки; 3 — дорсальный рог; 4 — спинномозговой канал; 5 — дорсальный ганглий; 6 — боковой канатик; 7 — спинномозговой узел; 8 — спинномозговой нерв; 9 — вентральный канатик.

Оболочки спинного мозга, как футляр, покрывают его на всем протяжении. Различают три мозговые оболочки: твердую, паутинную и мягкую. Твёрдая мозговая оболочка — *dura mater* — самая наружная, состоит из соединительной ткани, неплотно прилегает к стенкам позвоночного канала. Между твердой мозговой оболочкой и стенкой позвоночного канала заключено эпидуральное пространство. Паутинная оболочка — *tunica arachnoidea* — также соединительнотканная, отделена от твердой мозговой оболочки субдуральным пространством. В нем находится спинномозговая жидкость. Мягкая мозговая оболочка — *pia mater spinalis* — очень тонкая и нежная. Она непосредственно покрывает спинной мозг и отделяется от паутинной оболочки подпаутинным пространством (рис. 84).

Головной мозг

Головной мозг — *encephalon* — находится в черепной полости и делится на большой и ромбовидный мозг.

У рогатого скота вес всего мозга достигает 410—550 г и относительно веса всего тела составляет 1:600 часть; форма его приближается к грушевидной.

Ромбовидный мозг подразделяется на продолговатый и задний мозг.

Продолговатый мозг — *medulla oblongata* — расположен сверху тела затылочной кости и анатомически представляет собой продолже-

спинного мозга; граница между ними проходит по краниальному концу первого шейного позвонка. Серое вещество состоит из скопления нервных клеток. Часть ядер сосредоточена на дне ромбовидной ямки, лежащей на основании четвертого мозгового желудочка.

Средний мозг — metencephalon — состоит из мозжечка и мозгового варолиева моста. **Мозжечок** — cerebellum — находится дорсально к продолговатому мозгу, над четвертым мозговым желудочком. Он состоит из двух полушарий мозжечка, между которыми помещен червячок. Серое вещество в мозжечке расположено на поверхности и составляет кору мозжечка, а белое вещество — в центре. В коре мозжечка различают три слоя нейронов: наружный — молекулярный, а затем ганглиозный и зернистый. Отростки этих нейронов пронизывают белое вещество, расположенное в виде дерева, поэтому оно называется «деревом жизни». Мозжечок играет важную роль в координации движений (рис. 85).

Варолиев мост в виде белой поперечной структуры лежит на вентральной поверхности продолговатого мозга, переднего его конца. Он состоит из отростков нейронов, связывающих отдельные части спинного мозга с головным мозгом.

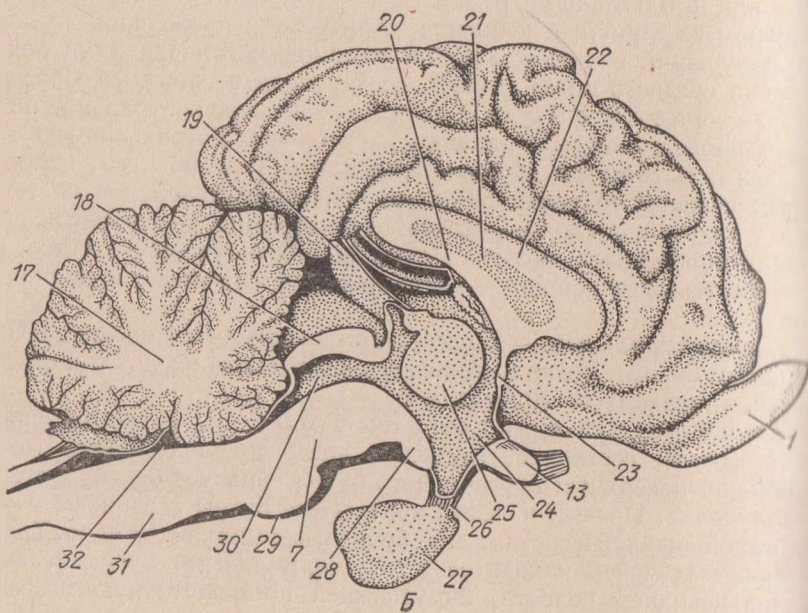
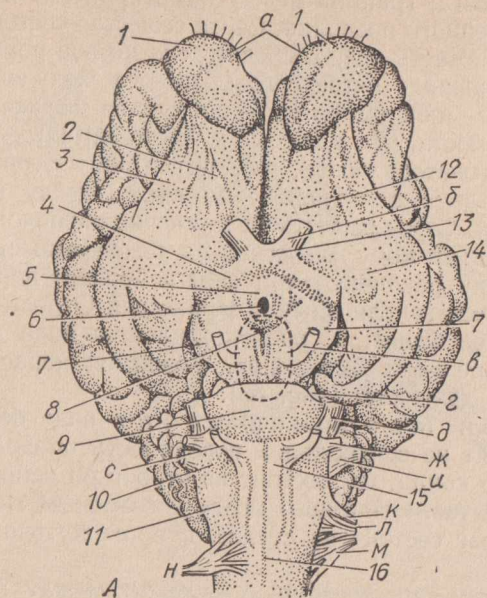
Висцеральный мозг состоит из среднего, промежуточного и концевых отделов.

Средний мозг — mesencephalon — лежит между продолговатым и промежуточным мозгом. В его состав входят ножки большого мозга, расположенные с вентральной стороны, и четверохолмие. Между ними помещен узкий канал — мозговой, или силвиев, водопровод, соединяющий четвертый мозговой желудочек с третьим.

Ножки большого мозга — pedunculi cerebri — состоят из отростков нейронов, образующих проводящие пути из полушарий большого мозга в спинной мозг. Над ними лежит планка среднего мозга (чепец), соединенная с сетчатым образованием. Сетчатое образование занимает центральное положение в продолговатом мозге, мосте, зрительных буграх промежуточного мозга. В сетчатом образовании насчитывают 96 ядер, нейроны которых связаны со всеми отделами центральной нервной системы. **Четверохолмие** — corpora quadrigemina — состоит из двух передних (зрительных) холмов и двух задних (слуховых) холмов. Их основу составляют нейроны — зрительные и слуховые подкорковые нейроны.

Промежуточный мозг — diencephalon — находится между средним и висцеральным мозгом. В состав промежуточного мозга входят три отдела: таламус, эпифаламус и гипоталамус.

Таламус, или зрительный бугор, — парный, яйцевидной формы, составляет основную часть промежуточного мозга. Его вентральная поверхность зрительного бугра образует боковую стенку третьего желудочка. Правый и левый зрительные бугры соединены между собой серой спайкой и состоят из нейронов, формирующих ядра. Третий мозговой желудочек находится между зрительными буграми, имеет полость в виде полости, окружающей промежуточную мозговую



зрительных бугров. Он орально сообщается через межжелудочковое отверстие с боковыми желудочками мозга, аборально — с мозгом подопроводом. Таким образом, все желудочки головного мозга соединяются между собой, а четвертый мозговой желудочек сообщается еще и с центральным каналом спинного мозга.

Эпифиз (надталамическая область) находится дорсально четверохолмия; он образован сосудистой покрывкой третьего мозгового желудочка, эпифизом и парным узлом уздечки. Эпифиз (железы внутренней секреции) лежит в борозде между буграми четверохолмия.

Гипоталамус (подталамическая область) находится вентрально дна третьего желудочка. В состав гипоталамуса входят: серый бугор, гипофиз, сосцевидное тело. **Серый бугор** — непарный выступ стенки третьего желудочка, состоит из ядер серого вещества. Его верхушка направлена вентрально и образует воронку, соединенную с гипофизом — железой внутренней секреции. Позади серого бугра находится парное (у собаки) белого цвета возвышение, называемое сосцевидным телом. В гипоталамусе различают несколько групп ядер, представляющих собой высшие вегетативные центры.

Концевой мозг — telencephalon — состоит из двух полушарий большого мозга, разделенных с дорсальной поверхности продольной щелью. В центре ее находится мозолистое тело, соединяющее между собой оба полушария головного мозга. В каждом полушарии различают: обонятельный мозг, боковой желудочек, плащ и подкорковые ядра.

Боковой желудочек парный (левый и правый) лежит в глубине полушария, ниже уровня мозолистого тела. Боковой желудочек удлиненно-овальной формы, состоит из переднего рога, центральной части нижнего рога и заднего рога. В области дна и латеральной стенки переднего рога располагается головка хвостатого ядра; на латеральной стенке нижнего рога находится белого цвета возвышение — миниев рог. Дорсальная стенка бокового желудочка образована нервными волокнами мозолистого тела. Медиальная стенка бокового желудочка в центральной части и в области нижнего рога имеет сосудистое сплетение.

Обонятельный мозг расположен в полушариях вентрально от бокового желудочка. К нему относятся обонятельные тракты, треугольники и грушевидные тела.

Рис. 85. Головной мозг крупного рогатого скота:

А — базальная поверхность; Б — в сагитальном разрезе: 1 — обонятельная луковица; 2 — обонятельная извилина; 3 — латеральная обонятельная извилина; 4 — зрительный бугор; 5 — серый бугор; 6 — отверстие воронки гипофиза; 7 — ножки большого мозга; 8 — сосцевидное тело; 9 — мозговой, или варолиев, мост; 10 — трапещевидное тело; 11 — продолговатый мозг; 12 — обонятельный треугольник; 13 — перекрест зрительных нервов; 14 — грушевидное тело; 15 — пирамиды; 16 — срединная борозда продолговатого мозга; а — обонятельный; б — зрительный; в — глазодвигательный; г — блоковый; д — тройничный; е — лицевой; ж — слуховой; з — языкоглоточный; и — блуждающий; л — подязычный; м — подязычный нерв; 17 — мозжечок; 18 — четверохолмие; 19 — эпифиз; 20 — прозрачная перегородка; 22 — середина мозлистого тела; 23 — передняя спайка; 24 — полость третьего мозгового желудочка; 25 — промежуточная масса зрительных бугров; 26 — воронка; 27 — гипофиз; 28 — сосцевидное тело; 29 — мозговой мост; 30 — мозговой подопровод; 31 — продолговатый мозг; 32 — полость четвертого желудочка.

П л а щ — *pallium* — находится дорсо-латерально от бокового желудочка в обоих полушариях и граничит с обонятельным мозгом по линии обонятельной борозды. Плащ состоит из серого и белого вещества. Серое вещество находится на поверхности полушария тонким слоем (до 8 мм) и называется корой больших полушарий.

Кора больших полушарий имеет сложное строение, что связано с ее многосторонней функцией. В коре находятся высшие центры нервной деятельности. В наиболее сложных ее участках различают шесть слоев нейронов: 1) молекулярный (самый поверхностный); 2) наружный зернистый; 3) слой малых пирамид; 4) внутренний зернистый; 5) слой больших пирамид и 6) полиморфный самый глубокий слой. Глубже полиморфного слоя находится белое вещество головного мозга. В нем различают коммисуральные нервные волокна, соединяющие нейроны коры противоположных полушарий, ассоциативные волокна, связывающие в пределах одного полушария нейроны коры с нижележащими отделами, и проекционные волокна. Последние образованы нейронами коры полушарий, которые соединяют ее с другими отделами головного и спинного мозга. Нервные волокна объединяются в пучки, называемые проводящими путями. По функции они делятся на афферентные и эфферентные. Афферентные передают нервные импульсы к коре полушарий, а эфферентные — от коры к нижележащим отделам.

Подкорковые ядра — это скопления вещества (тела нейронов). В полосатом теле, лежащем в вентральной стенке полушария, дорсальнее от обонятельного мозга, находятся четыре ядра: хвостатое, чечевицеобразное, миндалевидное и ограда. Хвостатое ядро состоит из головки, образующей дно бокового желудочка, и хвоста, расположенного в средней части стенки бокового желудочка. Чечевицеобразное ядро лежит латеральнее головки хвостатого ядра. Оно разделено двумя параллельными прослойками белого вещества на скорлупу и бледное ядро. Ограда представляет собой скопление нейронов в виде узкой полоски, расположенной латеральнее чечевицеобразного ядра. Миндалевидное ядро находится в оральной части височной доли и присоединяется к аммонову рогу, скорлупе и ограде.

Сосуды мозга. У рогатого скота кровь поступает в головной мозг из мышечковой артерии и ветвей внутренней челюстной артерии. Эти артерии образуют «чудесную сеть» у основания мозга. Из нее начинается мозговая сонная артерия, которая делится на две ветви: назальную соединительную и каудальную соединительную ветви. Обе ветви анастомозируют с одноименными ветвями противоположной стороны, образуя на основании мозга артериальное кольцо. От него отходят артерии к соответствующим частям мозга: назальная мозговая, назальная мозговых оболочек, средняя мозговая артерия, каудальная артерия мозжечка и основная мозговая артерия. Последняя лежит в основании мозга.

Кровь из головного мозга оттекает по венам, впадающим в дорсальную и вентральную системы венозных синусов.

Особенности головного мозга у других животных. У *свиньи* головной мозг яйцевидной формы, абсолютный вес 90—145 г, относительный вес 1:1200 (по отношению к весу тела). Головной мозг в основном питается от внутренней сонной артерии.

У *лошадей* головной мозг ниже и более узкий, а извилины крупнее, чем у рогатого скота. Его абсолютный вес равен 370—570 г, относительный — 1:1000. Мозг получает кровь из внутренней сонной и затылочной артерий.

Периферические нервы спинного и головного мозга. Спинномозговые нервы

Все спинномозговые нервы образованы чувствительными и двигательными корешками, поэтому относятся к смешанным нервам. В смешанном нерве находятся нервные волокна чувствительных и двигательных нейронов. Соединительная ткань внутри пучка называется *эндоневрием*, а снаружи пучка — *периневрием*. Весь нерв окружен соединительнотканной оболочкой — *эпиневрием*.

Каждый спинномозговой нерв при выходе из межпозвоночного отверстия делится на две ветви. Из них дорсальная разветвляется в мускулатуре и коже спины, а вентральная направляется к мускулам и коже, расположенным ниже позвоночника.

В соответствии с делением спинного мозга на отделы различают шейные, грудные, поясничные, крестцовые и хвостовые спинномозговые нервы. Число спинномозговых нервов в каждом отделе соответствует числу межпозвоночных отверстий. Исключения представляют шейные нервы, которых не семь, а восемь пар. Первая пара выходит через отверстия между первым шейным позвонком и затылочной костью.

Шейные нервы — nn. cervicales — образуют сплетения. От них берут начало нервы, иннервирующие кожу и мышцы области шеи. Вентральные ветви VI и VII шейных нервов формируют *дифрагмальный нерв* — n. phrenicus, направляющийся к диафрагме с медиальной стороны лестничного мускула и подключичной артерии. Последние три шейных нерва и первые два грудных образуют мощное *плечевое нервное сплетение* — plexus brachialis, расположенное на медиальной поверхности лопатки и плечевого сустава.

Нервы грудной конечности начинаются от плечевого сплетения. К ним относятся следующие главные нервы (рис. 86). *Предлопаточный нерв* — n. suprascapularis — разветвляется в предостном и заостном мускулах, действующих на плечевой сустав. *Подлопаточный нерв* — n. subscapularis — снабжает ветвями подлопаточный мускул. *Подмышечный нерв* — n. axillaris — разветвляется в коже области плеча и сгибателях плечевого сустава. *Лучевой нерв* — n. radialis — иннервирует кожу в области предплечья, разгибатели локтевого, запястного и пальцевых суставов. Проходит между медиальной и длинной головками трехглавого мускула плеча, затем между плечевой костью и внутренним плечевым мускулом.

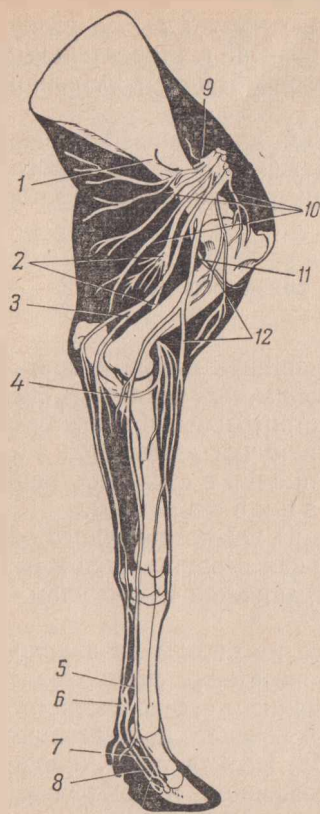


Рис. 86. Нервы плечевого сплетения рогатого скота с медиальной стороны (полусхема):

1 — подлопаточный нерв; 2 — лучевой нерв; 3 — локтевой нерв; 4 — срединный нерв; 5 — волярный медиальный нерв; 6 — волярный латеральный нерв; 7 — медиальный и 8 — латеральный нервы; 9 — предлопаточный нерв; 10 — грудные нервы; 11 — подмышечный нерв; 12 — мускульнокожный нерв.

бедренную артерию и разветвляется в основном в четырехглавый мускуле бедра. Его ветвь, называемая нерв сафенус, иннервирует кожу медиальной поверхности бедра, голени и плоти сустава. Поясничнокожный нерв — *psoadico-cutaneus* — разветвляется в коже бедра и передней поверхности коленного сустава. Запирательный нерв — *p. obturatorius* — разветвляется вместе с глубокой бедренной артерией. Краниальный ягодичный нерв — *p. gluteus cranialis* — проникает через

Локтевой нерв — *p. ulnaris* — разветвляется в коже предплечья, суставах запястного и пальцевых суставов. Его ветвь в области четвертого пальца называется пальцевым дорсальным латеральным нервом этого пальца. Срединный нерв — *p. medianus* — сопровождает лучевую и срединную артерии и вены. В области пясти переходит в медиальный предстный волярный нерв. Выше путового сустава делится на две ветви: пальцевый нерв третьего пальца и общий пальцевый нерв третьего и четвертого пальцев.

Пальцевые нервы заканчиваются рецепторами в основе кожи копыта, верхних и копытцевых костях. Мускульнокожный нерв — *p. musculocutaneus* — иннервирует двуглавый мускул плеча и кожу этой области.

Грудные нервы выходят через межреберные отверстия и делятся на дорсальные и вентральные ветви. Число их соответствует числу грудных позвонков.

Поясничные нервы. Вентральные ветви поясничных нервов образуют поясничное сплетение. Из него выходят шесть пар нервов: 1) подвздошноподчревный — *p. iliohypogastricus* — иннервирует в основном кожу и мускулы брюшной стенки; 2) подвздошнопаховый — *p. ilioinguinalis* — разветвляется в коже, мускулах брюшной стенки и в вымени; 3) наружный семенной — *p. spermaticus externus* — иннервирует вымя и кожу медиальной поверхности бедра.

К поясничным нервам также относятся: поясничнокожный, бедренный и запирательный нервы.

Нервы тазовой конечности. Бедренный нерв — *p. femoralis* — сопровождает бедренную артерию и разветвляется в основном в четырехглавый мускуле бедра. Его ветвь, называемая нерв сафенус, иннервирует кожу медиальной поверхности бедра, голени и плоти сустава. Поясничнокожный нерв — *p. psoadico-cutaneus* — разветвляется в коже бедра и передней поверхности коленного сустава. Запирательный нерв — *p. obturatorius* — разветвляется вместе с глубокой бедренной артерией. Краниальный ягодичный нерв — *p. gluteus cranialis* — проникает через

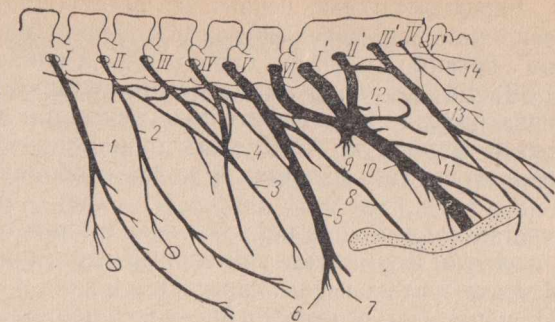


Рис. 87. Нервы поясничнокрестцового сплетения рогатого скота (полусхема):

1—VI — вентральные ветви поясничных нервов; 1'—V' — вентральные ветви крестцовых нервов; 1 — подвздошноподчревный; 2 — подвздошнопаховый; 3 — наружный семенной; 4 — поясничнокожный нерв; 5 — бедренный нерв; 6 — его ветвь в четырехглавый мускул бедра; 7 — испный (подкожный) нерв (сафенус); 8 — запирательный; 9 — краниальный ягодичный и 10 — седалищный нервы; 11 — каудальный кожный нерв бедра; 12 — каудальный ягодичный; 13 — срамной; 14 — каудальный геморроидальный; 15 — большеберцовый и 16 — малоберцовый нервы; 17 — кожный плантарный нерв голени; 18 — плантарные пальцевые и 19 — дорсальные пальцевые нервы; 20 — плантарный латеральный нерв.

седалищную вырезку и разветвляется в ягодичных мускулах. Каудальный кожный нерв бедра — *p. cutaneus femoralis caudalis* — иннервирует не только кожу, но и разгибатели тазобедренного сустава. Каудальный ягодичный нерв — *p. gluteus caudalis* — иннервирует ягодичные мускулы. Седалищный нерв — *p. ischiadicus* — самый мощный в теле животного. В тазовой полости он выходит через большую седалищную вырезку и выходит позади тазобедренного сустава. Он делится на два нерва: большеберцовый и малоберцовый. Большеберцовый нерв — *p. tibialis* — проксимальнее скакательного сустава, делится на медиальный и латеральный плантарные нервы, продолжающиеся в плантарные флексорные пальцевые нервы. Он иннервирует полуперепончатый и двуглавый мускулы и капсулу коленного сустава. Малоберцовый нерв — *p. peroneus* — делится на поверхностный и глубокий малоберцовый нервы. Из них первый нерв образует дорсальные пальцевые нервы. Срамной нерв — *p. pudendus* — начинается из крестцового сплетения, проходит через подпупочную дугу и заканчивается в наружных половых органах. Нерв прямой кишки, или каудальный геморроидальный нерв — *p. haemorrhoidalis caudalis* — заканчивается в прямой кишке, у самцов в наружных половых губах.

Черепномозговые нервы. От основания головного мозга отходят двенадцать пар черепномозговых нервов. Они иннервируют органы головы. **Обонятельный нерв (I пара)** — *n. olfactorius* — по функции чувствительный. Нейроны обонятельного нерва находятся в обонятельном эпителии слизистой носа, а отростки формируют отдельные тонкие пучки нервов, проникающие через отверстия решетчатой кости в обонятельные луковицы.

Зрительный нерв (II пара) — *n. opticus* — по функции чувствительный. Его нейроны находятся в сетчатке глазного яблока, а отростки формируют зрительный нерв, который у основания мозга образует зрительный перекрест. **Глазодвигательный нерв (III пара)** — *n. oculomotorius* — начинается в области ножек большого мозга и заканчивается в прямых и косых мышцах глаза. **Блуждающий нерв (IV пара)** — *n. trochlearis* — и **отводящий нерв (VI пара)** — *n. abducens* — также заканчиваются двигательными нервными окончаниями в мышцах глаза. **Тройничный нерв (V пара)** — *n. trigeminus* — по функции смешанный, в свою очередь делится на три нерва. Из них **глазничный нерв** — *n. ophthalmicus* — заканчивается рецепторами в коже лба, верхнего и нижнего века.

Верхнечелюстной нерв — *n. maxillaris* — иннервирует зубы верхней челюсти и кожу этой области. **Нижнечелюстной нерв** — *n. mandibularis* — заканчивается в зубах нижней челюсти, в коже и слизистой рта этой области, а двигательные нервные окончания — в жевательных мышцах. **Лицевой нерв (VII пара)** — *n. facialis* — заканчивается двигательными нервными окончаниями в лицевых мышцах, а секреторными — в подчелюстной, подъязычной слюнных железах и в слезной железе. Из черепной полости он выходит через наружное отверстие лицевого канала. **Слуховой нерв (VIII пара)** — *n. acusticus* — чувствительный. Он обслуживает органы слуха и равновесия. Нейроны слухового нерва лежат в спиральном узле улитки внутреннего уха. **Язычный нерв (IX пара)** — *n. glossopharyngeus* — по функции смешанный. Его чувствительные волокна заканчиваются рецепторами во вкусовых луковицах языка, секреторные волокна идут к околоушной слюнной железе. Из черепа этот нерв выходит через рваное отверстие и направляется вдоль большой ветви подъязычной кости. От него отходит **глоточная ветвь** к слизистой глотки и **язычная ветвь** для вкусовых сосочков языка. **Блуждающий нерв (X пара)** — *n. vagus* — относится к парасимпатическим нервам вегетативного отдела нервной системы (см. этот раздел). **Добавочный нерв (XI пара)** — *n. accessorius* начинается от продолговатого и спинного мозга в области первых шести шейных сегментов спинного мозга. Выходит из черепной полости через рваное отверстие и заканчивается в трапециевидном, трапециевидном и некоторых других мышцах шеи. **Подъязычный нерв (XII пара)** — *n. hypoglossus* — выходит из черепной полости через подъязычное отверстие; он вызывает сокращение языка.

Вегетативный отдел нервной системы

Часть нервной системы, регулирующей процессы дыхания, питания, размножения, перемещения жидкостей в организме, называется вегетативной. Она называется так потому, что имеет непосредственное отношение к таким процессам жизнедеятельности организма, которые свойственны и растениям (растение — *vegitas*). Деятельность вегетативных центров контролируется и направляется корой головного мозга.

Вегетативный отдел отличается от соматической нервной системы иннервирующей поперечнополосатую мускулатуру, рядом морфологических и функциональных особенностей. Рефлекторная дуга вегетативного отдела нервной системы состоит из трех нейронов: 1) чувствительного (афферентного) нейрона; 2) центрального вегетативного нейрона (эфферентного) и 3) периферического нейрона (эф-

ферентного). Афферентные нейроны находятся в спинномозговых узлах или в черепномозговых нервах. Они и передают нервные импульсы по отросткам центрального вегетативного нейрона. В столбах серого вещества спинного мозга и в специальных вегетативных ядрах продолговатого и среднего головного мозга располагаются центральные вегетативные нейроны, волокна которых заканчиваются на нейронах периферических узлов, образуя синапсы. Нервные волокна центральных вегетативных нейронов имеют мякотную оболочку белого цвета; являются они предузловыми. Нервные волокна периферических вегетативных нейронов лишены мякотной оболочки, серого цвета — это послеузловые волокна. Они иннервируют гладкую мускулатуру внутренних органов и железы.

Вегетативный отдел нервной системы делится на симпатическую и парасимпатическую части. Симпатическая иннервирует органы сердечно-сосудистой системы, а парасимпатическая — мускульные оболочки внутренних органов и железы (рис. 88).

Симпатическая часть — *sympathicus* — состоит из центров, двух симпатических стволов, экстрамуральных узлов и нервных сплетений.

Симпатические центры располагаются только в боковых столбах продолговатого и поясничного отделов спинного мозга (от первого грудного позвонка до третьего поясничного).

Центральный симпатический ствол — *truncus sympathicus* — парасимпатический ствол — *truncus parasympathicus* — располагается вдоль всего позвоночника в виде цепочки узлов. В пограничных узлах различают: шейную, грудную, поясничную, крестцовую и копчиковую части. **Шейная часть** имеет краниальный шейный узел, иннервирующий кровеносные сосуды органов головы, средний и каудальный шейный узлы — иннервирующие кровеносные сосуды пищевода, трахеи и других органов этой области. **Грудная часть** пограничного ствола у крупного рогатого животного имеет пять узлов. Из них первые два узла сливаются и образуют грудной узел, иннервирующий сердце, крупные кровеносные сосуды этой области и сосуды пищевода, трахеи и легких. В пояс-

Черепномозговые нервы. От основания головного мозга отходят двенадцать пар черепномозговых нервов. Они иннервируют в основном органы головы. **Обонятельный нерв (I пара)** — *p. olfactorius* — по функции чувствительный. Нейроны обонятельного нерва находятся в обонятельном эпителии слизистой носа, а их отростки формируют отдельные тонкие пучки нервов, проникающих через отверстия решетчатой кости в обонятельные луковицы.

Зрительный нерв (II пара) — *p. opticus* — по функции чувствительный. Его нейроны находятся в сетчатке глазного яблока, а отростки формируют зрительный нерв, который у основания мозга образует зрительный перекрест. **Глазодвигательный нерв (III пара)** — *p. oculomotorius* — начинается в области ножек большого мозга и заканчивается в прямых и косых мышцах глаза. **Блоковый нерв (IV пара)** — *p. trochlearis* — и отводящий нерв (VI пара) — *p. abducens* — также заканчиваются двигательными нервными окончаниями в мышцах глаза. **Тройничный нерв (V пара)** — *p. trigeminus* — по функции смешанный, в свою очередь, делится на три нерва. Из них **глазничный нерв** — *p. ophthalmicus* — заканчивается рецепторами в коже лба, верхнего и нижнего века.

Верхнечелюстной нерв — *p. maxillaris* — иннервирует зубы верхней челюсти и кожу этой области. **Нижнечелюстной нерв** — *p. mandibularis* — заканчивается в зубах нижней челюсти, в коже и слизистой рта этой области, а двигательные нервные окончания — в жевательных мышцах. **Лицевой нерв (VII пара)** — *p. facialis* — заканчивается двигательными нервными окончаниями в лицевых мышцах, а секреторными — в подчелюстной и подъязычной слюнных железах и в слезной железе. Из черепной полости он выходит через наружное отверстие лицевого канала. **Слуховой нерв (VIII пара)** — *p. acusticus* — чувствительный. Он обслуживает органы слуха и равновесия. Нейроны слухового нерва лежат в спиральном узле улитки внутреннего уха. **Щычноглоточный нерв (IX пара)** — *p. glossopharyngeus* — по функции смешанный. Его чувствительные волокна заканчиваются рецепторами во вкусовых луковицах языка, секреторные волокна идут к околоушной слюнной железе. Из черепа этот нерв выходит через рваное отверстие и направляется вдоль большой ветви подъязычной кости. От него отходят **глоточная ветвь** к слизистой глотки и **язычная ветвь** для вкусовых сосочков языка. **Блуждающий нерв (X пара)** — *p. vagus* — относится к парасимпатическим нервам вегетативного отдела нервной системы (см. этот раздел). **Добавочный нерв (XI пара)** — *p. accessorius* начинается от продолговатого и спинного мозга в области первых шести шейных сегментов спинного мозга. Выходит из черепной полости через рваное отверстие и заканчивается в трапецевидном, трапециевидном и некоторых других мышцах шеи. **Подъязычный нерв (XII пара)** — *p. hypoglossus* — выходит из черепной полости через подъязычное отверстие; он вызывает сокращение языка.

Вегетативный отдел нервной системы

Часть нервной системы, регулирующей процессы дыхания, питания, выделения, размножения, перемещения жидкостей в организме, называется вегетативной. Она называется так потому, что имеет непосредственное отношение к таким процессам жизнедеятельности организма, которые свойственны и растениям (растение — *vegetas*). Деятельность вегетативных центров контролируется и направляется корой головного мозга. Вегетативный отдел отличается от соматической нервной системы, иннервирующей поперечнополосатую мускулатуру, рядом морфологических и функциональных особенностей. Рефлекторная дуга в вегетативном отделе нервной системы состоит из трех нейронов: 1) чувствительного (афферентного) нейрона; 2) центрального вегетативного нейрона (эфферентного) и 3) периферического нейрона (эффектора).

Афферентные нейроны находятся в спинномозговых узлах или в узлах черепномозговых нервов. Они и передают нервные импульсы из органов центральным вегетативным нейронам. В столбах серого вещества спинного мозга и в специальных вегетативных ядрах продолговатого и среднего головного мозга располагаются центральные вегетативные нейроны, волокна которых заканчиваются на нейронах периферических узлов, образуя синапсы. Нервные волокна центральных вегетативных нейронов имеют мягкотную оболочку белого цвета; называются они предузловыми. Нервные волокна периферических нейронов лишены мягкотной оболочки, серого цвета — это послеузловые волокна. Они иннервируют гладкую мускулатуру внутренних органов и железы.

Вегетативный отдел нервной системы делится на симпатическую и парасимпатическую части. Симпатическая иннервирует органы сердечно-сосудистой системы, а парасимпатическая — мускульные оболочки внутренних органов и железы (рис. 88).

Симпатическая часть — *sympathicus* — состоит из центров, двух пограничных симпатических стволов, экстрамуральных узлов и внутриорганных сплетений.

Симпатические центры располагаются только в боковых столбах грудного и поясничного отделов спинного мозга (от первого грудного позвонка до третьего поясничного).

Пограничный симпатический ствол — *truncus sympathicus* — парный, тянется вдоль всего позвоночника в виде цепочки узлов. В пограничном стволе различают: шейную, грудную, поясничную, крестцовую и хвостовую части. Шейная часть имеет краниальный шейный узел, иннервирующий кровеносные сосуды органов головы, средний и каудальный шейный узлы — кровеносные сосуды пищевода, трахеи и других органов этой области. В грудной части пограничного ствола у крупного рогатого скота тринадцать узлов. Из них первые два узла сливаются и образуют общий звездчатый узел, иннервирующий сердце, крупные сосуды этой области и сосуды пищевода, трахеи и легких. В пояс-

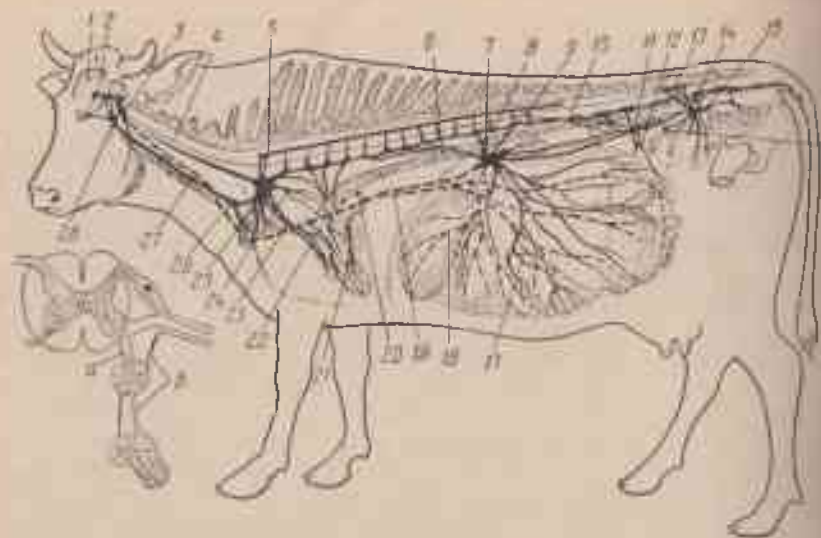


Рис. 88. Схема строения вегетативного отдела нервной системы (слева внизу — схема связи вегетативной системы со спинным мозгом):

1 — головной мозг; 2 — парасимпатические центры среднего и продолговатого мозга; 3 — блуждающий нерв; 4 — спинной мозг; 5 — симпатические центры спинного мозга (от первого грудного до второго-третьего поясничных сегментов); 6 — большой внутренностный (чревной) нерв; 7 — полулунный узел солнечного сплетения; 8 — грудные узлы; 9 — малый внутренностный нерв; 10 — пограничный симпатический ствол; 11 — каудальный брыжеечный узел и сплетение; 12 — подчревное сплетение; 13 — крестцовый парасимпатический центр; 14 — тазовый нерв; 15 — узлы подчревного сплетения; 16 — яичниковые и маточное сплетения; 17 — сплетения нервов внутренних органов; 18 — желудочные ветви; 19 — грудная часть блуждающего нерва; 20 — возвратный нерв; 21 — сердечное сплетение; 22 — ветви блуждающего нерва к сердцу; 23 — симпатические нервы сердца; 24 — симпатические нервы легкого; 25 — звездчатый, шейно-грудной узел; 26 — средний шейный узел; 27 — шейная часть блуждающего нерва; 28 — краниальный симпатический узел; а — преганглионарные нервные волокна; б — постганглионарные волокна.

ничной и крестцовой частях пограничного ствола количество узлов соответствует числу позвонков. Нейроны симпатических центров соединяются преганглионарными нервными волокнами с узлами пограничного ствола. Часть из них проходит сквозь эти узлы и образует большой чревной нерв — *n. splanchnicus major* — и малый чревной нерв — *n. splanchnicus minor*. Оба нерва соединяются с полулунным узлом и участвуют в образовании солнечного сплетения. Солнечное сплетение расположено вне органов, около чревной и передней брыжеечной артерии. В состав его входит полулунный узел, состоящий из двух чревных, одного краниального брыжеечного узлов, а также из многочисленных ветвей, иннервирующих сосуды желудка, печени, кишечника и других органов брюшной полости. Подчревное сплетение иннервирует сосуды яичника, матки, мочевого пузыря и прямой кишки.

Парасимпатическая часть — *parasympathicus* — имеет центры в головном мозге и в крестцовом отделе спинного мозга. В головном мозге нейроны, образующие центры, сосредоточены в среднем и продолговатом его отделах. Нервные волокна этих нейронов направляются в со-

III, VII, IX и X пар черепномозговых нервов к органам. Вместе с двигательным нервом парасимпатические волокна достигают сфинктера зрачка, вызывая его сужение. С л и ц е н н ы м нервом парасимпатические волокна направляются к слезным железам и железам носовой полости. В составе языкоглоточного нерва и нерва, называемого барабанной струной, парасимпатические волокна подходят к околоушной слюнной железе.

Самый длинный нерв в теле животного — блуждающий нерв. Его условно подразделяют на шейную, грудную и брюшную части. В области шеи, по выходе из черепной полости через рваное отверстие, он присоединяется к шейной части пограничного симпатического ствола, образуя общий вагосимпатический ствол. Шейная часть блуждающего нерва отдает ветви к окружающим органам: глотке, гортани, пищеводу и трахее. Грудная часть блуждающего нерва обособливается от симпатического нерва, отдав возвратный гортанный нерв — п. laryngeus recurrens, делится в области пищевода на два ствола. В грудной полости от блуждающего нерва отходят нервы, образующие интрамуральное сплетение с узлами в сердце, легких и пищеводе.

В брюшной полости блуждающий нерв состоит из двух пищеводных стволов: дорсального и вентрального. Дорсальный пищеводный ствол у крупного рогатого скота соединяется ветвями с солнечным сплетением. Вентральный пищеводный ствол, кроме солнечного сплетения, отдает ветви к левой поверхности желудка и сычуга. Блуждающий нерв не иннервирует органы тазовой полости.

Парасимпатические центры образуют 1—2 тазовых нерва, соединяющихся с подчревным сплетением, которое иннервирует прямую кишку, мочевой пузырь, матку и другие органы тазовой полости.

ОРГАНЫ ЧУВСТВ (АНАЛИЗАТОРЫ)

Органы чувств составляют часть нервной системы. Этими органами животное воспринимает различные раздражения. В состав любого анализатора входят, согласно учению И. П. Павлова, три отдела: периферический орган чувств, нерв с проводящими путями и участок головного мозга. В коре головного мозга осуществляется основной анализ того или иного раздражения.

Отличают пять органов чувств, воспринимающих раздражения внешней среды: обонятельный анализатор, зрительный анализатор, анализатор слуха и равновесия, вкусовой анализатор, кожный анализатор.

Обонятельный анализатор

Периферический отдел органа обоняния состоит из обонятельного нерва, в котором находятся опорные и нервные чувствительные клетки. Последние снабжены булавовидными выростами, восприни-

мающими раздражения. Противоположные концы нейронов продолжают в отростки, формирующие обонятельный нерв. Он передает возбуждение в аммонов рог и кору головного мозга.

Зрительный анализатор

Периферический отдел зрительного анализатора состоит из глазного яблока. Вместе с защитными приспособлениями оно называется глазом (рис. 89). К глазу относятся следующие части.

Веки представляют собой видоизмененные складки кожи. Во внутреннем углу глаза находится третье, недоразвитое веко.

Конъюнктива является продолжением кожи века. На внутренней поверхности века она называется конъюнктивой века, а на роговице — конъюнктивой роговицы.

Слезная железа лежит в слезной ямке лобной кости. Ее секрет постоянно омывает конъюнктиву глаза и стекает в слезное озеро. Из него слеза попадает в слезный мешок, а затем через слезно-

носовый канал в носовую полость.

Глаз помещается в орбите, образованной костями черепа. Внутри нее находится перIORBITA из соединительной ткани. ПерIORBITA имеет форму конуса, широкий конец которого срастается с краем орбиты.

Глазные мускулы прикрепляются к глазному яблоку и клиновидной кости вокруг зрительного отверстия. **Оттягиватель** глазного яблока — *m. retractor bulbi* — окутывает зрительный нерв и при сокращении втягивает глаз в орбиту. **Прямые** глазные мускулы (четыре) поворачивают глаз. **Косые** глазные мускулы — дорсальный и вентральный — вращают глаз

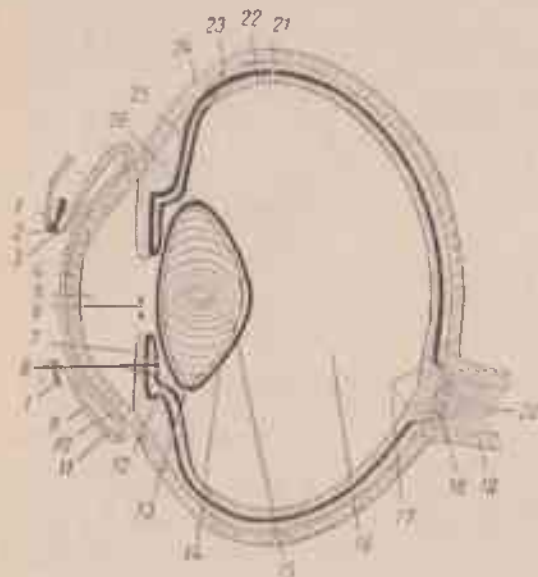


Рис. 89. Схема разреза глазного яблока:

1 — железы века; 2 — край века; 3 — ресница; 4 — роговица; 5 — передняя глазная камера; 6 — зрачок; 7 — радужная оболочка; 8 — радужная часть сетчатки; 9 — конъюнктива века; 10 — конъюнктива глазного яблока; 11 — конъюнктивальный мешок; 12 — задняя камера глаза; 13 — хрусталиковая связка; 14 — капсула хрусталика; 15 — паренхима хрусталика; 16 — местоположение стекловидного тела; 17 — зрительный сосок; 18 — продырявленная пластинка; 19 — влагалище зрительного нерва; 20 — зрительный нерв; 21 — сетчатка; 22 — пигментный слой сетчатки; 23 — собственно сосудистая; 24 — белочная оболочка; 25 — ресничная часть сетчатки; 26 — ресничное тело.

Глазное яблоко — *bulbus oculi* — почти шарообразной формы. Оно состоит из трех оболочек, плотно соединенных между собой. **Передняя оболочка.** В ней две части: передняя — роговица и задняя — белочная оболочка, или склера. **Роговица** — *cornea* — прозрачна, лишена сосудов. Снаружи покрыта однородной боуменовой оболочкой и эпителием, изнутри выстлана десцеметовой оболочкой и эпителием. **Белочная оболочка** находится сзади роговицы. Она белого цвета, плотная, бедна сосудами. В задней ее части есть отверстие, через которое выходит из глазного яблока зрительный нерв.

Средняя оболочка — сосудистая, в ней проходит густая сеть кровеносных сосудов. Она подразделяется на собственно сосудистую оболочку, радужную оболочку и ресничное тело. **Радужной оболочкой** называется передняя часть сосудистой оболочки. В центре радужной оболочки отверстие — **зрачок**. У травоядных он полукруглой, у овальной формы, у свиньи и собак — круглый. Цвет глаза зависит от пигмента радужной оболочки. **Ресничное тело** — ресничного пояса охватывает передний край белочной оболочки. В его центре входит ресничный мускул и связи. При сокращении ресничного мускула связки натягиваются и изменяют форму хрусталика.

Внутренняя оболочка — **сетчатка**, или **ретина**, — *retina* — состоит из восьми слоев различных клеток. Свет, пройдя через все слои сетчатки, попадает в слой палочек и колбочек, представляющих собой зрительные рецепторы. От них возбуждение передается через промежуточные нейроны к ганглиозным клеткам и зрительный нерв.

Светопреломляющие среды. К ним относятся: роговица, внутриглазная жидкость, хрусталик, стекловидное тело. Передняя и задняя камеры сообщаются между собой через зрачок. Отверстие зрачка сужается и расширяется мускульными волокнами радужной оболочки, таким образом регулируется поступление света на сетчатку глаза.

Хрусталик прозрачный, напоминает двояковыпуклую линзу. Он играет важную роль в аккомодации, или приспособлении, глаза к рассмотрению предметов на разном расстоянии.

Стекловидное тело заполняет пространство глазного яблока сзади хрусталика и имеет специальное углубление для него. Оно состоит из студенистой прозрачной массы, которая также преломляет свет, попадая затем на сетчатку. Из сетчатки возбуждение передается по зрительным нервам к наружному колечатому телу и затылочным долям коры головного мозга.

Слуховой анализатор

Периферический отдел слухового анализатора представлен ухом. Оно подразделяется на три части: наружное, среднее и внутреннее (рис. 90).

Наружное ухо состоит из ушной раковины, наружного слухового прохода и мускулов, приводящих в движение ушную раковину. Основу

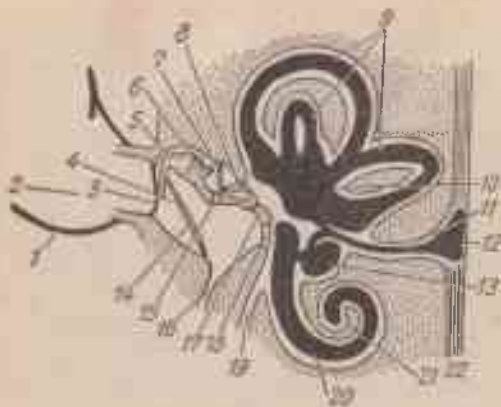


Рис. 90. Схема строения органов равновесия и слуха:

1 — часть ушной раковины; 2 — наружный слуховой проход; 3 — барабанная перепонка; 4 — барабанная полость; 5 — молоточек с его рукояткой; 6 — наковальня; 7 — стремени мускул; 8 — стремечко; 9 — перепончатые полукружные каналы; 10 — овальный мешочек; 11 — эндолимфатический проток в водопровод преддверия; 12 — мешочек протока; 13 — круглый мешочек в преддверии костного лабиринта; 14 — напругатель барабанной перепонки; 15 — чечевицеобразная косточка; 16 — глоточнобарабанная (слуховая, или евстахиева) труба; 17 — мыс; 18 — окно улитки; 19 — водопровод улитки; 20 — перепончатый канал улитки в костной улитке; 21 — свод улитки; 22 — твердая мозговая оболочка. Белое пространство между перепончатым лабиринтом (черный цвет) и стенками костного лабиринта заполнено перилимфой. Костные стенки заштрихованы.

ушной раковины составляет свернутая пластинка эластического хряща. По форме ушная раковина напоминает воронку. Узкой частью она присоединяется к кольцевидному хрящу костной трубке наружного слухового прохода. Снаружи и внутри ушная раковина покрыта кожей с редкими длинными волосами, содержит сальные железы, выделяющие ушную серу. Волосы и ушная сера препятствуют попаданию инородных тел в ухо. На дне наружного слухового прохода кожа лишена волос и переходит на барабанную перепонку, отделяющую наружное ухо от среднего уха. Основу барабанной перепонки составляет фиброзная соединительная ткань. Со стороны среднего уха она выстлана слизистой оболоч-

кой с однослойным плоским эпителием.

Среднее ухо заключено в барабанной полости каменистой кости. В костных стенках барабанной полости четыре отверстия. Из них отверстие наружного слухового прохода затянуто барабанной перепонкой; овальное окошко и круглое окошко, ведущие во внутреннее ухо, также затянуты соответствующими перепонками. Лишь одно отверстие слуховой трубы остается открытым, через него и сообщается среднее ухо с глоткой. У лошади слуховая труба с расширением — воздухоносным мешком.

В полости среднего уха находятся четыре очень маленькие слуховые косточки: молоточек, наковальня, чечевицеобразная косточка и стремечко. Все они подвижно соединены между собой. Молоточек рукояткой соединяется с барабанной перепонкой, а стремечко — с перепонкой овального окошка.

Внутреннее ухо состоит из преддверия, улитки и полукружных каналов, формирующих в целом лабиринт. Различают костный и перепончатый лабиринт внутреннего уха. Между костным и перепончатым лабиринтом находится жидкость — перилимфа, а в перепончатом лабиринте — эндолимфа. Преддверие лабиринта сообщается с улиткой.

Улитка представляет собой спиральный канал, который обвивает звуковую ось. Канал улитки разделен основной пластинкой на два хода. Они соединяются между собой лишь в конце трубки, в так называемом куполе. На основной пластинке улитки находится мембрана с кортиевым органом. На его чувствительных клетках заканчиваются окончания нейронов слухового нерва.

Полукружные каналы представляют собой периферическую часть внутреннего равновесия. Они заполнены эндолимфой, в которой плавают мелкие кристаллики — статолиты. При изменении положения головы они перемещаются и вызывают раздражение рецепторов вестибулярного нерва, передающего возбуждение в кору полушарий.

Вкусовой анализатор

В стенках вкусовых сосочков заложены вкусовые луковицы, состоящие из поддерживающих и собственно вкусовых клеток. На них заканчиваются рецепторы нейронов, тела которых находятся в узлах языкоглоточного и лицевого нервов. Эти нейроны передают возбуждения в продолговатый мозг, а затем в ядра одиночного пучка и в кору полушарий головного мозга.

Кожный анализатор

В коже много свободных и несвободных рецепторов. Они сигнализируют в центральную нервную систему о состоянии кожи и влиянии на нее температуры и других факторов внешней среды.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Нервная система и органы чувств

Спинной мозг. Наглядные пособия и инструменты: препараты спинного мозга, препараты животного (собака, кролик), таблицы и схемы, скальпели, пинцеты.

Для изучения строения спинного мозга пригодны лишь свежие, выдержанные в 5%-ном формалине, препараты. При изучении спинного мозга животного кладут его спиной вверх, а снизу под область подреберья на специальную подставку. На выгнутой поверхности спины разрезают мускулы и освобождают остистые отростки и дужки позвонков. Долотом и молотком или специальным инструментом осторожно рассекают с обеих сторон дужки позвонков на всем протяжении позвоночника и удаляют верхнюю стенку позвоночного канала.

После вскрытия твердой мозговой оболочки, а затем после вскрытия мягкой и паутинной оболочек изучают местоположение спинного мозга и корешков (верхних и нижних) спинномозговых нервов. Скальпелем отделяют спинной мозг на уровне заднего затылочного отверстия и перерезают все корешки нервов у межпозвонковых отверстий. Извлекают спинной мозг и изучают его внешний вид, форму, цвет и консистенцию. Находят и осматривают оболочки спинного мозга: мягкую, паутинную и твердую.

Спинной мозг, выдержанный в формалине, разрезают поперек острым ножом и изучают расположение белого и серого вещества.

Головной мозг. Наглядные пособия: препараты головного мозга; модели, таблицы

При изучении строения головного мозга по моделям, таблицам и схемам находят форму мозга, находят все его отделы, осматривают мозговые желудочки.

Затем приступают к изучению строения мозга на препаратах. Мозг должен быть извлечен из черепной полости заранее и фиксирован в формалине. Изучают рельеф мозга, затем мозг рассекают. Порядок рассечения следующий. Сагиттальным разрезом разделяют полушария большого мозга, а поперечным разрезом отделяют полушария от мозжечка. Сечением по мозолистому телу разделяют полушария большого мозга, отделяют их от стволовой части поперечным рассечением ножек мозга так, чтобы четверохолмие целиком осталось при стволовой части мозга, а весь промежуточный мозг — при полушариях. Рассекают полушария и изучают строение, толщину, цвет и расположение серого и белого вещества. Вскрывают боковые мозговые желудочки, осматривают их поверхность и находят в полостях аммониевы рога и хвостатое тело. Находят мюровое отверстие, через которое соединяются боковые мозговые желудочки с третьим, а также сильвиев водопровод, соединяющий третий и четвертый мозговые желудочки.

Разрезав мозжечок, обращают внимание на расположение в нем серого и белого вещества. На вентральной поверхности стволовой части мозга находят мозговую ножку в форме поперечного валика и начало черепномозговых нервов.

Периферические нервы. *Наглядные пособия:* препараты головного и спинного мозга с нервами, таблицы и схемы разветвления нервов.

Чтобы изучить место выхода черепномозговых нервов, нужно распилить череп по сагиттальной и фронтальной плоскостям и удалить мозговые оболочки. Несколькими приподняв мозг, можно рассмотреть начало нервов, направление их хода. Если необходимо, подальше от мозга, обрезать отходящие нервы и вытянуть мозг из черепной полости, то на вентральной поверхности его можно найти начало всех 12 пар черепномозговых нервов. Спинномозговые корешки можно обнаружить и проследить за их ходом при извлечении спинного мозга. При этом долотом или пилой рассекают дужки позвонков с обеих сторон, а также удаляют суставные отростки.

Разветвление нервов на периферии (в конечностях, на туловище) изучают при препаровке сосудов, так как нервы и сосуды располагаются рядом и образуют сосудисто-нервные пучки.

Строение глазного яблока. *Наглядные пособия и оборудование:* препараты глазного яблока; модели, таблицы, схемы; скальпели, пинцеты, остроконечные ножницы.

Осматривают на моделях, схемах и препаратах наружный вид, форму и величину глазного яблока. Находят на свежем препарате роговицу и белочную оболочку, отмечают их цвет. Рассматривают радужную оболочку и зрачок (его форму). Находят конец зрительного нерва, определяют его толщину, цвет, консистенцию. При определении консистенции всего глазного яблока отмечают его упругость.

Острым брыжистым скальпелем и маленькими остроконечными ножницами делают круговой разрез роговицы по месту соединения ее с белочной оболочкой. После удаления роговицы из передней камеры глаза вытекает жидкость. Проверяют толщину и прозрачность роговицы. Осторожно разрезают радужную оболочку и находят циниевы связки. При надавливании на глазное яблоко с боков в образовавшееся в передней части отверстие вываливаются хрусталик и стекловидное тело. Не трогая руками хрусталик, определяют его прозрачность, форму, упругость, а на заостренных концах находят тоненькие черные волокна — циниевы связки. Вывернув оставшуюся оболочку глазного яблока, осматривают его внутреннюю поверхность.

Схему строения глазного яблока зарисовывают в альбом.

Строение органа слуха. *Наглядные пособия:* каменные кости на распилах, хрящевые косточки; таблицы.

На таблицах и моделях находят все части органа слуха: наружное, среднее и внутреннее ухо. Рассматривают наружный слуховой проход на каменной кости. На распилах каменной кости осматривают полость среднего уха и находящиеся в ней слуховые косточки. На распилах внутреннего уха можно видеть костные пластинки лабиринта и полукружных каналов.

Схему строения органов слуха и равновесия зарисовывают в альбомы.

Гистологическое строение коры головного мозга. *Наглядные пособия и оборудование:* микроскоп, гистологический препарат среза из коры полушария.

Под малым увеличением на препарате легко найти интенсивно окрашенное в коричневатый цвет серое вещество, расположенное на периферии, и окрашенное в желтый цвет белое вещество, занимающее центральное положение.

При увеличении обнаруживают сложное строение препарата. Хорошо выраженный молекулярный слой коры из мелкозернистого вещества. Он бледной окраски. Ближе к центру — бледный пирамидальный слой, состоящий из нервных клеток удлинено-пирамидальной (пирамидальной) формы. Остротки от пирамидальных клеток идут вверх к молекулярному слою. Пирамидальные клетки расположены в нескольких рядах. Слой полиморфных клеток разной формы и величины, по цвету не отличающийся от белого вещества мозга. Промежутки между клетками названных слоев представляют мелкозернистое вещество. В нем разветвляется множество тонких кровеносных сосудов, образующих сплетение. Вещество коры построено из мягкотных нервных волокон и на препарате имеет вид равномерной зернисто-волокинистой массы. Местами в нем видны кровеносные сосуды.

ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Железы внутренней секреции не имеют протоков и выделяют свои секреты, называемые инкретами или гормонами, непосредственно в кровь и лимфу. К органам внутренней секреции относятся железы: щитовидная, околощитовидные, вилочковая железа, или тимус, надпочечники, гипофиз, эпифиз, островки Ларгенганса поджелудочной железы и параганглии (рис. 91). Кроме того, у самок железами внутренней секреции являются фолликулы и желтые тела яичников, а у самцов — интерстициальная ткань семенников. Железы расположены группами.

Железы внутренней секреции имеют паренхиматозное строение. В каждой железе паренхима особой, свойственной только ей структурой, а соединительнотканый остов содержит очень развитую сеть кровеносных сосудов и капилляров. Стенки капилляров в этих органах выстланы мембраной от железистых клеток, что способствует непосредственному попаданию гормонов непосредственно в кровь.

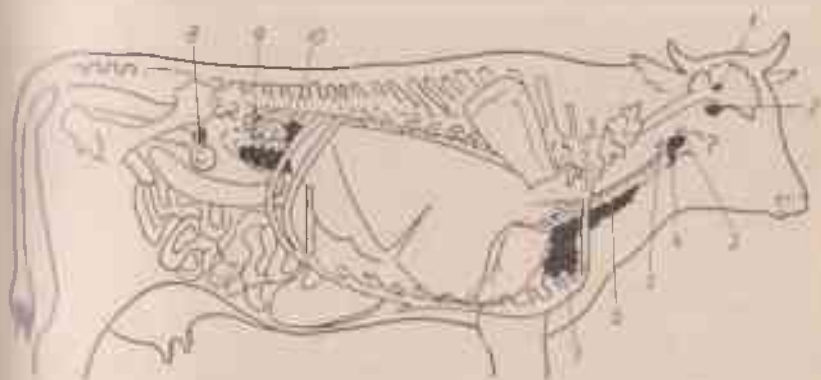


Рис. 91. Топография желез внутренней секреции:

1 — щитовидная железа; 2 — гипофиз; 3 — околощитовидная железа; 4 — тимус; 5 — надпочечники; 6 — эпифиз; 7 — его грудная часть; 8 — желтое тело яичника; 9 — поджелудочная железа; 10 — надпочечник.

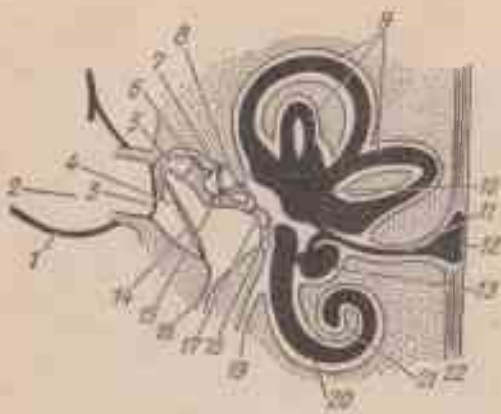


Рис. 90. Схема строения органов равновесия и слуха:

1 — часть ушной раковины; 2 — наружный слуховой проход; 3 — барабанная перепонка; 4 — барабанная полость; 5 — молоточек с его рукояткой; 6 — наковальня; 7 — стремечный мускул; 8 — стремечко; 9 — перепончатые полукружные каналы; 10 — овальный мешочек; 11 — эндолимфатический проток в подпроход преддверия; 12 — мешочек протока; 13 — круглый мешочек в преддверии костного лабиринта; 14 — пружинитель барабанной перепонки; 15 — чечевицеобразная косточка; 16 — слоточнобарабанная (слуховая, или евстахиева) труба; 17 — мыс; 18 — окно улитки; 19 — водопровод улитки; 20 — перепончатый канал улитки в костной улитке; 21 — свод улитки; 22 — твердая мозговая оболочка. Белое пространство между перепончатым лабиринтом (черный цвет) и стенками костного лабиринта заполнено перилимфой. Костные стенки заштрихованы.

ушной раковины составляет свернутая пластинка эластического хряща. По форме ушная раковина напоминает воронку. Ушная раковина частично присоединяется к кольцевидному хрящу в костной трубке наружного слухового прохода. Снаружи и внутри ушная раковина покрыта кожей с редкими длинными волосами, содержит сальные железы, выделяющие ушную серу. Волосы и ушная сера препятствуют попаданию инородных тел в ухо. На дне наружного слухового прохода кожа лишена волос и переходит на барабанную перепонку, отделяющую наружное ухо от среднего уха. Основу барабанной перепонки составляет фиброзная соединительная ткань. Со стороны среднего уха она выстлана слизистой оболоч-

кой с однослойным плоским эпителием.

Среднее ухо заключено в барабанной полости каменистой кости. В костных стенках барабанной полости четыре отверстия. Из них отверстие наружного слухового прохода затянуто барабанной перепонкой; овальное окошко и круглое окошко, ведущие во внутреннее ухо, также затянуты соответствующими перепонками. Лишь одно отверстие слуховой трубы остается открытым, через него и сообщается среднее ухо с глоткой. У лошади слуховая труба с расширением — воздухоносным мешком.

В полости среднего уха находятся четыре очень маленькие слуховые косточки: молоточек, наковальня, чечевицеобразная косточка и стремечко. Все они подвижно соединены между собой. Молоточек рукояткой соединяется с барабанной перепонкой, а стремечко — с перепонкой овального окошка.

Внутреннее ухо состоит из преддверия, улитки и полукружных каналов, формирующих в целом лабиринт. Различают костный и перепончатый лабиринт внутреннего уха. Между костным и перепончатым лабиринтом находится жидкость — перилимфа, а в перепончатом лабиринте — эндолимфа. Преддверие лабиринта сообщается с улиткой.

Улитка представляет собой спиральный канал, который обвивается вокруг основной оси. Канал улитки разделен основной пластинкой на два хода. Они соединяются между собой лишь в конце улитки, и так называемом куполе. На основной пластинке улитки находится мембрана с кортиевым органом. На его чувствительных клетках заканчиваются окончания нейронов слухового нерва.

Полукружные каналы представляют собой периферическую часть внутреннего равновесия. Они заполнены эндолимфой, в которой плавают кристаллики — статолиты. При изменении положения головы они перемещаются и вызывают раздражение рецепторов вестибулярного нерва, передающего возбуждение в кору мозжечка.

Вкусовой анализатор

В стенках вкусовых сосочков заложены вкусовые луковицы, состоящие из поддерживающих и собственно вкусовых клеток. На них заканчиваются рецепторы нейронов, тела которых находятся в узлах языкоглоточного и лицевого нервов. Эти нервы передают возбуждения в продолговатый мозг, а затем в ядра одиночного пучка и в кору полушарий головного мозга.

Кожный анализатор

В коже много свободных и несвободных рецепторов. Они сигнализируют в центральную нервную систему о состоянии кожи и влиянии на нее температуры и других факторов внешней среды.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Нервная система и органы чувств

Спинной мозг. *Наглядные пособия и инструменты:* препараты спинного мозга, животного (собака, кролик), таблицы и схемы, скальпель, пинцеты.

Для изучения строения спинного мозга пригодны лишь свежие, выдержанные в 5%-ном формалине, препараты. При изучении спинного мозга животного кладут его спиной вверх, а снизу под область подреберья — подставку. На выпуклой поверхности спины разрезают мускулы и освобождают остистые отростки и дужки позвонков. Долотом и молотком или специальным инструментом осторожно рассекают с обеих сторон дужки позвонков во всем протяжении спинного канала и удаляют верхнюю стенку позвоночного канала.

После вскрытия твердой мозговой оболочки, а затем после вскрытия мягкой мозговой оболочки изучают местоположение спинного мозга и корешков (верхних и нижних) спинномозговых нервов. Скальпелем отделяют спинной мозг на уровне заднего затылочного отверстия и перерезают все корешки нервов у межпозвоночных отверстий. Извлекают спинной мозг и изучают его внешний вид, форму, консистенцию. Находят и осматривают оболочки спинного мозга: мягкую, паутинную и твердую.

Спинной мозг, выдержанный в формалине, разрезают поперек острым ножом и изучают расположение белого и серого вещества.

Головной мозг. *Наглядные пособия:* препараты головного мозга; модели, таблицы

При изучении строения головного мозга по моделям, таблицам и схемам находят форму мозга, находят все его отделы, осматривают мозговые желудочки.

Затем приступают к изучению строения мозга на препаратах. Мозг должен быть извлечен из черепной полости заранее и фиксирован в формалине. Изучают рельеф мозга, затем мозг рассекают. Порядок рассечения следующий. Сагиттальным разрезом разделяют полушария большого мозга, а поперечным разрезом отделяют полушария от мозжечка. Сечением по мозолистому телу разделяют полушария большого мозга, отделяют их от стволовой части поперечным рассечением ножек мозга так, чтобы четверохолмие целиком осталось при стволовой части мозга, а весь промежуточный мозг — при полушариях. Рассекают полушария и изучают строение, толщину, цвет и расположение серого и белого вещества. Вскрывают боковые мозговые желудочки, осматривают их поверхность и находят в полостях аммониевы рога и хвостатое тело. Находят Monroe отверстие, через которое соединяются боковые мозговые желудочки с третьим, а также Sylvius водопровод, соединяющий третий и четвертый мозговые желудочки.

Разрезав мозжечок, обращают внимание на расположение в нем серого и белого вещества. На вентральной поверхности стволовой части мозга находят мозговой мозг в форме поперечного валика и начало черепномозговых нервов.

Периферические нервы. *Наглядные пособия:* препараты головного и спинного мозга с нервами, таблицы и схемы разветвления нервов.

Чтобы изучить место выхода черепномозговых нервов, нужно распиливать череп по сагиттальной и фронтальной плоскостям и удалить мозговые оболочки. Несколько приподняв мозг, можно рассмотреть начало нервов, направление их хода. Если это трудно, подальше от мозга, обрезать отходящие нервы и вытянуть мозг из черепной полости, то на вентральной поверхности его можно найти начало всех 12 пар черепномозговых нервов. Спинномозговые корешки можно обнаружить и проследить за их ходом при извлечении спинного мозга. При этом долотом или пилой рассекают дужки позвонков с обеих сторон, а также удаляют суставные отростки.

Разветвление нервов на периферии (в конечностях, на туловище) изучают при препаровке сосудов, так как нервы и сосуды располагаются рядом и образуют сосудисто-нервные пучки.

Строение глазного яблока. *Наглядные пособия и оборудование:* препараты глазного яблока; модели, таблицы, схемы; скальпели, пинцеты, остроконечные ножницы.

Осматривают на моделях, схемах и препаратах наружный вид, форму и величину глазного яблока. Находят на свежем препарате роговицу и белочную оболочку, отмечают их цвет. Рассматривают радужную оболочку и зрачок (его форму). Находят конец зрительного нерва, определяют его толщину, цвет, консистенцию. При определении консистенции всего глазного яблока отмечают его упругость.

Острым брыжистым скальпелем и маленькими остроконечными ножницами делают круговой разрез роговицы по месту соединения ее с белочной оболочкой. После удаления роговицы из передней камеры глаза вытекает жидкость. Проверяют толщину и прозрачность роговицы. Осторожно разрезают радужную оболочку и подготавливают циниевы связки. При надавливании на глазное яблоко с боков образовавшееся в передней части отверстие вываливаются хрусталик и стекловидное тело. Не трогая руками хрусталик, определяют его прозрачность, форму, упругость, а на заостренных концах находят тоненькие черные волокна — циниевы связки. Вывернув оставшиеся оболочки глазного яблока, осматривают его внутреннюю поверхность.

Схему строения глазного яблока зарисовывают в альбом.

Строение органа слуха. *Наглядные пособия:* каменитые кости на распилах, слуховые косточки; таблицы.

На таблицах и моделях находят все части органа слуха: наружное, среднее и внутреннее ухо. Рассматривают наружный слуховой проход на каменитой кости. На распилах каменитой кости осматривают полость среднего уха и находящиеся в ней слуховые косточки. На распилах внутреннего уха можно видеть костные пластинки лабиринта и полукружных каналов.

Схему строения органов слуха и равновесия зарисовывают в альбомы.

Гистологическое строение коры головного мозга. *Наглядные пособия и оборудование:* микроскоп, гистологический препарат среза из коры полушарий.

Под малым увеличением на препарате легко найти интенсивно окрашенное в коричневатый цвет серое вещество, расположенное на периферии, и окрашенное в желтый цвет белое вещество, занимающее центральное положение.

При дальнейшем увеличении обнаруживают сложное строение препарата. Хорошо различим молекулярный слой коры из мелкозернистого вещества. Он бледной окраски. Ближним пирамидальный слой, состоящий из нервных клеток удлинено-пирамидальной (пирамидальной) формы. Остроконечки от пирамидальных клеток идут вверх и частично в молекулярный слой. Пирамидальные клетки расположены в нескольких рядах. Слой полиморфных клеток разной формы и величины, по цвету несколько отличается от белого вещества мозга. Промежутки между клетками названного слоя напоминают мелкозернистое вещество. В нем разветвляется множество тонких нервных волокон, образующих сплетение.

Белое вещество коры построено из мягкотных нервных волокон и на препарате имеет вид равномерной зернисто-волоконистой массы. Местами в нем видны кровеносные сосуды.

ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Железы внутренней секреции не имеют протоков и выделяют свои продукты, называемые инкретами или гормонами, непосредственно в кровь и лимфу. К органам внутренней секреции относятся железы: щитовидная, околотщитовидные, вилочковая железа, или тимус, надпочечники, гипофиз, эпифиз, островки Ларгенганса поджелудочной железы и параганглии (рис. 91). Кроме того, у самок железами внутренней секреции являются фолликулы и желтые тела яичников, а у самцов — интерстициальная ткань семенников. Железы расположены группами.

Железы внутренней секреции имеют паренхиматозное строение. В каждой железе паренхима особой, свойственной только ей структуры, а соединительнотканый остов содержит очень развитую сеть кровеносных сосудов и капилляров. Стенки капилляров в этих органах выстланы мембраной от железистых клеток, что способствует непосредственному выделению гормонов непосредственно в кровь.

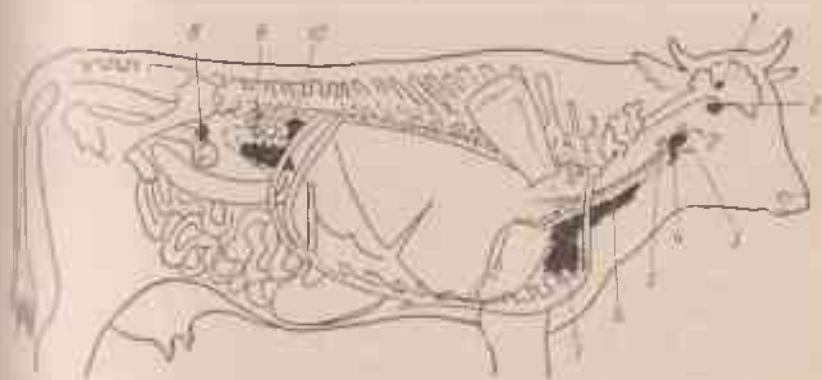


Рис. 91. Топография желез внутренней секреции:

1 — эпифиз; 2 — гипофиз; 3 — околотщитовидная железа; 4 — щитовидная железа; 5 — паратщитовидные шейные лимфатические узлы; 6 — тимус; 7 — его грудная часть; 8 — желтое тело яичника; 9 — поджелудочная железа; 10 — надпочечник.

Щитовидная железа

Щитовидная железа — *glandula thyroidea* — лежит каудальнее щитовидного хряща гортани, по бокам двух первых хрящей трахеи. Железа состоит из двух долей и перешейка. У крупного рогатого скота она коричнево-красного цвета, весит 15—40 г, диаметр долей до 7 см.

Под микроскопом можно увидеть, что железа состоит из отдельных пузырьков, или фолликулов, находящихся между тонкими прослойками соединительной ткани. Стенка фолликула образована из однослойного эпителия. В полости фолликулов находится коллоид, содержащий гормоны. Нарушение синтеза гормонов щитовидной железы вызывает ряд заболеваний животных.

Особенности строения железы у других видов животных. У свиньи щитовидная железа темно-красного цвета с сильно развитым перешейком, весит 12—40 г. У лошади железа красно-бурого цвета, состоит из боковых долей, перешеек часто отсутствует, вес ее 20—35 г.

Околощитовидные железы

Околощитовидные железы, или эпителиальные тельца, — *glandulae parathyroidea* — овальные, желто-коричневого цвета диаметром (у коров) около 1 см. Как правило, бывает две пары самостоятельных желез — внутренние и наружные. Наружные железы расположены на дорсо-краниальной поверхности боковых долей щитовидной железы, внутренние — на медиальной поверхности дорсального края щитовидной железы или в ее паренхиме.

Паренхима околощитовидной железы заключена в тонкую соединительнотканную капсулу и состоит из эпителиальных клеток двух видов: главных и оксифильных. Последние клетки крупнее главных, они сильно красятся кислыми красками. Гормон этих желез — паратгормон — регулирует фосфорный и кальциевый обмен в организме. Удаление желез приводит к гибели животных.

Особенности строения железы у других видов животных. У свиньи околощитовидная железа одна — наружная, располагается краниальнее щитовидной железы, вес около 0,5 г. У лошади наружная околощитовидная железа находится между пищеводом и щитовидной железой, а внутренняя — на латеральной поверхности трахеи в каудальной четверти шеи.

Вилочковая железа

Вилочковая железа, или тимус, — *thymus* — состоит из грудной доли, расположенной в грудной полости, и парной шейной доли. Грудная доля находится краниальнее сердца, вентральнее обобщенной плечеголовной артерии и передней полой вены. Ветви шейной доли располагаются по бокам трахеи, достигая гортани. Наибольшей величины эта железа достигает у телят, с возрастом она уменьшается и исчезает (у крупного рогатого скота к 6 годам, у свиньи к 2—3 годам, у лошади к 2½ годам).

Под микроскопом в функционирующей железе можно увидеть соединительную капсулу и ее отростки, разделяющие паренхиму на дольки. Паренхима вилочковой железы напоминает паренхиму лимфатического узла. Ее поэтому относят к лимфондным органам. В ней содержатся корковое и мозговое вещество, состоящее из клеток, объединенных в общий синцитий наподобие ретикулярной ткани. Между синцитиями находятся тельца Гассала и лимфоциты. Железа участвует в создании иммунитета организма.

Надпочечники

Надпочечники — *glandula suprarenalis* — парные органы, находящиеся над медиальнее почек. У крупного рогатого скота надпочечники красно-коричневого цвета. Правый надпочечник сердцевидный, левый — бобовидный, весят 13—14 г. Этот орган неоднородный, в нем различают корковое и мозговое вещество, объединенные общей капсулой. Корковое вещество состоит из рядов эпителиальных клеток, которые образуют три зоны: 1) клубочковую (наружную); 2) пучковую (среднюю) и 3) сетчатую (внутреннюю). Между рядами железистых клеток коркового вещества, отделяя их друг от друга, проходят кровеносные капилляры, с помощью которых выводятся гормоны. В процессе обмена веществ играют гормоны: гидрокортизон, способствующий накоплению гликогена в печени и мышцах, альдостерон, регулирующий водно-солевой обмен в организме. Корковое вещество вырабатывает гормоны, сходные по действию с половыми гормонами. Удаление коры надпочечников приводит к гибели животного.

Мозговое вещество состоит из хромаффинных клеток, сильно красящихся хромовыми солями. Они выделяют два гормона: адреналин и норадреналин. Оба гормона близки по своему действию и вызывают сокращения сердечной мышцы и сужение кровеносных сосудов.

Избыточности железы у других видов животных. У свиньи надпочечники коричневого цвета, вес около 5 г; в корковом веществе хорошо заметна клубочковая зона, в которой клетки образуют округлые и овальные островки. У лошади надпочечники удлиненные, красно-коричневого цвета, весят 40 г.

Гипофиз

Гипофиз, или нижний мозговой придаток, — *hypophysis* — не парный, бобовидной формы, лежит в ямке турецкого седла клиновидной кости и соединяется воронкой с промежуточным мозгом. Гипофиз весят 3—4 г, но в период стельности он несколько увеличивается. Гипофиз развивается из двух зачатков: эпителия первичной ротовой полости и нервной ткани промежуточного мозга.

В гипофизе различают переднюю, промежуточную и заднюю доли. **Передняя доля** — **аденогипофиз** — состоит из трех видов эпителиальных клеток: ацидофильных, базофильных и хромофоб-

ных, или главных клеток. Они располагаются в виде тяжей и островков, между которыми находятся густые сети широких кровеносных капилляров. Промежуточная доля содержит эпителиальные клетки, между которыми находятся фолликулы, заполненные коллоидом. Задняя доля — нейрогипофиз — построена из нейроглии, клетки которой называются питувитами. Среди отростков этих клеток располагаются пучки нервных волокон и тельца Херринга. Они представляют собой нейросекрет, поступающий в гипофиз по нервным волокнам из клеток ядер гипоталамуса.

Эпифиз

Эпифиз, или шишковидная железа, — *epiphysis* — конической формы, напоминающей еловую шишку, плотный, небольшой величины орган, длиной до 1 см и весом менее 0,5 г. Железа развивается из дорсальной стенки третьего мозгового желудочка, находится между полушариями большого мозга и мозжечком в борозде передних бугров четверохолмия промежуточного мозга. Дорсальная поверхность эпифиза прикрыта большой складкой мозга, соединяющей оба полушария между собой. Паренхима эпифиза состоит в основном из клеток нейроглии, пигментных клеток и лимфоцитов. Среди них находятся зерна, состоящие из углекислого и фосфорнокислого кальция, называемые мозговым песком.

Особенности железы у других видов животных. У лошади в эпифизе особенно много пигментных клеток. У отдельных видов дельфинов и крокодилов эпифиз не обнаружен.

Параганглии

Параганглии — небольшой величины, чаще шаровидной формы образования, по строению сходные с мозговым веществом надпочечников, состоят из хромаффинных клеток. Параганглии находятся у корня каудальной брыжеечной артерии, на медиальной поверхности почечника. В месте образования внутренней и наружной сонных артерий находятся параганглии, называемые каротидными ганглиями.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Железы внутренней секреции

Изучать строение желез внутренней секреции лучше на свежих препаратах, так как консервация сильно изменяет их форму и строение. Очень важно определить топографию этих желез.

Удобно осматривать железы внутренней секреции на трупе при ознакомлении с органами, к которым они прилегают (головной мозг, почки, двенадцатиперстная кишка и др.).

Гистологическое строение желез внутренней секреции. Наглядные пособия и оборудование: микроскопы; препараты срезов из щитовидной железы и гипофиза; таблицы, схемы.

железистой и окощитовидной желез. На препарате заметно дольчатое строение желез. Дольки разграничены соединительнотканными перегородками, по которым проходят кровеносные сосуды. Наружная капсула железы из плотной соединительной ткани. Дольки представляют собой пузырьки разной величины и формы. Внутренняя поверхность выстлана однослойным кубическим эпителием, выделяющим секрет в виде капель. Поэтому на препарате в полости пузырьков находят однослойные (коллоид), окрашенную эозином в розовый цвет. Каждый фолликул окружен тончайшими кровеносными сосудами — капиллярами. Окощитовидная железа может быть на одном препарате со щитовидной или приготовлена отдельно. Она имеет вид округлого или овального тела, интенсивно окрашенного в темно-фиолетовый цвет. Ткань железы состоит из отдельных тяжей клеток с очень интенсивно окрашенными ядрами. Между этими тяжами находится тонкая соединительная ткань с множеством кровеносных сосудов.

Аденогипофиз. Под малым увеличением нетрудно заметить, что на препарате выделяются две части: большая окрашена интенсивно, меньшая — бледной окраски. Большая часть представляет собой аденогипофиз (передняя доля), меньшая — нейрогипофиз (задняя доля). При большом увеличении видно, что передняя доля состоит из эпителиальных клеток неодинакового размера и формы. Одни из них округлые, с небольшим интенсивно окрашенным ядром. Цитоплазма их интенсивно окрашена в розовый цвет. Другие клетки крупные с большим ядром, расположенным эксцентрично, с цитоплазмой, окрашенной в красно-фиолетовый цвет. Задняя доля состоит из лейкоглии. В ней заметно скопление пигмента.

ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ОРГАНОВ ДОМАШНИХ ПТИЦ

В процессе эволюционного развития у птиц возникли некоторые особенности в строении и функции органов движения, пищеварения, дыхания и других систем. Органы стали более легкими, компактными. Кости конечности видоизменились в крылья, трубчатые кости заполнены воздухом, редуцировались правый яичник и зубы. Птицы приспособились к наиболее высокой температуре тела по сравнению с млекопитающими позвоночными.

Скелет. В скелете птиц различают те же отделы, что и у млекопитающих (рис. 92).

Череп и шея и туловища подразделяется на осевой скелет — позвоночник и грудную клетку.

Шейный отдел позвоночника большой длины. У кур он состоит из 13—14 позвонков, у гусей — из 17—18. Первый шейный позвонок соединяется с одним шаровидной формы мыщелком затылочной кости. Эта особенность затылочно-атлантного сустава и придает птицам подвижность голове.

Грудной отдел позвоночника у кур состоит из семи, у гусей — из девяти позвонков. Средние позвонки (со второго по пятый) соединены в единую кость.

Рёбра. Число пар ребер соответствует числу грудных позвонков. Ребра, концы которых соединяются с грудной костью, называются истинными. Первые 2—3 ребра не соединяются с ней и называются ложными. На каудальном крае каждого ребра есть крючковидный отросток, соединяющийся с последующим ребром. Благодаря этим отросткам грудная клетка птиц приобретает большую прочность.

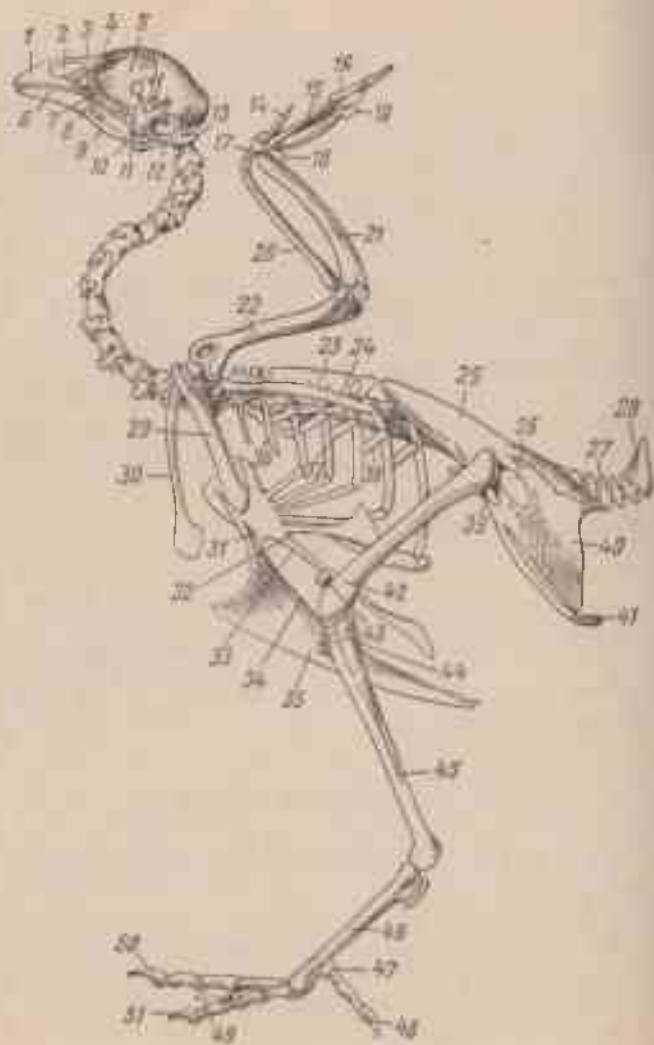


Рис. 92. Скелет курицы:

1 — резцовая кость; 2 — носовое отверстие; 3 — носовая кость; 4 — слезная кость; 5 — перпендикулярная пластинка решетчатой кости; 6 — зубная кость; 7 — небная кость; 8 — квадратно-скуловая; 9 — крыловидная; 10 — квадратная кость; 11 — суставная кость; 12 — бирюзовая полость; 13 — первый шейный позвонок; 14 — второй палец; 15 — третья плюсневая кость; 16 — третий палец; 17 — запястная лучевая кость; 18 — запястная локтевая кость; 19 — четвертый палец; 20 — лучевая кость; 21 — локтевая кость; 22 — плечевая кость; 23 — грудные позвонки; 24 — лопатка; 25 — подвздошная кость; 26 — седалищное отверстие; 27 — хвостовые позвонки; 28 — пигостиль; 29 — кораконидная кость; 30 — ключица; 31 — грудина; 32 — реберный отросток; 33 — боковой отросток; 34 — средний отросток; 35 — гребень грудины; 36 — астериллярные ребра; 37 — стернальные ребра; 38 — крючковидный отросток; 39 — запертое отверстие; 40 — седалищная кость; 41 — лонная кость; 42 — бедренная кость; 43 — коленная чашечка; 44 — малоберцовая и 45 — большеберцовая кости; 46 — плюсневая кость; 47 — первая плюсневая кость; 48 — первый палец; 49 — второй палец; 50 — третий палец; 51 — четвертый палец.

Грудная кость развита очень хорошо, так как служит для прикрепления мощных грудных мускулов, обуславливающих полет. На ventральной поверхности грудной кости есть гребень — передний — суставная ямка для соединения с costal-костью, а сзади — три остростка: реберный, передний и средний.

Позвоночные и крестцовые позвонки срастаются между собой, а также с тазом.

Хвостовой отдел позвоночника малоподвижен, состоит из 6 позвонков, у гусей и уток — из семи. Последний хвостовой позвоник удлинненный, называется копчиком, или пигости-ем.

Череп птиц очень легкий, четко разделен на мозговой и лицевой отделы.

Мозговой отдел состоит из сросшихся между собой затылочной, клиновидной, височной, теменной, лобной, слезной и решетчатой костей.

Лицевой отдел менее развит. В состав лицевого черепа входят парные кости: резцовая, носовая, верхнечелюстная, небная, клиновидная, скуловая, квадратная, квадратно-скуловая, нижнечелюстная и подъязычная. К непарным костям относится сошник. У птиц он отсутствует. Носовая, резцовая и верхнечелюстная кости, срастаясь между собой, образуют надклювье — костную основу верхней челюсти. Надклювье в месте соединения с лобной костью эластично, что обуславливает его относительную подвижность. Оральный отдел нижней челюсти служит костной основой подклювья. Квадратная кость способствует значительной подвижности нижней челюсти, что важно при проглатывании больших кусков пищи.

Скелет грудных конечностей птиц резко отличается от грудных конечностей млекопитающих. У птиц они являются основой крыла.

Плечевой пояс состоит из трех костей: лопатки, коракоидной кости и ключицы. Лопатка имеет вид тонкой узкой пластинки. Нижний ее конец вместе с коракоидной костью образует суставную ямку для плечевой кости. Коракоидная, или воронья, кость трубчатая. Верхним концом соединена с лопаткой и ключицей, нижним — с грудной костью. Ключица вверху соединяется с лопаткой, а внизу срастается с одноименной костью другой стороны.

Скелет свободной конечности подразделяется на три звена: плечевую кость, предплечье и кисть.

Плечевая кость полая, через специальное отверстие запястьем проходит воздух из межключичного воздухоносного мешка.

Предплечье состоит из лучевой и локтевой костей. Между ними межкостное пространство.

Кисть птиц значительно изменена. В ней три пястных кости и пять пальцев, сильно редуцированных. Из них лишь третий палец имеет три фаланги, у остальных пальцев по одной фаланге.

Скелет тазовых конечностей подразделяется на тазовый пояс и свободную конечность.

Тазовый пояс состоит из подвздошной, седалищной и лонной костей, которые срастаются с поясничными и крестцовыми позвонками. В отличие от млекопитающих у птиц лонные и седалищные кости одной стороны не срастаются с одноименными костями другой стороны. Поэтому нижняя часть таза открыта и не препятствует прохождению крупного яйца при яйцекладке.

Скелет свободной конечности подразделяется на бедренную кость, кости голени и стопы. Заплюсневый сустав особого строения. В нем нет коротких костей; они срастаются с большеберцовой и плюсневой костями. Плюсневая кость образована тремя сросшимися костями. Из четырех пальцев первый палец слабо развит и направлен назад; второй, третий и четвертый пальцы направлены вперед. Первый палец состоит из двух фаланг, второй — из трех, третий — из четырех, четвертый — из пяти. У кур некоторых пород на тазовой конечности пять пальцев.

Мускулатура. Большинство мускулов птиц соответствует мускулатуре млекопитающих, но в их строении имеется ряд особенностей (рис. 11). Личевой мускулатуры нет. Очень сильно развиты грудные мускулы. У кур они составляют 45% веса всей мускулатуры. Это связано с особой функцией грудных мускулов, приводящих крыло в движение. У кур грудные мускулы обладают наиболее ценными пищевыми качествами. Их поперечнополосатые мускульные волокна состоят в основном из саркоплазмы с незначительным количеством миофибрилл (в вареном виде они белого цвета).

Мускулатура позвоночника, за исключением шейного отдела, развита слабо. Напротив, шейные мускулы многочисленны и обуславливают большую подвижность этого отдела. Диафрагма слабо развита и полностью не отделяет грудную полость от брюшной.

В тазовой конечности мускулы отличаются большой длиной сухожилий. Особое значение для удержания на ветвях или перекалывания имеет часть сухожилия стройного мускула. Она перебирается через коленную чашку и соединяется с сухожилием поверхностного сгибателя пальцев. У птицы в сидячем положении сухожилие ветвь стройного мускула натягивается и без напряжения остальных мускулов сгибает пальцы. Это приспособление позволяет птице прочно держаться на ветвях во время сна.

Кожа и ее производные. Кожа птиц тонкая, без потовых и сальных желез, лишь в области копчика хвоста у всех птиц сосредоточены сальные железы, называемые копчиковыми. Секретом этих желез птицы смазывают перья, предохраняя их от намокания. Копыт и пальцев покрыта роговыми чешуйками.

Производными кожи являются перья, образующие своеобразный роговой покров птицы. В зависимости от функции различают перья пуховые, маховые, контурные, или покровные, и рулевые. Перо состоит из упругого стержня и опахала. Участок стержня, свободный от опахала, называется очинком, остальная его часть — стебель.



Рис. 93. Мускулатура птицы:

1 — поперечный мышечный мускул; 2 — двуглавый мускул бедра; 3 — напрягатель широкой фасции; 4 — зубчатый мускул; 5 — зубчатый вентральный мускул; 6 — мускул крыловой складки; 7 — пяточный мускул; 8 — широчайший мускул спины; 9 — мускулатура крыла; 10 — сгибающие шею и голову и отклоняющие их в сторону; 11 — мускулы, сгибающие крыло; 12 — косой брюшной наружный мускул; 13 — поверхностный грудной мускул; 14 — поверхностный мускул; 15 — пяточный и малоберцовый длинный мускул; 16 — абдуктор четвертого пальца; 17 — сгибатель пальцев; 18 — разгибатели пальцев.

Опало образовано множеством роговых пластинок — ветвей, которые отдают лучи со специальными крючками. Таким образом формируется гонкое, легкое и вместе с тем прочное опахало пера.

Органы пищеварения. Птицы, как правило, питаются более концентрированной пищей, чем травоядные, поэтому у них относительно короткий пищеварительный канал. Его длина превышает длину тела утки только в шесть раз, а у уток всего в четыре раза.

У птиц глотка лишена небной занавески, зубов, десен. Нет губ, их заменяют роговые образования — надклювье и подклювье.

клювье. Слабо развиты слюнные железы. Язык имеет форму клюва, покрыт слизистой оболочкой с нитевидными сосочками. Вкусных сосочков нет. Твердое небо продолжается до хоан, представляя собой парную щель. Глотка короткая, слизистая оболочка ее выстлана многослойным эпителием.

Пищевод длинный, при входе в грудную полость образует расширение — зоб. У гусей и уток зоб слабо развит. Слизистая оболочка содержит железы; слизистый секрет их увлажняет корм. Из зоба корм перемещается в железистую, а затем в мускульную часть желудка. В стенках железистого желудка масса отверстий пищеварительных желез. Они соответствуют железам дна желудка млекопитающих. Слизистая мускульного желудка выделяет вещество, которое затвердевает, образуя прочную пленку — кутикулу. В этой части желудка есть и пищеварительные железы, сходные с пилорическими железами млекопитающих. Стенка мускульного желудка толстая из-за мощно развитой мускульной оболочки. Ее сокращения способствуют механической обработке корма.

Из мускульной части желудка берет начало двенадцатиперстная кишка. Ее отверстие находится рядом с отверстием железистой части желудка.

Кишечник состоит из тонкого и толстого отделов. К тонкому отделу относятся: двенадцатиперстная, тощая и подвздошная кишки. Их слизистая содержит трубчатые, общекишечные железы и ворсинки. Последние есть и в слизистой оболочке толстого отдела кишечника.

Толстый отдел кишечника короткий, состоит из двух слепых кишок и прямой кишки, открывающейся в клоаку. Ободочной кишки нет (см. табл. IV).

Печень темно-коричневого цвета, большая. Состоит из двух долей. Желчный пузырь находится с медиальной поверхности правой доли. Поджелудочная железа значительной плотности, желтоватая, лентовидной формы. У кур она состоит из трех долей и лежит в петле двенадцатиперстной кишки.

Клоака представляет собой значительное расширение конечной части прямой кишки, складками подразделяется на три отдела. В среднем отделе открываются мочеточники, куда и попадает моча. У петухов, кроме того, сюда же поступает семя из семяпроводов, а у кур — яички из птичьей матки.

Органы дыхания птиц резко отличаются от органов дыхания млекопитающих. В носовой полости находятся хрящевые раковины; ноздри покрыты носовыми клапанами. Горланье построено из трех хрящей: двух черпаловидных и одного кольцевидного. Голосовые связки редуцированы, так как звук образуется в другом специальном органе — певчей гортани, которая находится в конной трахеи, в области бифуркации.

Легкие относительно малы, что компенсируется особым строением. Главные бронхи, войдя в легкие, пронизывают их насквозь, а затем расширяются в тонкостенные брюшные воздушные мешки. Внутри легкого от главного бронха отходят в три чина

Тонкие и образующие легочные альвеолы. Часть вторичных бронхов, находящихся в легких, формируют воздухоносные мешки. Бронхи внутри легких являются энтобронхами, а вне легких — эктобронхами.

Воздухоносных мешков девять. Они располагаются в различных внутренних органах, а их отростки проникают в кости и мышечные структуры. Кроме охлаждения и облегчения тела, воздухоносные мешки играют определенную роль в дыхании. Воздух при выдохе попадает на них через легкие и окисляет кровь. Таким образом, дыхание осуществляется при вдохе и выдохе.

Почки и мочеточники. Из органов мочеотделения у птиц есть только почки и мочеточники. Мочевое пузыря и мочеполювого канала нет. Почки имеют бурый-красного цвета, больше, каждая состоит из трех долей и лежит в ямках под крестцом. Паренхима почки не разделена на почечную и проводящую зоны. Мочеточники открываются в средний отдел клоака.

Половые органы. Половые органы самца состоят из парных семенников и семяпроводов. Придаточных половых желез, мочеполювого канала и полового члена у петуха и индюка нет. У селезня имеется слабо развитый половой член, в основе которого находится фиброзная ткань.

Мочеточники овальной формы, лежат в брюшной полости, выше и ниже почек. Семяпроводы имеют вид белых, сильно извитых трубок, направляющихся в клоаку по бокам мочеточников.

Половые органы самки представлены правым яичником и левым яйцеводом (рис. 94). Яичник находится у переднего края почек. Его размер зависит от зрелости яиц. В центре яйцекладки среди мелких желтков в яичнике находятся крупные яйцеклетки. Каждая из них покрыта серозной оболочкой, которая разрывается при овуляции в определенном месте, в участке белой точки — стигмы.

Яйцевод в виде толстостенной трубки делится в зависимости от строения и функции его слизистой на три отдела: воронку, белковую часть, перешеек, птичью матку и влагалище. Начинается яйцевод в овулятории, открывающейся в брюшную полость. В воронку при разрыве стигмы падает яйцо и продвигается по яйцеводу. В белковой части яйцо окружается белком, выделяемым белковыми железами. На границе

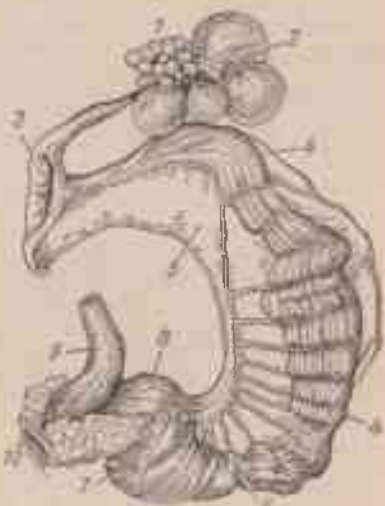


Рис. 94. Яйцевод курицы:

1 — яичник с фолликулами; 2 — оболочка фолликула; 3 — воронка яйцевода; 4 — белковая часть яйцевода; 5 — брыжеек; 6 — перешеек; 7 — птичья матка; 8 — влагалище; 9 — прямая кишка; 10 — клоака.

с птичьей маткой яйцевод становится более узким и носит название перешейка. Здесь яйцо покрывается кожистой скорлупой. Птичья матка — часть более широкая, в ее слизистой есть железы, выделяющие секрет, богатый известью. В птичьей матке яйцо покрывается известковой скорлупой. Сформированное яйцо попадает во влагалище и в клоаку и выводится наружу.

Органы крово- и лимфообращения. В строении кровеносных сосудов птиц есть ряд существенных особенностей. Большой круг кровообращения начинается не левой, а правой аортой. Левая аорта редуцируется. Шею и голову питают две плечеголовные артерии, которые самостоятельно отходят от аорты. Заканчивая большой круг кровообращения в правом предсердии тремя полой венами: двумя передними и одной задней. Малый круг кровообращения без существенных отличий. Лимфатическая система у кур состоит только из лимфатических сосудов. Лимфатических узлов нет. У водоплавающей птицы есть лимфатические узлы. Селезенка птиц красного цвета, шаровидная. Расположена на границе железистого и мускульного отделов желудка.

Нервная система и органы чувств. Нервная система птиц примитивна, чем у млекопитающих.

Главный мозг с относительно небольшими полушариями и большим мозжечком. Состоит мозжечок в основном из червячка. Полушария почти гладкие; борозд и извилин нет. Обонятельные доли развиты слабо, что связано с недостаточным развитием органа обоняния. Напротив, зрительные доли из-за сильного развития органа зрения очень большие. Орган слуха состоит из среднего и внутреннего уха. Ушной раковины нет.

Строение остальных органов в общих чертах сходно с соответствующими органами млекопитающих.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Анатомическое строение органов домашних птиц

Инструменты и материалы: скальпели брюшинные и остроконечные, ножницы прямые и пугачатые, секционный нож, пинцеты; тушки птиц.

С целью практического изучения анатомии птиц прежде всего осматривают тушки или живые объекты. Определяют вид и пол птицы, осматривают оперение, кожу и ее производные: клюв, гребень, сережки. Находят все виды перьев: пуховые в виде очень тонких пушистых образований, расположенных непосредственно под кожей; контурные, покрывающие всю кожу туловища и придающие птице определенный внешний вид (контуры); маховые — длинные перья с толстым стержнем и развитым опахалом (на крыльях) и рулевые — с хорошо развитым стержнем и опахалом (на хвосте). Устанавливают число пальцев на конечностях. Осматривают шпоры (отростки у петухов, плавательные перепонки у водоплавающих птиц). Сгибая и разгибая конечности в коленном и голеноплюсневом суставах, убеждаются в том, что у птиц есть специальный сухожильный тяж, натяжение которого передается сухожилиям мускула, сгибающего пальцы. Осматривая конечности, отмечают, что кожа дистального конца не оперенная, а покрыта чешуйками ороговетшего эпителия. У петухов на плантарной поверхности дистального конца плюсны выступает шпорообразный отросток.

Осматривают ротовую полость, отверстия носовой полости, клюв, наружный слуховой проход. Наиболее характерные особенности этих органов учащиеся должны записать в тетради.

Вскрытие с шеи и живота по средней линии и по обе стороны от нее. Тушку в естественном положении. Делают разрез по средней линии тела от клюва до анального отверстия, снимают кожу. Изучают строение, толщину и эластичность кожи, осматривают мускулатуру. Для удобства внутреннего осмотра осторожно отламывают заднюю кость, оттянув заднюю ее часть вверх и сделав боковые продольные разрезы секционным ножом и костными ножницами. Разрезают в продольном направлении брюшную стенку и открывают полость главного брюшного мешка, в которой находятся внутренние брюшные органы. Осматривают положение органов брюшной полости. Находят воздухоносные мешки: а) межключичный (находится в передней части грудной полости между ключицами); б) шейные (парные) — находятся в пищеводе в шейной их части; в) грудные краниальные (парные) — находятся на реберной поверхности грудных стенок; г) грудные каудальные (парные) — находятся на брюшных стенках, прилегают к печени, желудку и кишечнику; д) брюшные (парные) — хорошо развиты. Извлекают и изучают сердце, печень, легкие, желудок, кишечник, мочеполовые органы, легкие, железы внутренней секреции. Определяют форму, величину и консистенцию сердца. Осматривают сосуды, выходящие из сердца. Сделав два продольных разреза с обеих сторон (правой и левой) желудочка, делают продольным бороздам, открывают полость всех камер и камер желудка, их стенки (эндокард). Убеждаются, что в правой полости находится предсердие и желудочком вместо атриовентрикулярного клапана находится перегородка. Пуговчатыми ножницами рассекают аорту, в аортальном отверстии находят полулунные клапаны.

Определяют форму, величину и топографию печени. Осматривают ее доли, поверхность, находят желчный пузырь и желчные протоки. Извлекают печень из полости тела. Определяют ее консистенцию на ощупь, рассекают и находят желчные протоки и кровеносные сосуды.

Желудок извлекают вместе с кишечником. Предварительно накладывают две зажимы на пищевод перед местом впадения его в желудок, а вторую зажим на кишку перед клоакой. Желудок приподнимают спереди за перерезанный пищевод и надрезают связки, прикрепляющие желудок к брюшной стенке. Извлекают кишечник, перерезанный задний конец прямой кишки приподнимают, прикрепляющую кишку к туловищу, подрезают. Осматривают кровеносные сосуды, разветвляющиеся в брыжейке. При наружном осмотре находят мышечную часть желудка. На ощупь определяют толщину стенок желудка. Определяют границу между ними. В углублении между желудком и печенью находят селезенку. Ножницами и секционным ножом делают продольный разрез желудка. Осматривают слизистую. В железистой части желудка, покрытая с множеством желудочных желез, выступающих в виде бугорков; в мышечной части желудка слизистая покрыта хорошо выраженной кутикулой. Между мышечной и мышечными желудками находят полосу безжелезистой слизистой (происхождение). На разрезе сравнивают толщину стенок обеих частей желудка.

Изучают строение кишечника, находят границы между отделными кишками. Обращают внимание на то, что все пространство между петлями двенадцатиперстной кишки занимает поджелудочная железа. Определяют длину тонкого кишечника. В толстом кишечнике находят две слепые и прямую кишку, определяют их длину. Пуговчатыми ножницами разрезают кишечник продольно, изучают его строение мышечной стенки. В задней части прямой кишки находят все клоаки: ректальную, мочевую и анальную. В мочевую часть клоаки открывают семяпроводы (у самцов) или яйцеводы (у самок).

Осматривают органы мочеполовой системы. Находят яичник и яйцевод, определяют их форму, величину и расположение.

Изучают легкие, обрезают и удаляют диафрагму. Рукоятку скальпеля вводят в межреберное пространство и приподнимают легкие. Извлекают легкие из грудной полости. Устанавливают форму, величину, цвет и консистенцию легких. Разрезав легкие вдоль главных бронхов, рассматривают внутреннюю структуру.

Физиология — один из важнейших разделов биологии, науки о жизни. Она изучает функции целостного организма, систем органов и отдельных тканей растительного или животного организма. Поэтому различают физиологию растений и физиологию животных.

Физиология сельскохозяйственных животных изучает процессы в организме животных, разводимых человеком. К таким процессам относятся пищеварение, дыхание, сердечная деятельность, размножение и др. Такие процессы в организме называются физиологическими, а наука, изучающая эти процессы, — нормальной физиологией. Процессы, свойственные животным с нарушенными функциями, изучает патологическая физиология.

Физиология сельскохозяйственных животных тесно связана не только с анатомией, цитологией и гистологией, но и с зоотехнией и ветеринарией. В процессе эволюционного развития сельскохозяйственные животные претерпели изменения в анатомическом отношении и приобрели новые физиологические свойства (в обмене веществ, пищеварении и др.). Эти процессы имеют прямое отношение к получению животной продукции (молока, мяса и др.). Таким образом, физиология сельскохозяйственных животных становится биологической основой животноводства.

Не меньшее значение имеет познание законов физиологии сельскохозяйственных животных для ветеринарии. Чтобы оказать помощь заболевшему животному, предупредить заболевание, необходимо знать, как протекают физиологические процессы в норме, в здоровом организме.

Физиология сельскохозяйственных животных — важная научная дисциплина, способствующая решению задачи, поставленной партией и правительством перед работниками животноводства и специалистами сельского хозяйства: добиться роста и повышения поголовья скота, улучшения его качества, повышения продуктивности.

История физиологии животных связана с материалистическим направлением в науке. Начиная с XVII в., с открытия кровообращения английским ученым Робертом Харвеем, физиологи-материалисты продолжают совершать поистине подвиги в науке. Харвей опытным путем доказал движение крови в замкнутой системе кровеносных сосудов и своими исследованиями пробудил огромный интерес к изучению физиологии животных. Гениальный русский ученый М. В. Ломоносов в XVIII в. дал ряд физиологических представлений, основанных на материалистических взглядах, которые в значительной степени не потеряли своего значения и в настоящее время.

Особо плодотворно развивалась физиология животных в XIX в., выдвинувшая ряд крупнейших ученых: в России это были И. М. Сеченов, И. П. Павлов, Н. Е. Пуркине; в Германии — Гельмгольц и Людвиг; во Франции — Клод Бернар.

Работы И. М. Сеченова и его знаменитая книга «Рефлексы головного мозга» оказали большое влияние на развитие физиологии животных не только в нашей стране, но и за ее пределами. Его ученик Н. Е. Введенский прославился замечательными исследованиями процессов возбуждения и торможения и их единства в организме, открыл закон физиологической подвижности нервных процессов. Ученик и по-



И. М. Сеченов (1829—1905)



И. П. Павлов (1849—1936)

И. П. Введенского академик А. А. Ухтомский разработал учение о доминанте первой системы. Видный ученый Л. А. Орбели много сделал в изучении первой системы. К. М. Быков изучал влияние коры головного мозга на органы.

В следующих главах этого учебника будет рассказано о той огромной работе, которую проделала И. П. Павловым и его учениками.

История исследования в физиологии. До И. М. Сеченова и И. П. Павлова физиология была собой в значительной степени физиологию отдельных органов. Замечательных физиологов, в известной мере и Людвиг и Клод Бернар, прежде всего, что они сочли необходимым изучать физиологию целостного организма, физиологические законы не только отдельных органов, но и законы регуляции целостности организма как целого. Этому соответствовала и иная организация работ как опытов (экспериментов). Как и всякая наука, физиология животных имеет определенные методы (приемы) исследований. Основным методом физиологии служит эксперимент — вмешательство человека в жизненные процессы, с помощью этого вмешательства, внимательное изучение и описание отдельных органов и т. д. В ряде случаев эксперимент сочетается с простым наблюдением, например за дыхательными движениями животного, за жвачными, перио-

дами и т. д. Результаты этих опытов и наблюдений и служат основой для научных выводов.

Ученые XIX в. пользовались в своих научных исследованиях чаще всего простыми методами. Животное усыпляли (а до 40-х годов, до открытия наркоза, и этого достигали), привязывали к операционному столу и в этих условиях изучали физиологические процессы. Такие опыты, выполненные талантливыми учеными, дали много ценных сведений. Они позволили открыть ряд законов деятельности нервной системы; влияние гормонов, вводимых в кровь, на физиологические процессы; роль и значение отдельных органов и т. д. Много интересного получено и при изучении изолированных (от тела) органов, помещенных в условия искусственного питания. Однако эти методы и методика изолированных органов не позволяют получить полного

представления о физиологии организма животного в естественных условиях существования. Острые опыты, мы сейчас знаем, нередко давали неочные результаты.

Великий физиолог И. П. Павлов усовершенствовал более прогрессивные физиологические исследования, которым в известной мере уже пользовались ученые, как Клод Бернар, Гейденгайн, московский хирург В. А. Басов. Мы в виду так называемые хронические опыты, проводимые на нормальных животных у которых заранее, до опыта, производят определенную операцию, например вводят наружу проток пищеварительной железы. Эти опыты позволяют изучать процессы в естественных условиях и получать об этих процессах более правильное представление. Хронические опыты позволили И. П. Павлову разработать физику пищеварения и учение о высшей нервной деятельности. Современные физиологи продолжают использовать наследство И. П. Павлова и одновременно в своих опытах применяют такие открытия XX в., как радиоактивные изотопы — меченые атомы. Хронические опыты стали основным методом научного исследования и в физиологии сельскохозяйственных животных.

Организм как единое целое. Основную роль в регуляции жизненных процессов и во взаимоотношениях организма с внешним миром И. П. Павлов отводил нервной системе. Изучая физиологию кровообращения, пищеварения, выделения, И. П. Павлов подчеркивал значение нервных регуляторов в этих процессах. Все его научные исследования были основаны на идее *ц е л ь н о с т и*, под которым он понимал направление в физиологии животных, которое стремится «распространить деятельность нервной системы на возможно большее количество деятельностей организма» (1). И простирается то значение, которое И. П. Павлов придавал физиологии целого организма. Методы изучения физиологии пищеварения, кровообращения, функции головного мозга — высшей нервной деятельности — позволили И. П. Павлову не только представить организм как единое целое, но и раскрыть физиологический механизм влияния его к постоянно меняющимся условиям внешней среды и тем самым развить дальше учение Дарвина о естественном отборе и выживании наиболее приспособленных индивидуумов.

Связь организма с внешней средой. Всякое живое существо живет и развивается в определенных условиях среды, которые оказывают на него постоянное действие. Физиологические процессы в организме животного находятся в неразрывной связи с внешним миром; корм, климат, сезон года, температура воздуха — все это оказывает влияние на жизненные процессы. Организм животного и окружающая среда составляют неразрывное единство.

Великий русский физиолог И. М. Сеченов писал: «Всегда и везде жизнь складывается из кооперации двух факторов — определенной, но изменяемой организации и воздействия извне». И. М. Сеченов подчеркивал ошибочность представления, что тело в самом себе заключает условия своего существования.

Связь животного с окружающим миром осуществляется на основе рефлекторной деятельности организма. С открытием метода условных рефлексов появилась возможность изучать пути приспособления животных к условиям внешней среды, изучать не только физиологию животного, но и его биологию.

Г Л А В А IV

ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Пищеварение — это физиологический процесс, заключающийся в превращении питательных веществ корма из сложных химических соединений в более простые, доступные для усвоения организмом животного.

Сельскохозяйственные животные поедают главным образом растительные корма, состоящие из азотистых и безазотистых соединений и минеральных солей. В состав первых входят белки (протеины), аминокислоты, аммонийные соли и др. В состав безазотистых соединений входят жир, клетчатка, экстрактивные вещества. Кроме

продуктах находятся вода и часто витамины и ферменты. Если попался этот корм, он должен предварительно пройти через пищеварительный канал и «перевариться». Не подвергаются пищеварению процессу глюкоза и растворимые в воде соли, а также простые органические вещества.

Часть корма поступает в организм животного в нерастворенном виде. Механическая (физическая), химическая и биологическая обработка корма в пищеварительном тракте приводит к образованию растворимых питательных веществ. Затем они проникают (всасываются) в стенки пищеварительного канала в кровь и лимфу. Невсосавшаяся пища вместе с калом удаляется через анальное отверстие.

Жевание (а у жвачных еще и пережевывание после отрыгивания в ротовую полость), перемешивание корма в желудке и кишечнике вызывает механическое измельчение корма. При этом выделяются пищеварительные соки, а также ферменты самих поедаемых кормов осуществляют химическую обработку корма. Этому способствует, особенно у жвачных, высокая активность микробов, содействующих в пищеварительном тракте, которые вырабатывают ферменты (биологическая обработка корма).

Ферменты — органические катализаторы (ускорители) химических процессов, вещества белковой природы. В отличие от неорганических катализаторов ферменты не только ускоряют эти реакции, но и вызывают их и даже определяют их направление. Ферменты участвуют во всех процессах, протекающих в организме: в пищеварении, в сокращении мышц, накоплении энергии, размножении клеток, передаче нервных импульсов, в работе головного мозга. В настоящее время известно около тысячи различных ферментов.

В слюнных тела образуется небольшое количество ферментов. Однако их вполне достаточно для того, чтобы в организме могли протекать различные явления. Ферменты, участвуя в жизненных процессах, не расходуются. Даже ничтожное количество их способно расщеплять огромные массы пищи. Например, 1 часть фермента поджелудочной железы — амилазы — расщепляет примерно 4 млн. весовых частей крахмала. Однако влияние ферментов все же безгранично. Любая причина вызывает ослабление активности или даже разрушение ферментов.

Будучи веществами белковой природы, ферменты непременно разрушаются, но взамен их в клетках тела образуются новые. Количество ферментов зависит от температуры, реакции среды, наличия некоторых ионов и других причин. Ферменты наиболее активны при температуре 38—40°. При снижении температуры действие ферментов замедляется, а при температуре ниже точки заморозки (организма) прекращается. Высокая температура разрушает ферменты. Одни ферменты инактивируются (становятся недействительными) под воздействием кислот, другие — под воздействием щелочей. Отличительная особенность ферментов — их строгая специфичность, оказывая воздействие на одни химические реакции, они не в состоянии ускорять другие. Эта особенность и обусловила названия ферментов образуются прибавлением

окончания — аза к названию вещества, на которое фермент действует. Так, например, ферменты, действующие на жиры, называются **липаза** и **аза** м и, а ускоряющие (катализ) реакцию расщепления сложных органических веществ с присоединением воды — **гидролазы**. Процесс гидролитического (с присоединением воды) расщепления пищевых веществ, происходящий в пищеварительном канале при участии ферментов, является собственно основным этапом в пищеварении. Гидролазы, как и все ферменты, отличаются строгой специфичностью действия, и в зависимости от того, какие вещества они расщепляют, их делят на карбогидразы, эстеразы и протеазы. **Карбогидразы** (их еще называют амилазы) превращают различные углеводы (сахара) в моносахариды. К ним относятся и ферменты, расщепляющие дисахара: мальтаза, лактаза, сахараза. **Эстеразы** расщепляют жиры. К ним относятся, например, липаза — фермент, расщепляющий жиры на жирные кислоты и глицерин. **Протеазы**. Те из них, которые ускоряют реакции расщепления протеинов, называются **протеиназами**; это пепсин желудочного и трипсин поджелудочных соков. Ферменты, расщепляющие полипептиды, называются **пептидазами**. К ним относятся, например, пептидазы кишечного сока. Протеазы, амилазы и эстеразы содержатся также в кормах, особенно в зерновых, сочных и зеленых.

Процесс пищеварения складывается из нескольких этапов:

а) секреции (отделение) пищеварительных соков; б) двигательных явлений в пищеварительном канале; в) всасывания питательных веществ; г) дефекации (извержение кала).

Кроме отделения пищеварительных соков, желудочно-кишечный тракт выделяет (экскретировать) продукты жизнедеятельности (продукты обмена) — желчные пигменты, мочевины, мочевую кислоту и другие вещества (также случайно попавшие в организм вещества (например, лекарственные)).

Методы получения пищеварительных соков. Образование и отделение пищеварительных соков — основной физиологический процесс пищеварения. Чтобы добыть эти соки; изучить их свойства и тем самым познать законы пищеварения, И. П. Павлов применял особые приемы или методы, исследования. Он ставил перед собой такие задачи:

а) получать чистые, «натуральные» пищеварительные соки, свободные от примесей пищи и секретов, отделяемых смежными пищеварительными железами, например желудочный сок без примеси слюны; б) получать соки в различные периоды пищеварительного процесса, всегда, как этого требует ход эксперимента (опыта); в) получать соки на протяжении длительного времени (если понадобится, — месяцы и даже годы) и обязательно от здорового животного, «определить действительное течение тех или других физиологических явлений в целом и нормальное в организме».

И. П. Павлов разработал ряд хирургических приемов, позволяющих получать пищеварительные соки и изучать закономерности их отделения не путем острых опытов (вживисекции), как большинство поступали до него, а в длительном, «хроническом» эксперименте.

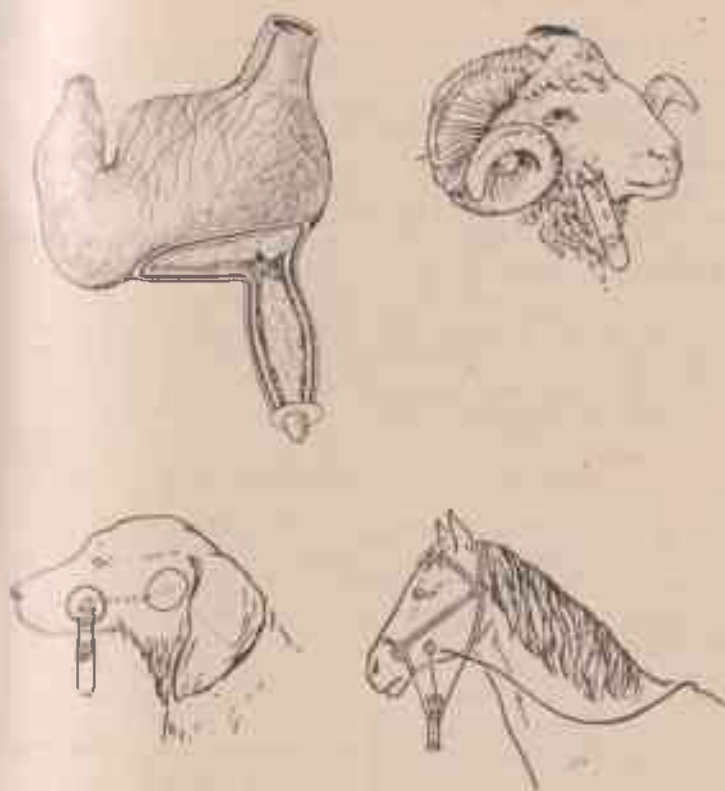


Рис. 95. Фистулы околоушной слюнной железы у животных и искусственный желудок.

Впервые И. П. Павлов проводил свои опыты в основном на собаках. В развитие павловских методических приемов советские ученые разрабатывали операции для получения чистого поджелудочного сока и слюны у сельскохозяйственных животных. Расположение протока околоушной железы у коровы позволяет получать из них чистую слюну более простым, чем у собаки, способом. Эту операцию выполняют следующим образом. Найдя проток на щеке, надрезают его вдоль и в надсечку вставляют Т-образную трубку, на перпендикулярный конец которой надевают резиновую трубку с зажимом. При закрытом зажиме слюна из околоушной железы проходит в ротовую полость. Открывая зажим, удается легко получать для опытов необходимое количество чистой слюны.

Для получения чистого поджелудочного сока производят операцию искусственного наружного мостика. В двенадцатиперстную кишку и в более отдаленный участок тонкой кишки определенным образом вводят трубки («фистульные трубки»), которые соединяют снаружи с атмосферой. Этот наружный мостик позволяет не только получать чистый

поджелудочный сок, но и определять, сколько его выделяется и переходит в кишечник.

Чистый желудочный сок получают через фистулу, вставленную в желудок. Одновременно с этим перерезают пищевод, концы которого выводят наружу (операция эзофаготомии). При кормлении животного корм выводится наружу, а в желудке образуется чистый желудочный сок. Этот метод получения чистого сока осложняется тем, что животное необходимо кормить искусственно. Поэтому чаще используется другой метод получения желудочного сока. Суть метода заключается в том, что из желудка вырезают небольшую его часть (рис. 95). Эта часть в связи с большим желудком, снабжается кровью из одних и тех же кровеносных сосудов и иннервируется ветвями блуждающего нерва. Животные, подготовленные таким образом, ничем существенным отличаются от обычных, неоперированных, и подолгу (годами) остаются под наблюдением ученого.

Пищеварение в ротовой полости

Поедание корма. Животные поедают корм по-разному. Это зависит от величины, формы и подвижности губ, устройства языка, формы верхней и нижней челюстей и характера их движений, от строения зубов. У коровы основной орган схватывания корма — длинный сильный язык, покрытый нитевидными, ороговевшими сосочками, направленными к полости тела. В откусывании травы участвуют преимущественно язык и резцы нижней челюсти (верхних резцов у коров нет). Языком для захватывания корма, хотя и в меньшей степени пользуются также овцы и козы, у которых все же большее значение при этом имеют более подвижные и не столь короткие, как у коров, губы. У лошади для этой цели служит подвижная, очень чувствительная верхняя губа. Однако при поедании корма из кормушки лошадь в значительной степени также пользуется языком. Свинопас в естественных условиях роет землю и добытый корм направляет в широко раскрытую пасть. Из корыта она захватывает корм зубами и языком, делая при этом характерные движения головой. Сельскохозяйственные животные пьют воду, насасывая ее, для этого они опускают губы, оставляя впереди небольшое отверстие, язык действует подобно поршню в насосе, создавая во рту пониженное давление. Собаки и кошки лакают жидкость.

Механическая обработка корма в ротовой полости особенно интенсивно производится травоядными животными. Это достигается жеванием, а у жвачных пережевыванием корма (при первоначальном пережевывании корма жвачные жуют очень мало). Благодаря механической обработке грубый корм превращается в измельченный, его поверхность резко увеличивается и легче подвергается действию пищеварительных соков. В то же время корм увлажняется слюной, становится скользким и легко проглатывается. В отличие от хищных животных нижние челюсти у травоядных могут не только опускаться и подниматься, но и двигаться вертикально, но также и в стороны, назад и вперед.

способность животным перетирать грубый корм коренными зубами. Челюсти не участвуют в механической обработке корма.

Слюна и слюноотделение. Корм начинает изменяться уже во рту под влиянием слюны — секрета слюнных желез.

Для пары крупных и многочисленных мелких слюнные железы. Характеру выделяемого ими секрета можно разделить на три группы: 1) слизистые — мелкие железы ротовой полости; 2) белковые — околоушная и 3) со смешанной слюной — подчелюстные и подъязычные. Слизистые железы выделяют тягучую, мутную слюну, богатую белковым слизистым веществом — муцином. Белковые железы выделяют прозрачную водянистую слюну, которая слегка отсвечивает (розоватый цвет) из-за примеси небольшого количества белка. Смешанная слюна — бесцветная, вязкая, легко пенящаяся жидкость.

В состав слюны входят вода, органические (сложный белок муцина и другие белки) и неорганические вещества. По удельному весу слюна тяжелее воды (1,005—1,009). Реакция слюны щелочная: реакция жвачных 8,1—8,3, лошади и свиньи — 7,2—7,5.

Железы, вырабатывающие белковую слюну, чаще всего выделяют ферменты. Слизистые железы ферментов не выделяют. В слюне лошади найдены амилаза и мальтаза. Первая расщепляет углеводы до мальтозы, а мальтаза превращает мальтозу в глюкозу $C_6H_{12}O_6$. Эти ферменты активно действуют в щелочной среде. В слюне лошади и жвачных этих ферментов нет.

Количество отделяемой слюны зависит не только от количества съеденного корма, но и от его физического состояния. Чем суше корм, тем больше выделяется слюны. Наиболее слабые возбудители слюноотделения — зеленые мягкие корма, наиболее сильные возбудители — грубые корма.

Лошадь выделяет за сутки в нормальных условиях кормления 10 л слюны, корова — до 100 л.

Половые различия в слюноотделении. Изучения деятельности слюнных желез и физиологическое значение слюны. Для получения слюны, изучения ее состава и характера выделения у животного выводят наружу проток слюнной железы. Изучают количество и состав слюны, выделяемой животным на разные корма.

Получение большого количества слюны не случайно. Слюна обильно смачивает корм в ротовой полости, способствует размягчению корма, образованию пищевого кома, облегчает его проглатывание. При проглатывании слюны извлекает из корма вкусовые вещества. Слюна продолжает свое действие и в желудке, например, у свиньи проглоченная слюна некоторое время переваривает углеводы. Щелочная среда способствует росту и размножению бактерий, сбраживанию корма в преджелудках жвачных, желудке свиньи и лошади.

Очень важно значение слюны для жвачных. Под влиянием бактерий и грибов (микрофлоры) корм в преджелудках интенсивно сбраживается, и образуется много органических кислот. Вследствие этого среда в преджелудках могла бы стать кислой и тем самым нарушить

процесс брожения, если бы в рубец и сетку не попадала ни слюна. За сутки корова проглатывает со слюной более 350 г двууглекислого натрия (карбонатов) и значительное количество фиксированных азота. Они образуют с кислотами соли, которые затем переходят в кровь и всасываются из кишечника в кровь. Это способствует сохранению на определенном уровне реакции крови (слабощелочной). Если в длительный период лишить жвачное животное слюны околушних желез (если вывести проток ее наружу), оно погибает.

Слюноотделительные рефлексы. Слюнные железы снабжены нервными вегетативной нервной системы — парасимпатическими и симпатическими. Когда в ротовую полость попадает корм, он раздражает вкусовые и другие чувствительные окончания этих нервов (рецепторы). Эти раздражения по центроостремительным нервам передаются в продолговатый мозг, а оттуда — по центробежным нервам к слюнным железам. В ответ на это железы возбуждаются и выделяют слюну. Этот процесс И. П. Павлов назвал безусловным рефлексом. Он же открыл новый вид рефлексов, названный им условными. В этом случае слюна выделяется не при поедании, а при виде корма. Когда животное чувствует его запах или окажется в знакомой обстановке, в которой до этого поедало корм.

Рефлекторное выделение слюны у собаки вызывает не только корм, но и несъедобные вещества, если их ввести в рот животному, например соляная кислота, щелочь и др.

Корм, кислоты и прочие вещества называют безусловными раздражителями, а все то, что вызывает условный рефлекс слюноотделения (обстановка, посуда, из которой животное поедает корм, запах силоса, коровы и т. д.), — условными раздражителями. У животного образуются многочисленные условные рефлексы, и каждый раз трудно бывает отделить эти рефлексы от безусловных. Поэтому рефлекторные процессы у животных представляют собой сочетание условных и безусловных рефлексов. Академик К. М. Быков предложил их называть сложными рефлекторными реакциями.

Особенности слюноотделения у различных видов животных. И. П. Павлов показал, что у собак большие слюнные железы реагируют только на безусловные или условные раздражители. В остальное время, например в промежутке между кормлениями, большие слюнные железы находятся в покое.

У жвачных слюна из околушних желез отделяется непрерывно, но усиливается при поедании корма и пережевывании жвачки. На сено выделяется в два раза больше слюны, чем на концентрат. Подчелюстные и подъязычные железы выделяют слюну, как и у собак, только при кормлении, а в жвачные периоды они не функционируют.

Как уже было сказано, для жвачного имеет большое значение проглатывание щелочной слюны. Этому способствует особый рефлекс, началом которого служат раздражения рецепторов в преджелудке. Накопление пищевых масс в рубце, повышение в нем давления вызы-

способствует выделению слюны из околоушных желез; переход же из полости рта в желудок и снижение давления в преджелудках снижают секрецию слюны.

Наблюдения отмечают закономерную смену и очередность в работе слюнных желез: слюна выделяется больше на той стороне, на которой животное в данный момент жует. То же в известной мере замечено у домашних и у свиньи.

В слюне, кроме слюны на отвергаемые вещества указывает на ее защитные свойства. Кроме того, в слюне, как и в некоторых других жидкостях организма, найдено особое вещество — **лизоцим**, обладающий антибактериальными свойствами. Это вещество убивает некоторые бактерии, которые могут оказаться в пище.

Поразование пищевого кома и глотание. Разжеванную и смоченную слюной пищу язык и щеки превращают в скользкий пищевой ком и проталкивают его через глотку и пищевод в желудок.

В глотании участвует несколько мускулов. Нервный центр глотания находится в продолговатом мозге.

Сухой или плохо увлажненный корм проглатывается с трудом. Если корм не возбуждает вкусовые нервы, а следовательно, в дело не вступают и рефлекторные сокращения мускулов, участвующих в глотании.

В глотке скрещиваются пути пищеварительной и дыхательной систем. При глотании дыхание прекращается. Корень языка отодвигается назад, а вход в гортань закрывается. Пищевой ком поднимает мягкое нёбо и полностью заслоняет вход в носовую полость. В глотке пищи остается одно только отверстие — вход в пищевод.

Дальнейшее продвижение пищевого кома осуществляется перистальтическими движениями пищевода. Волна сокращений мускулов пищевода пробегает от ротового отверстия до желудочного. В момент прохождения перистальтической волны сфинктер кардиального отверстия открывается и, пропустив корм в полость желудка, снова закрывается. Длительное время сфинктер бывает открыт только при рвоте или отрыгивании.

Пищеварение в желудке

Химические изменения корма продолжают в желудке под влиянием желудочного сока. И. П. Павлов и его ученики хорошо изучили пищеварение в желудке собаки. Закономерности желудочного пищеварения, открытые И. П. Павловым на собаке, в значительной мере применимы и к пищеварению у сельскохозяйственных животных.

Желудки свиньи и лошади делятся на четыре зоны: пищеводную, фундальную, фундальную и пилорическую (рис. 96). Пищеводная зона занимает большую часть желудка; она покрыта плоским эпителием, здесь не содержится и никакого сока не выделяет. В слепом мешке и в фундальной зоне есть трубчатые железы, выделяющие щелочной или буферный сок. Железы дна желудка выделяют кислый, а железы пилорической зоны — нейтральный сок.



Рис. 96. Схемы структуры желудка лошади и свиньи:

1 — пищевод; 2 — зона кардинальных желез; 3 — зона фундальных желез; 4 — зона пилорических желез; 5 — двенадцатиперстная кишка; 6 — пищеводная безжелезистая часть желудка.

Желудочный сок. Частично смешанный с остатками пищевого желудочный сок получить довольно трудно даже через пилорическую стужу желудка. Лучше желудочный сок получать из изолированного желудочка. Изолированный желудочек выделяет такой же желудочный сок, как и в естественной среде. По такому изолированному желудочку можно судить о деятельности органа в целом.

Желудочный сок собаки, профильтрованный и освобожденный от слизи, — прозрачная, бесцветная жидкость резко кислой реакции. Его удельный вес 1,002—1,006. Желудочный сок состоит из органических веществ (ферменты, аминокислоты, муцин), минеральных солей и свободной соляной кислоты. Соляная кислота может образовывать химическое соединение со слизью и органическими веществами пищи (связанная соляная кислота).

В желудочном соке содержатся ферменты: пепсиноген, химозин, липаза и желатиназа. Пепсиногены — неактивные ферменты, выделяются главными клетками фундальных желез и клетками пилорических желез. Пепсиногены превращаются в активный фермент пепсин под влиянием соляной кислоты. Желатиназа расщепляет желатин (белок соединительной ткани). Пепсин действует только в кислой среде, лучше всего при pH 1,5—3,0. Он обнаружен в желудках всех позвоночных. В настоящее время получен в чистом, кристаллическом виде.

Кроме пищеварительного сока, клетки желудочных желез выделяют слизь. Она предохраняет стенки желудка от повреждений, а способствует и от самопереваривания.

Фазы желудочной секреции. Желудочный сок у собаки выделяется не все время. Он начинает выделяться лишь через 1—5 минут после поедания корма. Это время требуется на введение в действие рефлекторной дуги: раздражение нервных окончаний ротовой полости, передача импульса в центр пищеварения (в продолговатый мозг), передача возбуждения к желудочным железам.

Начало выделения сока после кормления называется рефлекторной фазой желудочной секреции. Что собака выделяет желудочный сок рефлекторно, видно из следующего опыта. Если перерезать у животного ветви блуждающих нервов, идущие к желудочным железам, раздражение вкусовых рецепторов уже не вызывает желудочного сокоотделения.

Отделение желудочного сока может быть и тогда, когда корм не попадает только через ротовую полость, не попадая в желудок (мимическое кормление). В данном случае происходит раздражение нервных окончаний во рту, которые и передают импульсы в пищеварительный центр.

с большим аппетитом животное поедает корм, тем активнее рефлексорная порция желудочного сока, тем лучше и быстрее приживается корм в желудке. Поэтому продолжительность рефлексорной секреции и количество выделившегося сока зависят от качества корма.

Секреторная фаза желудочной секреции обусловлена возбуждением пищевого центра в головном мозге и блуждающих нервов желудка — безусловный рефлекс. Но желудочную секрецию могут возбуждать и условные раздражители. Например, внешний вид и запах пищи ~~сильно~~ служат условными раздражителями желудочной секреции. Из сказанного ясно, что первая фаза желудочного сокоотделения — сложнорефлексорная: она обусловлена как безусловными, так и условными рефлексами. Однако железы желудка можно возбуждать и химическими раздражителями — через фистулу, даже постоянными предметами. В этом случае желудочный сок отделяется тоже рефлексорно, но благодаря местным нервным процессам; прикосновение к слизистой желудка вызывает усиленный приток крови к желудочным железам, их активность усиливается.

Рефлексорная фаза желудочного сокоотделения короткая, а между тем после корма очутился в желудке, желудочный сок выделяется в течение нескольких часов: 5—8 (на мясо) и больше (на хлеб). Причем на хлеб больше всего желудочного сока выделяется за первый час, на молоко — за третий или четвертый час. Выделение желудочного сока в этот более длительный период называют х и м и ч е с к о й фазой сокоотделения. Стимулом (побудительной причиной) отделения сока во вторую фазу служит не только прикосновение корма к стенке желудка, но и особое вещество — гормон г а с т р и н. Он образуется в привратниковой части желудка. Кроме того, на желудочную секрецию во вторую фазу влияют и те вещества, которые с самого начала всасывания корма всасываются через стенку желудка в кровь.

Из этого можно убедиться в следующих опытах. Если в разгар пищеварения у собаки немного крови из яремной вены и ввести ее в другую собаку (не накормленной), то железы желудка начинают выделять сок. Такие же результаты получают при введении в кровь другой собаки экстракта (вытяжки), приготовленного из слизистой привратниковой части желудка.

Эти опыты доказывают, что в процессе переваривания корма из него в кровь непрерывно переходят химические вещества. С потоком крови они подходят к желудочным железам и приводят их в возбуждение. Железы в данном случае возбуждаются г у м о р а л ь н ы м путем (от слова гумор — жидкость), т. е. через кровь.

Выделение гормона гастрин можно вызвать и раздражением блуждающего нерва. Следовательно, вторую химическую фазу желудочного сокоотделения правильнее называть нервно-гуморальной фазой.

Рефлексорный желудочный сок гораздо богаче ферментами, чем химическая фаза.

Функция фундальных желез желудка сильно зависит от пилорических. Выше мы приводили пример ускорения желу-

дочной секреции под влиянием экстракта из слизистой оболочки привратника. Удаление хирургическим путем привратника, наоборот, резко тормозит желудочную секрецию. Опытным путем выяснено также, что отделение желудочного сока фундальными железами начинается только при раздражении химическими веществами пилорической части желудка. Эти примеры показывают, что выделение желудочного сока начинается после соприкосновения пищи со слизистой оболочкой пилорической части.

На секрецию желудочных желез влияет и двенадцатиперстная кишка. Стоит ввести в нее экстракты мяса и овощей, жирные кислоты, полипептиды, т. е. вещества, которые обычно образуются в желудке в начале переваривания пищи, и фундальные железы начинают усиленно выделять секрет. Деятельность фундальных желез угнетается, если в двенадцатиперстную кишку попадет жир. Такое угнетение состояния продолжается до тех пор, пока жир не расщепится на глицерин и жирные кислоты. Таким образом, возбуждение желудочной секреции проходит в три фазы: рефлекторную, нервно-гуморальную и кишечную.

Пилорические железы в отличие от фундальных секретируют непрерывно. Они выделяют сок слабощелочной реакции; он не переваривает белок при значительно меньшей концентрации соляной кислоты.

Химия желудочного пищеварения. Так как корм находится в желудке относительно недолго, фермент пепсин расщепляет белки только на различной величины молекулы полипептидов. Полный гидролиз белков происходит в тонком отделе кишечника.

Химозин (сычужный фермент) створаживает (свертывает) белок молока. Химозин содержится главным образом в желудочном соке телят и молодняка других жвачных. У взрослых млекопитающих молоко в желудке створаживает пепсин. Активность сычужного фермента усиливается под влиянием соляной кислоты. Створаживание белков молока влечет за собой его задержку в желудке и, следовательно, более длительное воздействие пепсина на сгусток.

Желудочная липаза расщепляет эмульгированные (раздробленные на мельчайшие частицы) нейтральные жиры на глицерин и жирные кислоты. Так расщепляется, например, жир молока. Липазы в желудочном соке немного. У травоядных жир переваривается главным образом в кишечнике.

Свободную соляную кислоту находят в желудочном соке всех млекопитающих. Она служит также защитой организма, так как обладает некоторой бактерицидностью.

Движение желудка имеет значение для измельчения корма, смешивания его с желудочным соком и перехода пищи в двенадцатиперстную кишку. Движения желудка автоматичны. Это значит, что они происходят и у органов с перерезанными нервами — блуждающим и симпатическими. Раздражение ветвей блуждающего нерва, идущих к желудку, чаще всего усиливает, а раздражение ветвей симпатического нерва ослабляет сокращения желудка. Однако это происходит с

Движения этих нервов зависит главным образом тонус (состояние мышечного напряжения) мускулатуры желудка. Поэтому полагают, что блуждающий и симпатический нервы не усиливают или ослабляют сокращения желудка, а только их упорядочивают (регулируют).

Движения желудка у разных видов животных происходят по-разному, но есть и общие закономерности. Движения более оживленные в переполненном пищею, и менее сильные — в пустом. Чаще движения начинаются в середине органа и затем волнами, перемещаясь к привратнику.

Пищеварение в желудке свиньи

Содержимое массы в желудке свиньи не перемешиваются, а располагаются в основном по мере их поступления: сначала заполняется донная часть желудка, затем — кардиальная. В первую очередь в желудке перевариваются углеводы под влиянием ферментов слюны, а также ферментов бактерий и растительного происхождения. Через 2—3 часа начинается расщепление белков под влиянием соляной кислоты желудочного сока, однако еще некоторое время продолжают перевариваться и углеводы. Очевидно, кислый желудочный сок пропитывает кормовые массы постепенно.

Профессор А. В. Квасницкий разработал остроумный прием для изучения переваривания пищи в желудке свиньи. Он вставлял через фистульное отверстие металлическую трубочку с многочисленными отверстиями и четырьмя поперечными перегородками. От каждого отдела металлической трубки отходила резиновая трубочка. Прибор, названный полизондом, обертывают марлей, чтобы не могли вывалиться отверстия комочками пищи. Затем его вводят в заполненный желудок. Полизонд позволяет одновременно получать желудочный сок с разных глубин же-

лудка. Желудочный сок, вырабатываемый железами, распространяется в желудке снизу вверх. Таким образом, одновременно происходит переваривание белков и углеводов, находящихся в составе порции корма.

У свиньи есть рефлексная фаза желудочного переваривания. Удастся вызвать как безусловный, так и условный рефлекс выделения. Секрет желудочных желез у свиньи непрерывная. При

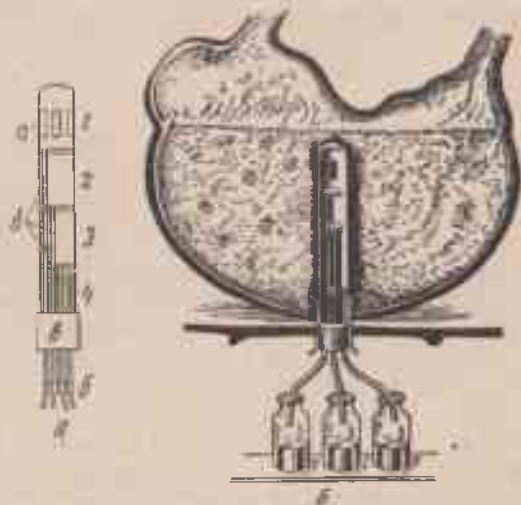


Рис. 97. Полизонд Квасницкого:

А — чертеж полизонда; Б — его положение в желудке; 1, 2, 3 и 4 — этажи полизонда; а — отверстие в трубке полизонда; б — отводящие трубки; в — пробка.

минимом кормлении секрция усиливается, если до этого протекала умеренно, и ослабляется, если была усиленной.

Пищеварение в желудке лошади

Как у свиньи, корм в желудке лошади располагается слоем. Емкость желудка небольшая: 15—18 л (в зависимости от размера животного), но лошадь в состоянии съесть за один раз в 2—3 раза больше корма, чем его может вместить желудок. Это означает, что первые съеденные порции корма довольно быстро покидают желудок. Лошадь в один раз выпивает 15 л воды и более; вода в желудке не задерживается, и большая часть ее переходит в кишечник.

В желудке лошади одновременно перевариваются углеводы и белки. Переваривание происходит под воздействием ферментов растительного корма и бактерий, а также желудочного сока из фундальных желез и тех соков, которые забрасываются в желудок из двенадцатиперстной кишки. Под влиянием бактерий в желудке лошади в большей степени, чем у свиньи, происходит молочнокислое брожение; клетчатка и крахмал в желудке лошади не перевариваются.

Секретируется желудочный сок непрерывно. За сутки выделяется 10—30 л желудочного сока. Лошадь при пустом желудке все время совершает жевательные движения.

Опыты на животных с фистулой желудка показали, что у лошади также есть рефлекторное отделение желудочного сока.

Переваривающая сила желудочного сока отчасти зависит от состава корма (на отрубях переваривающая сила больше, чем на сене). Пищеварение после приема корма более благоприятно для желудочного пищеварения, чем проводка.

Пищеварение в желудке жвачных

Изменение корма в преджелудках. Проглоченный животным корм попадает в рубец и сетку. Рубец составляет 80% вместимости сычуга и желудка жвачных. У взрослой коровы рубец вмещает 100—150 л и более, у овец — 12—25 л. У новорожденного теленка рубец и сетка составляют по размеру только половину емкости сычуга. Постоянные размеры отделы желудка у жвачных достигают к 18 мес. Если теленка с раннего возраста выращивать на грубых кормах, рубец становится более емким. Корм, однако, не заполняет преджелудки целиком. В свободном пространстве рубца накапливаются газы: метан, азот, водород, сероводород, углекислый газ. Преджелудки заселены огромным количеством микроорганизмов: бактерий, инфузорий (простейших), грибов. В 1 г содержимого рубца насчитывают до 2 млн. инфузорий и до 100 млрд. бактерий. Они появляются в преджелудках в первые же дни жизни, но их количество и видовой состав значительно увеличивается по мере поедания грубых кормов. В рубце переваривается (сбраживается) ферментами, выделяемыми микробами, до 80% углеводов, протеина, а также небелковых азотистых веществ.

Только примерно 20% углеводов корма доходит до кишечника, где они всасываются и всасывается в виде глюкозы.

В преджелудке с помощью ферментов, выделяемых микробами, в преджелудке разрушается значительное количество так называемых летучих кислот, преимущественно уксусной, пропионовой, масляной, которые также всасываются в кровь. Значительная часть аммиака поглощается бактериями, которые используют их на построение своего тела. Инфузории расщепляют грубый корм, выделяя во множестве бактерий. Бактерии и инфузории обитают в сычуге, где и перевариваются, доставляя животному значительное количество полноценного белка.

Для нормальной деятельности микроорганизмов необходимо, чтобы животное получало много жидкости. Это достигается проглатыванием большого количества слюны, а также приемом воды, которую животное получает вволю.

Преджелудков. В преджелудках корм многократно перемешивается вследствие постоянных сокращений рубца и сетки и проглатывается в сычуг.

Сокращения рубца тесно связаны с сокращениями сетки. Они не происходят ни во время приема корма, ни тем более в жвачные периоды, продолжаются и тогда, когда животное лежа отдыхает. Рубец сокращается в два приема: сначала наполовину, а затем, после этого расслабления, сокращается вновь, но более сильно, после чего расслабляется на более длительный срок. Сокращения сетки происходят каждые 30—60 секунд. Одновременно с сеткой сокращается пищеводный желоб.

Вместе с сеткой сокращается рубец. Каждая часть его сокращается отдельно, передвигая содержимое из места с большим давлением в место, которое в данный момент расслаблено. У телят в раннем возрасте (до 2 недель) периоды сокращений рубца сменяются периодами расслабления. Плотные части корма, как правило, оказываются не в рубце, а в сетке. Особенно это относится к инородным телам (гвозди и проволока), которые попадают в преджелудки. Сетка расположена под диафрагмой на расстоянии всего 2—4 см от сердечной сумки. Сокращения рубца приводят к тому, что эти предметы нередко прокалывают не только стенку, но и диафрагму и оказываются в околосердечной сумке, вызывая серьезное заболевание — перикардит. Сокращения рубца в значительной мере — сетки) сопровождаются звуками, которые можно слышать с левой стороны тела.

Переход содержимого сетки в книжку происходит, когда отверстие между сеткой и книжкой открыто и понижено давление в книжке. При повышении давления в книжке, при закрытом отверстии между книжкой и сеткой, содержимое массы переходит в сычуг.

Сокращения книжки изучены недостаточно. Полагают, что ее сокращения способствуют перетиранню грубых частиц корма.

Сокращения преджелудков управляются блуждающим нервом, который в некоторой степени и автоматичны. Регулирующий центр преджелудков находится в продолговатом мозге. Этот центр связан

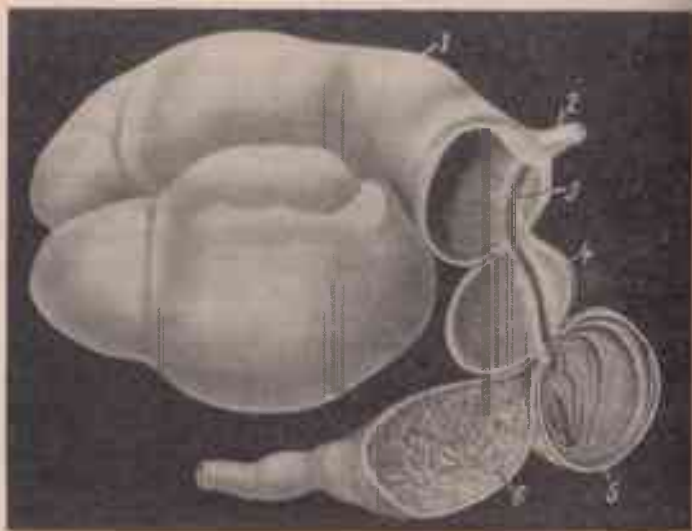


Рис. 98. Схема сложного желудка жвачных:
1 — рубец; 2 — конец пищевода; 3 — пищеводный желоб; 4 — сетка;
5 — книжка; 6 — сычуг.

с деятельностью коры больших полушарий головного мозга. В последнее время изучены и условнорефлекторные сокращения преджелудка.

Пищеводный желоб начинается у кардиального отверстия и заканчивается у отверстия между сеткой и книжкой. Сетка открывается и отверстие в сычуг (рис. 98). Край желоба может рефлекторно смыкаться и образовывать трубку, по которой жидкость попадает непосредственно в сычуг. Если же края желоба смыкаются недостаточно, а жидкости поглощено много, она может оказаться в желудках. Рефлекс смыкания губ пищеводного желоба возникает с первого дня жизни теленка и до 2—2½ месяцев. К 6—8 месяцев этот рефлекс постепенно теряет свое значение.

На телятах с фистулой рубца установлено, что, если теленок получает теплое молоко (или теплую воду), оно редко появляется в рубце. Напротив, края пищеводного желоба полностью не смыкаются, молоко легко переходит в рубец и сетку, если животное жадно пьет ведра, к тому же холодное молоко. Попадание молока в рубец нежелательно. В сычуге оно свертывается под влиянием ферментов желудочного сока и затем переваривается. В преджелудках же молоко нередко загнивает и вызывает заболевание животных.

Жвачные периоды. Крупный рогатый скот и овцы поедают корм порционно. Съеденный, но плохо пережеванный корм заполняет рубец и сетку. Через некоторое время этот корм небольшими порциями отрыгивается, старательно пережевывается, обильно пропитывается слюной и вновь проглатывается. Таких жвачных периодов в течение суток бывает несколько. Длительность их различная,

особенностей животного, состава рациона, температуры окружающей среды и других факторов. При меньшем содержании грубых кормов жвачные периоды короче. Они наступают быстрее при повышенной температуре окружающей среды задерживает процесс жвачки.

Жвачка начинается из рубца или сетки. Это происходит так. Дыхательная деятельность на фазе выдоха. Затем животное производит выдох при закрытой голосовой щели. Это вызывает быстрое падение давления в грудной полости, в легких и в нижней части пищевода. В этот момент в данный момент давление значительно выше, чем в рубце, поэтому большой комок полужидкой массы через открытое кардиальное отверстие быстро проходит в расширенную часть пищевода, а затем посредством обратной перистальтики пищевода достигает ротовой полости. Вместе с пищевым комом в ротовую полость попадает небольшое количество жидкости из рубца, которая тут же проглтыта и переходит в книжку. При пережевывании корма слюноотделение слюнных желез усиливается, подчелюстные железы в это время выделяют слюны. За сутки высокопродуктивная корова выделяет более 160 кг содержимого рубца, больше всего утром и вечером. В жвачные периоды усиливаются сокращения рубца, сетки и кишечника, повышается тонус гладких мышц двенадцатиперстной кишки, усиливается сердечная деятельность, увеличивается частота дыхания.

Жвачные периоды связаны с приемом грубого корма, поэтому они появляются лишь на третьей неделе жизни, когда животные начинают есть сено или траву. В преджелудках появляется много микроорганизмов. Примерно к этому же времени околоушные слюнные железы начинают выделять слюну непрерывно, а до этого они выделяют слюну периодически.

При приеме корма, отрыгиваются и газы, которые образуются в преджелудках в результате брожения кормовых масс. У крупного рогатого животного отрыгиваются 15—20 раз в час.

Отрыгивание корма — рефлекторный акт. Он возникает в результате раздражения грубыми частицами корма нервных окончаний сетки, желудка рубца, пищеводного желоба. По мере пережевывания корма и уменьшения количества грубых частиц корм переходит в книжку и сычуг, раздражение рецепторов сетки ослабляется, усиливается раздражение рецепторов книжки и сычуга. Вследствие этого отрыгивание корма прекращается, наступает кратковременный перерыв, в течение которого кормовая масса переходит из желудка в кишечник. Переход грубых частиц из рубца в сетку вновь является актом отрыгивания, и так 6—8 раз в сутки; каждый период длится 10—50 минут.

Центр регуляции отрыгивания управляется блуждающим нервом. Жвачный акт происходит в продолговатом мозге.

Пищеварение. Сокоотделение в сычуге идет непрерывно. Прием корма сопровождается некоторым усилением секреции слюнных желез. Это означает, что и жвачным присуща рефлекторная

фаза сокоотделения. Секретно стимулирует блуждающий нерв одно и то же количество определенного вида корма и разные дни выделяется разное количество сока. Но, как правило, количество выделенного сока зависит от количества и качества корма. В желудочном соке примерно 0,2% свободной соляной кислоты, есть пепсин и липаза.

Сокращения сычуга напоминают сокращения однокамерного желудка. В молочный период сокращения сычуга более энергичны, чем сокращения преджелудков.

Переход содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку. После переваривания корм в течение нескольких часов поступает отдельными порциями и переходит из желудка в двенадцатиперстную кишку. При поступлении соляной кислоты из желудка в двенадцатиперстную кишку выходное отверстие из привратника закрывается. Это — запирательный пилорический рефлекс. Выходное отверстие открывается вновь при смене реакции в двенадцатиперстной кишке на щелочную (под влиянием секрета поджелудочной железы и желчи).

Химус (пищевая масса) перемещается в кишечник вследствие сокращения стенок желудка. Этому способствует также и осмотическое давление. Наконец, имеет значение и степень наполнения двенадцатиперстной кишки: при ее растяжении химусом переход пищи из желудка на время задерживается.

Пища, содержащая большое количество белков, а также жир, задерживается в желудке дольше, чем углеводы.

У лошади желудок опорожняется за сутки; у свиньи корм задерживается больше суток. Из сычуга в кишечник переходит 400—500 г химуса в час. В положении лежа эвакуация (переход) из сычуга в кишечник усиливается.

Блуждающий нерв ускоряет, а симпатический задерживает эвакуацию химуса.

Пищеварение в кишечнике

Пищеварение в тонком отделе кишечника. Содержимое желудка, переходящее в тонкий отдел кишечника, состоит из воды, соляной кислоты и минеральных солей, но главным образом из продуктов первоначального расщепления белков, углеводов и жиров. Их переваривание продолжается в тонком и толстом отделах кишечника. В тонком отделе кишечника корм переваривается под влиянием секретов поджелудочной железы, кишечного сока и желчи.

Поджелудочный (панкреатический) сок вырабатывается поджелудочной железой и через проток изливается в двенадцатиперстную кишку. Эта прозрачная жидкость содержит много двууглекислого натрия, рН 8,0—8,7. У крупного рогатого скота за сутки выделяется 6—7 л, у свиней — 8 л и более панкреатического сока.

Ферменты поджелудочного сока воздействуют на все три группы питательных веществ: белки, углеводы и жиры. Ферменты, расщепля-

трипсиногена и химотрипсиногена. Поджелудочный сок образуется непосредственно из протока железы, не проходя через секреторные клетки. Чтобы стать активным, он должен некоторое время находиться в кишечнике. Здесь неактивный трипсиноген превращается в активный фермент трипсин под влиянием энтерокина — фермента, вырабатываемого клетками слизистой кишечника. Трипсин и химотрипсин расщепляют перешедшие в кишечник из желудка полипептидов и аминокислот. Эти белковые ферменты в чистом, кристаллическом виде.

Поджелудочная липаза превращает нейтральный жир в соответствующие жирные кислоты. Действие липазы усиливается солями желчных кислот.

Панкреатическая амилаза близка к амилазе слюны. Это один из нескольких ферментов, расщепляющих крахмал до дисахаридов (мальтозы).

Нервная и гуморальная регуляция отделения поджелудочного сока.

Павлов обнаружил в стволе блуждающего нерва, кроме волокон, возбуждающих секрецию, также волокна, тормозящие отделение поджелудочного сока. Устранив тормозящие волокна, он доказал, что при раздражении блуждающего нерва отделяется поджелудочный сок, богатый ферментами. Следовательно, блуждающий нерв служит секторным нервом и для поджелудочной железы. На секреторные клетки поджелудочной железы оказывают воздействие и волокна симпатического нервов. И П. Павлов же заметил, что при введении соляной кислоты в двенадцатиперстную кишку из протока поджелудочной железы обильно выделяется секрет, хотя и менее богатый ферментами, чем при раздражении веточек блуждающего нерва. Позднее ученые выяснили, что при вливании соляной кислоты в первую двенадцатиперстную или начальную часть тощей кишки выделяется гормон — секретин. Поступая в кровь, секретин стимулирует секреторные клетки поджелудочной железы, побуждая их выделять и выделять секрет. Секретин оказывает через кровь стимулирующее действие и на поджелудочную железу, пересаженную в другое место тела, т. е. на железу, лишенную нервных связей (денервированный орган). Таким образом, отделение поджелудочного сока зависит от состояния нервной системы и гормона секретина. Поджелудочная железа имеет как нервную регуляцию, так и гуморальную. Впрочем, поджелудочная железа не реагирует на секретин, а лишь тем или иным способом выключить в ней симпатические во-

здействия. В слизистой тонкого кишечника образуется и другой гормон — панкреозимин. Он обогащает ферментами поджелудочный сок, выделяемый под влиянием секретина.

Из полости двенадцатиперстной кишки выделяется желчь — пищеварительный сок, вырабатываемый печенью. Желчь одновременно является и экскретом: с нею выводятся из организма продукты обмена гемоглобина. Отделение желчи изучают на животных путем удаления желчного пузыря или с выведенным наружу отверстием

желчного протока. Удастся применить и методику наружного (см. стр. 221).

Печень вырабатывает желчь непрерывно, но поступает она в кишечник только (кроме лошади) при пищеварении. Когда нет пищеварения, желчь накапливается в желчном пузыре и оттуда переходит в кишечник. У лошади нет желчного пузыря. У крупного рогатого скота за сутки выделяется более 15 г желчи на 1 кг веса тела.

В состав желчи входят соли желчных кислот, холестерин, лецитин и желчные пигменты (красящие вещества): биливердин и билирубин. В желчи травоядных только один пигмент — биливердин.

Участие желчи в пищеварительном процессе выражается в следующем. Желчные кислоты сильно эмульгируют жир, образуя мельчайшие капельки, и тем самым увеличивают общую поверхность жира. В связи с этим действие липазы на жир облегчается. Кроме того, желчные кислоты делают этот фермент вообще более активным. Образующиеся под влиянием липазы жирные кислоты в воде не растворимы, но растворяются после соединения с желчными кислотами. В таком виде они и всасываются в лимфу и кровь.

Раздражение блуждающего нерва усиливает отделение желчи. Так же действуют секретин и желчные кислоты, которые влияют на клетки печени гуморальным путем (через кровь). Соли желчных кислот только частично удаляются из организма вместе с калом; большая часть их обратно всасывается из кишечника в кровь и служит материалом для образования новых порций желчи.

Желчь отделяется в кишечнике из желчного пузыря или непосредственно из печени по общему печеночному протоку — ротопечерно. В этом процессе участвует и кора больших полушарий головного мозга; выход желчи можно вызвать и условнорефлекторным путем.

Кишечный сок, выделяющийся железами слизистой тонкого кишечника, продолжает пищеварительный процесс. Для исследования химического состава кишечный сок получают из изолированного отрезка кишечника по методике наружного мостика. Реакция кишечного сока щелочная (у телят — слабокислая). Он состоит из жидкой и более плотной части — взвешенных частиц. В жидкой части содержатся ферменты: *энтерокиназа* и *амилаза*. Последняя сходна с углеводными ферментами поджелудочного сока. Частицы, взвешенные в соке, держат пептидазы — ферменты, действующие на полипептиды (под их влиянием полипептиды расщепляются до аминокислот), имеются также ферменты, расщепляющие дисахариды до моносахаридов. *Липаза* кишечного сока переваривает жир, особенно она необходима, когда в поджелудочном соке недостает этого фермента.

Кишечный сок отделяется под влиянием местных механических и химических раздражителей, действующих во время пребывания пищи в том или другом отделе кишечника. Обогащение кишечного сока ферментами происходит под влиянием блуждающего нерва.

Пристеночное или контактное пищеварение. В тонком кишечнике расщепляется большая часть полипептидов, полисахаридов, янтарных и нуклеиновых кислот. При этом более крупные частицы питаются

В тонком кишечнике происходят в полости кишечной трубки более мелкие, но окончательный распад пищи происходит при соприкосновении с тонкой слизистой оболочкой кишечника. Водородки в тонком кишечнике усеяны огромным количеством микроворсинок, которые, видимых в электронном микроскопе. Между ними имеются небольшие выемки, в которых находятся ферменты. Они поступают сюда из химуса и выделяются кишечными клетками. С их помощью происходит окончательное расщепление питательных веществ. Там же всасываются в кровь и лимфу. Таким образом, в кишечнике происходит как пассивное, так и более активное окончательное пищеварение (рис. 99). В отличие от сложного желудка пристеночное пищеварение происходит не только в кишке, но и в преджелудках (под влиянием ферментов, выделяемых бакте-



Рис. 99. Схема взаимоотношения полости (I) и пристеночного (II) пищеварения в полости кишки:

1 — микроворсинки; 2 — ферменты (на поверхности ворсинок они строго ориентированы); 3 — микроб (по своим размерам он не может проникнуть в поры щеточной каймы); 4 — пищевые вещества на разных стадиях расщепления.

Пищеварение в толстом отделе кишечника

Всасавшись в тонких кишках, химус попадает в толстый отдел кишечника. Этот отдел регулируется особым клапаном (у лошадей, свиньи и собаки) или сфинктером (у лошади). Сфинктер открывается периодически. Химус поступает небольшими порциями, а при переполнении кишки сфинктер, на время закрывшись, задерживает пищевую массу в тонком кишеч-

нике. Толстые кишки содержат преимущественно слизь и небольшое количество слабо активных ферментов, поэтому пищеварение в толстом отделе осуществляется главным образом ферментами, перешедшими сюда с химусом из тонкого отдела кишечника, а также под влиянием бактерий. Они сбраживают углеводы, разрушают клетчатку, вызывают загнивание белков и прогоркание жира. В результате образуются жирные кислоты и газообразные вещества: сероводород, аммиачный газ, а при гниении белков и ядовитые продукты — индол, скатол, индол, скатол.

Если клетчатка переваривается в слепой и ободочной кишках, то жидкая масса задерживается по меньшей мере трое суток. В слепой кишке лошади аналогична рубцу жвачных. Клетчатка сбраживается и в толстых кишках жвачных и

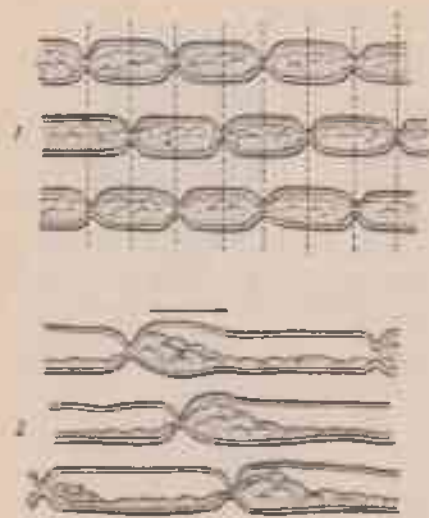


Рис. 100. Схема движения кишки:
1 — ритмическое сегментирование; 2 — перистальтика (стрелкой указано направление распространения волны сокращения).

расслабляются. Таким образом кормовая масса выжимается из сжатого участка в расширенный и постепенно продвигается к анальному отверстию (рис. 100).

Антиперистальтические движения имеют обратное направление. Благодаря этому химус лучше перемешивается. Антиперистальтику можно наблюдать в пищеводе, в толстом кишечнике. Антиперистальтические движения пищевода наблюдаются и при рвоте. В этот процесс вовлекаются и тонкие кишки.

Перемешиванию корма в кишечнике способствует ритмическая сегментация. Она выражается в том, что кишечник то разделяется на сегменты (участки), то эти сегменты вновь соединяются.

На отдельных небольших участках кишки можно видеть то укорочение, то удлинение. Пищевая масса при этом перемешивается и остается на месте. Это — маятникообразные (колебательные) — движения.

Движения кишечника вызываются механическими раздражителями — грубой пищей и химическими — желчью, кислотами, щелочами, продуктами переваривания корма. Раздражения блуждающего нерва усиливают, а симпатического — ослабляют и тормозят сокращения. Адреналин (гормон мозгового слоя надпочечников) действует подобно симпатическому нерву.

Механические и химические раздражители действуют на нервные сплетения слизистой и подслизистой кишечника. Благодаря нервным сплетениям, а также свойствам мускульных волокон кишечника обладает автоматизмом: сокращения кишки и продви-

В зависимости от состава рациона в кишечнике преобладают процессы брожения углеводов, либо гниения белков и накопление фенола, толуола и др.

Движения кишечника. Секреторная функция кишечника тесно связана с его двигательной функцией. Гладкая мускулатура кишечника находится в постоянном тонусе (напряжении). Ослабление тонуса в результате заболевания или старости называется атонией.

Различают четыре вида движения кишок: перистальтическое, антиперистальтическое, сегментальное, маятникообразное. Перистальтические (червеобразные) движения состоят в том, что мускульная оболочка кишечника в отдельных участках ритмически сокращается и суживает просвет кишки, а соседние участки в это время

связи с к анальному отверстию наблюдается и у тех животных, кишечник полностью отключен от центральной нервной системы. Автоматизмом обладает и изолированный отрезок кишки.

Всасывание

Всасыванием называется процесс перехода вещества из пищеварительного канала в кровь и лимфу. Оно происходит преимущественно из слизистой кишок. Через слизистую ротовой полости и пищеварительные железы всасываются только некоторые лекарственные и ядовитые вещества. Лекарственные вещества и вода всасываются и из желудка. Наибольший интерес представляет процесс всасывания из преджелудков желудка. В стенках преджелудков богатая сеть капилляров, тесно связанная с эпителием. Внутренний эпителий преджелудков хорошо приспособлен к всасыванию, чем, например, эпителий кожи. В преджелудках всасываются не только вода, лекарственные вещества калий, натрий и хлориды, но и летучие жирные кислоты (до 80%), образующиеся здесь при брожении клетчатки и других веществ. Всасываются аммиак, молочная кислота, а также газы (углекислый газ, который затем выделяется через легкие). В кислой среде всасывание более интенсивное, чем при щелочной реакции. Основное место всасывания — тонкий отдел кишечника. Всасывание происходит через ворсинки — пальцеобразные выросты слизистой. Ворсинки во много раз увеличивают поверхность всасывания. Они покрыты цилиндрическим эпителием, пронизанным множеством капилляров. Благодаря мышечным волокнам ворсинка может сокращаться и выпрямляться. Ворсинки — активный орган всасывания. При пустом кишечнике они неподвижны. Их сокращения (до 6 раз в минуту) начинаются при поступлении корма. Сокращения ворсинки выдавливают свое содержимое в кровеносный и лимфатический сосуды, а выпрямляясь, вновь насыщают жидкий химус. Таким образом из полости кишечника в кровь и лимфу перекачивается до 30 мл жидкости в минуту. Движения ворсинок контролируются нервными и гормональными факторами и ускоряются под влиянием продуктов пищеварения.

На скорость всасывания сильно влияет осмотическое давление содержимого кишки. Гипертонические растворы всасываются очень медленно. При этом из плазмы крови в кишечник переходит вода, которая поступает в кровяное русло. На этом основано действие слабительных средств. Дистиллированная вода и изотонические растворы всасываются значительно быстрее.

На всасывание оказывают влияние и такие факторы, как сегментные сокращения кишечника, разность концентрации веществ в полости кишечника и цитоплазме цилиндрического эпителия, огромная внутренняя поверхность, создаваемая микроворсинками.

Повреждение — физиологическое явление, результат работы клеток внутреннего эпителия. После их повреждения всасывание превращается в простой обмен между раствором в кишечнике и кровью капилляров

ворсинок. В этом случае оно происходит по законам осмоса и диффузии. Хотя всасывание местный процесс, в нем косвенно принимают участие и другие системы организма: органы кровообращения, снабжающие кровью ворсинки, органы дыхания. Установлено, что процессы всасывания связаны с деятельностью коры больших полушарий головного мозга.

Углеводы всасываются в виде моносахаридов и переходят из кишечника в кровеносные капилляры, откуда по воротной вене в печень.

Из углеводов быстрее всего всасывается глюкоза. Всасыванию способствует присоединение к молекуле всасывающихся веществ фосфорной кислоты. Всасыванию углеводов весьма способствует гормон поджелудочной железы инсулин.

Белки всасываются в виде аминокислот, отчасти в виде пептидов, преимущественно в верхних отделах тонких кишок. Белки животного происхождения всасываются лучше растительных (соевые).

Большая часть жира попадает в лимфатические сосуды. В тонком кишечнике эти сосуды в брыжееке становятся хорошо видимыми. Примерно только половина жира всасывается в виде жирных кислот и глицерина, которые в эпителии ворсинок вновь превращаются в нейтральный жир. Кроме того, из полости кишечника переходят непосредственно в эпителий ворсинок мельчайшие капельки (не превышающие 0,5 мк), не расщепленные предварительно на жирные кислоты и глицерин.

Вода всасывается в тонком и толстом отделах кишечника. В тонком кишечнике у коров всасывается свыше 150 л воды в течение суток (эта вода выделяется в кишечник с пищеварительными соками), у лошади всасывается до 90 л воды, у свиньи — до 25 л.

Вместе с водой из кишечника всасываются минеральные вещества: хлористый натрий, соли кальция (чаще всего в сочетании с желчными кислотами), а также соли фосфора, железа и микроэлементы (стр. 300).

В толстых кишках, особенно у травоядных животных, всасываются не только вода, но и продукты расщепления пищевых веществ.

В настоящее время процессы всасывания изучают при помощи радиоактивных изотопов, а у жвачных — на «изолированном рубце» и при помощи ангиостомии.

Формирование кала и дефекация. Кал состоит из непереваренных остатков корма, отторгнутых клеток слизистой кишечника, из желчных минеральных веществ, выделяемых через кишечник. Другая часть минеральных веществ выделяется через почки. В кале крупного рогатого скота много витаминов B_{12} . Более 30% сухого вещества кала составляют отмершие микроорганизмы и некоторая часть жира. Кал формируется из химуса в заднем отделе толстого кишечника и постепенно уплотняется вследствие значительного всасывания воды. У крупного рогатого скота всасывание воды менее интенсивное, чем у лошади, свиньи и овцы, у которых кал более плотный. Крупный рогатый скот выделяет за сутки до 40 кг кала, лошадь — до 17 кг, овца — около 3 кг.

Дефекация — выбрасывание кала через анальное отверстие. Фекальные массы скопляются в заднем отделе толстых кишок. Выход из кишки закрыт двумя сфинктерами: внутренним — гладкомышечным и наружным — из поперечнополосатой мускулатуры. При дефекации сфинктеры открываются. Дефекация — сложнорефлекторный процесс, происходит при участии центральной нервной системы, врожденных и условных рефлексов. Позывы на дефекацию возникают при раздражении рецепторов заднего отдела толстых кишок. Эти позывы передаются в центр дефекации — поясничную часть спинного мозга. Акту дефекации помогает сокращение диафрагмы и брюшной стенки.

У сельскохозяйственного скота дефекация происходит 10—24 раза в сутки, у птиц — 5—12 раз.

Длительность пребывания корма в пищеварительном тракте у домашних животных различна. При скормливании животным окрашенные безвредной краской кормовые гранулы, общая продолжительность пребывания корма в пищеварительном тракте у жвачных 14 дней. Первые частицы непереваренного корма в кале жвачных появляются примерно через сутки, но отдельные гранулы задерживаются до 18 дней; продолжительность пребывания корма у лошадей более 4 суток, у свиней — до 36 часов.

Адаптация пищеварения к характеру кормления. У животных пищеварение приспосабливается к характеру кормления. Например, у собак количество желудочных желез, а следовательно, и поджелудочной железы значительно изменяется в зависимости от характера кормления. При длительном кормлении собак углеводами (хлеб, картофель, морковь) секреция желудочных желез уменьшается, а при скормливании кормов животного происхождения (богатых белком) увеличивается.

При скормливании жвачным животным грубых кормов с добавлением легкоперевариваемых углеводов (сахарная свекла и другие сочные корма) улучшается деятельность микроорганизмов в преджелудках, начинается использование небелкового азота, например мочевины, увеличивается количество летучих жирных кислот. При даче жвачным большого количества силоса снижается деятельность микроорганизмов, замедляются бродильные процессы в рубце.

Пищеварение у сельскохозяйственных птиц

При приеме корма основное значение у кур имеет зрение и осязание, у уток и гусей — главным образом осязание. Под языком птиц имеются вкусовые почки. Домашние птицы не имеют зубов. Попадаемый корм у кур, индеек и голубей попадает в зоб. У гусей и уток зоб развит очень слабо.

В зобу корм смешивается со слюной, выделяемой зобными железами, и по мере освобождения желудка поступает сначала в желудок, а затем в мышечный желудок. Корм начинает переходить в кишечник очень быстро (через несколько минут после приема корма) и освобождает его через несколько часов. У голодных кур зерно

и вода могут попасть в желудок, минуя зоб. При проглатывании птица поднимает голову.

Как и у млекопитающих, пищеварительный тракт у птиц населен микроорганизмами. Ферментами, выделяемыми микроорганизмами и ферментами самих кормов проглоченная масса в зобу подготавливается (химически изменяется) для дальнейшего пищеварения. У цесей микроорганизмы продолжают действовать и в желудке.

В слюне птиц обнаружены амилазы, поэтому некоторое переваривание углеводов может происходить в зобу. Зоб перистальтически сокращается, последние замедляются при заполнении зоба и уходят в желудок у голодной птицы.

Пищеварение в желудке. Корм в железистом желудке птицы задерживается, а проходит, смешавшись с кислым желудочным соком, в мускульный. Здесь корм не только переваривается, но и разламывается камешками, проглатываемыми птицей.

Наиболее активный возбудитель секреции желудочных желез у цыплят в первые дни жизни — комбикорм, смешанный с морковью или зеленью. Зелень продолжает оказывать сокогонное действие и у цыплят более старшего возраста. Химус желудка цыплят содержит активные протеолитические ферменты.

Секреция желудочных желез у птиц непрерывная. В период линьки у кур она понижается, а при яйцекладке повышается. Добавление в корм животных белков стимулирует секрецию желудочных желез. pH желудочного сока кур 1,52, гусей — 2,24. Самая высокая протеолитическая активность желудочного сока у кур, самая низкая — у цесей. У гусей желудочные железы выделяют более активный сок при поедании растительных кормов.

Установлены следующие фазы желудочного сокоотделения: рефлекторная, механическая (воздействие корма на стенки желудка) и гуморальная. Внутренний слой мышечного желудка выстлан кутикулой. Он не только предохраняет желудок от механических повреждений, но в некоторой степени способствует перетиранию корма. Мышечный желудок переваривает корм соками, выделяемыми железистым желудком. Движения мышечного желудка (2—3 раза в минуту) непрерывные как во время кормления, так и при голоде. Его сильные сокращения создают значительное давление (100—150 мм ртутного столба, у уток и гусей — больше). Для нормальной работы пищеварительного аппарата имеет значение размер проглатываемых камешков (чаще всего из кварца): для цыплят они должны быть размером 2—3 мм, для взрослой птицы — до 10 мм. Гравий нельзя заменять мелким песком, известняком, мелом: известняк и мел под действием соляной кислоты желудочного сока растворяются, что может вызвать воспалительные процессы.

Пищеварение в кишечнике. По отношению к длине тела кишечника у птиц гораздо короче, чем у млекопитающих. Пищевые массы довольно быстро переходят из желудка в кишечник — у кур уже через несколько минут после начала кормления. У гусей химус переходит в кишечник непрерывно, у уток — с перерывами. В кишечнике

Пищеварительные соки и их действие

Секреторный орган	Ферменты	Действие фермента	Другие вещества, содержащиеся в пищеварительном соке, и их роль
Слюна	Амилаза Мальтаза	Расщепляет крахмал до мальтозы Расщепляет мальтозу до глюкозы	Муцин обволакивает пищу Лизоцим (антибактериальное вещество)
Желудочный сок	Пепсин Химозин Липаза Желатиназа	Частично расщепляет белки до полипептидов; створаживает белок молока Створаживает белок молока Расщепляет жир до жирных кислот и глицерина Расщепляет желатин	Соляная кислота — способствует превращению пепсиногена в активный пепсин — —
Сок поджелудочной железы	Трипсин Химотрипсин Амилаза Липаза	Расщепляет белки до полипептидов и аминокислот Расщепляет белки до полипептидов и аминокислот См. выше Расщепляет жир до жирных кислот и глицерина	
Желчь	—	—	Эмульгирует жир, активизирует липазу
Кишечный сок	Пептидазы Амилаза Липаза Мальтаза Сахараза Лактаза Энтерокиназа	Расщепляет полипептиды до аминокислот См. выше См. выше Расщепляет мальтозу до глюкозы Расщепляет сахарозу до глюкозы и фруктозы Расщепляет лактозу на галактозу и глюкозу Активизирует трипсиноген, превращая его в трипсин	

корм перемешивается посредством антиперистальтических движений. Наиболее активные движения вызывают сырой картофель, а не комбикорм.

В кишечник поступают секрет поджелудочной железы и желчь, которые играют основную роль в кишечном пищеварении. В отличие от млекопитающих реакция поджелудочного сока у птиц слабощелочная, а желчи — слабокислая. Секрет самих кишечных желез имеет у птиц второстепенное значение для кишечного пищеварения. И у млекопитающих, и птицы не выделяют ферментов для переваривания клетчатки; она частично переваривается только микроорганизмами в слепых кишках. Сюда поступает часть химуса с мелкими частицами корма. Крупные частицы клетчатки переходят в конечную кишку и выбрасываются с калом. Содержимое из слепых кишок выделяется в 9—10 раз реже, чем продвигается остальная масса, поэтому у птиц двух видов. У птиц каловые массы выделяются вместе с микробами.

Пищеварение и всасывание у птиц весьма интенсивные. У перелетных птиц, у которых обмен веществ повышенный, корм находится в пищеварительном канале менее четырех часов.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Физиология пищеварения

Пищеварительные свойства слюны. Материалы и оборудование. крахмальный клейстер, чистые пробирки в штативе, 1—2%-ный раствор йода (раствор Люголя), глазные пипетки, водяная баня, спиртовка.

Пищеварительные свойства слюны легко определить, действуя ее ферменты — амилазой и мальтазой — на крахмал.

В три пробирки наливают по 2—3 мл крахмального клейстера и добавляют по 2—3 капли раствора йода. Содержимое пробирок перемешивают. Крахмальный клейстер под действием йода окрасится в синий цвет. В одну из пробирок приливают 2—3 мл профильтрованной слюны человека, в другую — 2—3 мл прокипяченной слюны, в третью (контрольную) — столько же дистиллированной воды. Пробирки ставят в водяную баню с температурой 38—40° или в термостат. Через 15—20 минут проверяют, что произошло с крахмальным клейстером. В пробирке с некипяченной слюной синяя окраска исчезла, и раствор стал прозрачным. Это показывает действие ферментов слюны на крахмал. Во второй и третьей пробирках раствор не обесцвечивается.

Следует проделать опыты, показывающие зависимость пищеварительных свойств слюны от температуры и реакции среды.

В две пробирки наливают по 3—5 мл разбавленной слюны человека, затем и по две из них прибавляют по 2—3 мл крахмального клейстера и каплю 1%-ного раствора йода (слюну и крахмал необходимо предварительно охладить). Одну пробирку немедленно ставят в стакан со льдом, другую — в водяную баню. В первой пробирке раствор почти не обесцвечивается, так как расщепление крахмала до глюкозы ферментами слюны при низкой температуре замедлено. Во второй пробирке синяя окраска раствора через 15—20 минут исчезает.

В пробирку наливают 3—5 мл разбавленной слюны и по лакмусу устанавливают, что реакция слюны нейтральная и слабощелочная. Прибавляют по каплям слаборазведенную соляную кислоту до слабокислой реакции. Приливают крахмальный клейстер, йод и ставят пробирку в водяную баню на 10—15 минут. Раствор сохраняет синюю окраску. Проба на сахар дает отрицательный результат. По результату этого опыта можно сделать следующий вывод: ферменты слюны расщепляют крахмал (углеводы) в щелочной среде и не действуют на него в кислой среде (после прибавления соляной кислоты).

Выведение ферментов слюны на крахмал можно изучать с помощью следующего опыта. На вырезанный кусочек картофеля нанести несколько капель раствора Люголя. Поверхность картофеля приобретает синий цвет. Затем увлажняют синюю поверхность картофеля слюной человека и помещают ее в теплом месте. Через сутки синяя поверхность картофеля просветлится.

Выведение за отделением слюны у собак. *Материалы и оборудование:* хлеб, молоко, 0,5%-ный раствор HCl, воронка с пробирками для собирания слюны, банка с фистулой околушной слюнной железы, станок для собаки.

Собаку помещают в станок после 10—12-часового голодания. Собака не должна есть. К отверстию выведенного протока слюнной железы при помощи мензурки приклеивают специальную воронку с крючком для подвешивания пробирок. Заранее отвешивают одинаковое количество различных раздражителей (хлеб, мясо, молоко и т. д.) и, скармливая их собаке поочередно, наблюдают за отделением слюны. Через 25 г хлеба и отмечают время начала слюноотделения и подсчитывают количество слюны. Через 5 минут после прекращения слюноотделения меняют раздражитель на мясо. Вновь подсчитывают количество слюны, выделяемой собакой. Затем скармливают мясо, молоко. Наконец вводят в ротовую полость 5 мл 0,5%-ного раствора соляной кислоты.

После каждого пищевого раздражителя ожидают, пока выделение слюны не прекратится полностью. Последующий раздражитель применяют через 5 минут после прекращения слюноотделения. Количество слюны, полученное на каждый раздражитель, записывают по следующей форме.

Раздражители	Количество раздражителя (г)	Количество слюны (мл)
хлеб		
мясо		
молоко		
соляная кислота (мл)		

В заключение необходимо проанализировать полученные результаты.

Выведение желудочного сока на белки. *Материалы и оборудование:* желудочный сок, фибрин, штатив с пробирками, водяная баня, едкая щелочь (10%-ный раствор), фильтровальная бумага.

Желудочный сок для опыта берут у эзофаготомированной собаки с фистулой желудка. Желудочный сок берут во время минимого кормления. Для опыта получения желудочного сока надо растворить 1 г продажного пепсина в 500 мл соляной кислоты (0,2%-ной).

Желудочный сок можно получить также из слизистой оболочки свежего свиного желудка. Для этого ее соскабливают, высушивают и порошок растворяют в соляной кислоте (0,5%-ной концентрации) в соотношении 1 : 1000.

Вместо пепсина желудочного сока растворять белковые вещества выступает фибрин, если действовать им на фибрин крови. Фибрин готовят следующим образом. Берут кровь у лошади или коровы из яремной вены в стеклянную пробирку и сразу же перемешивают стеклянной палочкой 5—10 минут. При этом фибрин выпадает на палочке в виде волокон и хлопьев; их собирают и промывают водой до тех пор, пока они не станут совершенно белыми. Сохраняют фибрин в закупоренной банке, смешав с смесью глицерина и воды (в равных объемах). Перед употреблением фибрин тщательно отмывают в проточной воде. Затем берут три нумерованные пробирки: в первую и вторую кладут по одинаковому количеству (по несколько тонких нитей) фибрина и третью наливают 2—3 мл крахмального клейстера. В первую и третью пробирки наливают до половины натурального или искусственного желудочного сока; во вторую — столько же воды. Все пробирки помещают в водяную баню при температуре 37—40°. Через 20—30 минут нити фибрина в желудочном соке (первая пробирка) исчезают. В воде же они только слегка набухают, крахмальный клейстер не исчезает.

Желудочный сок вследствие наличия в нем соляной кислоты имеет кислую реакцию. Все ферменты желудочного сока (пепсин, химозин и желудочная липаза) проявляют свое действие на органические питательные вещества только в кислой среде. Поэтому проверяют реакцию желудочного сока. Снятая лакмусовая бумажка, смоченная в нем, краснеет. Это значит, что реакция желудочного сока кислая. Ставят опыт. В две пробирки кладут по одинаковому количеству фибрина. В одну из них наливают нормальный желудочный сок, в другую — сок, предварительно нейтрализованный прибавлением нескольких капель 10%-ного раствора едкого натра. Пробирки ставят в водяную баню (температура 37—40°). Через 25—30 минут пробирки просматривают и дают оценку опыта.

Для выяснения вопроса о влиянии температуры на действие ферментов желудочного сока ставят следующий опыт.

Берут две пробирки с желудочным соком и фибрином. Одну из них помещают в снег или лед, другую — в водяную баню (температура 37°). В третью пробирку заливают прокипяченный и остуженный желудочный сок, опускают в нее фибрин и помещают в водяную баню. Сопоставляют полученные результаты. Наблюдается, что активность ферментов желудочного сока проявляется при температуре 37°. При повышенной температуре внешней среды ферменты желудочного сока (в данном случае пепсин) слабо проявляют свое действие. Ферменты желудочного сока термолабильны: при кипячении они разрушаются и поэтому прекращают свое действие.

Действие химозина на белок молока. *Материалы и оборудование:* желудочный сок, раствор соды, штатив с пробирками, шавелевокислый натрий, водяная баня.

Кислый желудочный сок осторожно нейтрализуют раствором соды до слабой реакции. Наливают его в три пробирки по 1 мл в каждую. В одной из пробирок желудочный сок кипятят. Занумеровав три пробирки, наливают в каждую по 10 мл свежего молока. В первую пробирку добавляют несколько капель шавелевокислого натрия и встряхивают. Соли кальция выпадают в осадок. Все пробирки ставят в водяную баню с температурой 38—40° на 5—10 минут. После этого в первую и третью пробирку добавляют по 1 мл желудочного сока, а во вторую 1 мл прокипяченного сока. Снова помещают пробирки в водяную баню. Через несколько минут и в третьей пробирке молоко свертывается, и образуется сгусток. Во второй пробирке, с кипяченым желудочным соком, молоко остается без изменений. В первой пробирке сгусток тоже не образуется, потому что в нем осаждены соли кальция. Если в эту пробирку добавить раствор кальция, молоко начинает свертываться.

Действие желчи на жиры. *Материалы и оборудование:* две стеклянные воронки, штатив с пробирками, жидкий растительный жир, бумажные фильтры, желчь.

Влияние желчи на фильтрацию жира. Вложить фильтры в две воронки и поместить одну из них желчью, другую — водой. Вставить каждую воронку в пробирку. Налить по 1—2 мл растительного масла. Через фильтр, смоченный водой, масло почти не пройдет, а через фильтр, смоченный желчью, жир профильтруется довольно быстро, ибо желчь эмульгирует его и способствует быстрейшему фильтрованию.

Эмульгирование жира. В две пробирки налить по 0,5 мл растительного масла. В одну из них добавить 5 мл желчи, а в другую столько же воды. Тщательно встряхнуть обе пробирки и отметить устойчивость полученной эмульсии. В пробирке с маслом и желчью образуется стойкая эмульсия. В пробирке, куда была долиита вода, стойкой эмульсии не образуется и масло отделяется от воды (всплывает на поверхность).

Определение кислотности желудочного сока. *Материалы и оборудование:* желудочный сок, 0,1 н. раствор щелочи; два стаканчика на 50 мл, бюретка, индикатор 0,5%-ный раствор диметиламиноазобензола, 1%-ный раствор фенолфталеина.

Для определения свободной и связанной (с пищевыми веществами) соляной кислоты берут 5 мл натурального желудочного сока и добавляют по 1—2 капли индикаторов: 0,5%-ного спиртового раствора диаметиламиноазобензола и 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина. Желудочный сок титруют 0,1%-ным раствором щелочи. Для этого раствор щелочи заливают в бюретку и прибавляют в стаканчик с желудочным соком. В присутствии свободной соляной кислоты диаметиламиноазобензол дает вишневое окрашивание. При титровании вишневый цвет переходит в желтый. Отмечают количество раствора щелочи, израсходованной на превращение цвета раствора (сока) изменяется от желтого до розового.

Второй между вторым и третьим отсчетом будет количеством щелочи, израсходованной на нейтрализацию связанной соляной кислоты.

Третий — количеством щелочи, израсходованной на все титрование, характеризует кислотность желудочного сока.

Перистальтика кишечника. *Подопытные животные:* кролики, кошка, лягушки; *оборудование:* тюрплетор глауберовой соли, скальпели, ванна с раствором Рингера — Локка, кимограф.

План работы. 1. Кроликам за 4—5 часов до опыта вводят через рот по 500—700 мл тюрплетора глауберовой соли, чтобы усилить перистальтику кишечника. В указанный промежуток времени животных оглушают ударом молотка по голове. Животных кладут на анатомические столы и фиксируют в спинном положении. Вскрывают брюшную полость по белой линии живота и наблюдают за перистальтическими движениями кишечника.

2. У паректотомизированной кошки или кролика находят на шее блуждающий нерв и накладывают на него лигатуру. Вскрывают брюшную полость. Животного кладут в ванну с раствором Рингера — Локка (38°) и расправляют кишечник. Наблюдают, как правило, заметны сокращения кольцевых и продольных мускульных слоев кишки. Если раздражить блуждающий нерв, перистальтические движения усилятся.

3. Разрушив головной и спинной мозг лягушки, кладут ее на пробковую доску брюшком вверх. Разрезают брюшную стенку и обнажают кишечник. Перистальтические движения кишечника почти незаметны. Но если на поверхность кишки нанести кристаллик поваренной соли, смоченной водой, то движения кишок, под влиянием химического раздражения усиливаются и становятся доступными для наблюдения.

4. При осмотре кишечника записывают движения изолированной кишки. Для этого у кролика или кошки вырезают часть тонкого отдела кишечника (подвздошной кишкой 7—10 см и опускают в ванночку с теплым раствором Рингера — Локка (38°). На слизистую изолированного участка кишки наносят 1—2 капли 1%-ного раствора уксусной кислоты; перистальтические движения усиливаются.

5. Из вырезанного участка кишки подвешивают в стакане, прикрепив его к крючку пишущего пера для записи на барабане кимографа. Другой конец кишки прикрепляют к согнутой части стеклянной трубочки, опущенной в стакан, в который налит теплый раствор Рингера — Локка или физиологический раствор. Произвольные сокращения. Кривая на ленте свидетельствует о неритмичном сокращении изолированного участка кишки. В раствор добавляют 2—3 капли ацетилхолина (1 : 100 000). Сокращения усиливаются. От прибавления 0,5 мл адреналина (1 : 1000) перистальтика затормаживается.

Моторная функция желудочно-кишечного тракта. *Материалы и оборудование:* фонендоскопы, стетоскопы, простыни, полотенца, мыло хозяйственное; лошади, ко-

шьяки прослушивают посредством фонендоскопа и путем непосредственной аускультации: а) моторику тонких кишок — в области левого подвздоха слышны звуковые тона, напоминающие звук переливающейся жидкости (плеска, полыхания, журчанья ручейка); б) моторику толстого отдела кишечника — в области правого подвздоха слышны глухие звуки (урчание, мурлыканье, отдаленный грохот); в) топографию желудка (левое подреберье от 13 до 16-го ребра).

У крупного рогатого скота прослушивают и исследуют: а) моторику рубца путем аускультации — в левом подвздохе (рубец ритмически сокращается 3—5 раз в 2 минуты); б) топографию сетки, книжки и сычуга; в) моторику тонких кишок (фонендоскопом и непосредственной аускультацией), — в правом подвздохе.

При аускультации область прослушивания покрывают полотенцем, простыней или одеялом, чтобы устранить шумы трения, которые возникают при соприкосновении шерстного покрова животного. Предварительно голову животного надежно фиксируют, а у беспокойных животных поднимают переднюю конечность. Левую половину груди удобнее выслушать левым ухом, повернувшись лицом к заду животного и положив руку (левую) ему на спину. При аускультации правой половины положение исследующего соответственно меняется.

ГЛАВА V КРОВЬ И ЛИМФА

Кровь

Кровь — жидкая ткань, разновидность соединительной ткани. Кровь представляет собой коллоидный раствор, в котором взвешены клетки крови: эритроциты, лейкоциты и тромбоциты (кровяные пластинки). Если свежую кровь центрифугировать, предварительно добавив к ней немного лимоннокислого или щавелевокислого натрия, на дно пробирки осядут, как более тяжелые, эритроциты, над ними уляжется небольшой слой лейкоцитов и тромбоцитов, а наверх останется жидкая часть крови — плазма. Плазмы несколько больше по объему, чем форменных элементов.

Кровь, богатая кислородом, алая, а бедная кислородом — вишневая красная. Цвет крови создают эритроциты.

Плазма крови — почти прозрачная, слегка желтоватая жидкость. Более окрашена плазма крови крупного рогатого скота и лошадей, так как в ней много пигментов.

Функции крови. Кровь непрерывно движется по замкнутой системе кровеносных сосудов и нигде не соприкасается с клетками тела. Питательные вещества — продукты расщепления белков, углеводов и жира, витамины, гормоны, минеральные соли, вода, всосавшиеся в кровь из кишечника, переходят к клеткам тела через капилляры и жидкость, заполняющую межклеточное пространство. Сюда же, в тканевую жидкость, а из нее в лимфу переходят продукты обмена веществ, образующиеся в тканях и клетках, ненужные и даже иногда вредные для организма. Эти продукты кровью переносятся в выделительные органы — почки и кожу и удаляются из организма.

Через тканевую же жидкость кровь доставляет клеткам тела кислород и уносит отсюда углекислый газ. Последний с кровью переходит в капилляры легких и выводится наружу. В легких же кровь обогащается кислородом.

Плазма крови содержит много воды, удельная теплоемкость которой весьма высокая. При движении и перераспределении крови тепло из глубоко расположенных тканей передается к поверхности тела. Кровь — постоянный разносчик тепла.

С помощью гормонов, поступающих из желез внутренней секреции, кровь создает гормональную связь между органами.

Большое значение имеет защитная роль крови: в ответ на проникновение в организм животного микроорганизмов, вирусов, токсинов (ядовитых веществ) в крови образуются антитела (противоядия), активизируются лейкоциты, организм приобретает иммунитет. К защитным свойствам крови относятся также ее способность свертываться и ферментность (см. дальше). Состав крови изменяется при различных заболеваниях, поэтому исследование ее нередко позволяет установить скрыто протекающие патологические процессы в организме.

Количество крови. Всю кровь можно разделить по объему на две равные части: непрерывно циркулирующую в организме и поддерживающуюся в селезенке, печени и коже — в депо крови. Здесь кровь движется значительно медленнее. Отсюда по мере необходимости она может переходить в общий поток. Из циркулирующей крови больше половины находится в венах и $\frac{1}{5}$ часть — в капиллярах легких. У крупного рогатого скота и овец вся кровь составляет в среднем 8% веса тела, у лошади — 9%, у свиньи — 7%. Количество крови, а в некоторой степени и ее состав, зависит от физиологического состояния организма, возраста, пола, условий кормления животного, даже времени года и др. Во время беременности количество крови увеличивается.

Животное может потерять до 75% крови без особого вреда, но при условии, что это происходит постепенно; разовая потеря даже $\frac{1}{3}$ крови еще всего приводит животное к гибели.

Плазма крови. Клетки тела, как сказано, отдают в кровь продукты жизнедеятельности и получают из плазмы все необходимое для жизнедеятельности организма через тканевую жидкость. Отсюда понятно, что химический состав плазмы весьма сложен. В него входят: коллоиды, различные молекулярные соединения, ионы. В растворе можно обнаружить глюкозу, молочную кислоту, липиды (жиры), белки, неорганические азотистые вещества (или остаточный азот): аминокислоты, мочевину, мочевую кислоту, аммиак и др., а также минеральные соединения, газы (азот, кислород, углекислый газ), гормоны, ферменты, витамины, пигменты и пр. В плазме 90—92% воды. Этот сложный состав крови более или менее постоянный (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2

Состав плазмы

Органические вещества	Неорганические вещества (мг %)
Белки (%)—6,5—8,2	Натрий—280—350
Глобулины—4,0—5,0	Калий—16—25
Альбумины—2,0—4,0	Кальций—9—11
Фибриноген—0,2—0,4	Железо—0,08—0,14
Азот (небелковый) (%)—	Медь—0,08—0,14
0,02—0,04	Цинк—0,3—0,37
Вещей в числе:	Хлор—320—360
Мочевина (мг %)*—10—24	Фосфор—10—15
Мочевая кислота—2—7	Сера—70
Углерод—50—170	
Азотистая кислота—10—15	

* мг %—мг в 100 мл.

Плазма крови слабощелочной реакции (Рн 7,4), вязкость ее в два раза больше вязкости воды. Осмотическое давление, создаваемое солями и раствором плазмы, главным образом раствором хлористого

натрия, составляет 7,6 атмосферы, давление коллоидов (в основном белков плазмы) — только 30 мм ртутного столба. Его называют онкотическим давлением. Оно имеет, однако, большое значение, так как удерживает воду в кровеносных сосудах, препятствуя ее выходу в ткани. Понижение онкотического давления плазмы может привести к отекам, усиленному переходу воды из капилляров в ткани.

Осмотическое давление плазмы млекопитающих равно осмотическому давлению 0,9%-ного раствора NaCl. Такой раствор называют физиологическим, что, впрочем, не совсем правильно. Физиологический раствор должен иметь такое же соотношение катионами натрия, кальция и калия, как и кровь. Для замещения потерянной крови чаще всего используют раствор, предложенный физиологом Рингером (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

Состав раствора Рингера
(г солей на 1 л дистиллированной воды)

Соли	Для холоднокровных животных	Для теплокровных животных
NaCl	6,5	9,0
CaCl ₂	0,1	0,24
KCl	0,14	0,42
NaHCO ₃	0,2	0,15

Локк предложил добавлять к раствору глюкозу из расчета 1 г на 1 л воды.

Осмотическое давление крови сохраняется на постоянном уровне и равняется осмотическому давлению в клетках тела. Оно соответствует осмотическому давлению, создаваемому раствором 0,9% NaCl, и называется изотоническим. Если осмотическое давление крови становится выше, оно делается гипертоническим. При этом вода из клеток тела, в том числе и из эритроцитов, начинает переходить в плазму, а эритроциты сморщиваются. При гипотонии, когда осмотическое давление ниже клеточного, вода, наоборот, переходит в клетки, следовательно, и в эритроциты. Клетки набухают.

Несмотря на то, что в кровь постоянно поступают кислые продукты обмена веществ, реакция крови остается слабощелочной. Это обуславливается буферными (защитными) свойствами крови, а также тем, что избыток кислот удаляется из крови через почки и органы дыхания, отчасти через кожу. Буферными свойствами обладают главным образом белки крови, в первую очередь гемоглобин красных кровяных клеток, а также минеральные вещества — бикарбонатная и фосфатная буферные системы. Бикарбонатная система состоит из угольной кислоты и двууглекислой соли (бикарбоната) натрия и калия. Когда в процессе обмена веществ в кровь поступают кислоты, они нейтрализуются бикарбонатом. При этом освобождается угольная

которая выделяется через легкие в виде CO_2 и H_2O . В результате восстанавливается прежнее соотношение между угольной кислотой и двууглекислой солью натрия.

Щелочные соли слабых кислот образуют щелочной резерв крови. Благодаря ему вызвать сдвиг реакции крови в кислую сторону более затруднительно, чем увеличить ее нормальную щелочность. Щелочной резерв обуславливает устойчивость организма при различных физиологических процессах (при усиленной мышечной деятельности, сопровождаемой выделением в кровь значительных количеств кислых продуктов обмена веществ).

Белки плазмы представлены главным образом альбуминами и глобулинами. Первые придают необходимую вязкость. Некоторые из глобулинов принимают участие в защитных реакциях организма. К ним же относится и фибриноген крови, участвующий в ее свертывании. Опыты с мечеными веществами показали, что альбумины, протромбин и фермент крови протромбин образуются в печени и распадаются после перехода в плазму в течение примерно двух недель, после чего заменяются новыми.

Свертывание крови. Наиболее важное свойство крови — ее способность свертываться. Это — защитная функция крови. Благодаря ей организм предохраняет себя от возможных значительных потерь крови. Уже через несколько минут после выхода наружу в крови образуется красный сгусток. Спустя несколько часов сгусток сжимается и приобретает прозрачную, слегка желтоватую сыворотку.

Сгусток состоит главным образом из эритроцитов. Часть лейкоцитов и подвижных клеток может оказаться вне сгустка, в сыворотке. Сущность процесса свертывания крови заключается в переходе растворенного в плазме фибриногена в нити твердого фибрина. Если в крови фибриноген, например помешиванием крови кисточкой, не произойдет, а на кисточке осядут белые нити фибрина. Если лишняя фибрина, называется дефибринованной. Свертывание крови включает незаметные для глаза ферментативные процессы и ясно видимый переход жидкого фибриногена в твердые нити фибрина — образование сгустка.

В ферментативную фазу действует несколько факторов. Прежде всего ионы кальция. Если добавить к крови немного шавелевокислого натрия (такая кровь называется оксалатной) или лимоннокислого натрия (цитратная кровь), свертывания не произойдет, потому что кальций при этом выключается из участия в реакции свертывания крови.

Для консервирования крови и хранения ее с целью переливания в кровь добавляют лимоннокислый натрий. Для свертывания крови необходим фермент тромбопластин (тромбокиназа). Это вещество содержится в тромбоцитах, которые разрушаются при свертывании крови, и в клетках почти всех тканей организма. Тромбопластин, например, освобождается при нарушении целостности органа — порезах и пр. Под действием тромбопластина и кальция неактивный фермент крови протромбин превращается в активный

т р о м б и н. После этого и совершается переход фибриногена в твердый фибрин, т. е. кровь свертывается. Таким образом, свертывание крови — процесс, состоящий из трех фаз: освобождения протромбoplastина, превращения протромбина в тромбин и образования фибрина.

Нужно, однако, иметь в виду, что механизм свертывания крови много сложнее того, что изложено выше, так как за последние годы в плазме обнаружено более 10 факторов белковой природы и 7 факторов в тромбоцитах, участвующих в свертывании крови.

Скорость свертывания крови у разных видов животных и даже у одного и того же вида неодинакова. Кровь крупного рогатого скота свертывается (при температуре 25°) в течение 6,5 минуты, лошади — 11,5; овцы — 2,5; свиньи — 3,5 минуты. Кровь птицы отличается повышенной свертываемостью: она свертывается в 10 раз быстрее крови лошади. Скорость свертывания крови меняется при изменении физиологического состояния организма. У беременных животных кровь свертывается быстрее. Резко снижается скорость свертывания крови у крупного рогатого скота при поедании испорченного корма из клевера или донника. При недостатке витамина К в кормах у животного наблюдаются множественные кровоизлияния во внутренних органах из-за плохой свертываемости крови.

В организме имеются химические вещества, препятствующие свертыванию крови в кровеносных сосудах. К этим веществам относятся, например, г е п а р и н, вырабатываемый в печени и некоторых других органах тела, а также ф и б р и н о л и з и н, способный сдерживать образование сгустков крови и даже растворять уже образовавшиеся сгустки в кровеносных сосудах. Фибринолизин выделяется бо́льшим количеством, если в крови начинает образовываться тромбин.

Эритроциты. У млекопитающих это безъядерные округлые двояковогнутые клетки, покрытые белково-липидной оболочкой. Вогнутость увеличивает их поверхность. Потеря ядра и заполнение освободившегося пространства белком — гемоглобином способствует полнению основной задачи эритроцитов — переносу кислорода.

Эритроциты эластичны, легко меняют форму, например при передвижении крови по узким капиллярам. У птицы и низших животных эритроциты овальные и содержат ядро. Клетки красного костного мозга, из которых образуются эритроциты, также с ядром.

Кроме переноса кислорода, красные кровяные клетки на своей поверхности переносят аминокислоты, гормоны, витамины, токсины и другие вещества.

Эритроциты содержат в среднем 14% г е м о г л о б и н а. Каждый грамм его связывает при переходе гемоглобина в окисленную форму в о к с и г е м о г л о б и н — 1,34 см³ кислорода. Основная функция эритроцитов — доставлять из легких в ткани тела кислород и участвовать в переносе из тканей в легкие углекислого газа. Эту функцию выполняет г е м о г л о б и н, дыхательный пигмент крови, содержащий железо. Он заключен внутри эритроцитов, где находится в растворенном состоянии. Название этого сложного вещества показывает

состоит из белка г л о б и н а (96% по весу) и небелковой части — г е м а. Последний имеет у всех животных одинаковую структуру. Различия в свойствах гемоглобина у животных зависят от белковой части. Способность присоединять к себе кислород придает гему, так как он содержит железо.

Оксигемоглобин — соединение непрочное, в определенных условиях отдает кислород и вновь превращается в восстановленный гемоглобин.

Гемоглобин переносит также и углекислый газ, но немного, примерно только 15%, который присоединяется не к гему, а к глобину. Углекислый газ в крови соединен главным образом со щелочами, образуя двууглекислые соли — бикарбонаты натрия и калия.

Соединение гемоглобина с CO (угарным газом) называется карбоксигемоглобином. Это соединение во много раз более прочное, чем оксигемоглобин. Если в воздухе находится даже только 0,1% CO, больше половины гемоглобина крови оказывается связанной, и функция переноса кислорода кровью выключается.

Количество эритроцитов у сельскохозяйственных животных неодинаково. Оно колеблется и у отдельных особей. Как правило, у самок эритроцитов меньше, чем у самцов. На количество эритроцитов влияют физиологическое состояние, возраст животного, условия кормления, климат и пр. (табл. 4).

ТАБЛИЦА 4

Среднее количество эритроцитов в 1 мм³ и их диаметр

Животное	Количество (млн)	Диаметр (мк)
Бык	5—7	5,6
Лошадь	7—9	5,0
Овца	13—17	4,1
Корова	6—10	5,6
Свинья	5—8	5,6
Птица	6,5	7,3
Рыба и тунг	2,5—4,0	7,5—12,0

Площадь поверхности эритроцитов очень большая: у быка — 10 м², у лошади — 14 тыс., у свиньи — 3 тыс. м².

Оболочка эритроцитов проницаема для анионов и мало проницаема для катионов. В плазме крови преобладают соли натрия, а в эритроцитах — соли калия. Избирательная проницаемость оболочки эритроцитов определяет их поведение в растворах солей. Изотонические растворы не вызывают в эритроцитах осмотических процессов: соли внутри эритроцитов по концентрации находятся в равновесии с солями вне клеток. Если же эритроциты поместить в гипотонический раствор, переход воды в эритроциты сначала вызывает их набухание, затем и разрушение. Происходит гемолиз эритроцитов и выход

гемоглобина в окружающую среду; это осмотический гемолиз. При разрушении оболочки эритроцитов химическими веществами наступает химический гемолиз. При гемолизе кровь делается прозрачной. Такую кровь называют **лаковой**.

Группы крови и переливание крови. Сыворотка, или плазма, людей в одних случаях способна вызвать агглютинацию (склеивание) эритроцитов других людей. В других случаях агглютинации не отмечается. Последнее свойство позволило разработать лечебное мероприятие — **переливание крови** без каких-либо осложнений больным людям, нуждающимся в ней. Человек, дающий свою кровь для переливания, называется **донором**, а получающий эту кровь — **реципиентом**. Положительное лечебное действие от крови донора больной получает тогда, когда в эритроцитах донора не окажется агглютинируемого (склеиваемого) вещества — **агглютиногена**, а в плазме крови реципиента не будет агглютинирующего, склеивающего вещества — **агглютинина**. В противном случае наступает агглютинация эритроцитов и их разрушение — **гемолиз**. В первом случае кровь донора и реципиента называют **совместимой**, а в случае гемолиза — **несовместимой**.

В крови людей найдены два вида агглютиногенов и два вида агглютининов. Агглютиногены содержатся в эритроцитах и обозначаются буквами А, В; агглютинины (в сыворотке) — α (альфа), β (бета). При взаимодействии агглютиногена А с агглютинином α или агглютиногена В с агглютинином β эритроциты склеиваются.

В зависимости от содержания в крови тех или других агглютининов и агглютиногенов кровь человека разделяют на четыре группы (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Группы крови человека

Группа	Агглютинины	Агглютиногены	Пригодность крови для переливания другим группам
I	$\alpha\beta$	Нет	Всем группам
II	β	A	II и IV группам
III	α	B	III и IV группам
IV	нет (0)	A и B	Только IV группе

Как видно из таблицы, кровь людей I группы не содержит агглютиногенов. Поэтому ее можно перелить человеку любой другой группы. Кровь же IV группы нельзя переливать к крови других групп (рис. 16).

Следует отметить, что переливание крови, содержащей агглютинин α или β , к крови с агглютиногеном А или В не опасно, так как агглютинины в организме реципиента быстро разбавляются его кровью. Низкая же концентрация агглютининов не вызывает склеивания эритроцитов и гемолиза.

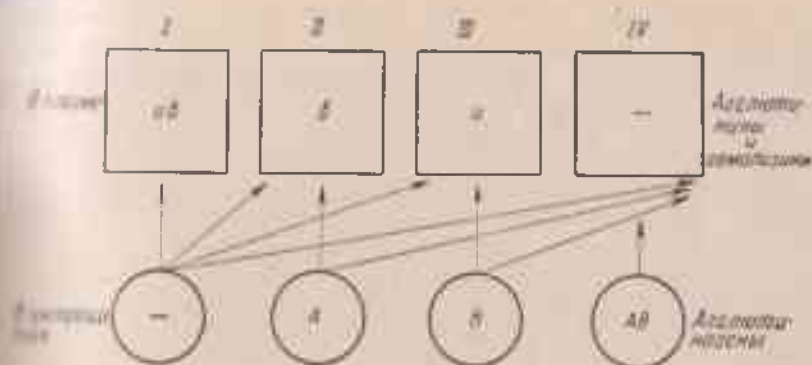


Рис. 101. Схема совместимости групп крови.

Для определения групп крови пользуются стандартными (известными) сыворотками II и III групп крови.

При переливании одной только плазмы (без эритроцитов) можно принимать во внимание принадлежность к той или другой группе крови.

Агглютиногены в эритроцитах образуются в период эмбрионального развития, и группа крови не меняется в течение всей жизни.

Группы крови у сельскохозяйственных животных, так же как и у человека, наследственно обусловлены и не меняются в течение жизни. У животных отсутствует система крови, аналогичная системе крови человека (A, B, 0). Поэтому в ветеринарии нет определенных рекомендаций о ценности различных доноров применительно к определенному реципиенту. Обычно кровь переливают животным при хирургических и некоторых инфекционных заболеваниях, при расстройстве пищеварения у телят, при кормовых и химических отравлениях. Безопасно только однократное (в первый раз) переливание крови от одного животного другому. Повторное переливание грозит животному смертельным исходом.

У животных определяют наличие в эритроцитах особых веществ — антигенов; это вещества (преимущественно белковой природы), которые при введении в организм, минуя пищеварительный тракт, вызывают образование антител. Антитела взаимодействуют только с антигенами (а их очень много), против которых они выработаны. Реакция в крови антител называется иммунлизацией.

Для определения принадлежности животного к определенной группе крови из сыворотки устраняют все антитела, кроме тех, которые специфичны взятому антигену.

Антигены, имеющие общую наследственную основу, объединяются в систему. Наиболее изучены группы крови у крупного рогатого скота. Здесь обнаружено до 100 антигенов, объединенных в 12 систем.

Принадлежность к той или иной группе связана с продуктивностью животного. Поэтому группы крови у сельскохозяйственных животных

используются в племенной работе. Так, группы крови у животных используются для определения в спорных случаях происхождения телят и поросят (если неизвестен отец); для разрешения вопроса о родстве однояйцевом или двуяйцевом происхождении близнецов; для установления у поросят и жеребят некоторых наследственных болезней крови и пр.

Реакция оседания эритроцитов (РОЭ). Если тем или иным способом предотвратить свертывание крови и дать ей постоять в капиллярной трубке, через некоторое время эритроциты осядут, и тем скорее, чем быстрее они склеятся. Большое значение имеет при этом состояние плазмы крови. Скорость оседания (РОЭ) зависит от вида животного и в пределах вида — от физиологического состояния организма. Наиболее быстро оседают эритроциты в крови лошади, медленнее — в крови крупного рогатого скота. Воспалительные процессы, болезнь ускоряет РОЭ.

Лейкоциты и лейкоцитарная формула. Лейкоцитов (белых кровяных клеток) значительно меньше, чем эритроцитов. Количество лейкоцитов зависит от физиологического состояния организма. Лейкоциты — это клетки с ядрами, способные к амебевидному движению и активному способу питания. Они участвуют в сложных физиологических процессах, особенно велика их роль в обмене веществ. Количество лейкоцитов варьирует в довольно широких пределах; оно меняется постоянно, чем у эритроцитов. Имеются лейкоциты различных форм. Процентное соотношение последних называется лейкоцитарной формулой (табл. 6).

ТАБЛИЦА 6

Лейкоцитарная формула

Вид животного	Количество лейкоцитов в 1 мм ³ крови (тыс.)	Зернистые			Незернистые	
		в %			в %	
		нейтрофилы	эозинофилы	базофилы	лимфоциты	моноциты
Крупный рогатый скот	5—10	13—40	3—10	0—1,5	40—77	4—10
Лошадь	6—10	40,9—56,5	2,6—6,2	0,1—1,2	30—51	0,1—1,2
Овца	6—12	27,4—43,0	2—8	0,2—0,8	46—68	1,4—3,0

Фагоцитоз. Как установил И. И. Мечников, лейкоциты обладают способностью к фагоцитозу: они поглощают и переваривают внутри себя частицы отмерших и подлежащих удалению тканей. Фагоцитозу подвергаются и те эритроциты, которые несут на своей поверхности токсины (ядовитые вещества). Лейкоциты оказывают свое действие вне кровеносных сосудов, в тканях тела, куда они проникают через стенки капилляров.

Физиологическое значение лейкоцитов заключается в их участии в создании иммунитета — невосприимчивости к инфекционным

функциям. Эта функция лейкоцитов основана на их способности к фагоцитозу. Им обладают в большей степени нейтрофилы, которые поглощают и переваривают ферментами не только умершие клетки, но и бактерии (рис. 102). Нейтрофилы, а также лимфоциты могут обезвреживать (обезвредить) и ядовитые яды. Гной в очагах воспаления содержит много зернистых лейкоцитов. Энергично фагоцитируют и моноциты. Их даже называют макрофагами.

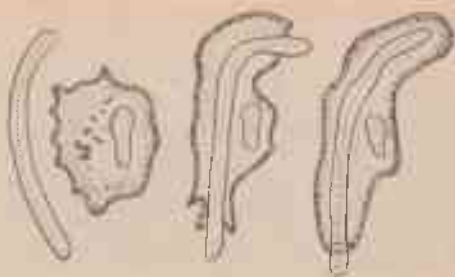


Рис. 102. Фагоцитоз бактерии лейкоцитом (по Мечникову).

В процессе с ними нейтрофиллы являются микрофагами. Таким образом, фагоцитоз обуславливает у животных природный иммунитет. Кроме того, лейкоциты способны вырабатывать и выделять антитела. Благодаря им создается и приобретенный иммунитет. Клеточную функцию в организме выполняют и клетки ретикулоэндотелиальной системы, а также родственные им клетки соединительной ткани (гистиоциты). В ретикулоэндотелиальной системе встречаются и сами лейкоциты. Продолжительность жизни лейкоцитов небольшая: от нескольких минут до 10—16 часов. Жизненный цикл зернистых лейкоцитов 3—5 дней.

Функция кровяных пластинок (тромбоцитов). Тромбоциты — мелкие тельца, 2—4 мк в диаметре. Количество тромбоцитов в крови подсчитать трудно, так как при выходе крови из сосудов они быстро свертываются (у лошади их в среднем 200—400 тыс. в 1 мм³ крови), при этом освобождается фермент, способствующий свертыванию крови. Количество кровяных пластинок (а также эритроцитов) резко увеличивается во время усиленной мышечной работы; в общее русло крови попадает много форменных элементов из селезенки.

Кроветворение. Форменные элементы крови образуются в ретикулоэндотелиальной ткани: в красном костном мозге, в лимфатических узлах, вилочковой железе. У зародышей кроветворение происходит в печени и селезенке. Последняя принимает участие в кровообразовании, кроворазрушении и кровораспределении в организме.

В красном костном мозге образуются эритроциты, зернистые лейкоциты, тромбоциты; в лимфатических узлах — лимфоциты; в клетках ретикулоэндотелиальной системы — моноциты.

Из форменных элементов крови образуются из гематоцитов (больших клеток, имеющих ядро).

Кроветворение тесно связано с обменом веществ. Образование эритроцитов происходит при участии витамина В₁₂ и фолиевой кислоты. Кроветворению способствуют также микроэлементы — железо, медь. Последний необходим для синтеза в организме В₁₂.

Кроветворение регулируется нервной системой и железами внутренней секреции: гипофизом, надпочечниками, половыми железами.

Регуляция системы крови. В организме животного относительно постоянный состав крови. Это объясняется тем, что нервная система и железы внутренней секреции регулируют процессы кроветворения и постоянного разрушения клеток крови и перераспределения крови в организме. В этом принимает активное участие селезенка. Когда в организме мало крови, селезенка является депо крови. При недостатке кислорода она рефлекторно сокращается, и органы тела получают дополнительное количество крови. Селезенка принимает также активное участие в гемолизе старых эритроцитов, но в особенности лейкоцитов и тромбоцитов.

Раздражая рецепторы (чувствительные нервные окончания) желудка, толстой кишки, удается вызвать временный лейкоцитоз. Можно обнаружить зависимость лейкоцитоза и от состояния коры больших полушарий. Так, если собаку кормить в точно определенное время, у нее вырабатывается условный рефлекс на пищеварительный лейкоцитоз. Он развивается в соответствующие часы, если животное не получает корма.

Содержание эритроцитов в крови увеличивается, если животное более или менее длительное время находится в условиях пониженного давления воздуха (в горах). Пониженное давление приводит к незначительному поступлению кислорода и воспринимается рецепторами головного мозга, а также органами, где размещается депо крови (селезенка). Это рефлекторно приводит к увеличению количества эритроцитов за счет их выхода из депо, так и в результате усиленного кроветворения.

Лимфа и тканевая жидкость

Лимфой называется жидкость, содержащаяся у позвоночных животных в лимфатических капиллярах и сосудах.

Клетки тела получают питательные вещества из тканевой жидкости. Она образуется из воды, органических и неорганических веществ плазмы, проникающих сюда через стенки капилляров. Кроме питательных веществ, тканевая жидкость доставляет клеткам гормоны, ферменты, витамины, кислород.

Лимфа — бесцветная, прозрачная жидкость. Химический состав ее сходен с составом плазмы крови, но в лимфе значительно меньше белков. Вследствие этого удельный вес и вязкость лимфы значительно меньше, чем плазмы крови. Подобно крови, лимфа щелочной реакции. Лимфа, оттекающая от разных органов, содержит соответствующие продукты обмена веществ и жизнедеятельности этих органов. Например, в лимфе, оттекающей от желез внутренней секреции, содержатся гормоны; в лимфе, поступающей из кишечника во время пищеварения, содержится эмульгированный жир. Такая лимфа принимает цвет молока.

Образование тканевой жидкости и лимфы находится в зависимости от проницаемости капилляров, от условий кровообращения и давления крови в капиллярах.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Кровь и лимфа

Определение удельного веса крови. Приборы и материалы: цилиндры высокие, ареометры, хлороформ, кровь.

В цилиндр тщательно готовят смесь бензола с хлороформом в соотношении 1 : 1,25. Удельный вес такой смеси приблизительно 1,050. Смесь наливают в высокий цилиндр, а пипеткой вносят в нее каплю исследуемой крови. Если капля тонет, надо добавить хлороформа, всплывает — бензол. Когда удельный вес смеси сравняется с удельным весом крови, капля будет находиться во взвешенном состоянии. После установления вес смеси измеряют ареометром. Показание ареометра и характерный вес крови.

Определение реакции крови. Приборы и материалы: лакмусовая бумага (красная и синяя), иглы, спирт, пипетки, дистиллированная вода, вата.

Водородный показатель (рН) крови определяют методом титрования кислотой. Используют индикаторы, показывающих момент полной нейтрализации крови, чаще всего фенолфталеин и метилоранж. Реакцию крови определяют лакмусовой бумагой (лучше пользоваться рН-метром). Предварительно две полоски лакмусовой бумаги (красную и синюю) смачивают 10%-ным раствором поваренной соли. На лакмусовую бумагу пипеткой наносят по несколько капель крови. Через 30—40 секунд окраска изменится. На красной полоске лакмусовой бумаги остаются слабо-синие пятна. Следовательно, реакция крови слабощелочная.

Счетные камеры и меланжеры. Приборы: счетные камеры с различными видами сеток (Горяева, Бюркера, Тома — Цейса), меланжеры для эритроцитов и лейкоцитов (Горяева, Бюркера).

Счетные элементы крови (эритроциты, лейкоциты, кровяные пластинки) подсчитывают в специальных счетных камерах. Это толстые предметные стекла, на которых нанесены тонкие линии, делящие поле зрения на квадраты (сетка). Виды сеток различны, но принцип устройства их в основном одинаков. Наиболее часто используется сетка Горяева (рис. 103). Поперечными прорезями поверхность счетной камеры делится на три плоские площадки. Средняя площадка продольной прорезью разделена на две части, каждая из них имеет выгравированную сетку. Средняя площадка опущена между боковыми на 0,1 мм. После притирания покровного стекла к боковым площадкам между покровным стеклом и средней площадкой камеры образуется щель шириной 1 мм. Эту щель (капиллярное пространство) и заполняет кровь при зарядке камеры. Под микроскопом ясно видны большие и малые квадраты. Большой квадрат соответствует 16 малым.

Площадь малого квадрата равна $\frac{1}{400}$ мм²; следовательно, его площадь ($\frac{1}{400} \times \frac{1}{20}$) равна $\frac{1}{8000}$ мм², а объем ($\frac{1}{400} \times 0,1$) — $\frac{1}{4000}$ мм³.

Для подсчета форменных элементов крови надо иметь также меланжер (смеситель). Он представляет собой капилляр с ампулообразным расширением на верхнем конце, который служит для разведения крови. В расширенной части смесителя есть бусинка, которая служит для размешивания крови.

Смеситель для эритроцитов имеет на капилляре метки «0,5» и «1», а выше ампулообразного расширения — метку «101». Смеситель для лейкоцитов имеет на капилляре метки «0,5» и «1», а выше расширения — метку «101» (рис. 104).

При подсчете эритроцитов кровь разводят в 100 или 200 раз, а в случае подсчета лейкоцитов — в 10 или 20 раз.

Подсчет эритроцитов. Приборы и материалы: счетная камера Горяева, смеситель для эритроцитов, хлористый натрий (или физиологический раствор), микроскоп, иглы от шприца, скальпель, ножницы, кривые, вата, вата, вата; животное.

На ушной раковине животного подготавливают место операции. Делают укол иглой



Рис. 103. Счетная камера Горяева

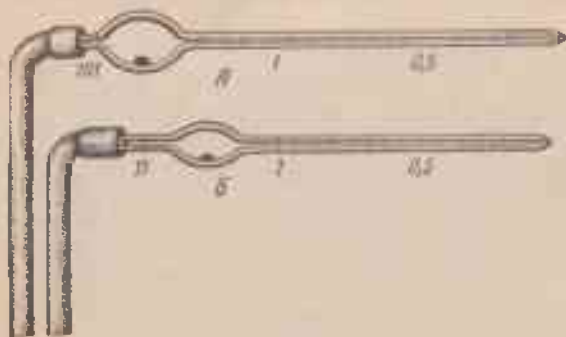


Рис. 104. Меланжеры:

А — для эритроцитов; Б — для лейкоцитов.

конца пальцами. Выпустив 2—3 капли крови из капилляра-смесителя в посуду или на ватку, помещают на среднюю площадку камеры каплю крови. Она подтекает под покровное стекло, предварительно притертое к боковым площадкам, и заполняет камеру равномерным слоем. Если в камеру с кровью попали пузырьки воздуха, то они будут мешать точности подсчета.

Поэтому заряженную камеру оставляют в покое на 3—5 минут, чтобы эритроциты осели. Камеру помещают на столик микроскопа. Сначала под малым увеличением находят сетку. Эритроциты считают при среднем увеличении микроскопа с конденсатором, в пяти больших квадратах (в 80 малых), в определенном порядке (рис. 105).

Сосчитав все клетки в малом квадрате, сразу же сумму записывают. При этом учитывают не только клетки, лежащие внутри квадрата, но и расположенные на правой и верхней пограничной линии.

Количество эритроцитов в 1 мм^3 крови вычисляют так. Подсчитывают сумму клеток в пяти больших (80 малых) квадратах. Полученное число делят на 80. Полученное среднее количество эритроцитов, которое приходится на один малый квадрат (среднее количество умножают на 4000 и на 100 или 200 (степень разведения крови в смесителе). Результат покажет искомую величину.

П р и м е р. Кровь разбавлена в 200 раз. В 80 малых квадратах посчитано 744 эритроцита. $744 : 80 = 9,3$ (среднее количество клеток). В 1 мм^3 крови будет $9,3 \times 4000 \times 200 = 7\,440\,000$ эритроцитов. Количество эритроцитов можно вычислить по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 4000 \cdot a}{b},$$

где a — количество эритроцитов в 80 малых квадратах;

b — число малых квадратов, в которых подсчитывались эритроциты;

a — степень разведения крови;

$\frac{1}{4000} \text{ мм}^3$ — объем малого квадрата.

В нашем примере

$$X = \frac{744 \cdot 4000 \cdot 200}{80} = 7\,440\,000 \text{ эритроцитов в } 1 \text{ мм}^3 \text{ крови.}$$

Подсчет лейкоцитов. Приборы и материалы: счетная камера, покровные стекла, меланжер для лейкоцитов, микроскоп, иглы, шприц, спирт, эфир, ледяная уксусная кислота, 1%-ный водный раствор генцианвиолета, дистиллированная вода, вата

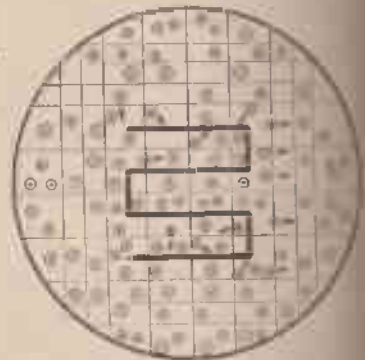


Рис. 105. Схема подсчета эритроцитов в большом квадрате.

размешивают в 10 или 20 раз в смесителе для лейкоцитов раствором следующей концентрации: уксусной кислоты 30 мл, 1%-ного водного раствора генциана синего 1 мл, дистиллированной воды 300,0 мл. Дистиллированная вода разрушает оболочку лейкоцитов, а 1%-ный раствор генциана синего придает прозрачность протоплазме лейкоцитов. Генциановая кислота окрашивает ядра лейкоцитов в фиолетовый цвет.

Всплывающие подчёркивают не менее чем в 25 больших квадратах. Количество лейкоцитов в крови вычисляют по формуле:

$$x = \frac{a \cdot 250 \cdot B}{\dots}$$

количество лейкоцитов в 25 больших квадратах;
 в 5 больших квадратов, в которых подсчитывались лейкоциты;
 объем разведения крови;
 объем большого квадрата.

р. Кровь разбавлена в 20 раз. В 25 больших квадратах насчитано

$$\frac{39 \cdot 250 \cdot 20}{25} = 7800 \text{ лейкоцитов в } 1 \text{ мм}^3 \text{ крови.}$$

... количество кровяных пластинок (тромбоцитов). Зная количество эритроцитов в 1 мл крови, можно примерно определить и количество кровяных пластинок. Так как в норме на 1000 эритроцитов приходится 25—30 кровяных пла-

лейкоцитарной формулы. Приборы и материалы: микроскоп, мазки (готовые).

Взятый мазок крови, окрашивают его по методу Романовского — Гимза и рассматривают под микроскопом при среднем увеличении (объектив 40). Для того чтобы к какой группе относится лейкоцит, нужно знать форму и величину ядра, форму и величину цитоплазмы, форму и цвет их ядер. При этом целесообразно использовать таблицу белой крови.

ити рассеяны в препарате неравномерно. Поэтому для исследования мазка используют трехпольный метод. Выбирают четыре участка по краям: два в направлении (один против другого) и два в конце (рис. 106). Отметив избранные участки, с помощью предметного столика микроскопа перемещают его в нужные пределы объективов. Чтобы не сосчитать дважды один и тот же лейкоцит, подсчет ведут по горизонтальным и вертикальным линиям. Сначала устанавливают объектив, затем верхний левый участок мазка. Определяют, к какому виду относятся лейкоциты, подсчитывают их в поле зрения, результаты сразу же записывают в определенные графы таблицы Егорова (табл. 7). Продвигают препарат вверх на одно поле зрения и подсчитывают и т. д. После этого препарат последовательно передвигают вправо, а микроскопа два раза влево и возвращаются вниз к краю мазка (трехпольное движение).

Из каждой из четырех участков мазка можно подсчитать от 50 до 75 лейкоцитов. Обнаруженные лейкоциты в таблицу надо так, чтобы в каждом горизонтальном столбике было отмечено 10 клеток, независимо от того, к какому виду они относятся. Горизонтальных столбиков можно сделать 10, 20 или 30. Это зависит от того, какое общее количество лейкоцитов хотят получить для вычисления лейкоцитарной формулы (от 300 до 3000). Если было подсчитано 100 клеток, то полученное количество лейкоцитов каждой группы лейкоцитов надо разделить на 2. Это и будет количество лейкоцитов данного вида в лейкоцитарной формуле.

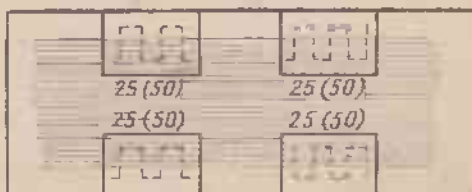


Рис. 106. Схема подсчета лейкоцитов по четырехпольному методу.

Таблица Егорова для выведения лейкоцитарной формулы

	Группа лейкоцитов											Лейкоцитарная формула
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Гранулоциты	Б (базофилы)							1				1
	З (эозинофилы)	1		1		1			1		1	6
	М (миелоциты)											
	Ю (юные)									1		1
	П (палочкоядерные)		1	1		1		1	1		1	7
	С (сегментоядерные)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
Агранулоциты	Л (лимфоциты)	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	58
	М (моноциты)	1	1		1		1					7
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100

ром 1—1,5 мм, воронки стеклянные, дистиллированная вода, кровяные пипетки на 1 мл, штативы, мерные цилиндры, спирт, эфир.

Капиллярные трубки закрепляют в штативе. Нижние концы закрывают и наполняют трубки через воронки дистиллированной водой. Открыв нижний конец капилляра, пропускают воду через него на протяжении 1 минуты. Замеряют, какое количество воды прошло через капилляр. Точно такую же процедуру проводят и с кровью. Перед каждым исследованием капилляр промывают водой и подсушивают спиртом и эфиром. Относительную вязкость крови определяют, сравнивая количество воды, пропущенной через капилляр, с количеством крови, которая прошла через капилляр за 1 минуту.

Реакция оседания эритроцитов (РОЭ). Приборы и материалы: эритроседиметр Неводова, штатив, иглы кровябральные, щавелевокислый натрий, спирт, эфир, йод, вата, ножницы кривые, часы; животное.

Реакцию оседания эритроцитов (РОЭ) определяют двумя способами: а) по Неводому и б) микрошпигеточным методом Панченкова

Определение РОЭ по Неводову. При этом используют эритроседно-мер Неводова. Это специальная пробирка высотой 17 см, диаметр — 9 мм, градуированная от 0 до 100.

В пробирку предварительно набирают 0,015—0,02 г лимоннокислого натрия, чтобы предупредить свертывание крови. Потом из яремной вены животного берут кровь в пробирку Неводова до верхней метки 0. Пробирку закрывают резиновой пробкой и осторожно перемешивают 10—15 раз, чтобы кровь хорошо смешалась с лимоннокислым натрием. После этого пробирку ставят вертикально в штативе. Через каждые 15 минут на протяжении 1 часа отмечают уровень оседания эритроцитов в пробирке. Отметку ведут сверху вниз, т. е. определяют количество плазмы крови. Конечный результат РОЭ определяют через 24 часа от начала постановки опыта.

В нормальной крови лошади эритроциты оседают: через 15 минут — на 20 делений; через 30 минут — на 35; через 24 часа — на 65—70 делений.

Ускорение или замедление РОЭ указывает на изменение физико-химических свойств крови.

Микропипеточный метод Панченкова. Прибор Панченкова состоит из четырех стеклянных капиллярных пипеток и деревянного штатива.

Пипетки градуированы от 1 до 100 мм. На высоте 100 мм имеется отметка «К» (кровь), а на высоте 50 мм — отметка «Р» (реактив). Пипетку промывают 5%-ным раствором лимоннокислого натрия и выполняют ее этим же раствором до отметки «Р». Потом раствор выпускают на часовое стекло или в чашку. После этого берут кровь из пальца, который предварительно дезинфицируют спиртом и эфиром. Прокалывают палец стерильной иглой Франка. Конец пипетки вводят в каплю, выступившую на пальце после укола, и насыщают кровь до отметки «К» (100). Кровь выпускают в раствор лимоннокислого натрия на часовое стекло. Такую процедуру повторяют дважды. Кровь тщательно перемешивают с раствором. Потом пипетку заполняют нитратной кровью до отметки «К» и ставят вертикально в штатив прибора. Скорость оседания эритроцитов определяют в миллиметрах. Оседание эритроцитов отмечают через 15, 30, 45, 60 минут, а окончательный результат — через 24 часа. Основная масса эритроцитов оседает за период между 15 и 45 минутами.

Метод Панченкова дает следующие показатели скорости оседания эритроцитов в норме за один час: у крупного рогатого скота — 0,5—1,5 мм; у лошадей — 40—70 мм; у свиней — 2—9 мм; у собак — 6 мм; у птиц — 1,5—3 мм.

Определение количества гемоглобина. Приборы и материалы: гемометр Сали, пипетка для взятия крови, пипетка для взятия кислоты, иглы от шприца стерильные, ножницы кривые, децинормальный раствор соляной кислоты, дистиллированная вода, спирт, эфир, настойка йода, вата; животное.

Наиболее простой и распространенный метод определения содержания гемоглобина в крови — колориметрический, гемометром Сали.

Прибор состоит из двух или трех стеклянных пробирок: одной градуированной, и одной или двух запаянных, заполненных 1%-м раствором солянокислого гематина. В новых моделях гемометрические пробирки с гематином заменены цветными стеклянными палочками. Преимущество состоит в том, что они не выцветают. Пробирки помещены в черный штатив с матовым стеклом сзади, образующим фон. На градуированной пробирке, служащей для разведения крови, нанесены деления от 1 до 140 или до 170. К прибору приложена пипетка емкостью 20 мм³ для взятия крови.

В градуированную пробирку глазной пипеткой наливают до метки «10» децинормальный раствор соляной кислоты. После соответствующей подготовки поля операции (на ушной раковине) прощупывают вену. В пипетку для взятия крови насасывают кровь до метки «20» (20 мм³). Очистив конец пипетки ватой, выдувают кровь в градуированную пробирку, погрузив капилляр в раствор соляной кислоты. Выдувают кровь осторожно, чтобы в пробирке не образовалась пена. Капилляр промывают верхним прозрачным раствором и оставляют в капилляре жидкость выдувают на стенку пробирки непосредственно над верхним уровнем жидкости, откуда ее легко смыть, наклонив пробирку.

Кровь в пробирке тщательно размешивают, ударяя пальцем о нижнюю ее часть. Верхнюю часть пробирки удерживают двумя пальцами. Смешивание продолжают 3—5 минут. За это произойдет гемолиз эритроцитов, и гемоглобин под влиянием кислоты превратится в солянокислый гематин. В пробирку добавляют дистиллированную воду, пока цвет разбавленной крови не станет совершенно одинаковым с цветом стандартных пробирок или палочек.

Уровень жидкости в градуированной пробирке по нижнему риску указывает на содержание гемоглобина в единицах Сали (верхнее деление в пробирке 140) или в процентах (если верхнее деление 170). Чтобы узнать абсолютное количество гемоглобина (граммов) в 100 мл крови, найденные единицы Сали умножают на 0,1.

Свертывание крови. Приборы и материалы: кровопускательные иглы стерильные, пробирки, предметные стекла, часовые стекла, тоненькая проволочка или щетина, 10%-ный раствор хлористого кальция, настойка йода.

Из яремной вены лошади берут кровь в чистые пробирки, заполняя их на $\frac{2}{3}$ объема, и ставят в штатив. Чтобы кровь свернулась быстрее приливают по 4—5 капель 10%-ного раствора хлористого кальция и размешивают стеклянной палочкой. Из иглы берут каплю крови на предметное стекло, предварительно обезжиренное и высушенное спиртом и эфиром и покрытое слоем парафина, чтобы капля не расплывалась. Момент взятия крови отмечают по часам. Спустя 10 минут с одного края капли вводят щетинку или тоненькую проволочку, проводят ее до центра и вынимают из капли. Щетинку сейчас же моют, сушат и через каждые 10 секунд процедуру повторяют. Точно так же делают до тех пор, пока при вынимании щетинки из крови не появится первая ниточка фибрина. Время появления первых ниточек

считают как начало свертывания крови. Превращение же жидкой кровяной сгусток, который при наклоне стекла на 90° становится подвижным, считают окончанием свертывания крови. Для наблюдения за процессом свертывания крови можно наблюдать в микроскоп. В поле зрения хорошо видно, как в плазме образуется сеть фибрина, захватывающих форменные элементы крови.

В процессе свертывания на стекле кровь свертывается и в пробирке, образуя густая, желеобразная масса, которая не выливается из пробирки при переворачивании ее вверх дном.

Получившийся сгусток вытряхивают на часовое стекло и отжимают ватным тампоном. Получаются комочки из волокон фибрина и жидкая часть — сыворотка.

Нахождение цитратной и оксалатной крови. *Приборы и материалы:* специальные пробирки, лимоннокислый и щавелевокислый натрий, штатив, 3%-ный раствор хлористого кальция;

Цитратную и оксалатную кровь берут в пробирки, на дно которых наливают 1 мл 3%-ного лимоннокислого или щавелевокислого натрия. Пробирки наполовину заполняют кровью на $\frac{2}{3}$ объема, закрывают резиновыми пробками, переворачивают 3—5 раз, ставят в штатив и наблюдают за процессом свертывания крови. Цитратная (или оксалатная) кровь при стоянии постепенно разделится на три слоя. Внизу оседают, как наиболее тяжелые, эритроциты, за ними тонким слоем располагаются лейкоциты и тромбоциты, сверху отстаивается желтоватая плазма. Сыворотка крови не происходит. Если к цитратной или оксалатной крови добавить $\frac{1}{10}$ объема 3%-ного раствора хлористого кальция, свертывание произойдет и поставить в водяную баню с температурой 35—40°, кровь скорее свернется.

Получение дефибринированной крови. *Приборы и материалы:* специальные пробирки, стеклянные низкие толстые, палочки стеклянные, раствор йода, вата; животное.

Пробирку берут из яремной вены лошади или коровы 15—20 мл крови и 10—15 минут помешивают стеклянной палочкой; образуется белая фибрина белого цвета. Его удаляют и получают дефибринированную кровь, потерявшую способность свертываться. Дефибринированную кровь можно получить и встряхиванием ее в колбочке со стеклянными шариками.

Определение группы крови. *Приборы и материалы:* специальные пробирки или предметные стекла, стандартные сыворотки крови человека II и III групп, пипетки, стеклянные палочки, иглы от шприца, раствор йода, спирт, эфир, настойка йода, вата; лошадь.

На чистое предметное стекло или тарелку наносят по одной капле стандартных сывороток II и III групп крови. Капли должны быть расположены на противоположных концах предметного стекла и четко обозначены, чтобы не допустить ошибки при исследовании. Для исследования берут кровь. Для этого дезинфицируют спиртом, обмывают эфиром кончик пальца и прокалывают кожу иглой Франка.

Тонкой стеклянной палочкой или же уголком чистого предметного стекла берут кровь из выступившей капли и вносят ее в стандартную сыворотку на предметном стекле II и III группы отдельно. Возняв предметное стекло в руки, осторожно покачивают его в разные стороны, чтобы хорошо размешалась кровь в сыворотках. Размешивать кровь можно также с помощью стеклянных палочек. Для каждой капли крови при этом нужно брать отдельную чистую палочку.

Через 2 минуты в пробы крови добавляют по капле физиологического раствора и проводят анализ результатов исследования. Если агглютинация (склеивание эритроцитов) отсутствует в обеих пробах, то исследуемая кровь принадлежит к I группе. Когда же агглютинация эритроцитов наблюдается только со стандартной сывороткой II группы, исследуемая кровь относится к III группе. Если агглютинация эритроцитов наблюдается с сывороткой III группы и отсутствует со стандартной сывороткой II группы, — кровь II группы. В том случае, когда агглютинация эритроцитов наблюдается в обеих каплях, нанесенных на предметное стекло, то исследуемая кровь относится к IV группе.

Наблюдение за реакцией агглютинации эритроцитов можно проводить невооруженным глазом, а также под микроскопом при малом увеличении.

При определении групп крови следующего учащегося необходимо использовать другие абсолютно чистые предметные стекла и палочки для нанесения стандартных сывороток и исследуемой крови.

Для определения групп крови у животных используют два метода: а) перекрестной реакции изоагглютинации; б) определение групп крови стандартными эритроцитами человека. Второй метод более прост. Для того чтобы понизить титр исследуемой сыворотки лошади и полностью адсорбировать в ней видовые агглютинины человека, ее разбавляют физиологическим раствором в 2 раза.

Разбавленную сыворотку наливают в пробирку и добавляют в нее такое же количество (1 мл) промытых и отцентрифугированных эритроцитов человека группы 0 (первая группа). Пробирку ставят в холодильник на сутки. Затем отстоявшуюся сыворотку отсасывают пастеровской пипеткой и проверяют ее стандартными эритроцитами человека. Если эритроциты человека группы 0 будут агглютинироваться в испытуемой сыворотке лошади, то это свидетельствует о неполной адсорбции видовых агглютининов, и адсорбцию нужно продолжить. После полного удаления видовых агглютининов человеческой лошадиная сыворотка перестает агглютинировать эритроциты человека группы 0. Такую сыворотку проверяют стандартными эритроцитами человека других групп.

Если до адсорбции любая испытуемая сыворотка лошади дает резко положительную реакцию агглютинации с эритроцитами человека (любой группы крови), то после адсорбции в ней не остается видовых агглютининов, а имеются только групповые. Поэтому в адсорбированной сыворотке уже не происходит агглютинации эритроцитов человека, имеющего группу крови 0.

Плотность крови человека группы А, В и АВ сыворотка лошади (неприменимая) влияет в зависимости от содержания групповых веществ в испытываемой сыворотке.

Гемолиз крови. Приборы и материалы: химические пробирки, дефибринированная кровь, физиологический раствор, дистиллированная вода, взвесь эритроцитов, хлороформ, 1%-ный раствор соляной кислоты, аммиак.

Изотонический гемолиз. В одну пробирку наливают 5 мл физиологического раствора, в другую — столько же дистиллированной воды. В каждую добавляют по 0,5 мл дефибринированной крови и перемешивают стеклянной палочкой. В физиологическом (изотоническом) растворе эритроциты не гемолизуются, в гипотоническом (куда была добавлена дистиллированная вода) — набухают и разрушаются. Кровь становится прозрачной (лаковой).

Аммиачный гемолиз. В четыре нумерованные пробирки наливают по 5 мл физиологического раствора. В первую пробирку вливают 1 мл хлороформа, во вторую — 1 мл 1%-ного раствора соляной кислоты, в третью — 1 мл аммиака. Четвертая пробирка остается контрольной. В каждую пробирку добавляют по 0,5 мл 20%-ной взвеси эритроцитов, хорошо встряхивают и центрифугируют 5 минут или ставят в штатив на 1 час. Несмотря на то, что во всех пробирках растворы были изотоническими, в трех пробирках, куда добавляли химические вещества, происходит полный гемолиз. Во второй пробирке гемоглобин, освобожденный вследствие гемолиза, соединяется с хлором и образует осадок (кристаллы Тейхмана). В четвертой (контрольной) пробирке эритроциты остаются без изменения.

Кровообращение

Кровообращение у позвоночных животных замкнутое: кровь движется непрерывно по артериям и венам и нигде их не покидает. Кровь выходит из сердца под давлением, значительно большим, чем возвращается в сердце. Создающаяся работой сердца разность давления, а также разность давления в различных участках кровеносной системы послужит той силой, которая приводит кровь в движение. Она зависит от кровеносных сосудов, где давление более высокое, по направлению к капиллярам и венам, в которых давление более низкое.

Правая половина сердца принимает в предсердие и выводит из желудочка кровь, направляющуюся в легкие, где она отдает углекислый газ и насыщается кислородом. В левую половину сердца кровь, насыщенная кислородом, поступает из легких и, выйдя из левого желудочка, разносится по всему телу.

Циркуляция крови между правым желудочком и левым предсердием составляет малый (или легочный) круг кровообращения. Движение крови между левым желудочком и правым предсердием происходит по сосудам большого круга кровообращения. Таким образом, артерии несут кровь от сердца к различным частям тела, а возвращается кровь к сердцу по венам. Исключением

служит воротная вена, которая собирает кровь от пищеварительного тракта и селезенки и несет ее не к сердцу, а в печень.

Артерии и вены соединяются через капилляры. Через их стенки и происходит обмен между кровью и тканями.

Сердце

В проводящей системе сердца различают: у устья полых вен узел Кнэса — Флэка, или синусный узел; в правом предсердии, у перегородки между предсердием и желудочком, узел Ашоф — Тавари, называют также атриовентрикулярным узлом. По перегородке между желудочками проходит пучок Гиса, разделяющийся потом на правую и левую ветви, для каждого желудочка. Конечные разветвления проводящей системы — волокна Пуркине, расположенные густой сетью под эндокардом. Волокна Пуркине анастомозируют с мышечными волокнами миокарда (рис. 107).

Возбуждение возникает в синусном узле и проходит по пучку Гиса от предсердий к желудочкам. Синусный узел поэтому называют источником ритма. Если он выходит из строя, роль ведущего узла берет на себя атриовентрикулярный узел, хотя импульсы через него проходят медленнее.

Сердечный цикл. В сердце происходит правильное чередование сокращения — систолы и расслабления — диастолы мышц сердца. Первая фаза сердечного цикла — систола предсердий. В это время

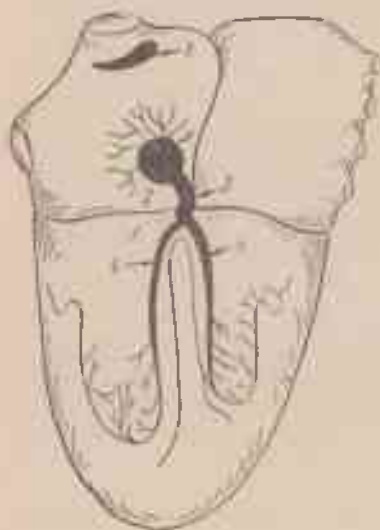


Рис. 107. Система, проводящая возбуждение в сердце (схема):

1 — синусный узел; 2 — атриовентрикулярный узел; 3 — пучок Гиса; 4 — его две ветви с конечными разветвлениями в обоих желудочках.

желудочки находятся в расслабленном состоянии. Вторая фаза — систола желудочков. В это время предсердия находятся в диастоле. Третья фаза — общая диастола предсердий и желудочков — пауза.

Систола предсердий сердца короткая, длится несколько больше 0,1 секунды (при сокращении сердца 75 раз в минуту), систола желудочков — несколько больше; диастола предсердий — 0,1 секунды, диастола желудочков — около 0,45 секунды. За 0,1 секунды окончания диастолы желудочков начинается новая систола предсердий. Общая диастола предсердий и желудочков длится 0,4 секунды, а весь сердечный цикл — 0,8 секунды.

Так как возбуждение начинается с синусного узла, правое предсердие начинает сокращаться несколько раньше левого. При систоле предсердий кровь из них переходит в желудочки. Во время диастолы предсердий заливается

крови вправо, притекающей по венам. При систоле предсердий кровь свободно в вены переходит только в малой степени, так как предсердные мышцы сжимают устья полых вен. При систоле желудочков кровь из них нагнетается в артерии, а во время своей диастолы желудочки заполняются кровью, переходящей сюда из предсердий.

Сокращение желудочков начинается не строго по окончании диастолы предсердий, а по мере расслабления их стенок. От начала систолы желудочков до открытия полулунных (кармашковых) клапанов мускулы желудочков некоторое время выполняют определенную работу, чтобы преодолеть сопротивление со стороны аорты и легочной артерии, это фаза **напряжения**. Мускулы желудочков напряжены, но не сокращаются. В конце этой фазы давление в желудочках преодолевает сопротивление аорты и легочной артерии, наступает фаза **выталкивания** крови, полулунные клапаны открываются и пропускают почти всю кровь из желудочков в артерии. Давление в желудочках при этом доходит до 150 мм ртутного столба.

Клапаны сердца. Движению крови в одном определенном направлении способствует система клапанов в сердце. При систоле предсердий открывается трехстворчатый, а слева двухстворчатый клапаны, и кровь переходит в расслабленные желудочки. Полулунные клапаны в это время закрываются. При систоле желудочков эти створчатые клапаны захлопываются, а полулунные открываются, и кровь переходит в аорту и легочную артерию. Открытие и закрытие клапанов зависит от величины давления по обе стороны клапанов.

Во время диастолы желудочков и повышения давления в аорте и легочной артерии кровь не переходит обратно в желудочки, так как полулунные клапаны при этом закрываются. Отогнутые вниз створчатых клапанов входят друг в друга зубцами и полностью перекрывают атриовентрикулярные отверстия между предсердиями и желудочками. Выворачиваться в предсердия, даже при высоком давлении в желудочках, створчатые клапаны не могут, так как их удерживают прочные сухожилия. При открывании полулунные клапаны налегают к стенке артерий; при закрывании пространство между створками артерий и клапанами заполняется кровью, края клапанов плотно соприкасаются друг с другом и полностью закрывают вход в артерии.

Мышца левого желудочка в 2—3 раза мощнее мышцы правого желудочка, так как левый желудочек через аорту обслуживает большой круг кровообращения.

Тоны сердца. Посредством стетоскопа или фонендоскопа у здорового человека выслушиваются два главных звука, или **тона**, создаваемые работой сердца. Первый тон протяжный, глухой и низкий — **первый тонический**. Он слышится при систоле и обусловлен сокращением мускулатуры желудочков (мышцы, сокращаясь, производят звуки), а также дрожанием створчатых клапанов и сухожильных нитей. Второй тон — короткий, высокий — **диастолический**. Он слышится во время диастолы желудочков и образуется

при захлопывании полулунных клапанов. При повреждениях, например, полулунных клапанов вместо тона слышен шум.

У животных сердце прослушивается выше и каудальнее локтевого бугра.

Физиологические свойства сердечной мышцы. Сердечная мышца обладает автоматией, т. е. свойством самовозбуждения, способностью ритмически сокращаться без видимых внешних раздражений. Сердце продолжает ритмически сокращаться и после перерезки всех нервов, идущих к нему. Вырезанное из тела сердце холоднокровного животного в определенных условиях пульсирует в течение нескольких дней. Многие часы может сокращаться и изолированное сердце млекопитающего. Нервы же регулируют сердечную деятельность и приспособляют работу сердца к нуждам организма.

Возбуждение в сердце возникает, как сказано выше, в наиболее возбудимом синусном узле. Он обладает наибольшей способностью к автоматии. От этого узла зависит частота сердечных сокращений. Воздействие теплом учащает сокращения сердца, охлаждение, наоборот, замедляет сердечную деятельность. Способность к автоматии постепенно уменьшается по направлению к верхушке сердца. В разных частях сердца возбуждение передается с разной скоростью. Самая большая скорость проведения возбуждения — в пучке Гиса, самая малая — через атриовентрикулярный узел.

Нарушение проведения возбуждения по проводящей системе сердца называется **сердечным блоком**.

Как и всякий мускул, сердечная мышца, возбудившись, на некоторое время становится нечувствительной и не реагирует на раздражения. Период невозбудимости, наступающий вслед за возбуждением, называется **рефрактерным**. Этот период нечувствительности рефрактерности сердечной мышцы длится в течение всей систолы. Он значительно больше рефрактерного периода скелетного мускула.

Частота сердечных сокращений. Если приложить руку к грудной клетке в области сердца, можно ощутить толчок сердца. Он возникает вследствие изменения положения сердца во время систолы. Сердце становится на время более твердым и несколько поворачивается слева направо. При этом левый желудочек прижимается к грудной клетке и давит на нее.

При некоторых заболеваниях сердца важно бывает определение его размеров. Это устанавливают просвечиванием рентгеновскими лучами или выстукиванием (перкуссией) области сердца. При перкуссии в тех местах, где лежит сердце, слышится более глухой, тупой звук, чем в участках грудной клетки, к которым прилегает легкое.

Частота сердечных сокращений зависит от вида животного, размеров его тела, возраста, пола, физиологического состояния и др. В среднем сердце коровы, овцы, свиньи сокращается 60 раз в минуту, лошади — 35, собаки — 80, слона — 25, кролика — 120, курицы — до 300.

У большинства животных частота сердечных сокращений обратно пропорциональна весу тела. Чем меньше животное, тем относительно

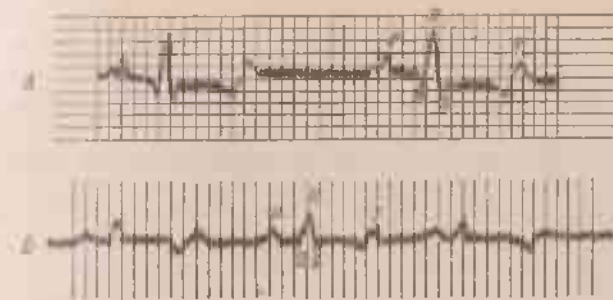


Рис. 108. Электрокардиограммы:

А — лошади; Б — коровы; зубец *P* соответствует сокращению предсердий; *QRS* — начальная фаза сокращения желудочков; *T* — конечная фаза сокращения желудочков.

и обмен веществ и более интенсивна циркуляция крови, а следовательно, и частота сердцебиений. Большое влияние на частоту сокращения сердца оказывает мышечная работа. У высокопродуктивных животных с интенсивным обменом веществ сердце сокращается до 80 раз в минуту. Частота сердцебиения увеличивается после приема корма, при повышении температуры, а также под действием некоторых гормонов — адреналина, тироксина.

Минутный объем сердца. При сокращении желудочков у крупного животного скота в артерии переходит более 500 мл крови. Это с и с т о ч и т е л ь с к и й объем крови. Количество крови, выбрасываемой сердцем в 1 минуту, или минутный объем, составляет у коровы при сокращениях сердца в минуту 37 500 мл (500×75). Во время мышечной работы минутный объем возрастает, но главным образом из-за увеличения систолического объема и в меньшей степени вследствие учащения сердцебиения.

Электрические явления в сердце. Всякое возбуждение живой ткани сопровождается изменением ее электрического заряда. В покое возбудимые ткани имеют положительный электрический заряд, а при возбуждении — отрицательный. Поэтому между возбужденным и не возбужденным участками ткани возникает разность потенциалов — электрические токи. Такую разность потенциалов обнаруживают в сердце. Их называют еще б и о т о к а м и. Они очень слабые, но их улавливают, усиливают и записывают посредством чувствительных приборов. Для записи токов действия сердца применяют электрокардиограф, который записывает на бумажной ленте так называемую электрокардиограмму (рис. 108).

Характер электрокардиограммы зависит от размеров и положения сердца в грудной клетке, от его функционального состояния. Нарушение нормальной деятельности сердца отражается на электрокардио-

Регуляция сердечной деятельности. Сердце иннервируется двумя парами нервов — блуждающими и симпатическими. Блуждающие

нервы доходят до синусного узла и узла Ашоф — Тавара (атриовентрикулярного); симпатические волокна направляются непосредственно к мышечным волокнам сердца. При подходе к сердцу симпатические нервы присоединяются к блуждающим, поэтому нервы сердечного сплетения включают и те и другие волокна.

При раздражении блуждающего нерва ритм сердечной деятельности резко замедляется, одновременно уменьшаются амплитуда (размах) сокращений, возбудимость и проводимость сердца. Если усилить еще больше раздражение блуждающего нерва, сердце останавливается. После того как раздражения прекращаются, сокращения сердца становятся нормальными.

Под влиянием раздражения симпатических нервов ритм сердечной деятельности учащается, сила сокращений, проводимость и возбудимость увеличиваются и улучшаются. Симпатические нервы названы **у с к о р и т е л я м и** сердца.

И. П. Павлов раздражал отдельные ветви симпатического нерва, идущие к сердцу. При этом он обнаружил веточки, раздражение которых, не ускоряя ритма сердечных сокращений, повышает их силу. Более того, раздражение этих веточек может вызвать к работе остановленное сердце. И. П. Павлов показал, что раздражение этих **у с и л и в а ю щ и х** симпатических нервов улучшает работу даже обескровленного сердца. Следовательно, действие этих симпатических веточек не зависит от увеличения кровоснабжения сердца. И. П. Павлов писал, что усиливающий нерв повышает «все жизненные свойства сердечного мускула». Он назвал его **т р о ф и ч е с к и м** нервом, т. е. нервом, усиливающим обмен веществ в сердечной мышце, улучшающим функциональные свойства мускулатуры сердца. Учение И. П. Павлова о трофическом влиянии нервной системы имеет большое значение не только для сердечной деятельности, но и для других систем организма — пищеварительной, органов размножения и др.

Взаимодействие блуждающего и симпатического нервов определяет состояние и функцию сердечного мускула. Т о н у с (непрерывное возбуждение) нервных центров блуждающего и симпатического нервов поддерживается также и гуморальными импульсами. Центр блуждающих нервов расположен в продолговатом мозге, а симпатических — в спинном. Тепловые раздражения возбуждают центр блуждающих нервов; болевые и холодовые, а также эмоциональные состояния вызывают возбуждение центров симпатических нервов.

Рефлекторные воздействия на сердце передаются из центральной нервной системы через блуждающий и симпатический нервы. Эти воздействия хорошо прослеживаются в опыте Гольца. Для этого вскрывают грудную полость лягушки и наблюдают за работой сердца. Если нанести несколько ударов по брюшку животного, т. е. раздражить чувствительные нервы кожи, можно отметить резкое замедление сердечного ритма или даже прекращение сердечной деятельности. Это означает, что возбуждение, возникшее в результате раздражения кожных рецепторов, передалось в центральную нервную систему, а оттуда на центры блуждающих нервов. Такое же явление наблюдают

и у млекопитающих: сильный удар в живот вызывает обморочное состояние и даже смерть небольших животных (и человека) в результате остановки сердечной деятельности.

В рефлекторных влияниях на сердце участвуют кора больших полушарий головного мозга. Это видно из того, что у сельскохозяйственных животных удается выработать условные рефлексы на деятельность сердца.

Гуморальные влияния на сердце. Работа сердца находится и под влиянием гуморальных воздействий — гормонов, продуктов обмена и др.

На работу сердечного мускула большое влияние оказывают отдельные ионы. Так, калий тормозит сердечную деятельность, а кальций ее усиливает.

Движение крови по кровеносным сосудам

Причиной движения крови, как сказано выше, служит разность давлений в начальной и конечной частях сосудистой трубки — аорте и полых венах. Эта разность давления создается сокращением сердца. Энергия давления крови расходуется на преодоление внешнего трения (трения частиц крови о стенки кровеносных сосудов), внутреннего трения (трения частиц крови одна о другую) и на придание скорости текущей крови.

Кровь течет по сосудам непрерывно, хотя сердце подает ее в сосуды прерывисто. Непрерывность тока крови обуславливается эластичностью сосудов. Когда порция крови при систоле желудочков попадает в аорту, в последней резко повышается давление и ее эластические стенки растягиваются. При диастоле желудочков эластический сосуд возвращается в первоначальное состояние, т. е. суживается и проталкивает кровь вперед. То же происходит при второй, третьей систоле и т. д. Полностью из аорты кровь не успевает уходить, так как из сердца поступает новая ее порция, в результате создается непрерывный и равномерный ток жидкости.

Для скорости течения крови по кровеносным сосудам имеет значение их просвет (диаметр), т. е. общее поперечное сечение. Чем оно меньше, тем больше скорость течения жидкости, и наоборот. Количество крови, проходящее в единицу времени через поперечное сечение сосудов, называется *объемной скоростью*. Объемная скорость во всех участках кровеносной системы одинакова. От нее следует отличать *линейную скорость*, т. е. путь, проходимый в единицу времени каждой капелькой крови. Линейная скорость в различных отделах сосудистой системы разная. Поясним это следующими примерами.

Аорта во много раз шире капилляра, сумма же просветов, поперечного сечения капилляров в 600—800 раз больше просвета аорты, так как капилляров в организме очень много. Точно так же просвет какой-либо артерии во много раз больше поперечного сечения одной артериолы, но сумма просветов всех артериол во много раз превышает

общий просвет артерии. Это значит, что внутренняя поверхность артериол, а тем более огромного количества капилляров сильно восходит внутреннюю поверхность артерий, значительно увеличивая сопротивление в капиллярах и артериолах и обуславливая резкое снижение в них скорости тока крови.

В венах наблюдается такое же соотношение поперечных сосудов, поэтому скорость течения крови, поступающей из вен, усиливается.

Наибольшая скорость течения крови в аорте: 500—600 мм в секунду во время систолы и 150—200 мм — во время диастолы. В артериолах и капиллярах скорость течения крови резко падает, составляя соответственно 5 и 0,5 мм в секунду. В средних венах скорость течения крови возрастает до 60—140 мм и в полых венах — до 200 мм в секунду.

Кровь в артериях движется быстрее при систолах желудочка, а медленнее в остальное время. Более равномерно движется кровь в артериолах и почти постоянно — в капиллярах.

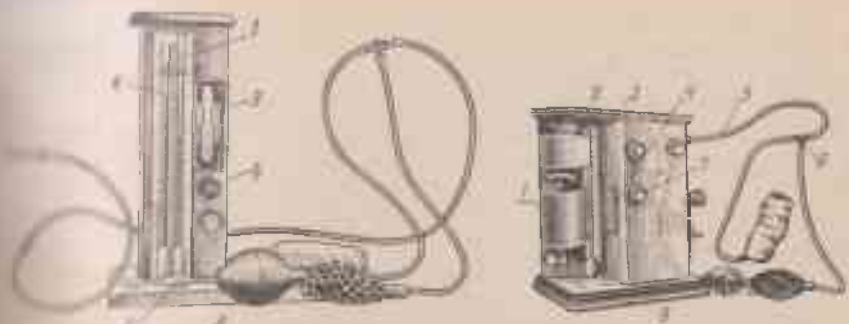
Кругооборот крови, т. е. время, необходимое для прохождения каждой частицы крови через большой и малый круг кровообращения у сельскохозяйственных животных совершается примерно за 27 секунд.

Кровяное давление. Оно зависит от энергии сокращений сердца и от объема крови, поступающей в артерии, от состояния сосудистой системы. При прочих равных условиях давление тем выше, чем с большей силой кровь выбрасывается в аорту при систоле желудочка, и тем слабее, чем больше сопротивление, встречаемое кровью на ее пути. При расширении артериальной системы и капилляров давление снижается; сужение капилляров, артериол и артерий повышает кровяное давление.

Чтобы определить кровяное давление, животному под наркозом вводят в какую-нибудь артерию канюлю, которую соединяют с ртутным манометром резиновыми трубками, заполненными противосклеротизирующей жидкостью. Поплавок с песчинкой в другом колене манометра позволяет записать на кимографе «кривую» кровяного давления *. Другой, бескровный, способ состоит в том, что манжету накладывают на определенное место животного, где проходит поверхностная артерия (например, на хвост), и нагнетанием в манжету воздуха прекращают движение крови в артериях. Давление определяют по манометру или по величине кривой, записанной на кимографе (рис. 109).

Наивысшее, или максимальное, давление при систоле, минимальное — при диастоле. Разность между максимальным и минимальным давлением называется пульсовым давлением. У крупного рогатого скота максимальное давление в хвостовой артерии — 110—140 мм, минимальное — 35—50 мм ртутного столба. Следовательно, пульсовое давление равно 75—90 мм. В мелких артериях и капиллярах пульсовых волн нет.

* Так как ртутный манометр отличается большой инерцией, в настоящее время используют электроманометры — определяют при изменении кровяного давления активное сопротивление.



Приборы для определения артериального и венозного давления крови:

1 — ртутный манометр; 2 — водный манометр; 3 — осцилятор; 4 — резиновый баллон; 5 — запасная трубка; 6 — сфигмограф (1 — кимограф; 2 — часовой манометр; 4 — писчик; 5 — трубка и манжетка; 6 — трубка нагнетательного баллона; 7 — регулятор).

Кровяное давление зависит от вида, пола, возраста, породы животного, состояния нервной системы, от времени суток и других причин. У высокопродуктивных коров отмечают значительное повышение артериального давления крови. Кровяное давление повышается при усиленной мышечной работе.

После удаления от сердца кровяное давление падает. Так, в аорте оно около 140 мм, в артериях — 120—130, в артериолах около 70, в капиллярах не выше 40 мм (чаще 20—30 мм), а в крупных венах — тридцателюбопытное давление, т. е. ниже атмосферного на 2—5 мм.

Давление в капиллярах достаточно для перехода воды и растворенных в ней питательных веществ в тканевую жидкость и обратного перехода в венозные капилляры. Таким образом, вокруг клеток все время происходит тканевая жидкость.

Движение крови в венах. Сердце в значительной степени определяет движение крови и в венах. Движение крови в венах облегчается несколькими факторами: 1) в грудной полости давление отрицательное, меньше атмосферного; это дает возможность венозной крови продвигаться в крупных сосудах по направлению к сердцу (присасывающее действие грудной полости); 2) во время диастолы сердце оказывает присасывающее действие; 3) тонкостенные вены расположены между скелетными мускулами, сокращения мускулов проталкивают кровь по направлению к сердцу, так как обратный ток крови в венах невозможен — этому препятствуют венозные клапаны.

Пульс. Артериальным пульсом, или пульсовой волной, называют механические колебания стенок артерий. Его происхождение следующее. Сердце при систоле левого желудочка выбрасывает под большим давлением в аорту определенное количество крови. Это вызывает расширение стенок аорты. Во время диастолы стенки аорты возвращаются в исходное положение. Такое расширение и спадение стенок аорты повторяется и соответствует частоте сокращений сердца. Расширение и спадение стенок аорты передаются на все близкие и (более

слабо) на отдаленные артерии. Эти колебания, которые можно щупать в виде пульса на артерии, подходящей к поверхности, распространяются со скоростью 7—9 м в секунду *. Поэтому пульсовую волну, пульсовые колебания не следует смешивать с током крови, так как наибольшая скорость, с которой течет кровь, не превышает 0,5 м в секунду.

При исследовании пульса обращают внимание не только на частоту ударов, но и на его качество и ритм. Частота пульса зависит от вида животного, пола, возраста, уровня продуктивности (у молочных коров пульс более частый), от условий окружающей среды. Пульс тем чаще, чем выше температура воздуха. У молодых животных пульс чаще, чем у взрослых.

По пульсу можно составить некоторое представление о работе сердца. Но качество пульса зависит и от сосудистой системы, от тонуса стенок артерий. Твердый пульс бывает при высоком кровяном давлении, мощных сердечных сокращениях. При слабой сердечной деятельности и низком кровяном давлении пульс мягкий. По мере удаления от сердца пульсовая волна затухает. В капиллярах его нет.

Работу сердца отражает и в е н н ы й п у л ь с. Хотя кровь по венам непрерывно, она не в состоянии попасть в сердце во время систолы предсердий и переходит в предсердие только во время диастолы. При систоле предсердий и желудочков задержка крови в полых венах повышает там давление, а при диастоле давление падает. Колебания стенок в крупных венах и называются в е н н ы м п у л ь с о м.

Кровообращение в капиллярах. Стенка капилляров состоит из одного слоя плоских (эндотелиальных) клеток. Через них происходит отдача питательных веществ и кислорода и поглощение продуктов обмена.

Количество капилляров в теле огромно. У крупного животного общая длина их более 100 тыс. км. Чем интенсивнее обмен веществ в органе, тем больше в нем капилляров. Мышца сердца имеет в 10 раз больше капилляров, чем скелетная мускулатура. В жировой ткани капилляров немного, а в хрусталике глаза их совсем нет.

Далеко не все капилляры функционируют постоянно. В покоящейся мышце раскрыты не более 10% капилляров, остальные закрыты. В время же работы, когда требуется значительно большая доставка мышцам кислорода и питательных веществ, количество раскрытых капилляров увеличивается во много раз.

Сжатие и расширение просвета капилляров происходит под влиянием ряда химических веществ, продуктов обмена, гормонов и т. д. Так, г и с т а м и н (продукт белкового обмена) быстро и сильно расширяет капилляры. А д р е н а л и н, наоборот, обладает способностью сильно суживать большинство капилляров.

* В настоящее время для исследования пульса используют датчики, преобразующие механические колебания артериальной стенки в электрические.

Кровь из артериальных капилляров переходит в венозные. Однако при повышении или понижении температуры окружающей среды кровь продвигается по более короткому пути — из артериол в вены, минуя артерио-венозные анастомозы, минуя капиллярную сеть. Такие артерио-венозные анастомозы имеются в почках и легких.

Регуляция кровообращения Нормальное кровоснабжение органов зависит от поддержания при более или менее постоянном и стойком кровяном давлении в сосудах. В создании этого давления участвуют сердце и сосуды, объем циркулирующей крови.

Питание органа питательными веществами и кислородом в основном зависит от просвета кровеносных сосудов. Сосуды регулируются двоякого рода нервными волокнами: суживающими (симпатическими) и расширяющими (парасимпатическими). Последние оказывают на сосуды менее постоянное дей-

ствие, чем первые, и все же находятся под постоянным воздействием симпатических импульсов. Поэтому, если перерезать симпатический нерв на шее животного, ухо довольно скоро покраснеет, так как сосуды его расши-

ряются. Кроме того, к суживающим (и расширяющим) нервам относятся и сосудодвигательного центра, находящегося в продолговатом мозге. Он состоит из двух отделов: прессорного и депрессорного. Раздражение прессорного отдела вызывает сужение кровеносных сосудов и подъем кровяного давления, а раздражение депрессорного — расширение кровеносных сосудов и падение кровяного давления. Постоянное поступление импульсов из этого центра, а также из сосудодвигательных центров спинного мозга поддерживает тонус сосудов в определенном тоне (напряжении), создавая определенный их просвет. Сосудодвигательные центры, в свою очередь, регулируются корой головного мозга и гипоталамусом (подбугорным отделом головного мозга), куда, между прочим, поступают сигналы от рецепторов самих кровеносных сосудов. Таким образом, можно считать, что просвет кровеносных сосудов, а следовательно, в значительной степени и кровяное давление регулируется самими сосудами — саморегуляция кровяного давления.

Большое значение для саморегуляции кровяного давления имеет рефлекторная регуляция. И. П. Павлов доказал, что понижение или повышение кровяного давления связано с рефлекторным изменением деятельности сердца и просветов сосудов. В регуляции просветов сосудов участвуют рецепторы, воспринимающие изменение давления и химического состава крови. Местами их рецепторы находятся в виде значительных скоплений, так называемых сосудистых рефлексогенных зон. К таким зонам, в частности, относятся: а) дуга аорты; б) место разделения общего ствола сонной артерии на наружную и внутреннюю сонные артерии; в) место впадения вены в правое предсердие и др. Если аорта расширится, это вызывает возбуждение рефлексогенной зоны дуги аорты и сосудодвигательного депрессорного центра в продолговатом мозге. В результате

к сердцу пойдут импульсы (возбуждение) по блуждающему нерву, который, как мы уже знаем, умеряет сердечную деятельность. Когда кровяное давление начинает снижаться.

Иное физиологическое значение имеют прессорные рефлексы, связанные с деятельностью рефлексогенной зоны у места впадения полых вен в правое предсердие. Если кровяное давление резко падает, например при сильных кровопотерях, сокращения сердца становятся реже вследствие недостаточного поступления крови в желудочки, кровь скапливается в предсердиях и полых венах. При этом возбуждается рефлексогенная зона у места впадения полых вен. Это влечет за собой возбуждение прессорного сосудодвигательного центра в продолговатом мозге. В результате сокращения сердца учащаются, и венные сосуды суживаются, давление крови повышается.

Изменения состояния сердечно-сосудистой системы возникают не только в результате изменения давления крови, но и вследствие изменения в крови избыточного количества углекислого газа или других продуктов обмена веществ, а также некоторых гормонов.

Кровоснабжение сердца. Как всякий орган, производящий биологическую работу, сердце нуждается в постоянном притоке питательных веществ и кислорода и выведении продуктов обмена. Поэтому мышцы сердца обильно снабжаются кровью: десятая часть крови, выходящая из левого желудочка, переходит в сосуды самого сердца — в так называемые венечные сосуды. Венечные артерии начинаются у полулунных клапанов аорты, продолжают в виде громадной сети капилляров и заканчиваются венечными венами, впадающими в правое предсердие.

Кровь попадает в венечные артерии из аорты, главным образом в период диастолы сердца, когда полулунные клапаны закрыты. Чем выше давление крови в аорте, тем больше крови проходит в венечные сосуды.

Роль селезенки в кровоснабжении. Выше мы уже упоминали, что селезенка выполняет роль депо крови. Кроме того, селезенка имеет непосредственное влияние на кровообращение и кровоснабжение органов. Кровь селезенки содержит в 1 мм³ значительно больше эритроцитов, на 15% больше гемоглобина, чем остальная циркулирующая кровь в сосудах других органов. Поэтому переход крови из селезенки в общее русло улучшает перенос кровью кислорода. Рефлекторные сокращения селезенки и выжимание дополнительного количества крови происходят при мышечной работе, значительных кровопотерях, понижении атмосферного давления, отравлении угарным газом.

Лимфообращение

Из межклеточных пространств жидкость в виде лимфы переходит в лимфатические капилляры. Последние начинаются, подобно кровеносным капиллярам, замкнутой системой трубок, но более тонкими, а затем превращаются в более крупные сосуды. Вся оттекающая из тканей лимфа собирается в лимфатический грудной проток, в правое

ствол и в конце концов переходит в венозную систему кровообращения. Таким образом, в отличие от кровеносной системы, в которой происходит приток крови к тканям, а по венам — отток, лимфатическая система сосудов служит лишь для оттока лимфы и лимфатической жидкости, просочившейся из плазмы.

Лимфа проходит через лимфатические узлы, где обогащается лимфоцитами. Эти узлы служат одновременно и фильтром, в котором задерживаются и разрушаются попавшие в лимфу инородные тела. Это защитная роль лимфатических узлов.

Основная функция лимфы и лимфообращения — возвращение в кровеносный ток, просочившихся из капилляров в тканевую жидкость. Это завершает круг кровообращения, движения крови в венах, оттока лимфы и к лимфообращению.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Кровообращение и сердечно-сосудистая система

Привлечение к работе сердца. Приборы и материалы: кимограф, регистрирующая бумага, мышечный столик, скальпели, пинцеты, серфины, ножницы, пробковая булавка, лягушки.

Ножницы разрушают головной и спинной мозг и укладывают ее в препаровальную ванночку или на пробковую пластинку брюшком вверх. Захватывают пинцетом сзади мечевидного отростка грудины и делают в этом месте ножницами продольный разрез, доводя до наружных краев нижней челюсти с обеих сторон. Оттягивают мышцу брюшной стенки кверху несколько сзади конца грудины и перерезают. В образовавшееся отверстие вводят один конец ножниц. Мышечный слой осторожно разрезают по обе стороны от средней линии. Приподнимают мышечный лоскут линцетом, отделяют его от сердца и отрезают от головы. Обнажают сокращающееся сердце. Если околосердечная сумка осталась неповрежденной, подрезают ножницами.

Сердце периодически смачивают физиологическим раствором (0,65%-ным раствором) или раствором Рингера, не давая ему высохнуть. Рассматривают отделы сердца, наблюдают последовательность сокращений венозного синуса, предсердий и желудочка. Обращают внимание на паузы после каждого сокращения сердца, подсчитывают, сколько произошло сокращений в минуту. Сердце смачивают сначала теплым (25—30°) водой, добавляют 2—3 капли адреналина, ацетил-

холина. После каждого из этих воздействий подсчитывают сокращения; эти факторы влияют на работу сердца — ускоряют или замедляют его деятельность.

Для изучения работы сердца лягушки демонстрируют на мышечном столике. Если такого столика нет, готовят легкий сердечный рычажок. Соломинку подвижно укрепляют на короткой пробке. Булавка является осью рычажка. Чтобы уменьшить трение, соломинку, в последней прожигают отверстие раскаленной иглой. Рычажок регулируют так, чтобы длинное плечо его свободно опускалось и при сокращении тянуло вверх, натягивало сердце. Регулируют рычажок прикреплением к его плечу тонкой проволоки воска.

Для достижения максимальной чувствительности рычажка. Пробку, держащую рычажок, укрепляют в зажиме штатива. Ванночку с лягушкой помещают под ры-

чажок. Сердце захватывают за верхушку небольшим зажимом — серфином, к которому прикрепляют лентку. Серфин может быть заменен крючком, согнутым из тонкой энтимологической булавки, к головке которой привязывают лентку. Нитку, идущую от сердца, прикрепляют на коротком плече рычага, на расстоянии 5—10 мм от его оси. Что-то тяжелое спускают с места, на соломинке раскаленной иглой выжигают маленькое углубление. Нитка должна находиться в вертикальном положении. Если она натянута

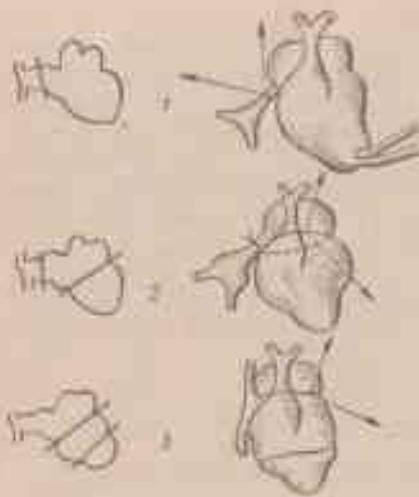


Рис. 110. Схема наложения лигатур Станниуса:

1 — первая; 2 — вторая; 3 — третья лигатуры.

желудочка, а затем предсердий. Нанеся укол в стенку предсердий, наблюдаем ритмичное сокращение предсердий, а затем желудочка. Если сделать укол иглой в области атриовентрикулярной борозды, предсердия и желудочек отвечают сериями сокращений, ритм которых постепенно замедляется, и они снова останавливаются в диастоле.

Вторая лигатура Станниуса. Не снимая первой лигатуры, накладывают лигатуру между предсердиями и желудочком, т. е. по атриовентрикулярной борозде. При этом желудочек начинает быстро сокращаться, но ритм его постепенно замедляется и сокращения приостанавливаются. Вскоре сокращения желудочка возобновляются, частота их нарастает, и, наконец, устанавливается свойственный ему атриовентрикулярный ритм.

Третья лигатура Станниуса. Накладывают лигатуру на нижнюю треть желудочка и отрезают верхушку сердца на $\frac{1}{3}$ длины желудочка. Отрезок самостоятельно сокращается, но отвечает на каждое раздражение сокращением.

Наблюдение за кровообращением. Приборы и материалы: микроскоп, пинцет, скальпель, пробковая пластинка с отверстием, ножницы, физиологический раствор, булавки; лягушки.

Кровообращение у лягушки можно наблюдать под микроскопом в плавательной перепонке, брыжее и в языке.

Слабопигментированную лягушку обездвиживают и фиксируют на пробковой пластинке или фанерной дощечке с отверстием в центре. Плавательную перепонку и язык натягивают над отверстием и закрепляют булавками. Пластинку с лягушкой помещают на предметный столик микроскопа. В растянутой (не очень сильно) перепонке при малом увеличении (объектив 8) наблюдают движение крови в кровеносных сосудах (артериях, венах и капиллярах). При наблюдении необходимо время от времени смачивать плавательную перепонку водой. В поле зрения микроскопа видна вся сеть кровеносных сосудов неодинакового размера. В них непрерывно движется в различных направлениях кровь. Изучив направление, скорость и характер движения крови, можно определить артерии и вены. Артерии меньшего диаметра. В них быстрая пульсация, кровь светлая. Вены — более толстые сосуды, в них кровь темнее, движется равномерно и медленно. Просвет капилляров настолько мал, что эритроциты еле проскакивают через них, изменяя форму, вытягиваясь.

слишком сильно, зажим штатива с микроскопом следует несколько опустить. Перо рычага приводят в легкое соприкосновение с верхней поверхностью барабана кинематографа, поднимают барабан и записывают работу сердца (кардиограмму). Надо зарисовать и отметить «кривую» кардиограммы и проанализировать ее.

Изучение проводящей системы сердца

Приборы и материалы: ножницы, пинцет, скальпель, пробковая пластинка, физиологический раствор (0,65% NaCl), булавки, нитки; лягушки.

Первая лигатура Станниуса. У лягушки обнажают сердце. Накладывают лигатуру на уздечку сердца и, разрезав уздечку, отделяют ее от сорочки для удобства приподнимания сердца. Пинцетом и иглой с ушком подводят нитку (не черную) под обе ветви аорты. Перемещая сердце, медленно и осторожно затягивают нитку на границе между предсердиями и венозным синусом (рис. 110). Если лигатура наложена правильно, предсердия и желудочек останавливаются в диастолу, синус продолжает сокращаться в прежнем ритме. Сделав легкий укол иглой в стенку желудочка, можно наблюдать сокращения

Для исследования кровообращения в брюшке, надо сделать боковой разрез брюшной полости, удалить брюшину вместе с петлей кишечника и растянуть ее над стеклянной пластиной. Во время опыта влажность брюшки поддерживают влажным раствором или раствором Рингера. Наблюдать кровообращение можно под разным увеличением. При этом ясно видно, что кровь течет в ритмичные сокращения, что в артериях есть осевое и пристеночное движение клеток. На этом же препарате можно видеть выход лейкоцитов из вен и капилляров в тканительного процесса.

Изучение пульса у домашних животных. Приборы и материалы: сфигмограф, резиновые бумажные ленты; животные (лошади, коровы).

В ветеринарной практике основное значение имеет исследование артериального давления. У домашних животных пульс можно исследовать на любой периферической артерии, так как ее можно прижать к плотной подкладке (кости). У лошадей пульс исследуют на наружной челюстной артерии, которая легко прощупывается на внутренней поверхности нижней челюсти, вблизи сосудистой вырезки. Можно исследовать также и плечевую артерию.

У крупного рогатого скота пульс определяют на наружной челюстной артерии, на нижней челюсти; можно использовать и хвостовую артерию.

У мелких животных пульс исследуют чаще всего на бедренной артерии. Пульс исследуют концами двух наложенных на артерию пальцев, осторожно сдавливая артерию, прекращая его в поперечном направлении.

На наружную артерию, подсчитывают пульсовые удары, изучают наиболее важные свойства пульса — силу, ритм пульса; определяют напряжение артериальной крови. Можно записать специальным прибором — сфигмографом. Кривая записывается называется сфигмограммой. Полученную на занятии сфигмограмму необходимо проанализировать.

Венный пульс. В норме у лошадей и крупного рогатого скота на яремной вене наблюдается отрицательный венный пульс. Он возникает вследствие прекращения оттока крови из яремной вены в правое предсердие в момент его сокращения. Отрицательный пульс совпадает с диастолой желудочков, предшествует сердечному толчку. При сжатии яремной вены посередине яремного желоба участок, находящийся ближе к сердцу опорожняется (спадается), а периферический, расположенный ближе к голове наполняется кровью (набухает). При некоторых заболеваниях сердца, особенно при недостаточности трехстворчатого клапана, когда кровь выталкивается правым предсердием не только в легочную артерию, но и в правое предсердие, а из последнего впадающие в него полые вены, наблюдается положительный венный пульс. Для исследования характерно то, что он совпадает с систолой желудочков, с сердечным толчком и с артериальным пульсом на ближайшей артерии. При сжатии яремной вены посередине яремного желоба в таком случае наблюдают пульсацию в отрезке вены, находящемся ближе к сердцу.

Определение кровяного давления. Приборы: сфигмоманометр, фонендоскоп. Сфигмоманометром определяют кровяное давление у человека. Принцип определения кровяного давления основывается на измерении давления воздуха в манжете, через стенку манжеты передается на стенку исследуемой артерии и превышает артериальное давление до полного прекращения пульса в артерии.

После окончания работы следующий. Выкачивают воздух из манжеты и проверяют давление. Ставят футляр с манометром так, чтобы было удобно наблюдать за движением столбика ртути. Подсоединяют манжету на плечо оголенной за локоть руки и закрепляют ее тесьмой. На манжету можно было свободно ввести один палец. Пульс на лучевой артерии хорошо прощупывается. Ощупывая одной рукой пульс, другой рукой нагнетают воздух резиновой грушей, сдавливая манжетой руку до тех пор, пока исчезнет пульс. В этот момент замечают показания столбика ртути. Постепенно уменьшают сдавливание артерии и снова замечают положение столбика ртути, когда появится пульс. Это и будет показание максимального артериального давления. После этого коротко нагнетают воздух, чтобы определить систолическое и диастолическое артериальное давление. Нагнетают грушей воздух в манжету до исчезновения пульса на лучевой артерии. Прикладывают фонендоскоп к артерии ниже манжеты и через венный стетоскоп постепенно выпускают воздух. Следя за опусканием ртутного столбика в манометре, одновременно прислушиваются к особым звукам.

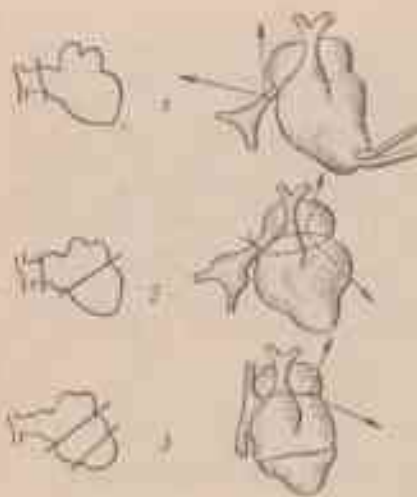


Рис. 110. Схема наложения лигатур Станниуса:

1 — первая; 2 — вторая; 3 — третья лигатуры

желудочка, а затем предсердий. Нанеся укол в стенку предсердия, наблюдают ритмичное сокращение предсердий, а затем желудочка. Если сделать укол иглой в области атриовентрикулярной борозды, предсердия и желудочек отвечают сериями сокращений, ритм которых постепенно замедляется, и они снова останавливаются в диастоле.

Вторая лигатура Станниуса. Не снимая первой лигатуры, накладывают вторую лигатуру между предсердиями и желудочком, т. е. по атриовентрикулярной борозде. При этом желудочек начинает быстро сокращаться, но ритм его постепенно замедляется и сокращения приостанавливаются. Вскоре сокращения желудочка возобновляются с прежней частотой, и, наконец, устанавливается свойственный ему атриовентрикулярный ритм.

Третья лигатура Станниуса. Накладывают лигатуру на нижнюю треть желудочка и отрезают верхушку сердца на $\frac{1}{3}$ длины желудочка. Отрезок самостоятельно не сокращается, но отскачет на каждое раздражение сокращением.

Наблюдение за кровообращением. Приборы и материалы: микроскоп, пинцет, скальпель, пробковая пластинка с отверстием, ножницы, физиологический раствор, булавки; лягушки.

Кровообращение у лягушки можно наблюдать под микроскопом в плавательной перепонке, брыжейке и в языке.

Слабопигментированную лягушку обездвиживают и фиксируют на пробковой пластинке или фанерной дощечке с отверстием в центре. Плавательную перепонку и язык натягивают над отверстием и закрепляют булавками. Пластинку с лягушкой помещают на предметный столик микроскопа. В растянутой (не очень сильно!) перепонке при малом увеличении (объектив 8) наблюдают движение крови в кровеносных сосудах (артериях, венах и капиллярах). При наблюдении необходимо время от времени смачивать плавательную перепонку водой. В поле зрения микроскопа видна вся сеть кровеносных сосудов неодинакового размера. В них непрерывно движется в различных направлениях кровь. Изучив направление, скорость и характер движения крови, можно определить артерии и вены. Артерии меньшего диаметра. В них видна пульсация, кровь светлая. Вены — более толстые сосуды, в них кровь темнее, движется равномерно и медленно. Просвет капилляров настолько мал, что эритроциты еле проскакивают через них, изменяя форму, вытягиваясь.

слишком сильно, зажим штатива с прибором следует несколько опустить. Перо рычага приводят в легкое соприкосновение с поверхностью барабана кимографа, поднимают барабан и записывают работу сердца (кардиограмму). Надо зарисовать в тетрадь «кривую» кардиограммы и проанализировать ее.

Изучение проводящей системы сердца

Приборы и материалы: ножницы, пинцет, скальпель, пробковая пластинка, физиологический раствор (0,65% NaCl), булавки, нитки; лягушки.

Первая лигатура Станниуса. У лягушки обнажают сердце. Накладывают лигатуру на уздечку сердца и, разрезав уздечку, отделяют ее от сорочки для удобства приподнимания сердца. Пинцетом и иглой с ушком подводят нитку (не шелковая) под обе ветви аорты. Перемещая сердце, медленно и осторожно затягивают нитку на границе между предсердиями и венозным синусом (рис. 110). Если лигатура наложена правильно, предсердия и желудочек останавливаются в диастолу, синус продолжает сокращаться и при этом ритме. Сделав легкий укол иглой в стенку желудочка, можно наблюдать сокращения

для наблюдения кровообращения в брыжейке, надо сделать боковой разрез брюшной полости, вынуть брыжейку вместе с петлей кишечника и растянуть ее над стеклянной пластиной. Во время опыта влажность брыжейки поддерживают в 0,5% раствором или раствором Рингера. Наблюдать кровообращение можно под разным увеличением. При этом ясно видно, что кровь течет в ритмично-волнообразно, что в артериях есть осевое и пристеночное движение клеток. На этом же препарате можно видеть выход лейкоцитов из вен и капилляров в соединительнотканый процесс.

Измерение пульса у домашних животных. Приборы и материалы: сфигмограф, бумажные ленты; животные (лошади, коровы).

В ветеринарной практике основное значение имеет исследование артериального давления. У домашних животных пульс можно исследовать на любой периферической артерии, но только ее можно прижать к плотной подкладке (кости). У лошадей пульс исследуют на наружной челюстной артерии, которая легко прощупывается на выпуклости нижней челюсти, вблизи сосудистой вырезки. Можно исследовать и височную артерию.

У крупного рогатого скота пульс определяют на наружной челюстной артерии, на нижнем крае массива; можно использовать и хвостовую артерию.

У мелких животных пульс исследуют чаще всего на бедренной артерии. Пульс определяют концами двух наложенных на артерию пальцев, осторожно сдавливая артерию, исключая ее в поперечном направлении.

На наружную артерию, подсчитывают пульсовые удары, изучают наиболее важные свойства пульса — силу, ритм пульса; определяют напряжение артериальной крови.

Пульс можно записать специальным прибором — сфигмографом. Кривая записанного пульса называется сфигмограммой. Полученную на занятии сфигмограмму необходимо проанализировать.

Венный пульс. В норме у лошадей и крупного рогатого скота на яремной вене можно отрицательный венный пульс. Он возникает вследствие прекращения оттока крови из яремной вены в правое предсердие в момент его сокращения. Отрицательный венный пульс совпадает с диастолой желудочков, предшествует сердечному толчку. В момент сжатия яремной вены посредине яремного желоба участок, находящийся ближе к сердцу, опорожняется (сдадается), а периферический, расположенный ближе к голове, наполняется кровью (набухает). При некоторых заболеваниях сердца, особенно недостаточности трехстворчатого клапана, когда кровь выталкивается правым желудочком не только в легочную артерию, но и в правое предсердие, а из последнего в него полые вены, наблюдается положительный венный пульс. Для венного пульса характерно то, что он совпадает с систолой желудочков, с сердечным толчком и с артериальным пульсом на ближайшей артерии. При сжатии яремной вены посредине яремного желоба в таком случае наблюдают пульсацию в отрезке вены, находящемся ближе к сердцу.

Определение кровяного давления. Приборы: сфигмоманометр, фонендоскоп. Сфигмоманометром определяют кровяное давление у человека. Принцип определения кровяного давления основывается на измерении давления воздуха в манжете, наложенной на артерию, и передающейся на стенку исследуемой артерии и превышающей артериальное давление до полного прекращения пульса в артерии.

Порядок работы следующий. Выкачивают воздух из манжеты и проверяют давление. Снавают футляр с манометром так, чтобы было удобно наблюдать за движением столбика ртути. Надевают манжету на плечо оголенной за локоть руки и закрепляют ее тесьмой. Под манжету можно было свободно ввести один палец. Пульс на лучевой артерии хорошо прощупывается. Ощупывая одной рукой пульс, другой рукой нагнетают воздух резиновой грушей, сдавливая манжетой руку до тех пор, пока исчезнет пульс. В этот момент замечают показания столбика ртути. Постепенно уменьшают сдавливание артерии и снова замечают положение столбика ртути, когда снова появится пульс. Это и будет показание максимального артериального давления.

Метод Короткова позволяет определить систолическое и диастолическое артериальное давление. Нагнетают грушей воздух в манжету до исчезновения пульса на лучевой артерии. Прикладывают фонендоскоп к артерии ниже манжеты и через некоторое время постепенно выпускают воздух. Следя за опусканием столбика ртути в манометре, одновременно прислушиваются к особым звукам.

Вначале, пока артерия сжата манжетой, тоны не прослушиваются. В момент появления глухого тона («тул-тул») и пульса на лучевой артерии показание манометра будет соответствовать величине систолического давления. При дальнейшем снижении давления в манжете тоны изменяются. При прекращении звуков показание манометра будет соответствовать величине диастолического давления.

ГЛАВА VI

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

Дыханием называется обмен газов между организмом и окружающей средой. Живые существа нуждаются в постоянном поступлении кислорода для поддержания обмена веществ, так как организм хранит лишь небольшой запас его. Большая часть клеток тела быстро погибает без кислорода. Особенно чувствительны к недостатку кислорода нервные клетки.

Окисление молекул, содержащих углерод, доставляет животному энергию, которую оно непрерывно расходует. Конечные продукты окисления — углекислый газ и вода. Кровь доставляет кислород через тканевую жидкость во все клетки тела и забирает оттуда углекислый газ, чтобы затем выделить его наружу через легкие, а у жаб и дышащих животных — через жабры. Эти животные используют для дыхания кислород, растворенный в воде.

У высших животных различают легочное (внешнее) и тканевое (внутреннее) дыхание. Первое означает обмен газов между кровью легочных капилляров и окружающим воздухом, а второе — перенос газов в ткани и биохимические процессы окисления в клетках тканей.

Обмен газов в легких

Вдох и выдох осуществляются в результате действия межреберных мышц, диафрагмы и грудной клетки в целом. При вдохе объем грудной клетки увеличивается спереди назад и в стороны. В этом участвуют наружные — дыхательные — мышцы, приподнимающие ребра. Мышечные участки диафрагмы сокращаются (сухожильная часть остается неизменной) и давят на органы брюшной полости, оттесняя их каудально. Брюшная стенка выпячивается. По движению брюшной стенки можно определить частоту дыхания. За расширением грудной клетки следует расширение легких, которые легко растягиваются вследствие своей эластичности. Давление в грудной клетке и легких становится ниже атмосферного, и воздух входит через воздухоносные пути в легкие. Когда объем грудной клетки, а вслед за ней и легких уменьшается, давление в грудной клетке повышается, и воздух выходит из легких. Происходит **в ы д о х**. Он совершается потому, что наружные межреберные мышцы расслабляются, а внутренние межреберные и ряд других мышц сокращаются. Грудная клетка возвращается в исходное положение, а диафрагма вновь становится более выпуклой.

В усиленном вдохе участвуют и вспомогательные дыхательные мышцы, в усиленном выдохе — внутренние межреберные мышцы, вспомогательные дыхательные мышцы, а также брюшная стенка.

Давление в грудной полости. Стенки грудной полости выстланы плеврой, переходящей на легкие. Таким образом, легкие лежат в герметически закрытой грудной клетке под двумя листками плевры, между которыми есть щелевидное пространство с небольшим количеством серозной жидкости. Эта жидкость предохраняет листки плевры от трения друг о друга.

В межплевральной щели давление ниже атмосферного — отрицательное давление. В этом можно убедиться, если соединить эту щель манометром, проколов грудную клетку полой иглой: в открытом колене манометра ртуть упадет, а в другом колене соответственно поднимется.

При глубоком вдохе давление в межплевральном пространстве еще более падает, а при выдохе несколько повышается — становится менее отрицательным. Так, у лошади при вдохе давление в межплевральном пространстве ниже атмосферного на 36 мм, а при выдохе — лишь на 8—10 мм.

Позиция легких и их растяжение тесно связаны с отрицательным давлением в межплевральном пространстве. Движения ناشиваются, если между листками плевры проникает воздух, и давление там станет равным атмосферному. Это бывает при пневмотораксе (скоплении воздуха между листками плевры), при нарушении целостности грудной клетки и других причинах. Двусторонний пневмоторакс делает движения легких и дыхание невозможным; животное погибает от удушья.

Частота дыхания в минуту у животных разных видов различна (табл. 8).

ТАБЛИЦА 8

Вид животного	Число дыханий в минуту	Вид животного	Число дыханий в минуту
Корова	8—16	Курица	12—30
Лошадь	12—25	Гусь	10—20
Бык	5—12	Утка	16—30
Олень	8—16	Голубь	16—40
Коза	16—30	Енот уссурийский	16—32
Собака	15—20	Песец голубой	18—48
		Шорка	40—70
	14—24	Лисица серебристо-черная	14—30
	20—30	Морская свинка	100—150
	50—60		

Частота дыхания зависит от интенсивности обмена веществ. Высокопродуктивные коровы дышат чаще, чем животные средней продуктивности. Молодые животные дышат чаще, чем взрослые. У мелких животных дыхание более частое, чем у крупных. При мышечной работе дыхание резко (в 2—3 раза) учащается.

Частоту дыхания определяют по движению грудной клетки, брюшной стенки или крыльев носа (у лошади и кролика), а также по auscultацией легких (аускультацией). При покое движения грудной и брюшной стенки малозаметны. Они становятся заметнее после пробежки или пробежки.

Дыхательные движения можно записать на законченной киномографии (пневмография). Записанная «кривая» называется пневмограммой.

Типы дыхания. Различают три типа дыхания: 1) грудное, реберное, когда вдох совершается главным образом сокращением межреберных мышц; этот тип дыхания в большей степени свойствен женскому организму; 2) брюшное, или диафрагмальное, дыхание совершается преимущественно вследствие сокращения диафрагмы (брюшной тип дыхания); 3) если при дыхании в равной степени участвуют диафрагма и межреберные мышцы, оно относится к смешанному типу. У сельскохозяйственных животных смешанный тип дыхания. Однако при глубокой беременности более заметен грудной тип дыхания.

Жизненная емкость легких. После спокойного вдоха животное может вдохнуть дополнительно еще некоторый объем воздуха, который называется дополнительным. У лошадей он составляет 10 000—12 000 мл. Воздух, который животное может выдохнуть после спокойного выдоха, называют резервным. У лошади он равен объему дополнительного. Сумма объемов воздуха спокойного вдоха (дыхательный воздух), дополнительного и резервного называется жизненной емкостью легких. У лошадей жизненная емкость легкого составляет 26 000—30 000 мл, у овцы — 800—1500 мл. Объем дыхательного воздуха у крупных животных составляет: у лактирующей коровы — 3100 (лежа) и 3500 (стоя), у лошади — 6000, у овцы — 150—250.

Жизненная емкость — величина непостоянная и зависит от пола, возраста, а главное, от тренировки. У тренированных животных она больше, чем у нетренированных. Определяют жизненную емкость спирометром.

После максимального выдоха в легких у животных остается некоторое количество воздуха (у лошади — 12 000 мл); это — остаточный воздух. Он входит в легкие при первом вдохе, и легкие никогда уже не освобождаются от него, даже после смерти. Если кусочек легкого мертворожденного тонет, взятый же от трупа животного, жившего хотя бы короткое время, плавает. Жизненная емкость легких и остаточный воздух составляют общую емкость легких.

Легочная вентиляция. При вдохе воздух по дыхательным путям проходит в альвеолы; при выдохе часть альвеолярного воздуха по тому же пути выходит наружу. Эта циркуляция воздуха называется легочной вентиляцией. Чем чаще дышит животное, тем больше при прочих равных условиях циркуляция воздуха. Она зависит от величины дыхательного воздуха и количества дыханий в минуту и определяется умножением объема дыхательного воздуха на

дыханий. Минутный объем легких — количество воздуха, которое проходит через легкие в 1 минуту. У лошади минутный объем при покое составляет 40—60 л, а при движении 100—120 л и может достигать до 500 л при очень напряженной работе.

Не весь дыхательный воздух попадает в легочные альвеолы. Около 10% этого воздуха остается в ротовой полости, носоглотке, в гортани, трахее и бронхах, т. е. в дыхательных путях, не участвующих в газообмене. Этот участок называют «мертвым» пространством. Здесь воздух нагревается до температуры тела, очищается от пыли и т. д. В альвеолах легких попадает только 2000—2300 мл воздуха, а выдыхается от 3100—3500 мл. Это альвеолярный воздух. Он находится в легких в соприкосновении с кровью.

Выдыхаемый воздух. Выдыхаемый воздух отличается от вдыхаемого прежде всего тем, что в нем меньше кислорода, который используется в организме на окислительные цели, и больше углекислого газа. Кроме того, выдыхаемый жвачными животными, содержит значительное количество метана, образующегося в преджелудках. В пищеварительном тракте высокопродуктивной коровы может образоваться до 300 л этого газа. Часть метана выделяется и при отрыгивании.

Вдыхаемый воздух отличается и от воздуха легочных альвеол, в котором еще больше углекислого газа и соответственно меньше кислорода. В альвеолах воздух обогащается углекислым газом, а содержание кислорода в нем падает.

Перенос газов кровью

Кровеносные сосуды легочного круга кровообращения разветвляются в легких на огромную сеть капилляров, окружающих альвеолы. Переходу газов из крови в альвеолы и обратно из альвеол в кровь способствуют не только тонкие эпителиальные стенки капилляров, но и огромная поверхность легочных альвеол, достигающая у крупных животных нескольких сотен квадратных метров.

Газообмен в альвеолах осуществляется только в силу законов диффузии, т. е. газы переходят из области большего их давления в область меньшего. Поскольку воздух — это смесь газов, то каждый газ обладает своим (парциальным) давлением.

Чтобы определить парциальное давление какого-либо газа, нужно знать его содержание в воздухе. Например, количество кислорода в воздухе при нормальном давлении последнего в 760 мм ртутного столба составляет 20,9%. Парциальное давление его будет $\left(\frac{760 \cdot 20,94}{100} \right) = 159$ мм. Углекислого газа в воздухе 0,03%, нормальное давление его $\left(\frac{760 \cdot 0,03}{100} \right) = 0,2$ мм, а азота соответственно 100% и 600,8 мм.

В организме газы обмениваются между альвеолярным воздухом и кровью. Если по примеру атмосферного воздуха вычислить парци-

альное давление газов альвеолярного воздуха, то получим для кислорода 102 мм, для углекислого газа 40 мм ртутного столба. И эти газы имеют другое давление (табл. 9).

ТАБЛИЦА 9

Парциальное давление (мм ртутного столба)

Газ	Альвеолярный воздух	Венозная кровь
Кислород	102	40
Углекислый газ	40	47

Из таблицы видно, что разность между парциальным давлением кислорода в альвеолярном воздухе и его давлением в венозной крови очень велика, что обеспечивает вполне достаточный переход кислорода в кровь даже при возрастающих потребностях организма, например при усиленной мышечной работе. Разность между парциальным давлением углекислого газа в альвеолярном воздухе и его давлением в венозной крови делает возможным переход углекислого газа из крови в альвеолы.

Следует отметить, что обмен газов возможен и при других условиях. Так, гемоглобин обладает большим химическим сродством к кислороду, поэтому он может насыщаться им и превращаться в оксигемоглобин даже при низком парциальном давлении кислорода.

Благодаря гемоглобину кровь обладает способностью поставлять клеткам тела в 70 раз больше того количества кислорода, который может раствориться в плазме при парциальном давлении.

У млекопитающих, кроме гемоглобина крови, есть еще гемоглобин в мышцах — миоглобин. Он более стойко удерживает кислород в гемоглобине крови. В организме создается как бы депо кислорода. Миоглобин снабжает кислородом сердечную мышцу во время сна, облегчает дыхание животных на больших высотах. Миоглобин много содержится в мышцах конечностей. Особое значение приобретает миоглобин у ныряющих животных, длительно пребывающих под водой (у китов, тюленей и др.).

Оксигемоглобин — нестойкое соединение. В тканях тела кислород отщепляется от оксигемоглобина. Отщеплению способствует то, что разность парциального давления кислорода в артериальных капиллярах значительно выше, чем в тканевой жидкости (102 мм в капиллярах и 20—40 мм в тканях). Отщепление кислорода от оксигемоглобина облегчается и тем, что из тканевой жидкости в кровь непрерывно переходят продукты обмена, в первую очередь углекислый газ. В мере же увеличения давления углекислого газа ослабляется и химическое сродство кислорода с гемоглобином. Таким образом, интенсивнее обмен веществ в тканях и чем больше образуется углекислого газа, тем больше его переходит в кровь, а следовательно,

растворенный кислород отщепляется и переходит в ткани кислород. Давление углекислого газа в тканевой жидкости 60 мм, в артериальных капиллярах — только 40 мм. Эта разница облегчает переход углекислого газа из тканей в кровь. Углекислый газ, так же как и кислород, не имеет физического растворения в плазме крови, находится в ней в связанном образом в химическом связанном состоянии: он соединяется с гемоглобином крови и в некоторой степени с гемоглобином.

Кровь не может связать беспредельное количество кислорода: гемоглобин в самых оптимальных условиях связывает в среднем 1,34 мл O_2 . Максимальное количество кислорода, которое может связать 100 мл крови, называется кислородной емкостью.

Тканевое дыхание. Под тканевым дыханием понимают внутриклеточное окисление кислорода и образование углекислого газа в результате окисления углеводов, жиров и белков.

Процесс окисления (в отличие от горения в воздухе) проходит при относительно низкой температуре (37°) и в водной среде. При этом тепло не рассеивается и не вся выделяется в виде тепла, как при горении, а сохраняется про запас в виде образующихся химических веществ. Окисление в тканях начинается с отнятия водорода от окисляемых веществ и передачи его через ряд реакций кислороду, в результате чего образуется вода. При окислении в клетках тела питательных веществ не происходит прямого присоединения к ним кислорода, а происходит ряд ферментативных процессов, конечным звеном которых и служит образование углекислого газа и воды. При окислительных процессах в тканях образуется угольная кислота — H_2CO_3 . В организме она постоянно превращается в углекислый газ и воду. Этот процесс значительно облегчается под действием особого фермента — угольной ангидразы, обнаруженной в эритроцитах.

Регуляция дыхания

Дыхательные движения животного регулируются дыхательным центром, расположенным в средней трети продолговатого мозга; имеются два центра дыхания: раздражение одного из них вызывает вдох, другого — выдох. В регуляции дыхания участвует и кора полушарий головного мозга. Доказательством служит тот факт, что у животного вырабатываются условные рефлексы на дыхание.

Рефлекторная регуляция дыхания. Автоматическая деятельность дыхательного центра подвергается рефлекторным воздействиям. В рефлекторных реакциях непосредственное участие принимает блуждающий нерв.

При вдохе легкие расширяются, их стенки растягиваются и раздражают окончания центроостремительных волокон блуждающего нерва. В первые мгновения это возбуждает дыхательный центр, затем центр вдоха затормаживается, а возбуждается центр выдоха. Грудная клетка сжимается, происходит выдох. Но так как центроостремительные волокна блуждающего нерва теперь не возбуждаются, торможение центра вдоха прекращается, в нем возникает возбуждение, наступает

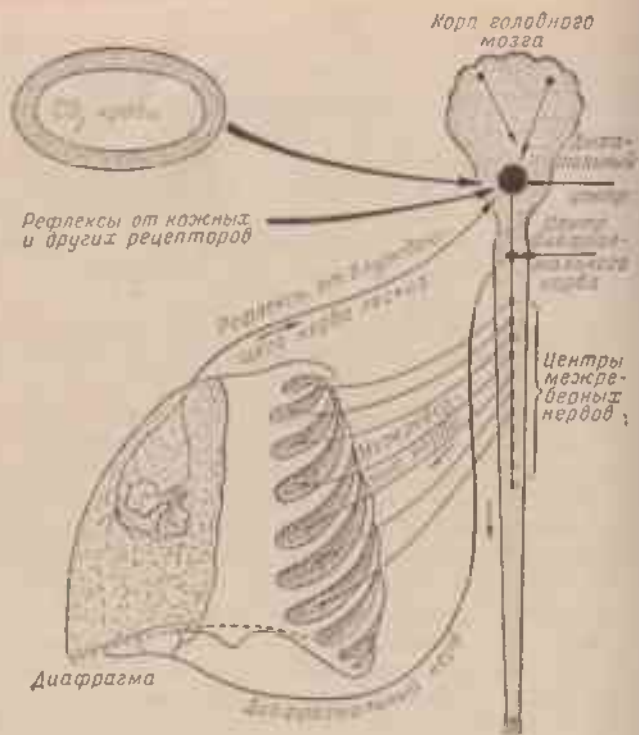


Рис. III. Регуляция дыхания.

очередный вдох. Таким образом, вдох рефлекторно вызывает выдох — выдох — вдох (рис. III).

Рефлекторное воздействие на дыхательный центр можно видеть и помимо блуждающих нервов. Известно, какие быстрые дыхательные движения делает человек при прикосновении к холодному и горячему, при испуге, в гневе и т. п. К этим же рефлексам относятся и защитные дыхательные рефлексы: кашель, чихание и пр. Они препятствуют проникновению инородных веществ в легкие.

Гуморальные влияния на дыхательный центр. На возбудимость центра дыхания, являясь химическими стимуляторами, оказывают влияние изменения в крови

ионы кальция, калия, натрия и другие ионы, а также различные ферменты. Кроме этого, на возбудимость центра дыхания влияют изменения в крови содержания углекислого газа, кислорода, глюкозы и других веществ. Углекислый газ, являясь химическим стимулятором, оказывает сильное влияние на возбудимость центра дыхания. Углекислый газ, являясь химическим стимулятором, оказывает сильное влияние на возбудимость центра дыхания.

При нарушении нормального обмена кислорода и углекислого газа в крови накапливается угольная кислота. Последняя, поступая в дыхательный центр, раздражает его, что вызывает ускорение дыхания.

Замедленное дыхание освобождает кровь от избытка углекислого газа, после чего дыхание приходит в норму. Накопление углекислого газа в крови плода обуславливает и первый вдох новорожденного.

Дыхание при мышечной работе. При мышечной работе увеличивается не только частота дыхания, но и его глубина и сила дыхательных движений. Вентиляция легких увеличивается (увеличивается потребление кислорода и выделение углекислого газа). Мышечная работа поэтому влечет за собой усиление кровообращения, повышение содержания гемоглобина в крови за счет улучшения кроветворения.

Дыхание при пониженном атмосферном давлении. Животные могут приспособиться к пониженному атмосферному давлению. Вентиляция легких при этом увеличивается — учащается и углубляется дыхание. Потребление крови кислородом вследствие этого улучшается. Кроме того из кровяного депо переходит кровь с повышенным содержанием кислорода. У крупного рогатого скота, выращенного и содержащегося в горах, легочное дыхание интенсивнее и газообмен выше, чем у скота, выращенного даже после приспособления его к горным условиям.

Дыхание при повышенном атмосферном давлении. При погружении в воду на каждые 10 м давление повышается на одну атмосферу. Это способствует к растворению в крови большого количества прежде всего азота воздуха. При быстром подъеме из глубины азот не успевает выйти из крови через легкие и переходит в газообразное состояние («кровь пенится»). Пузырьки газа могут закупорить сосуды, причиняя боль и даже гибель, или вызвать более опасные последствия. Поэтому из глубины на поверхность водолазы поднимают очень медленно.

Дыхание у птиц

В отличие от млекопитающих легкие у птиц приращены к ребрам и малоэластичны. Бронхи проходят через легкие и оканчиваются в периферических воздушных мешках. Бронхиолы заканчиваются воздухоносными капиллярами, они заменяют у птиц альвеолы. Обмен газов происходит между воздухоносными капиллярами и кровеносными сосудами. Сильно развитая грудная клетка участвует во вдохе. При этом воздух проникает не только в легкие и воздухоносные капилляры, но и заполняет и объемистые воздухоносные мешки грудной и брюшной полости. Отростки мешков соприкасаются со многими органами и проникают в трубчатые кости конечностей. Сердце и желудок воздухоносные мешки облегают почти кругом. В зависимости от заполнения мешков воздухом перемещается центр тяжести тела. Это позволяет птице во время полета поддерживать нормальное положение тела.

При выдохе воздух направляется обратно из мешков. При этом он попадает в трахею не через верхние, а через нижние бронхи. Таким образом, воздух через легкие проходит дважды — при вдохе и при выдохе. Объем же легких в процессе дыхания почти не изменяется. За один акт вдоха и выдоха птица дважды извлекает кислород из воздуха и двукратно выделяет углекислый газ. У птицы интенсивный газообмен.

Воздушные мешки не принимают большого участия в газообмене с внешней средой (в стенках мешков очень мало капилляров). Они играют большую роль в охлаждении тела, особенно внутренних органов. Это средство терморегуляции, так как у птиц нет потовых желез. Во время полета грудные мускулы управляют крыльями, грудная клетка не расширяется, и воздух проходит в легкие и воздушные мешки через ноздри пассивно. Выдыхается воздух во время полета сокращением брюшка.

Дыхание регулируется так же, как и у млекопитающих, но птицы очень чувствительны к недостатку кислорода. Увеличение концентрации CO_2 в воздухе не вызывает у птиц одышки, как у млекопитающих, а задерживает дыхание.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Физиология дыхания

Действия диафрагмы при дыхании. Приборы и материалы: аппарат Дондерса, свежие легкие кролика, стеклянная канюля, нитки.

Чтобы лучше усвоить механизм вдоха и выдоха и значение диафрагмы в процессе дыхания, полезно продемонстрировать действующую модель грудной клетки (аппарат Дондерса). Для этого берут стеклянный колпак или широкую бутылку без дна. Под дном натягивают резиновую пластинку с петлей. Горлышко колпака или бутылки плотно закрывают пробкой с двумя отверстиями. Через одно отверстие вводят стеклянную канюлю, в другое вставляют стеклянную изогнутую трубку, которую с помощью соединяют с водяным манометром, показывающим изменение давления внутри колпака (рис. 112). Вырезанные легкие собаки, кошки или кролика соединяют трубку с канюлей и надувают воздухом. Если оставить свободное сообщение между легкими и атмосферным воздухом, легкие спадаются. Пробку из горлышка колпака поднимают, на канюлю и легкие помещают под колпак, плотно закрыв пробкой его горлышко. При оттягивании петлей резиновой пластинки книзу воздух внутри колпака разрежается, давление падает, наружный воздух, входя в легкие, раздувает их, что соответствует вдоху. При надавливании на пластинку внутрь колпака давление воздуха внутри колпака повышается, и легкие спадаются, что соответствует выдоху.

Измерение объема воздуха в легких. Приборы и материалы: спирометры, спирт, вода, вата.

Пригодны спирометры любой конструкции, наиболее употребительны водяные (рис. 113).

Чтобы привести спирометр в рабочее состояние, прибор устанавливают на горизонтальной плоскости (на столе), вынимают внутренний цилиндр наружного и заливают воду в наружный цилиндр до красной черточки, нанесенной внутри наружного цилиндра. Трубку, находящуюся в основании спирометра, надевают резиновый шланг, предварительно смочив конец его водой. Из крышки вынимают резиновую пробку и вставляют внутренний цилиндр в прорези угольников наружного цилиндра, шкалой в сторону спирометрического окна. Добавляют недостающее количество воды до черты «Уровень».

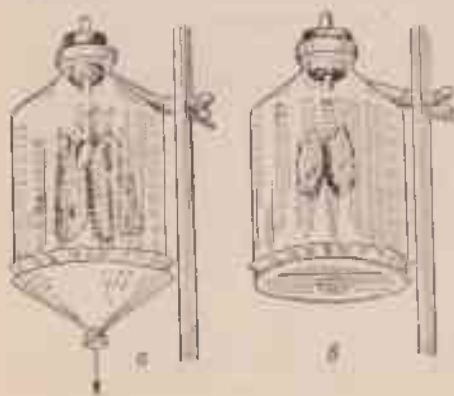


Рис. 112. Модель грудной полости (схема Дондерса):

а — вдох; б — выдох.

закрывают отверстие в крышке резиновой пробкой. Свободный конец резинового шланга соединяют со стеклянным наконечником, который дезинфицируют спиртом (это обязательно делать при каждом измерении спиртом), после этого можно приступить к измерению.

Измерение объема дыхательного воздуха. Стекломерный аппарат приставляют ко рту и делают обычный выдох. Закрытый пробкой внутренний цилиндр со шкалой опускается в воздух и поднимается. По окончании выдоха внутренний цилиндр остается под давлением воздуха против отметки «Уровень отсчета» на шкале. Результат измерения и записывают его в протокол.

После измерения дыхательного воздуха. Закрыли пробку в крышке, выпускают воздух и устанавливают шкалу на нулевое деление. После нескольких нормальных дыхательных движений в момент окончания выдоха берут в рот стеклянный наконечник и делают глубокий (максимальный) выдох. Записывают показатель на шкале; это — объем выдыхаемого воздуха.

Объем дополнительного воздуха можно вычислить по разности суммы объемов дыхательного и резервного воздуха из полученной при определении жизненной емкости легких. Но определить объем дополнительного воздуха можно и спирометром. В спирометр вводят воздух, поднимая цилиндр на определенную отметку, например 3000 см³. Затем делают нормальный выдох, в момент окончания его быстро берут наконечник в рот, правой рукой зажимают нос и продолжают вдыхать воздух из спирометра. Отмечают показание шкалы, вычисляют объем оставшегося воздуха из первоначального и получают объем дополнительного воздуха.

Закрывают пробку спирометра, выпускают из него воздух и устанавливают шкалу на нулевое деление. Делают максимально глубокий вдох и насколько можно глубоко выдыхают в спирометр. Шкала спирометра покажет жизненную емкость легких.

Измерение CO₂ в выдыхаемом воздухе. Приборы и материалы: стеклянная пробирка, стеклянная трубочка, соединительная трубка с тройником, известковая или баритовая вода.

В стеклянную колбу или в широкую пробирку наливают 50—100 мл свежеприготовленного раствора баритовой Ba(OH)₂ или известковой Ca(OH)₂ воды. Через стеклянную трубочку выдыхают воздух в жидкость. Особенно важно выдыхать в трубку последние порции воздуха. Через некоторое время раствор помутнеет, образуется нерастворимый углекислый барий или углекислый кальций:



Этим подтверждается большое содержание CO₂ в выдыхаемом воздухе. По образующемуся осадку можно судить о количестве CO₂, выделенного за определенное время.

Качественное содержание CO₂ во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе. Приборы и материалы: стеклянные пробирки, соединительная трубка с тройником, мундштук, известковая или баритовая вода.

В две стеклянные пробирки наливают раствор баритовой или известковой воды. Пробирки соединяют мундштуком или маской, чтобы вдыхательный воздух из тройника был сообщен с одной пробиркой, а выдыхательный — с другой. Через некоторое время раствор помутнеет в обеих пробирках, но в разной степени. Нельзя объяснить причину различной степени помутнения.

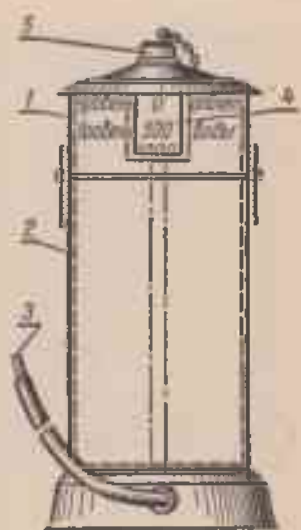


Рис. 113. Спирометр:

1 — наружный и 2 — внутренний цилиндры; 3 — стеклянный наконечник для выдыхания; 4 — смотровое окно; 5 — резиновая пробка.

Определение числа дыхательных движений у животных. Приборы и материалы: фонендоскопы, полотно; животные.

Есть несколько методов определения дыхательных движений. Самый простой — клинический; по движению грудных или брюшных стенок определяют дыхательные движения в минуту. Но у здоровых животных в состоянии покоя дыхательные движения грудной клетки и брюшных стенок выражены очень слабо, а иногда не видно. Поэтому частоту дыханий удобнее определять по движению крыльев (у лошади) или по струе выдыхаемого воздуха, которая хорошо заметна в холодное время года. В теплую погоду ее легко можно ощущать рукой, приложенной пальцами к ноздрям животного. Когда эти методы не дают результатов, число дыхательных движений определяют аускультацией по дыхательным шумам; они легко прослушиваются в хее (бронхиальные шумы) или в грудной клетке (везикулярный шум). Прослушивать дыхательные шумы можно посредством фонендоскопа, стетоскопа или непосредственно аускультацией.

Определяют тип и ритм дыхания. Очень важный показатель процесса дыхания — ритм. Вдох происходит быстрее выдоха. Отношение вдоха к выдоху по времени у лошади 1,0 : 1,8; у коровы — 1,0 : 1,2; у свиньи — 1,0 : 1,0.

Аускультация легких. Приборы и материалы: фонендоскопы, стетоскопы, полотно; животные.

При выслушивании легких у здорового животного слышатся мягкие, присвистывающие, дующие звуки, напоминающие мягкое произношение звука «ф». Образуются эти звуки при передвижении воздуха из бронхиол в альвеолы и расширении последних. Это — везикулярные шумы.

При выслушивании нижней поверхности шеи слышатся сильные и резкие звуки, напоминающие произношение звука «х». Возникают они вследствие вихревого движения воздуха в гортани за голосовой связкой. Это бронхиальные шумы.

Перкуссия легких. Приборы и материалы: перкуссионные молоточки, полотно; лошади; лошадь, корова.

Перкуссия грудной клетки применяется для определения задних границ легких и их состояния.

Перкуссируют легкие пальцами (дигитальная перкуссия) — у мелких животных и специальными инструментами — у крупного рогатого скота, лошадей. Концом согнутого пальца правой руки постукивают о палец левой руки, плотно приложенный к исследуемому месту. Можно пользоваться и одной рукой, нанося легкие или сильные удары пальцами по грудной стенке животного.

Инструментальная перкуссия осуществляется перкуссионным молоточком и плессиметром. По плотно приложенному к грудной стенке (межреберным пространством) плессиметру ударяют дважды резиновым наконечником перкуссионного молоточка. Затем плессиметр передвигают на другое место и опять постукивают по нему молоточком.

При перкуссии области легких у здорового животного слышится продолжительный низкий звук. Такой звук характерен для пространств, наполненных воздухом, и называется атимпаническим. При эмфиземе легких, когда разрываются перегородки между альвеолами и образуются большие полости, заполненные воздухом, перкуссионный звук становится звонким, как от ударов в барабан, и называется тимпаническим.

ГЛАВА VII

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

Обменом веществ называется совокупность всех химических процессов в протоплазме клеток, необходимых для жизни. В организме животного, в его тканях и клетках, постоянно образуются при помощи ферментов сложные вещества и в то же время идет их распад. **А с с и м и л я ц и я** (созидание) и **д и с с и м и л я ц и я** (разрушение) — единый жизненный процесс, две стороны одного физиологического явления. Ассимиляция невозможна без диссимиляции, и наоборот.

важные периоды жизни и в раз-
ные периоды существования пре-
обладает то ассимиляция, то дис-
симиляция. В молодом возрасте
преобладают процессы ассимиля-
ции, при голодании и в старости —
диссимиляции.

Питательные вещества, погло-
щаемые животным, доставляют ему
как только строительный материал
для возобновления разрушенных
частей протоплазмы, но и необхо-
димую энергию. Источником
энергии служат углеводы, жиры и
белки. Часть энергии, заключенной
в питательных веществах, использу-
ется для построения новых клеток;
часть расходуется в процессе жиз-
неспособности клеток, например
для сокращения мышц; остальная часть освобождается в виде тепла.

Соли, минеральные соли и витамины также относятся к пищевым
веществам и хотя не являются источником энергии, в одинаковой
степени важны для поддержания жизни и участвуют в обмене веществ.

Обмен веществ и энергии — единый процесс. В организме непре-
менно потенциальная (заложенная в продуктах питания) энергия
химических веществ превращается в тепловую, механическую и дру-
гую форму. Такой энергетический обмен — неперемное условие нор-
мального обмена веществ.

Для изучения внутриклеточного обмена основное значение имеют
два метода исследования: ангиостомическая методика русского уче-
ного Г. С. Лондона и методика меченых атомов.

Чтобы изучать процессы обмена, важно иметь верное представление о химическом
составе крови, притекающей к какому-нибудь органу и оттекающей от него. Трубочки
(рис. 114), накладываемые на кровеносный сосуд, позволяют получать кровь
из любого места тела и изучать биохимические процессы в организме.

В последнее время широкое распространение получила методика меченых ве-
ществ (радиоактивных изотопов). Радиоактивные (меченые) элементы — фосфор, сера
и другие добавляют к обыкновенным пищевым веществам и скармливают животным.
Эти меченые элементы в кровь, под кожу. Будучи радиоактивными, они удобны для
обследования за ними посредством особых приборов. Животным вводят меченые белки,
углеводы, жиры, минеральные соли, витамины и пр.

Эти методы исследования позволили по-новому понять сложные
процессы обмена веществ. Оказалось, что в любом органе, в любой
ткане происходят интенсивные процессы обновления клеток. Одни
клетки обновляются за несколько дней, другие — за несколько
недель. Даже такая, казалось бы, инертная ткань, как жировая,
или такая устойчивая ткань, как костная, непрерывно и интенсивно
обновляются, заменяясь другими молекулами, поступающими сюда
в процессе обмена.

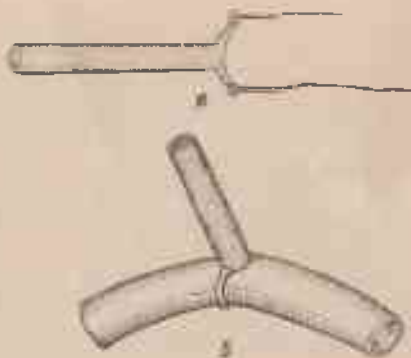


Рис. 114. Трубочки (ангиостомические)
проф. Е. С. Лондона. Через эти тру-
бочки у животного можно получать
кровь из внутреннего кровеносного
сосуда. Трубочки пришивают к стенке
сосуда.

Углеводный обмен

Энергию для внутриклеточного обмена животное получает главным образом из углеводов. Большое количество углеводов содержат растительные корма. Некоторая часть жиров и белков предварительно превращается в углеводы, а потом расходуется на энергетические цели.

Углеводы всасываются из кишечника в виде глюкозы, а из нее в организме синтезируется гликоген (скопление молекул глюкозы — сложный полисахарид, или животный крахмал). Он входит в состав протоплазмы, а запасы его откладываются главным образом в печени и мышцах. По мере необходимости гликоген превращается в глюкозу и переходит в кровь к месту его потребления, в ткани. Там он вновь превращается в гликоген, после чего расщепляется на глюкозу, которая затем окисляется до CO_2 и H_2O с выделением определенного количества тепла. Кроме гликогена, глюкоза может превращаться в другой запасный энергетический материал — в жир.

Углеводы легко распадаются и довольно быстро мобилизуются на нужды организма — для нормального функционирования нервной системы, для мышечной работы. Поэтому гипогликемия (понижение содержания сахара в крови) ведет к утомлению, расстройству нервной деятельности, к понижению температуры тела. При тяжелой гипогликемии наблюдаются судороги, ослабление сердечной деятельности, возможна даже смерть животного. Эти явления исчезают после введения в кровь глюкозы. Постоянный уровень глюкозы в крови поддерживается печенью и поступлением из пищеварительного канала моносахаридов. Избыточное количество глюкозы в крови, если ее много в пище, выводится с мочой. Выделение значительных количеств сахара с мочой называется глюкозурией. При достаточном количестве углеводов в корме они оказывают сберегающее действие на белки (меньше расходуются).

Углеводный обмен регулируется нервной системой и железистой внутренней секреции. Укол в дно 4-го желудочка в продолговатом мозге вызывает стойкую гипергликемию, повышенное содержание сахара в крови («сахарный укол»). Он вызывает усиление выделения (через возбуждение симпатической нервной системы) из надпочечников гормона адреналина, который и повышает содержание сахара в крови. Напротив, гормон поджелудочной железы инсулин снижает концентрацию сахара в крови: стимулирует превращение сахара в гликоген, а также окисление глюкозы в тканях. На обмен углеводов влияют также гормоны щитовидной железы и коркового (наружного) слоя надпочечников. В углеводном обмене большое участие принимает витамин B_1 .

Углеводный обмен у жвачных. У жвачных животных углеводы (клетчатка и др.) сбраживаются и превращаются в органические кислоты — уксусную, пропионовую, масляную и др., но большая часть всего в уксусную. Эти же летучие жирные кислоты образуются при брожении клетчатки в толстых кишках как у жвачных, так и у других

животных. Расщепление целлюлозы (составной части корма) происходит при участии бактерий, выделяющих фермент целлюлазу. В результате образуется растворимый в воде углевод — целлобиоза. В дальнейшем целлобиоза под воздействием другого фермента бактерий — целлобиазы превращается в глюкозу, которая в брожении и образует жирные кислоты и газы.

Вместе с кормом, кроме клетчатки, есть и легкопереваримые углеводы — крахмал, сахар, брожение бывает более интенсивным. Хотя в брожении, кроме летучих жирных кислот, образуется немало углекислого газа, который отрывается, и тем самым углерод безвредно теряется для животного, этот углеводный распад все же важен. Легкопереваримые углеводы стимулируют деятельность ферментов рубца и способствуют сбраживанию и более полному использованию клетчатки.

Для более полного использования клетчатки необходимо также, чтобы в рубце было определенное количество азота (белков и амидов), который является питательным материалом для микробов, для построения их тела. Переваривание клетчатки улучшается, если в рационе содержатся микроэлементы — кобальт, медь, железо, магний, марганец и также соединения серы.

Основную энергию, заложенную в углеводах, жвачные получают из летучих жирных кислот. Организм жвачных хорошо приспособлен к ее использованию. Хорошим источником энергии служит пропионовая кислота. Кроме того, она используется у жвачных как источник энергии, а следовательно, и сахара крови.

Жировой обмен

Жир расщепляется в кишечнике на глицерин и жирные кислоты. При всасывании их в организме вновь синтезируется жир, свойственный данному животному; лишь небольшое количество жирных кислот поступает в кровь. Жир всасывается лимфатической системой и только частично в кровь воротной веной, по которой он поступает в печень и отсюда выводится про запас. Однако основное количество жира накапливается в жировое депо (подкожная клетчатка, сальник и т. д.).

При длительном скармливании одного и того же чужеродного жира последний в организме животного начинает приобретать свойства жира корма.

У разных видов животных состав жира, точка его плавления, соотношение различных кислот неодинаковы. Даже у одного и того же животного жир различных органов имеет свою специфику: жир подкожной клетчатки имеет более низкую точку плавления, чем внутритканевый жир.

Размеры жировых депо непостоянны и зависят от условий питания, вида животных, породы, возраста и др. Жир депо расходуется на энергетические нужды и заменяется другим, поступающим с кормом. Часть жира и жироподобных веществ — липоидов и др. — входит в состав протоплазмы и клеточных оболочек животного.

В тригонидных и псевдотригонидных жирах могут образовываться углеводы и белки. Превращение углеводов в жир впервые доказано Н. П. Чирковым. Если в корме больше углеводов, чем белков, то часть белков превращается после дезаминирования в кетон, а последний — в жир.

Жир депо расщепляется в печени и некоторых других органах ферментом липазой на глицерин и жирные кислоты и окисляется до углекислоты и воды. При этом выделяется много тепловой энергии. В организме защите печени от ожирения способствуют аминокислоты метионин, а также холин — так называемые липотропные вещества.

Некоторые жирные кислоты — линолевая, линоленовая и арахидоновая — в организме не образуются (незаменимые кислоты), и они должны входить в состав корма для всех животных.

Жировой обмен регулируется нервной системой и железами внутренней секреции — щитовидной, гипофизом, надпочечниками, а также половыми железами. Центр регуляции обмена жиров находится в промежуточном мозге. Он оказывает свое влияние на жировой обмен через вегетативную нервную систему.

Азотистый обмен

В состав белков входит азот, которого нет ни в жирах, ни в углеводах. Белки корма имеют в основном пластическое значение: они расходуются в организме на замещение отмерших клеток и их частей, на построение новых клеток, на синтез ферментов, гормонов, содержащих азот, на образование белков молока, шерсти и т. п.

В пищеварительном канале белки корма теряют свою видоспецифичность (видовые особенности). Полученные в результате окисления белков аминокислоты и полипептиды из кишечника всасываются в кровь и переносятся к печени, а затем к тканям, где используются посредством тканевых ферментов. Аминокислоты корма превращаются в тканях в специфический белок тела. Синтез белков из аминокислот происходит на микросомах клеток.

Если корм содержит больше аминокислот, чем это необходимо для нормальной деятельности протоплазмы клеток, аминокислоты в печени дезаминируются: от них отщепляется группа NH_2 , которая затем превращается в аммиак (NH_3). Впоследствии он соединяется в печени с угольной кислотой и превращается в мочевины, выделяющуюся с мочой. У птиц вместо мочевины образуется мочевокс.

Безазотистый остаток аминокислот (после дезаминирования) превращается в глюкозу, а затем в гликоген. Безазотистый остаток аминокислот может дать и глицерин, необходимый для образования жира. Из сказанного видно, что обмен углеводов, жиров и белков тесно связан. Доказано, что достаточное количество углеводов в корме сокращает расход белков.

Чтобы избежать нарушения обмена веществ в организме жвачных, очень важно соблюдать в рационе правильное соотношение азотистых

и других веществ — 1 : 6—8, т. е. на 1 часть переваримого белка должно содержаться от 6 до 8 частей переваримых безазотистых веществ, а также правильное сахаро-протеиновое отношение: 1 : 1 (100—180 г сахара на 1 кормовую единицу рациона).

У здорового взрослого животного большая часть белков корма служит энергетическим материалом, подобно углеводам и жирам. Однако такое значение, конечно, имеет только безазотистая часть корма.

В дезаминировании аминокислот, как сказано, основную роль играет печень. Нарушение ее отправления приводит к тяжелым заболеваниям. Кроме дезаминирования, в печени происходит и процесс дезаминирования аминокислот. Этот процесс заключается в переносе аминогруппы от одной аминокислоты к другой, т. е. в перестройке аминокислоты, которые более подходят по составу к белкам, необходимым для данного организма.

Биологическая ценность белков. Для образования белка, свойственного животному организму, с кормом должен поступать белок, содержащий все или наиболее важные аминокислоты. По этому признаку белки делятся на **полноценные**, в состав которых входят все в достаточном количестве необходимые организму аминокислоты, и **неполноценные**, которые не содержат всех нужных аминокислот. К наиболее важным аминокислотам относят те, которые участвуют в азотистом обмене в организме не синтезируются или их образуется очень мало. Поэтому их называют **незаменимыми**. К ним относятся: триптофан, лизин, метионин, валин, лейцин, изолейцин, аргинин, фенилаланин, гистидин, треонин. Если этих аминокислот нет в корме, длительная жизнь животного (свиньи, птицы) невозможна.

Лейцин, триптофан, метионин стимулируют рост организма и образование молока; метионин стимулирует защитные функции печени; лизин необходим для нормальной деятельности нервной системы; триптофан и гистидин необходимы для кроветворения; аргинин влияет на половой процесс. Некоторые аминокислоты служат основой для синтеза гормонов. Для роста шерсти, копыт, перьев необходима аминокислота цистин.

К полноценным относятся главным образом белки животного происхождения — белки крови, мяса, яиц, молока и некоторые растительные белки — картофеля, бобовых, овса. Однако в животном белке желатине нет триптофана, а также аминокислоты тирозина — неполноценный белок. Некоторые белки только частично неполноценны: не стимулируют роста животного, хотя поддерживают его жизнь, например, белки пшеницы, ячменя. В них очень мало цистина.

Смешанный рацион обычно содержит разнообразные белки. Недостающее количество незаменимых аминокислот в одном корме компенсируется за счет другого. Таким образом, смешанный рацион становится полноценным, с полным набором незаменимых аминокислот, необходимых для жизнедеятельности организма.

Белковый минимум. Важна не только биологическая ценность белков, но и их переваримость, всасывание в кишечнике и содержание в рационе. Белки животного происхождения усваиваются лучше растительных. Количество белка, необходимое для поддержания жизни животного, называется белковым минимумом. Он меняется в зависимости от физиологического состояния организма — беременности, лактации, роста и др. Для коровы белковый минимум 0,6 г на 1 кг веса тела, для лошади в покое — 0,7—0,8 г, работающей — 1,4 г.

Азотистый баланс. В отличие от жиров и углеводов белки создают в организме «белковых депо». Для пластических целей расходуется столько белка, сколько требуется в зависимости от состояния тканей. В связи с этим есть необходимость определять азотистый баланс организма. Азотистым балансом называют разность между количеством принятого с кормом азота и количеством азота в выделениях — моче и кале (азот корма = азоту кала + азот мочи ± азот отложений). Если животное лактирует — надо прибавляет и выделяет молоко, необходимо учитывать и азот молока. Удаётся вычислить и количество усвоенного азота белком. Количество усвоенного азота равняется количеству азота, принятого с кормом, за вычетом азота в кале. Выше было сказано, что азотистая часть аминокислот превращается в мочевины. Определив количество азота в моче и зная количество азота, принятого с кормом, а также то, что в белках корма в среднем 16% азота, можно подсчитать, какая часть белка подверглась дезаминированию, сколько белка израсходовано на строительные, пластические цели и сколько задержано (отложилось) в теле.

Если поступление азота в организм превосходит его расход, то указывает на положительный баланс азота. При отрицательном балансе азота выделяется из организма больше, чем поступает с кормом. Это означает, что, помимо расхода съеденного белка, разрушилось некоторое количество белка протоплазмы клеток у животного наступило белковое голодание. При белковом голодании с мочой все же регулярно выделяется определенное количество азота, так как в организме постоянно в той или иной степени распадается тканевый белок. В случае полного голодания тканевый белок расходуется и на энергетические нужды.

Положительный баланс азота в организме бывает в период роста при беременности, после сильного истощения — при усилении кормления после голодания или болезни. У овец положительный баланс азота отмечается после стрижки, когда отрастает шерсть. Если количество азота, найденное в выделениях, равно количеству азота, принятого с кормом, это указывает на то, что белковые затраты целиком восполняются. Тогда говорят об азотистом равновесии. Оно сохраняется и в том случае, когда животному скармливают больше белка, чем нужно организму. В моче находят соответственно больше азота, а печени и почкам дается большая нагрузка, что нередко приводит к заболеванию. Это надо иметь в виду при откорме.

животных: после восстановления затрат тканевого белка корм превращается в жир.

Для поддержания азотистого равновесия животное должно получить бы минимум белка и определенного качества.

Азотистый обмен регулируется подбугровой областью (гипоталамус) промежуточного мозга. Значительно влияют на обмен белков щитовидной железы и коркового слоя надпочечников, наличие витаминов, общее количество кормового белка и его качество.

Азотистый обмен у жвачных. Только часть белков корма переходит в преджелудков в сычуг и тонкий отдел кишечника в неизменном виде и переваривается так же, как у животных с однокамерным желудком. Остальной же белок и небелковые азотистые вещества, так называемые амиды (мочевина и др), подвергаются воздействию микроорганизмов, населяющих преджелудки. Ферменты, выделяемые микроорганизмами, обладают протеолитической способностью — расщепляют белки. Некоторое участие в этом принимают и ферменты самих кормов. В рубце подвергаются все белки, попавшие в рубец. В зависимости от строения белка и его растворимости в жидкости рубца меняется скорость расщепления протеина. Например, быстро расщепляется рубец казеин молока и медленно — белок крови фибрин. Белки расщепляются в преджелудках до полипептидов и аминокислот. Под влиянием же микробов аминокислоты дезаминируются (отщепляется группа NH_2) и в рубце образуется много аммиака. Количество аммиака зависит от состава съеденного корма. Аммиак из преджелудков попадает в кровь и через воротную вену переходит в печень, где превращается в мочевины. Из организма мочевины выводится с мочой. Мочевина компенсирует (возмещает) потери азота с мочой и калом. Мочевина, переходящая в первичную мочу (стр. 316), обратна выводится в кровь в почечных канальцах. Значительная часть аммиака попадает с кровью в слюнные железы и вместе со слюной попадает в рубца. Еще большая часть переходит из крови в рубец через его стенки. Под влиянием фермента уреазы, выделяемого бактериями, мочевины в преджелудках расщепляется до аммиака, который затем усваивается бактериями, а те в значительном количестве поглощаются инфузориями, способствуя образованию микробного белка. Таким образом, в преджелудках, наряду с расщеплением белка, происходит и его синтез (образование). Для этого используются не только аммиак, но и другие небелковые азотистые вещества в рубце. Микробный белок полноценный. Он содержит все незаменимые аминокислоты.

Наряду с пищевыми массами микробы из преджелудков переходят в сычуг и тонкий отдел кишечника, где и перевариваются. Таким образом животное получает довольно много полноценного белка (корова, например, 400 г и больше в сутки). Полагают, что до 50% белков корма превращается в микробный белок.

Аммиак — ядовитое вещество. При правильном кормлении жвачных животных его образуется в рубце столько, что бактерии успевают превратить его в белок своего тела, а печень превращает остальную

аммиак в мочевину. Скармливание вместе с протеином легкоусвояемых углеводов, как уже сказано, улучшает все эти процессы.

Из всего сказанного ясно, что мочевина в состоянии восполнить часть белков корма. На этом основании в животноводстве применяют скармливание жвачным карбамида (синтетической мочевины).

Водно-солевой обмен

Минеральные вещества составляют примерно 4,5% веса тела, из них большая часть входит в состав костей. Хлористый натрий, поступивший с кормом, откладывается в коже, железо — в печени, кальций и фосфор — в костях, калий — в мышцах. Отсюда минеральные запасы мобилизуются для нужд организма.

Минеральные вещества не доставляют организму энергии, нужны ему как строительный материал (для костей) и участвуют в различных функциях. Минеральные вещества принимают участие в обмене веществ, в тех процессах, которые регулируются ферментами, витаминами, гормонами, способствуют переносу кислорода и выделению углекислого газа. Минеральные вещества поддерживают кислотно-щелочное равновесие, осмотическое давление, реакцию крови, возбудимость нервной системы, сердца и других тканей. Особое значение имеет сохранение кислотно-щелочного равновесия. Оно поддерживается непрерывной работой почек и потовых желез, выделяющих избыток солей, а также деятельностью органов дыхания. Немаловажную роль играют и буферные системы крови (бикарбонаты и фосфаты). Накапливающиеся в процессе обмена веществ кислые продукты нейтрализуются щелочными буферами; реакция крови и тканей остается поэтому на определенном уровне (рН 7,4).

Одни минеральные вещества — натрий, калий, фосфор, кальций и др. — содержатся в организме в значительных количествах. Их называют макроэлементами. Другие, как кобальт, медь, йод, марганец, бром, цинк, фтор и др., имеются в сотых и тысячных долях процента; это — микроэлементы.

В условиях нормального кормления сельскохозяйственные животные получают достаточно минеральных веществ. Чаще всего в корме недостает натрия, и его дают животным в виде поваренной соли (хлористого натрия). Повышенная потребность в минеральных веществах наблюдается при усиленной лактации, в период роста, а у овец — после стрижки, у птиц и при линьке и в период интенсивной яйцекладки. Недостаток солей в рационе рано или поздно вызывает нарушение обмена веществ, заболевания и даже гибель животного.

Натрий и калий содержатся в организме в виде хлористых, двууглекислых и фосфорнокислых соединений. Калия больше в клетках, натрия — в межклеточном веществе и в тканевой жидкости. Соотношение калия и натрия в организме оказывает большое влияние на жизненные процессы. Соли калия влияют на работу сердца, в большой концентрации в крови они угнетают сердечную деятельность, повышают возбудимость нервной системы. Калия много в ра-

продуктах, натрия — в продуктах животного происхождения. Поэтому травоядные животные должны получать достаточно поваренной соли.

Натрий необходим для процесса роста. От солей натрия зависит в значительной мере осмотическое давление в тканях. Недостаток поваренной соли в корме вызывает расстройство пищеварения, потерю аппетита, мышечную слабость. Избыточное скармливание хлористого натрия также вредно, особенно для свиней и птицы.

Потребность сельскохозяйственных животных в поваренной соли зависит от физиологического состояния организма. Для крупного скота она составляет 15—20 г в сутки на 100 кг веса, для свиней — 15—30 г, для свиней — 5—7 г, для овец — 7—15 г на 100 кг веса в сутки.

Кальций в сыворотке крови взрослых животных около 11 мг%. Большая часть его представлена фосфорными и углекислыми соединениями. Кальций участвует в процессах свертывания крови, стимулирует сердечную деятельность, понижает возбудимость нервов. При недостатке в крови кальция могут наступить судороги. Вместе с фосфором кальций составляет основную массу костной ткани.

Скоти нуждаются в кальции молодняк, а также лактирующие животные выделяют с молоком много соединений кальция.

Кальций есть во всех кормах, больше его в грубых. В засушливые годы кальция в растительных кормах меньше.

Фосфор находится в костной ткани в тесном взаимоотношении с кальцием. Вместе с ним он составляет до 70% всех минеральных веществ. Фосфор участвует в окислении углеводов, входит в состав многих ферментов и ядерных белков. В крови 4—5 мг% фосфора.

Для нормального роста и обмена веществ очень важно соотношение в корме кальция и фосфора. Наилучшее соотношение — в молоке (больше кальция и меньше фосфора). На каждые 100 кг веса коровы должны получать 5 г Са и 2,5 г Р. Для усвоения фосфорно-кальциевых веществ необходим витамин D.

Железо в виде органических соединений содержится в гемоглобине крови, мышечном гемоглобине (миоглобине), окислительных ферментах. В организме железо находится в соединении с белками и накапливается в слизистой оболочке кишечника, в печени и селезенке. Животные рождаются с некоторым запасом железа в печени. Это необходимо им для кроветворения в период питания молоком, богатым железом. У поросят запаса железа хватает не более, чем на 12—15 дней. Недостаток железа вызывает малокровие (анемию), поэтому необходима подкормка их железом. Для предупреждения анемии поросятам полезно предоставлять возможность порываться в грязь, а на зиму заготавливают для них дернину или используют глиняную глину, применяют и железный купорос.

Потребность в железе у взрослых животных покрывается тем количеством его, которое находится в кормах.

Физиологическое значение микроэлементов объясняется тем, что они входят в состав некоторых гормонов (йод), ферментов (цинк, медь и др.), дыхательных пигментов (цинк), витаминов (кобальт) и других биологически активных веществ, участвующих в регуляции жизненных процессов.

К о б а л ь т. Широко распространен в природе, хотя и содержится в ничтожных количествах. Однако в почве, а следовательно и в растениях некоторых районов его недостает, и животные испытывают недостаток в нем. Кобальт откладывается главным образом в печени, в поджелудочной железе и мышцах. Он стимулирует репродукцию, положительно влияет на внутриутробное развитие, повышает продуктивность молочного скота. Особо следует отметить влияние кобальта на кроветворение. Он способствует образованию форменных элементов в крови и гемоглобина.

При отсутствии кобальта у животных наступает анемия. Кобальтовая недостаточность (менее 0,04 мг в 1 кг сухого веса корма) у животных приводит к заболеванию и гибели их даже на хороших пастбищах. При перегоне на пастбище с достаточным содержанием кобальта в почве или при подкормке хлористым кобальтом животные с недавней зашедшей болезнью поправляются. Минеральный кобальт используется для синтеза витамина B_{12} , чем и объясняется положительное значение солей кобальта в обмене веществ.

М е д ь содержится во всех органах высших животных, но больше всего ее в печени; 1 л крови крупного рогатого скота содержит 1 мг меди в соединении (нестойком) с белком. Столько же меди в коровьем молоке. Соли меди благоприятствуют росту, усиливают действие некоторых гормонов — инсулина, половых гормонов. Однако главное биологическое значение меди — стимулирование тканевого дыхания и кроветворения; последнее — наиболее важная функция меди.

М а р г а н е ц участвует в окислительно-восстановительных процессах. Есть наблюдения, что в отсутствие марганца нарушаются половая функция, кроветворение. Марганец улучшает использование некоторых витаминов — B_1 , C . В опытах было отмечено положительное влияние его на рост поросят и телят. Однако большие концентрации марганца (500 мг на 1 кг рациона) оказывают у свиней токсическое действие. При недостатке в рационе марганца обычно задерживается формирование скелета, а у цыплят неправильно развивается костяк ног и крыльев. Молоко бедно марганцем. Много его в семенах люпина и клевера, особенно богат им чай (150—200 мг на 1 кг).

Й о д обнаружен у животных во всех органах, но в разных количествах. Больше всего йода в щитовидной железе. При недостатке йода понижается продуктивность и плодовитость животного. При йодной недостаточности рождаются безволосые поросята. Большое количество йода выделяется у лактирующих животных с молоком, в особенности с молозивом. Много йода в морской воде и морских водорослях. В ряде районов отмечена йодная недостаточность почв и почвенных вод.

Иод участвует в синтезе гормонов щитовидной железы. Физиологическое значение йода выражается в том влиянии, которое оказывают на обмен веществ гормоны щитовидной железы.

Фтор принимает участие в развитии зубов. В районах с пониженным содержанием фтора у животных быстро разрушаются зубы. Концентрация фтора в морской воде (в 10 раз больше, чем в пресной). Кости и зубы наиболее богаты фтором.

Цинк. Физиологическое значение этого микроэлемента заключается в повышении активности некоторых ферментов, принимающих участие в тканевом обмене веществ. Он является составной частью фермента, расщепляющих H_2CO_3 на CO_2 и H_2O .

Недостаток цинка вызывает дерматиты (воспаление кожи) у свиней, ороговение эпителия, а у птицы — снижение яйценоскости.

Цинка мало в кислых и подзолистых почвах, а следовательно, в растениях, произрастающих на этих почвах.

Физиологическое значение других микроэлементов еще не выяснено.

Водный обмен. Минеральный обмен неотделим от водного обмена. Вещи растворимы как неорганические, так и некоторые органические вещества. Все процессы обмена веществ протекают в водной среде: осмос, диффузия, ассимиляция, диссимиляция. Вода переносит питательные вещества и газы. Будучи теплоемким телом и обладая высокой теплопроводностью, вода служит переносчиком тепла.

Большая часть воды в организме находится в свободном состоянии, меньшая ее часть входит в состав протоплазмы клеток. Воды больше в тех органах, в которых наиболее интенсивны процессы обмена: легкие, железы, почки, печени, мышцах. Много воды в крови, лимфатических телах — в секретах пищеварительных желез, в поте, слюне и пр.

Вода составляет примерно 65% веса тела животного. В организме молодых животных воды больше, старых — меньше, у тощих животных воды больше, чем у жирных, так как жировая ткань бедна водой.

Животные получают воду с питьем и кормом (табл. 10). Часть воды образуется в организме при окислении белков (1 кг дает 410 г воды), углеводов (500 г), жиров (1070 г).

ТАБЛИЦА 10

Потребность животных в воде

Вид животного	Количество литров воды на 1 кг сухого вещества корма
Корова	4—6
Лошадь	2—3
Свинья	7—8
Овца	2—3

Жвачные животные выделяют большое количество пищеварительных соков, но значительная часть воды обратно всасывается из кишечника в кровь. Вода выделяется из организма с мочой, выдыхаемым воздухом, калом, потом. Животные очень плохо переносят голодание.

Центр регуляции водно-солевого обмена расположен в промежуточном мозге. В регуляции этого обмена участвуют и гормоны надпочечников, щитовидной и околощитовидных желез.

Витамины

Для нормального обмена веществ необходимо, чтобы в корме, кроме белков, жиров, углеводов, минеральных веществ и воды, были витамины. Впервые это было показано Н. И. Луниным в 1881 г.

Слово витамин означает «жизненный амин», так как первый выделенный из пищевых веществ витамин (а именно тиамин, или В₁) содержит амин (группу NH₂). Впоследствии оказалось, что многие витамины лишены такой частицы. Однако это название сохранилось за всеми известными в настоящее время витаминами.

Объединяет все витамины в особую группу органических пищевых веществ то, что они крайне необходимы животному для нормальной жизнедеятельности и в очень небольших количествах по сравнению с основными питательными веществами — белками, углеводами и жирами.

Отсутствие или недостаток витаминов в корме нарушает у животных обмен веществ. Некоторые витамины входят составной частью в ферменты. Многим ферментам витамины нужны как строительный материал. Некоторые витамины образуются в организме животного из своих предшественников — провитаминов, другие — в желудочно-кишечном тракте в результате деятельности микрофлоры. Например, в преджелудочках жвачных синтезируются витамины В и К.

В и т а м и н А (ретинол) содержится в продуктах животного происхождения — в цельном молоке, желтке куриного яйца, в рыбьем жире и др. Наиболее богаты витамином А печеночные жиры морских рыб — палтуса, морского окуня, трески и др.

Витамин А образуется в организме из растительного пигмента **к а р о т и н а** — провитамина А. Каротином богаты зеленые корма, красная морковь. В желтой кукурузе больше каротина, чем в белой. Много каротина в правильно высушенном сене и умело приготовленном силосе, в травяной муке.

Каротин превращается в витамин А в стенке кишечника. При достаточном поступлении с кормом каротина образующийся витамин А не только удовлетворяет потребности организма, но и откладывается в печени про запас. Это имеет большое значение на случай недостатка каротина в рационе зимой. При обильном поступлении каротина у крупного рогатого скота и у лошади его можно обнаружить в сыворотке крови, в печени, в жировых депо, а также в молоке. Каротин найден и в куриных яйцах,

Витамин А участвует в основных процессах обмена веществ. Его физиологическое значение в том, что он поддерживает нормальное состояние эпителия пищеварительного тракта, дыхательных, мочевыводящих путей, кожных покровов, глаза. При недостатке ретинола слизистые оболочки ороговевают, что нарушает работу органов.

Особенно чувствителен к недостатку каротина молодняк млекопитающих и птиц. Вследствие нарушения обмена веществ рост животных приостанавливается. Если стельные сухостойные коровы получают мало каротина, телята рождаются слабыми. В молоке после родов недостаточно витамина А; молодняк, получающий только такое молоко, страдает желудочно-кишечными, легочными заболеваниями, развивается параличи конечностей, понижается сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям. У половозрелых животных половая деятельность нарушается, увеличивается яловость коров, снижается плодовитость, у птицы — яйценоскость.

Избыточное содержание витамина А в кормах оказывает токсическое действие на организм.

В настоящее время осуществлен синтез витамина А. Искусственный витамин А получают в кристаллическом виде.

Витамин D (кальциферол). Известно около 10 соединений этого витамина, однако только два из них наиболее эффективны: D₂ и D₃. Витамин D содержится в рыбьем жире, молоке, яйцах и других продуктах животного происхождения.

Витамин D₂ (эргокальциферол) образуется под влиянием ультрафиолетовых лучей из провитамина эргостерина, например в высушенной на солнце траве. Однако как источник витамина D сено имеет значение только при поедании его в больших количествах (более 4 кг).

Витамин D₃ (холекальциферол) синтезируется в животном организме под влиянием ультрафиолетовых лучей из провитамина холестерина. В печени могут откладываться запасы витамина D.

В промышленности витамин D₂ добывают из дрожжей и из отрубей периферидина. Витамин D₃ оказывает на птиц в 25—30 раз большее действие, чем витамин D₂.

Витамины D способствуют всасыванию кальция в кишечнике, влияют на развитие костяка: фосфорно-кальциевый обмен под влиянием витаминов D создает условия для отложения в костях фосфорно-кальциевых и углекислых солей. Потребность в витамине D снижается, если в корме сохраняется правильное соотношение кальция и фосфора (кальция в 1,5 раза больше, чем фосфора). У жвачных витамины D действуют на микробное население рубца. Растущие животные, лишенные витаминов D, а также при недостатке минеральных веществ в корме заболевают рахитом. У взрослых животных наблюдается размягчение костей (остеомаляция), чаще у высокопродуктивных коров, в период высокой лактации, так как кальций выводится с молоком.

В сущности рахит — заболевание всего организма: при рахите нарушается весь обмен веществ, а не только минеральный.

Избыток витаминов D оказывает на организм вредное влияние (например, окостенение суставов).

В и т а м и н Е (токоферол) содержится в зеленых кормах, сенажах, зародышах пшеницы; из кормов он переходит в молоко. Ни с каким витамином не связано столько биологических процессов, как с токоферолом; он необходим для нормального обмена веществ в мышцах, способствует лучшему использованию и накоплению в печени ретинола, участвует в обмене белков, углеводов и жиров (предотвращает отравления продуктами жирового обмена). При недостатке токоферола нарушаются окислительные процессы. Он влияет на деятельность желез внутренней секреции. При недостатке этого витамина у самцов наблюдают атрофию семенников, а у самок — гибель и рассасывание плодов (кроме жвачных). У кур недостаток токоферола вызывает энцефаломалицию (размягчение мозга). Молодняк других видов животных заболевает «беломышечной болезнью». У кур токоферол в норме увеличивает яйценоскость.

Получают витамин из масла зародышей пшеницы. В настоящее время витамин получен химически.

В и т а м и н К (филлохинон) участвует в свертывании крови. Витаминами богаты зеленые части растений, особенно листья люцерны, наружные листья капусты. Биологический синтез филлохинона связан с образованием хлорофилла в растениях. Продукты животного происхождения бедны этим витамином.

Филлохинон участвует в образовании в печени протромбина — фермента, необходимого для свертывания крови.

Особенно чувствительны к недостатку витамина птицы, у которых при недостатке его появляются кровоизлияния в кишечнике и мышцах. Такие же кровоизлияния наблюдают у крупного рогатого скота при поедании недоброкачественного сена или плохого силоса из клевера, содержащего ядовитое вещество дикумарин. Состояние животного улучшается при введении филлохинона, который оказывает влияние на устойчивость стенок капилляров.

В и т а м и н В₁ (тиамин) синтезируется зелеными растениями, многими видами бактерий и грибов (в почве, в кишечнике). Тиамин образуется особенно интенсивно в преджелудках жвачных.

Тиамин содержится в поверхностном слое семян хлебных злаков, в горохе, в дрожжах. Некоторые пищевые продукты (например, микробно-пресноводных рыб) содержат фермент тиаминазу, которая разрушает тиамин. Скармливание птице и пушным зверям сырой рыбы может привести к недостаточности тиамина. В настоящее время тиамин получают синтетическим путем.

Тиамин участвует в углеводном и других видах обмена. Он необходим при окислении пировиноградной кислоты, образующейся в процессе обмена углеводов. Витамин образует активную часть ферментов, участвующих в углеводном обмене. Очень важен тиамин для нормальной функции желез внутренней секреции.

Недостаток тиамина в корме вызывает воспаление периферической нервной системы, параличи, нарушение секреторной и двигательной

желудочно-кишечного тракта, потерю аппетита и др. Наиболее значительно это заболевание у птиц. Скармливание скоту разнообразных рационов, в состав которых входит и зерно, обеспечивает их витамином.

В и т а м и н В₂ (рибофлавин) — желтый пигмент, встречающийся в растительных и животных тканях. Хороший источник этого витамина — молоко (обрат, сыворотка, молочнокислые продукты), дрожжи, проращенное зерно, травяная мука, настой сена.

Рибофлавин стоек к нагреванию, но чистые препараты витамина быстро разрушаются на свету.

Рибофлавин участвует в качестве активной части ферментов в окислительно-восстановительных процессах обмена белков и углеводов. Он способствует дезаминированию белков, стимулирует рост, увеличивает чувствительность глаз. От недостатка рибофлавина чаще всего страдают свиньи и птицы. Животные плохо используют питательные вещества корма, появляются слабость ног, воспалительные явления в слизистой пищеварительного тракта, портится шерстный покров; у свиней снижается яйценоскость и ухудшается выводимость цыплят. Поэтому в инкубационный сезон птице надо скармливать рацион, обогащенный витамином В₂.

В и т а м и н РР * (никотиновая кислота, никотинамид). Витамин участвует в обмене углеводов, белков и фосфора, в окислительно-восстановительных процессах. Он оказывает влияние на центральную нервную систему. Витамин довольно много в дрожжах, мясе, рыбе, пшеничных отрубях, пшенице, ячмене, жмыхах, в молоке (обрате). Синтезируется зелеными растениями, многими микроорганизмами, также и в теле высших животных. Синтез в пищеварительном канале животных возможен при условии, если животные получают с кормом витамин В₂, содержащий аминокислоту триптофан, а также витамин В₂ и В₄.

При кормлении только зерном кукурузы, бедной триптофаном, свиньи заболевают пеллагрой — воспалением кожи и пр. Пеллагрой болеют и птицы: выпадают перья, воспаляется слизистая желудочно-кишечного тракта.

В и т а м и н В₃ (пантотеновая кислота, от греческого слова «παντοθεν» — повсюду) чрезвычайно широко распространен в растительных и животных продуктах. Довольно много его в дрожжах, пшеничных отрубях, бобовых растениях. Витамин в качестве активной части многих ферментов участвует в обмене белков, жиров и углеводов (в обмене пировиноградной кислоты); он необходим и для синтеза ацетилхолина, для нормальной функции надпочечников.

Недостаток пантотеновой кислоты вызывает у свиней заболевания кожи, прекращение роста и пр. У птиц появляются трещины между пальцами ног, гнойное истечение из глаз. В настоящее время витамин В₃ получен синтетическим путем.

* РР (латинские буквы) — первые буквы двух слов, означающих «предотвращение пеллагры».

В и т а м и н В₆ (пиридоксин). Им особенно богаты рисовая крупа, пшеница, рожь, дрожжи, бобы, зародыши пшеницы. Пиридоксин необходим в обмене белков: он является активной частью ферментов в процессе переаминирования — переноса аминогруппы с аминокислоты на карбоксильную кислоту. Витамин участвует в отщеплении карбоксильной группы от аминокислот, в превращениях триптофана и аминокислот, содержащих серу, оказывает положительное влияние на кроветворение. Недостаток витамина в кормах снижает использование белков и приводит к анемии; появляются заболевания кожи.

В и т а м и н В₁₂ (цианкобаламин) содержится только в кормах животного происхождения: обрате, сыворотке, рыбной и мясокостной муке и др. В печени создаются запасы витамина. В заводских условиях цианкобаламин получают из отходов антибиотиков. При даче с кормом витамин соединяется особым ферментом желудочного сока и в таком виде всасывается.

Цианкобаламин участвует в кроветворении, он регулирует углеводный, жировой и белковый обмен. Витамин значительно улучшает усвоение растительных белков. Он действует совместно с другими витаминами — пантотеновой, фолиевой и никотиновой кислотами.

Особо благотворное действие оказывает дача витамина с кормом на поросят и цыплят, так как в кишечнике у них образуется очень мало этого витамина. В состав витамина входит кобальт, поэтому при недостатке его развивается такое же заболевание, как при акробии.

Фолиевая кислота (как показывает название) содержится в большом количестве в листьях растений. Она стимулирует и регулирует функции органов кроветворения, ускоряет синтез аминокислот в организме и влияет на рост; действует благоприятно при лучевой болезни. Недостаточность фолиевой кислоты особенно заметна у птиц, корм для которых должен обязательно содержать этот витамин.

Х о л и н доставляет организму метильные группы, необходимые в обмене веществ; предшественник ацетилхолина, который имеет большое значение в передаче нервного возбуждения. Холин находится в кормах животного происхождения, а также в зерне и зародках злаков, в овощах, в дрожжах. Как и другие витамины группы В, участвует в образовании активной части ферментов, предупреждает жировое перерождение печени, принимает участие в процессах роста, улучшает сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям. При недостатке холина у цыплят развивается искривление конечностей.

В и т а м и н С (аскорбиновая кислота) синтезируется многими видами животных, за исключением обезьян и морских свинок. Витамин содержится в зеленых кормах, свежих овощах, в плодах цитрусовых, шиповника, в ягодах и листьях черной смородины и др.

Витамин имеет значение в углеводном обмене. Он входит в состав ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных процессах; тесно связан с функцией кроветворения.

Недостаток аскорбиновой кислоты вызывает цингу — усиливается ломкость стенок кровеносных сосудов, вследствие чего возникают кровоизлияния в подкожной клетчатке, в мышцах, в деснах и суставах. У травоядных зверей витамин синтезируется недостаточно. На этой почве цинки гибнут (кровоизлияния в перепонках между пальцами и пр.). Введение беременным самкам аскорбиновой кислоты снижает процент заболеваний.

Обмен энергии

В организме непрерывно происходят превращения одного вида энергии в другие.

Все виды энергии после различных превращений покидают организм в виде тепловой энергии. В организмах, как и во всей природе, действует закон М. В. Ломоносова — закон сохранения веществ и энергии. Обмен веществ и энергии изучают, основываясь на этом законе.

Соотношение между потенциальной энергией, поступающей с кормом, и энергией, выделяемой в виде тепла во внешнюю среду, называется балансом энергии организма. Количество тепла, выделяемое организмом, измеряется в калориях. Измерение количества выделившегося тепла называется калориметрией.

В специальном аппарате, в калориметрической бомбе Бергло, измеряют количество тепла, освобождающееся при сжигании углеводов, жиров и белков. Оно соответствует количеству тепла, образующемуся при окислении этих веществ в клетках тела. Разумеется, при этом следует учесть то количество энергии, которое организм поглощает, а выделяет с калом и мочой. Так, при сжигании 1 г жира и 1 г углеводов в бомбе Бергло и окислении их в организме получается соответственно 9,5 и 4,1 большой калории.

При окислении белков делается поправка, так как при их окислении в организме и сжигании в аппарате образуются неодинаковые конечные продукты: при сжигании в калориметрической бомбе образуются углекислота и окислы азота, а в организме — мочевины и другие продукты, которые содержат еще некоторое количество энергии. Поэтому калорическая ценность 1 г белка в аппарате составляет 5,8, а в организме только 4,1 калории.

Энергетическая ценность корма зависит от содержания в нем углеводов, жиров и белков. Витамины, минеральные соли и вода не доставляют организму энергии. Зная количество калорий в съеденном корме, нетрудно вычислить количество тепла, поступившего в организм.

Количество тепла, выделяемого из организма, измеряют двумя способами — прямой и непрямой калориметрией.

Прямая калориметрия. Животное помещают на определенное время в биокалориметр. Эта двустенная камера сложного устройства. Биокалориметр позволяет определить количество тепла, выделяемого животным. Метод прямой калориметрии на сегодняшний день не нашел широкого применения.

При этом способе измерение расхода тепловой энергии происходит косвенно, не прямым путем, а по газам. По известному количеству потребленного животным кислорода и выделенного углекислого газа. Для этого животное помещают в специальную камеру или используют для кратковременных опытов особые маски, надевают животному на голову. В этих масках при помощи клапана вдыхаемый воздух отделяется от выдыхаемого. Последний собирается в специальную емкость. Определяют кислород и углекислый газ как во вдыхаемом, так и выдыхаемом воздухе.

Газообмен позволяет определить так называемый дыхательный коэффициент — отношение объема выделенного углекислого газа к поглощенному кислороду. Дыхательный коэффициент позволяет выяснить, какие именно питательные вещества участвуют в организме в процессе обмена веществ. Оказывается, что при дыхании коэффициенте, равном 1,0, т. е. когда количество выделенного углекислого газа равно объему поглощенного кислорода, в теле окисляются углеводы. При окислении белков дыхательный коэффициент составляет 0,7, а при окислении жиров — 0,8.

При пользовании способом непрямой калориметрии необходимо учитывать количество энергии (калорий тепла), освобождаемой организмом, зависит от количества окисляемых веществ. Количество энергии зависит также от количества расхода на это кислорода. Поэтому нужно знать так называемый калорический коэффициент — количество освобождаемой энергии при потреблении 1 л кислорода. Для углеводов калорический коэффициент будет равен 5,05, жиров — 4,69, белков — 4,8. Это означает, что при потреблении 1 л кислорода для окисления углеводов освобождается 5,05 большой калории и т. д.

Пользуясь этими величинами, можно вычислять расход энергии у животных в калориях — при покое, в работе, в периоде беременности, лактации и пр.

Общий и основной обмен. Общий обмен веществ и энергии обеспечивает нужды растущего организма и половозрелых животных. Основной обмен — это количество энергии, освобождаемой организмом при полном мышечном покое, в условиях оптимальной для каждого вида животных температуры окружающей среды (т. е. температуры, не влияющей на обмен веществ), а также в период пищеварения. Другими словами, при основном обмене энергия затрачивается только на работу основных систем органов: нервной, сердечно-сосудистой, дыхания, мочеотделения и пр., т. е. на поддержание жизни.

У сельскохозяйственных животных трудно измерить основной обмен, так как желудочно-кишечный тракт у них никогда не бывает свободным от кормовых масс; у животных нельзя добиться полного мышечного покоя; энергия расходуется на образование молока и на рост шерсти и пр. Поэтому основной обмен изучают только в состоянии голодания.

Единицей для сравнения уровня обмена у сельскохозяйственных животных служит величина теплопродукции в 1 час на 1 кг веса тела.

Обмен зависит от ряда факторов: половые различия — в одних и тех же условиях у самцов обмен выше, чем у самок; возраст — чем моложе животное, тем интенсивнее у него обмен; у двухлетнего молодняка обмен в 2—3 раза выше, чем у взрослых животных; рост и развитие — чем быстрее растет животное, тем выше у него обмен; продуктивность — у высокопродуктивных коров обмен выше, чем у животных средней и низкой продуктивности; вес и размеры тела — у мелких животных обмен интенсивнее, чем у крупных. Более высокий обмен веществ у мелких животных

связанно с крупными обусловлен интенсивной работой в них внутренних органов (сердца, легких и пр.). Следует иметь в виду, что у млекопитающих животных относительно большая поверхность тела, а следовательно, и относительно выше теплоотдача. Эти животные должны выделять больше тепла на единицу веса тела. На интенсивность обмена влияют и способ питания животного, его образ жизни, климат года, состояние кожного покрова (у стриженной овцы более интенсивный обмен, чем у нестриженной).

Выделение повышает обмен веществ и энергии. Стимулирующее действие при этом оказывают продукты расщепления белков — аминокислоты, которые через симпатическую нервную систему воздействуют на определенные центры головного мозга.

Значительная часть энергетических затрат идет на мышечную деятельность. У лошади на стояние почти не расходуется энергии, а у коровы при стоянии газообмен на 30% выше, чем при лежании. Значительная часть энергии затрачивается на пережевывание корма и вообще на пищеварительный процесс.

Регуляция обмена веществ и энергии. Обмен белков, жиров и углеводов протекает под воздействием промежуточного мозга — центра вегетативной нервной системы — и желез внутренней секреции. Важную роль в регуляции обмена веществ и энергии принадлежит корковым полушариям головного мозга. Это было доказано выработкой определенных условных рефлексов на величину газообмена. Прием пищи, как сказано, повышает газообмен. В дальнейшем одно только присутствие животного в том месте, где неоднократно происходило питание, повышало у него обмен. У овец газообмен повышается в присутствии соседних животных, пережевывающих корм. Выделение гормонов, регулирующих обмен, также находится под воздействием корковых полушарий головного мозга.

Теплорегуляция

Млекопитающие и птицы относятся к теплокровным животным; рыбы, земноводные и пресмыкающиеся — к холоднокровным. Температура тела теплокровных животных хотя и не зависит от внешней среды, все же колеблется в довольно широких пределах — от 37,5 до 41,5° (табл. 11).

Температура кожи несколько ниже.

Постоянная температура тела у млекопитающих устанавливается только спустя несколько дней после рождения, а у птиц — через несколько дней после вылупления из яйца. До этого высокая внешняя температура среды может вызвать у новорожденных перегревание, а низкая, наоборот, переохлаждение.

Температура тела зависит от возраста, пола, состояния организма, времени дня. У молодых животных более высокая температура, чем у старых; у самцов — более высокая по сравнению с самками. У самок температура повышается во время течки (незадолго до овуляции) и в период беременности. Ночью температура тела ниже, чем днем.

Температура тела животных (в прямой кишке)

Вид животных	Температура (градусы)	
	средняя	нормальные колебания
Корова	39,0	38,5—39,5
Лошадь	38,0	37,5—38,5
Овца	40,0	38,0—41,0
Коза	40,0	37,6—41,0
Свинья	39,5	38,0—40,0
Собака	38,5	37,5—39,0
Курица	41,5	40,3—41,7

Физическая работа, усиленные движения значительно повышают температуру тела. Длительное голодание снижает ее. Гибель животного обычно наступает при снижении температуры ниже 24° и подъеме ее выше 44° . Из внутренних органов самая высокая температура в печени и сердце, самая низкая вследствие интенсивной теплоотдачи — на коже.

Теплообразование. Две трети тепла, образующегося в теле, приходится на мышцы, так как они, даже находясь в покое, сохраняют определенный тонус, а значит, совершают работу. Много тепла образуется в железах, пищеварительных органах, во время приема корма, при пережевывании жвачки. Образующееся тепло разносится с кровью во все части тела.

Теплоотдача. Наряду с образованием тепло непрерывно выделяется из организма. Это происходит в основном через поверхность тела, и только небольшая часть тепла выделяется с выдыхаемым воздухом. Теплоотдача осуществляется путем теплопроводности, теплоизлучения и испарения.

Всякое нагретое тело теряет тепло, если температура окружающего воздуха ниже температуры тела. Поэтому ткани и органы отдают свое тепло через теплопроводность. У водных животных тепло переходит в менее нагретую воду. Движения воздуха и воды усиливают теплопроводность. Для защиты от излишней потери тепла у животных есть ряд приспособлений — шерстный покров, перья, подкожный слой жира. Температура тела стриженных овец в первую неделю падает на $1\text{--}2^{\circ}$. При расширении кожных сосудов кровь приливает к поверхности тела, и теплоотдача усиливается. Сужение сосудов задерживает отдачу тепла.

Тепло удаляется с поверхности тела путем излучения невидимых инфракрасных лучей. Чем более нагрето тело, тем сильнее лучеиспускание. У животных с хорошо развитыми потовыми железами (лошадь, овца) тепло уходит из организма с потом. Для превращения воды в пар при этом расходуется значительное количество тепла. У животных с плохо развитыми потовыми железами (собака) теплоотдача

приводит путем испарения слюны с поверхности языка из ротовой полости — при усиленном дыхании. Чем выше температура, суше и холоднее воздух, тем сильнее потери тепла с потом. При большой влажности воздуха испарение с поверхности кожи затруднено, в результате может повыситься температура тела и наступить перегревание.

Регуляция температуры тела. У холоднокровных животных нет постоянной температуры тела. Это объясняется тем, что теплорегуляция у них недостаточна: при повышении температуры окружающей среды обмен веществ, например, у лягушки усиливается, при снижении — уменьшается. У теплокровных животных теплорегулирующий аппарат более совершенен. У них обратная зависимость между температурой внешней среды и интенсивностью обмена: при повышении внешней температуры окислительные процессы и образование тепла в организме рефлекторно понижаются, и наоборот. То же и с теплоотдачей: понижение температуры воздуха приводит в действие ряд механизмов, уменьшающих потерю тепла, — сокращается отделение пота, суживаются крупные сосуды, некоторые животные принимают позу, уменьшающую поверхность тела (свертываются в клубок). Животные обрастают густой шерстью, у многих из них к зиме увеличивается отложение жира в подкожной клетчатке. Наоборот, после весенней линьки мех становится реже.

Повышение внешней температуры не только снижает образование тепла, но и приводит в действие механизмы для увеличения его отдачи: усиливается потоотделение, расширяются кожные сосуды, учащается и углубляется дыхание. При очень высокой внешней температуре наступает тепловая одышка — объем выдыхаемого воздуха и испарение воды увеличиваются во много раз.

Кожа как орган теплорегуляции. Волосистой покров и перья, а также подкожный жировой слой служат защитой против излишней потери тепла. Коже принадлежит основная роль в теплоотдаче. Подкожные мышцы в результате раздражения кожи холодом рефлекторно сокращаются, приподнимают волосы на теле, и организм задерживает тепло, так как воздушная прослойка между взъерошенными волосами увеличивается, а воздух плохой проводник тепла. При этом одновременно сжимаются протоки потовых желез, и выделение пота на время прекращается. Подкожные мышцы сокращаются и при явлениях страха, ярости и пр.

При умеренных температурах (10—20°) роль различных механизмов теплоотдачи и теплорегуляции у крупного рогатого скота, овец и лошадей сходная. Различия между видами животных в теплорегуляции начинаются при высокой температуре воздуха (35—40°). В этих условиях теплоотдача через испарение с дыхательных путей составляет у крупного рогатого скота 25%, а с потоотделением — 40—45%; у лошади испарение с дыхательных путей составляет 12—15, а с потоотделением 65%. У овец в жаркое время тепло не в состоянии проникнуть в глубокий слой шерсти, в сторону кожи, вследствие плохой теплопроводности воздуха между шерстинками, а также встречного

водяного пара. В дневные часы у овец резко усиливается испарение пота.

Физиологический механизм терморегуляции. Главная роль в регуляции температуры тела принадлежит нервной системе. Центр терморегуляции находится в промежуточном мозге.

У животных есть ряд рефлексов на терморегуляцию. При раздражении рецепторов кожи (точек холода и тепла) возбуждается центр терморегуляции. В ответ рефлекторно расширяются или суживаются кровеносные сосуды, сокращаются (дрожание от холода) или расслабляются мышцы, усиливается или ослабевает потоотделение. Раздражение рецепторов кожи воздействует через вегетативные нервы на железы внутренней секреции — гипофиз, щитовидную железу, надпочечники. Гормоны этих желез, участвуя в обмене веществ, тем самым регулируют и теплообразование. Терморегуляция находится в зависимости от коры головного мозга.

Закаливание животных. Для выращивания здорового потомства большое значение имеет приучение организма к определенным температурным условиям. При обильном кормлении и активных движениях можно получить здоровых телят, ягнят и поросят, если выращивать их в условиях пониженной температуры. В ответ на раздражение кожи холодом у животных повышается интенсивность окислительных процессов, улучшается сердечно-сосудистая система, увеличивается аппетит. Молодняк вырастает более выносливым. Удастся закалить организм, приспособив его и к условиям жаркого климата.

Особенности терморегуляции у птиц. Птицы более устойчивы к холоду, чем млекопитающие. Защитой от холода им служит оперение. У птиц нет потовых желез. В жаркую погоду некоторая отдача тепла происходит путем расширения кровеносных сосудов ротовой полости и пищевода. В это время птицы становятся вялыми, а в очень большую жару — беспокойными. Яйценоскость резко снижается.

У молодняка в первые 10 дней после вылупления регуляция теплоотдачи плохая. Они отдают много тепла, и температура их тела на $0,5-1,0^\circ$ ниже, чем у взрослых. В помещениях для цыплят раннего возраста (до 20 дней) важно поддерживать оптимальную температуру воздуха.

ГЛАВА VIII

ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

Все живые клетки постоянно выделяют продукты своей жизнедеятельности.

Выведение продуктов обмена называется **экскрецией**. Клетки выделяют в межтканевую жидкость продукты конечного и промежуточного обмена. Имеются и специализированные железы. Например, пищеварительные железы выделяют в полость кишечника продукты белкового обмена и минеральные вещества; печень выделяет желчь.

Из организма экскреты выделяются потовыми железами, легкими, кожей, кишечником. Так, потовые железы выделяют вместе с потом воду, мочевую кислоту и др. Легкие вырабатывают слизь и удаляют углекислый газ, воду и некоторые летучие вещества. Почки выделяют мочу. Выделение мочи обеспечивает в организме важные процессы: солевой обмен, осмотическое давление в тканях, кислотно-щелочное равновесие плазмы и постоянство состава крови.

Из кишечника выводятся невсосавшиеся части корма и пр.

Мочеотделение

Моча и ее состав. Животные выделяют за сутки значительное количество мочи: корова — 6—20 л, свинья — 2—5 л, лошадь — 3—11 л, птица — 0,5—2 л.

Чем водянистее корм и чем больше воды животное выпивает, чем больше теряется воды с потом, через дыхательные пути и желудочно-кишечный канал, тем больше выделяется мочи. С мочой выводятся вода и конечные продукты белкового обмена, в частности у млекопитающих — мочевины, а у птиц — мочевая кислота; продукты минерального обмена; ядовитые вещества, попавшие в организм или образовавшиеся в нем; пигменты; следы ферментов, витаминов, гормонов. В мочу переходят и вещества, введенные извне (лекарства).

Только немногие соединения, выводимые с мочой, образуются в самих почках. Остальные составные части мочи те же, что и в плазме крови, за исключением белков, жиров, а также глюкозы, которых нет в нормальной моче (табл. 12).

ТАБЛИЦА 12

Состав мочи и плазмы крови (%)

Составные части	Моча	Плазма крови	Составные части	Моча	Плазма крови
Вода	95,0	90—93	Фосфаты	0,15	0,009
Белки, жиры	—	7—9	Сульфаты	0,18	0,002
Глюкоза	—	0,05—0,15	Кальций	0,15	0,02
Мочевина	2,00	0,03	Натрий	0,35	0,32
Мочевая кислота	0,05	0,004			

Таким образом, в моче по сравнению с плазмой крови резко преобладают мочевины, мочевая кислота, сульфаты и фосфаты. У лошади моча мутная, так как содержит много кристаллов углекислого кальция; у крупного и мелкого рогатого скота, у свиней моча прозрачная. Молярный вес ее 1,025—1,060 (у свиней 1,010—1,040). Реакция мочи у травоядных щелочная, у свиньи бывает и кислой, а в целом зависит главным образом от состава кормов.

Исследование мочи имеет диагностическое значение, так как при некоторых заболеваниях в моче обнаруживаются вещества, которые обычно в моче отсутствуют (белок, глюкоза, ацетон и др.).

водяного пара. В дневные часы у овец резко усиливается испарение пота.

Физиологический механизм терморегуляции. Главная роль в регуляции температуры тела принадлежит нервной системе. Центр терморегуляции находится в промежуточном мозге.

У животных есть ряд рефлексов на терморегуляцию. При раздражении рецепторов кожи (точек холода и тепла) возбуждается процесс терморегуляции. В ответ рефлекторно расширяются или суживаются кровеносные сосуды, сокращаются (дрожание от холода) или расслабляются мышцы, усиливается или ослабевает потоотделение. Раздражение рецепторов кожи воздействует через вегетативные нервы на железы внутренней секреции — гипофиз, щитовидную железу, надпочечники. Гормоны этих желез, участвуя в обмене веществ, также самым регулирующим и теплообразованием. Терморегуляция находится в зависимости от коры головного мозга.

Закаливание животных. Для выращивания здорового потомства большое значение имеет приучение организма к определенным температурным условиям. При обильном кормлении и активных движениях можно получить здоровых телят, ягнят и поросят, если выращивать их в условиях пониженной температуры. В ответ на раздражение кожи холодом у животных повышается интенсивность окислительных процессов, улучшается сердечно-сосудистая система, увеличивается аппетит. Молодняк вырастает более выносливым. Удастся закалить организм, приспособив его и к условиям жаркого климата.

Особенности терморегуляции у птиц. Птицы более устойчивы к холоду, чем млекопитающие. Защитой от холода им служит оперение. У птиц нет потовых желез. В жаркую погоду некоторая отдача тепла происходит путем расширения кровеносных сосудов ротовой полости и пищевода. В это время птицы становятся вялыми, а в очень сильную жару — беспокойными. Яйценоскость резко снижается.

У молодняка в первые 10 дней после вылупления регуляция теплоотдачи плохая. Они отдают много тепла, и температура их тела на 0,5—1,0° ниже, чем у взрослых. В помещениях для цыплят раннего возраста (до 20 дней) важно поддерживать оптимальную температуру воздуха.

ГЛАВА VIII

ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

Все живые клетки постоянно выделяют продукты своей жизнедеятельности.

Выведение продуктов обмена называется **экскрецией**. Клетки выделяют в межтканевую жидкость продукты конечного и промежуточного обмена. Имеются и специализированные железы. Например, пищеварительные железы выделяют в полость кишечника продукты белкового обмена и минеральные вещества; печень выделяет желчь.

Из организма экскреты выделяются потовыми железами, легкими, печенью, кишечником. Так, потовые железы выделяют вместе с потом воду, мочевую кислоту и др. Легкие вырабатывают слизь и удаляют углекислый газ, воду и некоторые летучие вещества. Почки выделяют мочу. Выделение мочи обеспечивает в организме важные процессы: солевой обмен, осмотическое давление в тканях, кислотно-щелочное равновесие плазмы и постоянство состава крови.

Из кишечника выводятся невсосавшиеся части корма и пр.

Мочеотделение

Моча и ее состав. Животные выделяют за сутки значительное количество мочи: корова — 6—20 л, свинья — 2—5 л, лошадь — 3—11 л, птица — 0,5—2 л.

Чем водянистее корм и чем больше воды животное выпивает, чем больше теряется воды с потом, через дыхательные пути и желудочно-кишечный канал, тем больше выделяется мочи. С мочой выводятся конечные и конечные продукты белкового обмена, в частности у млекопитающих — мочевины, а у птиц — мочевая кислота; продукты минерального обмена; ядовитые вещества, попавшие в организм или образовавшиеся в нем; пигменты; следы ферментов, витаминов, гормонов. В мочу переходят и вещества, введенные извне (лекарства).

Только немногие соединения, выводимые с мочой, образуются в самих почках. Остальные составные части мочи те же, что и в плазме крови, за исключением белков, жиров, а также глюкозы, которых нет в нормальной моче (табл. 12).

ТАБЛИЦА 12
Состав мочи и плазмы крови (%)

Составные части	Моча	Плазма крови	Составные части	Моча	Плазма крови
Вода	95,0	90—93	Фосфаты	0,15	0,009
Белки, жиры	—	7—9	Сульфаты	0,18	0,002
Глюкоза	—	0,05—0,15	Калий	0,15	0,02
Мочевина	2,00	0,03	Натрий	0,35	0,32
Мочевая кислота	0,05	0,004			

Таким образом, в моче по сравнению с плазмой крови резко преобладают мочевины, мочевая кислота, сульфаты и фосфаты. У лошади моча мутная, так как содержит много кристаллов углекислого кальция; у крупного и мелкого рогатого скота, у свиней моча прозрачная. Молярный вес ее 1,025—1,060 (у свиней 1,010—1,040). Реакция мочи у травоядных щелочная, у свиней бывает и кислой, а в целом зависит главным образом от состава кормов.

Исследование мочи имеет диагностическое значение, так как при некоторых заболеваниях в моче обнаруживаются вещества, которые обычно в моче отсутствуют (белок, глюкоза, ацетон и др.).

Образование мочи. Для изучения процесса мочеобразования разработаны специальные методы исследования.

1. Наблюдают за естественным ходом мочеобразования у животного с выведенными на брюшную стенку мочеточниками (по П. Орбели). Для этого у животного приживляют на брюшную стенку мочеточники, а мочевой пузырь удаляют. На такой собаке можно изучать процесс мочеотделения в каждой почке отдельно.

2. Разработана методика получения первичной мочи непосредственно из капсулы Шумлянского — Боумена, а также из почечных канальцев.

Образование первичной мочи. Первичная моча состоит из тех веществ и в той же концентрации, что и плазма крови, за исключением крупных коллоидных частиц белка и жира. Поэтому осмотическое давление и pH первичной мочи такие же, как и плазмы крови.

Образуется первичная моча путем ультрафильтрации. Через огромное количество капилляров — мальпигиевых клубочков в капсуле Шумлянского — Боумена фильтруется безбелковая плазма. Этому способствуют особые условия кровяного давления в почке. Почечная артерия отходит под прямым углом от близко расположенного мощного кровеносного сосуда — брюшной аорты, артерия довольно скоро распадается на клубочки. Просвет сосуда, уносящего кровь из мальпигиевых клубочков, значительно уже просвета приводящего сосуда. Вследствие этого в клубочках создается значительное препятствие оттоку крови из капилляров, и кровь фильтруется под значительным давлением: приблизительно 70 мм ртутного столба. Чем выше кровяное давление, тем интенсивнее фильтрация в клубочках. Меняющееся время от времени просвет отводящего сосуда в клубочках то увеличивается, то уменьшает фильтрацию. Кроме того, не все клубочки бывают открыты одновременно. Чем больше клубочков участвует в фильтрации, тем при прочих равных условиях образуется больше первичной мочи.

Процессу фильтрации противодействует онкотическое давление белков плазмы крови, удерживающее воду в капиллярах. Однако кровяное давление преобладает над осмотическим давлением коллоидов плазмы, и первичная моча образуется непрерывно.

Почечный фильтр непроницаем для крупных молекул альбуминов и глобулинов. Мелкие же частицы альбуминов проходят через клубочки и обнаруживаются в моче. Содержание в моче значительных количеств белков (альбуминов) или эритроцитов указывает на нарушение эндотелия капилляров, их повышенную проницаемость. Это наблюдается при воспалительных процессах или кислородном голодании. При анализе эритроцитов в моче обнаруживают молекулы гемоглобина.

Образование натуральной мочи. Из первичной мочи образуется вторичная, т. е. натуральная моча. Это происходит при прохождении первичной мочи по канальцам нефрона.

Натуральная моча значительно отличается от плазмы крови. Собирается тем, что в канальцах почки происходит процесс реабсорбции, т. е. обратного всасывания в кровь воды и растворенных в ней веществ первичной мочи. Об этом можно судить, например, по глюкозе, которой в норме нет в натуральной моче. Глюкоза не

обратно в кровь в проксимальной части канальца, вода — по всему ходу канальца. Если содержание глюкозы в крови высокое, она может появиться и в натуральной моче, так как почки при этом не в состоянии перевести обратно в кровь весь сахар первичной мочи. Это явление — г л ю к о з у р и я — встречается при сахарном диабете (сахарном мочеизнурении).

Из составных части мочи реабсорбируются хорошо. Хлориды переходят обратно в кровь довольно быстро. Сульфаты не реабсорбируются, а мочевины — очень слабо (кроме жвачных). Цилиндрические канальцы усеяны микроворсинками, которые значительно увеличивают поверхность реабсорбции. Из 100 частей воды первичной мочи в натуральной оказывается несколько больше 1%. Остальная вода переходит в кровь. За сутки через почки проходят более 2 тыс. л воды. Чем больше выделяется воды с мочой, тем меньше удельный вес мочи.

Рефлекторное мочеотделение. На собаках, оперированных по методу Павлова — Орбели, доказано, что мочеотделение зависит от рефлекторных реакций. Так, боль значительно уменьшает отделение мочи (диурез). Если несколько раз сочетать болевое раздражение с каким-нибудь посторонним раздражителем (звуковым, световым и пр.), через некоторое время один только этот посторонний раздражитель вызывает уменьшение диуреза.

Гормональные воздействия на почки. В почке, лишенной центростремительных и центробежных нервных волокон, образование мочи все же продолжается. Это означает, что деятельность почки находится в зависимости от гуморальных факторов. Лучшее всего изучено влияние на мочеотделительный процесс гормона нейрогипофиза — антидиуретического гормона. Этот гормон усиливает реабсорбцию воды в почках. Боль может вызвать в денервированных или нормальных почках прекращение диуреза, так как гипоталамус (подбугорье) при этом усиливает секрецию антидиуретического гормона, а следовательно, реабсорбцию воды из канальцев в кровь.

Гормоны коры надпочечников угнетают реабсорбцию воды и калия в почках, но стимулируют реабсорбцию ионов натрия. Подобно гормонам коры надпочечников ведут себя и гормоны щитовидной железы.

Моченспускание. По мере образования моча поступает в лоханку, откуда через мочеточники — в мочевой пузырь. Периодические ритмические сокращения мочеточников способствуют передвижению мочи. Обратное поступление жидкости из мочевого пузыря в мочеточники невозможно, так как мочеточники проходят через стенку мочевого пузыря в косом направлении. Кроме того, этому препятствует складка слизистой у устья мочеточников. По мере наполнения мочой мочевой пузырь растягивается, тонус его гладкомышечных стенок уменьшается, поэтому и давление поднимается весьма медленно. Становится возможным длительное накопление мочи в мочевом пузыре.

Накопление мочи и растяжение мочевого пузыря вызывают раздражение нервных окончаний в его стенке. Эти раздражения пере-

и крестцовую часть спинного мозга, в центр мочеиспускательного канала. При его возбуждении и осуществляется рефлекс мочеиспускания. При этом давление в пузыре возрастает, внутренний сфинктер расслабляется, затем расслабляется и наружный поперечнополосатый сфинктер, сокращаются мышцы мочевого пузыря, и моча выходит наружу по мочеиспускательному каналу. В этом рефлексе участвуют промежуточный мозг и кора больших полушарий головного мозга, под влиянием которых находится спинномозговой центр.

Лошадь мочится 5—8 раз в сутки, крупный рогатый скот — 4—6 раз, овцы и козы — 1—3 раза в сутки.

Мочеотделение у птиц. Почки у птиц не имеют лоханок, а мочеточник открывается в клоаку, так как птицы не имеют мочевого пузыря. В мочу переходит мочевая кислота. Ввиду слабой растворимости мочевой кислоты и отсутствия мочевого пузыря моча проходит через выделительную систему очень быстро. Общая потеря воды с мочой, однако, невелика, так как вода обратно всасывается из клоаки и кишечника. Моча выделяется вместе с калом.

Кожа как орган выделения

Кожный покров защищает организм от механических повреждений, проникновения микроорганизмов, световых и тепловых радиаций, от излишнего испарения влаги. В то же время кожа принимает большое участие в выделении из организма продуктов обмена веществ и в регуляции теплоотдачи.

Отделение пота. Пот образуется в клетках секреторного аппарата потовых желез. Они распространены по всему телу, но различны у разных видов животных. Хотя потовых желез у крупного рогатого скота больше, чем у лошади, однако они обладают меньшей секреторирующей поверхностью.

Примерно измерить количество выделяющегося за сутки пота можно посредством хлористого кальция, помещаемого в чашку Петри над герметически закрытым участком кожи. Пересчитав площадь, занимаемую чашкой, на общую поверхность, можно определить количество выделившегося пота. Лошадь, например, выделяет более 1 л пота за сутки.

В поте от 0,5 до 2,5% твердых веществ, остальное вода. Удельный вес пота у лошадей около 1,020. В сухом остатке неорганических соединений примерно в 3 раза больше, чем органических. В состав неорганических соединений входят хлористый натрий, хлористый калий и др. Кроме белков, в поте имеется небольшое количество продуктов распада — мочевины, мочевой кислоты, аммиака и др.; содержатся также пигменты, витамины. При заболевании почек выделение с потом мочевины значительно увеличивается. В поте лошади есть альбумины, чем объясняется его вспенивание при выделении в значительном количестве. Запах пота обусловлен летучими жирными кислотами.

Выделение пота имеет значение в первую очередь для теплоотдачи, так как теплоотдача в значительной степени зависит от испарения.

когда требуется. Когда необходимо увеличить теплоотдачу, потоотделение усиливается: при повышении температуры окружающего воздуха, при интенсивной мышечной работе, после обильного приема пищи и пр.

Потовые железы участвуют в водно-солевом обмене, способствуя поддержанию осмотического давления.

Потовые железы иннервируются симпатическими нервами. Помимо отделов спинного мозга, существует еще главный потоотделительный центр в продолговатом мозге. На потоотделение влияет и кора больших полушарий. Потоотделение можно вызвать и усилить пилокарпином. Секрет пилокарпина усиливает выделение жиропота.

Секрция кожного сала. Кожное сало образуется в сальных железах. Выделение кожного сала разнообразно. Оно защищает роговой слой эпидермиса от высыхания и образования трещин, а волосы и кожу от проникновения воды (во время дождя), делает кожу мягкой и эластичной. У плода толстая жировая смазка кожи препятствует пропитыванию тела жидкостью из амниона, а впоследствии способствует продвижению плода через родовые пути.

Выделение кожного сала усиливается при повышении обмена веществ в коже.

Жиропот. Эта смесь кожного сала и пота делает шерсть овцы мягкой и прочной.

Жиропот у овец выделяется непрерывно. В пастбищный период деятельность кожных желез усиливается.

Жиропот состоит из жирорастворимых соединений и из веществ, растворимых в воде (например, соединений калия). Очищенный жиропот называется ланолином. Это — ценный продукт для изготовления мыла. Количество жиропота у тонкорунных овец колеблется в широких пределах — от 10 до 30% к общему весу мытой, но не обезжиренной шерсти. Цвет жиропота может быть от светло-желтого до коричневого. Количество и качество жиропота зависит от породы, индивидуальных особенностей, возраста (до 5 лет увеличивается), состояния здоровья животного и условий кормления. Недостаточное белковое питание значительно снижает секрецию жиропота. На качество шерсти отрицательно влияет как недостаток, так и избыток жиропота.

Защитная функция кожи. Уже говорилось о значении эластичности кожного покрова для защиты организма от механических повреждений. На тех местах, где угроза таких повреждений увеличивается, роговой слой кожи утолщается (подошва лап). Неповрежденный эпидермис кожи препятствует проникновению в организм возможных вредных веществ, болезнетворных микробов и пр. Состояние эпидермиса можно улучшить полноценным кормлением и регулярной чисткой кожи.

К защитным функциям кожи относится также нормальная деятельность ее рецепторов (нервных окончаний), сигнализирующих организм о внешних воздействиях — температурных, болевых и др. Благодаря животному возможность ориентироваться в окружающей среде.

Температура кожи ниже температуры тела и зависит от степени расширения кожных сосудов, густоты волосяного покрова, толщи жировой прослойки, температуры воздуха и пр. Колебания температуры кожи в $5-6^{\circ}$ вполне закономерны. Более значительное понижение температуры кожи указывает на патологическое состояние организма.

Пигментация кожи играет защитную роль. Подкожные коротковолновые лучи, которые вредно действуют на организм, пигменты предохраняют лежащие под кожей органы от повреждений.

Смена волос. Рост волос связан с белковым питанием, особенно с содержанием в корме аминокислоты цистина, входящего в состав белков волоса.

Степень развития волосяного покрова — яркий пример приспособления к условиям обитания. Животные даже одного вида могут иметь разный волосяной покров, в зависимости от климатических условий, в которых они живут. В районах с суровым климатом мех у животных более густой, чем у тех же зверей, живущих в мягком климате. Если перевести животных из южных районов в более северные, у них значительно увеличивается более густая шерсть.

В течение года состояние кожи не остается стабильным. Сезонные изменения в коже служат показателем физиологических сдвигов в организме. Особенно ярко это сказывается на линьке, которая является защитной функцией организма: благодаря смене волос животные предохраняют себя зимой от переохлаждения, а в жаркое время года — от перегревания.

Волосы стареют, постепенно отделяются от эпителия волосяного мешка. Питание и рост таких волос прекращаются, волосы выпадают и заменяются новыми; животное линяет.

Линька бывает постоянной (непрерывной) и сезонной, или периодической. Есть еще возрастная линька. При непрерывной линьке волосяной покров сменяется постепенно в течение всего года. Волосы выпадают небольшими участками по мере старения волосных луковиц.

При сезонной линьке волосяной покров меняется полностью за сравнительно короткое время.

Примером возрастной линьки (не зависящей от сезона года) может служить линька жеребят и телят в 5—7-месячном возрасте. У жеребят только после этой линьки устанавливается постоянная масть, окраска волосяного покрова.

Срок наступления линьки зависит в большей степени от светового фактора, чем от температурного. Помещая норок в условия искусственно созданного короткого светового дня, удалось получить у них линьку летом (вместо осени) и полное развитие зимнего меха намного раньше, чем в естественных условиях. Содержание же норок на холоде не ускорило линьки.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Физиология выделения

Изучение физико-химических свойств мочи. Приборы и материалы: урометр, водяная баня, цилиндры высокие, лакмусовая бумага; 1%-ный раствор фенола, 0,1%-ный раствор NaOH, 0,1%-ный раствор HCl; вазелин, половинки домашних животных разных видов.

Внешний вид и запах мочи определяют органолептически. Свежевыпущенная моча домашних животных всех видов прозрачная, водянистая, за исключением лошади. У лошади моча мутная вследствие примеси одноосновного углекислого аммония (NH_4CO_3) и тягучая, т. е. содержит муцин.

Цвет мочи желтоватый, различных оттенков (желто-зеленый, оранжево-желтый, розоватый, красноватый, светло-желтый, соломенно-желтый и др.).

Запах мочи специфический: у крупного рогатого скота — с аммиачным, у собак — с чесночным.

Удельный вес мочи — очень важный показатель. Его определяют урометром. Урометр ставят в высокий цилиндр и осторожно погружают в него урометр, удерживая его за верхний конец. Урометр отпускают, следя за тем, чтобы он был во взвешенном положении и не касался стенок цилиндра. После того как урометр принял устойчивое положение (через 1—2 минуты), смотрят показание по нижней границе мениска. Это и будет удельный вес мочи, если температура ее была 15° . Если же температура мочи выше или ниже 15° , вносят соответствующую поправку. На каждые 3° изменения температуры вносят поправку в четвертом знаке (0,0001). При температуре ниже 15° прибавляют, выше 15° — вычитают.

Например, удельный вес мочи лошади по урометру равен 1,057, температура мочи $+0,0002$, удельный вес с поправкой $1,057 + 0,0002 = 1,0572$.

Реакция мочи. У травоядных моча в норме щелочной или нейтральной реакции, у хищных — кислой. Реакция мочи сильно зависит от вида корма.

Реакцию мочи можно определить лакмусовой бумагой. Если моча кислая, красная лакмусовая бумага, опущенная в мочу, не меняет цвета, а синяя окисляется. Если моча щелочная, красная бумага, смоченная в моче, синее, а синяя не окисляется.

Реакцию мочи можно определить и методом титрования (количественное определение). 10 мл мочи разбавляют 90 мл воды. Добавляют 2—3 капли фенолфталеина (1%-ный спиртовой раствор) и титруют децинормальным раствором NaOH (если реакция мочи кислая) или децинормальным раствором HCl (если реакция мочи щелочная) до появления розовой окраски. По количеству миллилитров раствора NaOH или HCl, израсходованного на титрование, определяют реакцию мочи.

ГЛАВА IX

ФИЗИОЛОГИЯ ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Органами внутренней секреции называют железы без выводных протоков. Вещества — инкреты, вырабатываемые в этих железах, гормоны, поступают непосредственно в кровь или лимфу. К таким железам относятся: щитовидная, околощитовидные, надпочечники, гипофиз, островки Лангерганса поджелудочной железы, яичники, яичники, вилочковая железа и эпифиз. В период беременности у самки вырабатывает и выделяет гормоны также и плацента.

Гормоны содержатся в организме в очень малых количествах, но оказывают огромное энергетическое, ни строительного материала, но обладают большой биологической активностью. Например, 1 г адреналина, гормона надпочечников, достаточно, чтобы усилить сердечную деятельность более 10 млн. лягушек.

Поступая в кровь, гормоны участвуют в процессах обмена веществ, возбуждают, а в других случаях, наоборот, угнетают те или иные жизненные процессы; воздействуют на рост и развитие организма. Каждый гормон действует на определенные функции.

Некоторые гормоны не имеют видовой специфичности. Это дает возможность применять их в ветеринарной практике.

Спустя некоторое время после поступления в кровь гормоны переходят в ткани, изменяются или разрушаются и выводятся из организма с мочой или калом. Вместо них в кровь поступают новые гормоны, вещества, постоянно вырабатываемые в железах внутренней секреции.

За последние годы выяснено, что гормоны циркулируют в кровяном русле не в свободном состоянии, а главным образом в соединении с белками.

Нарушение физиологических функций в организме нередко зависит не столько от недостатка или избытка в крови тех или других гормонов, сколько из-за изменения чувствительности к ним определенных тканей организма.

Методы изучения желез внутренней секреции. Относительно прост и повсеместно применяется метод удаления железы, например удаление половых желез у собак и свиней. Иногда удаляют две и даже несколько желез внутренней секреции. После этих операций у животного наступают глубокие изменения жизненных функций.

Пересадки — также распространенный метод изучения физиологии желез внутренней секреции. Пересадки делают из одного места тела в другое, от одной особи к другой того же вида или животному другого вида. Приживление чаще всего происходит только в первом случае. При удачной операции в пересаженные железы рано или поздно вырастают кровеносные сосуды, а вместе с ними и нервные волокна, и функции, нарушенные после удаления железы, в определенной мере восстанавливаются.

Более совершенной методикой исследования желез внутренней секреции можно считать парабезис. Двух животных (крыс, кроликов) сращивают друг с другом. В результате устанавливается общий ток циркулирующей крови. Сращивание, например, половозрелого животного с неполовозрелым позволяет выяснить физиологическое значение гормонов половых желез или гипофиза: у неполовозрелого животного в этом случае усиленно развиваются половые органы. Некоторые гормоны половых желез, щитовидной железы — можно скормить животному, т. е. они почти не разрушаются в пищеварительном канале. При этом наблюдают за процессами, происходящими в организме, под воздействием введенных гормонов.

Важный метод изучения желез внутренней секреции — обнаружение гормонов в оттекающей от железы крови, а также изучение их химического строения.

Все железы внутренней секреции богаты кровеносными сосудами. Это облегчает поступление в кровь гормонов, имеющих вообще небольшие размеры молекул.

Щитовидная железа

Другое название железы — тиреоидея (тиреос — щит), т. е. она расположена на трахее возле щитовидного хряща. Железа состоит из маленьких полостей (фолликулов), выстланных однослойным кубическим эпителием. Кровоснабжение железы, как и других желез внутренней секреции, исключительно обильное: например, вся кровь собаки за сутки протекает через щитовидную железу 16 раз. Железа снабжена сосудодвигательными нервными волокнами вегетативной нервной системы. В образовании гормонов щитовидной железы участвуют

йодиды, аминокислота, тирозин и йод, который усиленно поглощается из крови паренхиматозным эпителием железы. Его во много раз в железе больше, чем в плазме крови.

Щитовидная железа образует с помощью ферментов и выделяет йодсодержащие гормоны — тироксин и трийодтиронин, а также (еще недавно открытый) гормон тиреокальцитонин. Последний снижает всасывание кальция и фосфора в крови.

Процесс поступления в кровь тироксина связывается с белками плазмы. Тироксин в настоящее время синтезирован (получен искусственным путем).

Трийодтиронин — промежуточная форма по отношению к тироксину. Трийодтиронин в отличие от тироксина менее прочно связывается с белками плазмы крови. Эта менее прочная связь обуславливает более быстрое его действие по сравнению с тироксином. Трийодтиронин проникает в клетки тела быстрее, чем тироксин, но и выводится с гораздо большей скоростью.

Образование гормонов в щитовидной железе зависит от функционального состояния нервной системы и гипофиза. Вещества, возбуждающие кору больших полушарий головного мозга, усиливают функцию щитовидной железы, а вызывающие в коре головного мозга состояние торможения снижают активность железы.

От функции щитовидной железы в значительной степени зависит интенсивность обмена веществ — белков, жиров и углеводов, а также водно-солевых веществ, воды и витаминов. Энергетический обмен усиливается, т. е. под влиянием тироксина увеличиваются окислительные процессы в митохондриях клеток, больше потребляется кислорода и выделяется углекислого газа. Поэтому щитовидная железа оказывает большое влияние на рост и развитие. Если у молодого животного удалить щитовидную железу, это вызовет значительное отставание в росте и развитии. Кроме того, удаление щитовидной железы или резкое уменьшение ее активности нарушает нормальный процесс в коре больших полушарий головного мозга: условные рефлексы у таких животных вырабатываются с большим трудом. При избыточном выделении гормонов щитовидной железой повышается основной обмен. Холодостойкость деятельности щитовидной железы. Щитовидная железа участвует в формообразовательных процессах, например ускоряет превращение личинок земноводных во взрослую форму. В местах, где в почве, питьевой воде и растениях недостает йода, у щитовидной железы нарушается процесс образования тироксина. В это время возрастает образование тиреотропного гормона передней доли гипофиза (тиреотропный гормон, как сказано, стимулирует функцию щитовидной железы). Поэтому у животных щитовидная железа увеличивается и образуется зоб. Зобатость может быть вызвана и так называемыми антищитовидными веществами, под влиянием которых образование гормонов в щитовидной железе резко снижается, их уровень в крови уменьшается. В результате опять-таки усиливается выделение тиреотропной доли гипофиза тиреотропного гормона, который и вызывает разрастание щитовидной железы (зобатость).

Околощитовидные железы

Околощитовидные железы — органы очень небольших размеров, часто величиной с просыаное зерно, овальной или круглой формы. Они расположены вблизи щитовидной железы. У большинства млекопитающих четыре железы: две наружные и две внутренние. Нередко встречаются добавочные железы.

Удаление у собаки околощитовидных желез вызывает тетанию — судорожные припадки. Животное на 4—12-й день погибает от паралича дыхательных мышц или остановки сердечной деятельности. Добавление в корм собаки мяса ускоряет наступление судорог, а перевод животного на молочную и растительную диету значительно замедляет и смягчает развитие приступов тетании. Различное влияние пищевых режимов объясняется разным содержанием в корме кальция: его мало в мясе и больше в молоке и в растительных продуктах. Поэтому у плотоядных тетания протекает острее, чем у травоядных. Тетанию у собаки можно избежать, если немедленно после удаления околощитовидных желез начать вводить животному гормон желез — паратгормон.

Гормон околощитовидных желез — паратгормон регулирует уровень кальция и фосфора в крови, способствует удалению почками избытка фосфорных соединений и сохраняет на достаточном уровне содержание ионов кальция в крови. Так, в крови млекопитающих в норме 9—11 мг% кальция и примерно в 2 раза меньше фосфора. При тетанических судорогах содержание кальция в крови падает до 4—5 мг%. Одновременно увеличивается содержание фосфорных соединений в крови и в тканях.

Сохранение ионов кальция и фосфора на нужном уровне — важнейший физиологический процесс. Если в кормах мало кальция, это вызывает увеличение размеров околощитовидных желез.

В нормальных условиях снижение уровня кальция в крови служит стимулом к его переходу в кровь из запасов, т. е. из костей. Но это возможно только при участии гормона околощитовидных желез.

Паратгормон усиливает деятельность клеток (остеокластов), способствующих переходу кальция из костей в кровь. Наоборот, тиреокальцитонин тормозит переход кальция в кровь. Оба гормона снижают концентрацию фосфора в крови, увеличивая его выделение с мочой.

Витамин D способствует всасыванию кальция из кишечника в кровь и усиливает выделение фосфатов мочой. Напомним также, что гормон щитовидной железы тиреокальцитонин снижает содержание кальция в крови.

При избыточном выделении паратгормона, т. е. при гиперфункции околощитовидных желез, фосфорно-кальциевый обмен нарушается, возникает избыток кальция в крови, в тканях. Возникает мышечная слабость.

Поджелудочная железа

В ткани поджелудочной железы наряду с железистым эпителием, вырабатывающим поджелудочный сок, вкраплены многочисленные мельчайшие островки Лангерганса, состоящие из трех родов клеток

а- и бета- и гамма-клеток. Еще в прошлом веке было отмечено, что удаление поджелудочной железы у собаки резко повышает содержание сахара в крови. Сахар появляется в больших количествах в моче (сахарное мочеизнурение), при этом сильно увеличивается количество выделяемой мочи, содержащей много недоокисленных жиров. Печень и мышцы теряют способность откладывать гликоген. Нарушается белковый обмен: азотистый баланс становится отрицательным. Вес животного падает. Оно становится беззащитным к вредным воздействиям окружающей среды.

Удаление поджелудочной железы лишает животное важнейшего гормона — **инсулина**, вырабатывающегося в бета-клетках островков Лангерганса. Инсулин увеличивает превращение глюкозы в гликоген в мускулах и печени и одновременно способствует окислению сахара в тканях, облегчает образование жира из углеводов и стимулирует синтез белка. Все это возможно потому, что инсулин повышает проницаемость клеточных оболочек для глюкозы и тем самым способствует ее окислению. При увеличении сахара в крови повышается и количество инсулина, поэтому происходит более быстрое окисление сахара, и, наоборот, с уменьшением сахара в крови уменьшается и количество инсулина.

В настоящее время инсулин синтезирован (он состоит из 51 аминокислоты). Это первый искусственный белок.

В альфа-клетках островков Лангерганса образуется другой гормон — **глюкагон**. Он антагонист инсулина, стимулирует выход гликогена из печени и повышает содержание сахара в крови.

Третий гормон поджелудочной железы — **липокан** — превращает печень от жирового перерождения.

Надпочечные железы

Они состоят из двух различных тканей разного происхождения: **клубочковая** (внутренняя) часть надпочечников развивается из эктодермы, из тех же элементов, что и симпатическая нервная система; **коричневая** часть (наружная) развивается из мезодермы. Части выполняют различные физиологические функции.

Клубочковая часть надпочечников выделяет два гормона: **адреналин** и **норадреналин** (предшественник адреналина). У взрослых млекопитающих содержится больше адреналина, чем норадреналина; у птиц — больше норадреналина. Оба гормона оказывают большое влияние на **сердечно-сосудистую** систему.

Функции адреналина разнообразны. Он стимулирует сужение сосудов кишечника, почек и других внутренних органов, а также сосудов кожи, но расширяет венечные сосуды и усиливает работу сердца. При этом состояние скелетной мускулатуры и центральной нервной системы. Одновременно адреналин тормозит перистальтику кишечника и расширяет зрачки глаз. Адреналин оказывает влияние на обмен веществ, переводит гликоген в сахар и увеличивает его содержание в крови.

Секреция адреналина усиливается при активной деятельности организма: при усиленной мышечной работе, при эмоциональных состояниях (гнев, боль), при охлаждении организма и пр. Раздражение чревного симпатического нерва усиливает выделение адреналина.

От норадреналина в определенной мере зависят те же функции, что и от адреналина, но протекают они значительно слабее. От норадреналина в большей степени, чем от адреналина, зависит состояние кровяного давления. Адреналин — первый гормон, который был синтезирован.

Корковая часть надпочечников составляет примерно $\frac{2}{3}$ общего объема железы. Корковая часть вырабатывает и выделяет в кровь стероидные гормоны. Отсюда общее название этих гормонов — кортикоиды (сокращенно — кортикоиды). Большинство из них в настоящее время синтезированы.

Удаление мозговой части надпочечников не вызывает гибели животного. После разрушения обеих частей надпочечников, т. е. удаления и корковой части, животное через несколько дней погибает. Основной причина смерти — нарушение водно-солевого обмена, а также обмена углеводов, белков и жиров.

Гормоны коры надпочечников разделяются на две группы: одни из них регулируют обмен органических веществ, это глюкокортикоиды. Другие регулируют обмен минеральных веществ — минералокортикоиды. К первым относятся гормоны кортизол и кортикостерон. Наиболее важный минералокортикоид — альдостерон. У крупного рогатого скота надпочечники вырабатывают равные количества кортизола и кортикостерона. У крышков коры надпочечников в основном выделяет кортикостерон.

Кора надпочечников разделяется на три зоны: клубочковую, пучковую и сетчатую. Альдостерон образуется в клубочковой зоне, в пучковой — кортизол и кортикостерон, в сетчатой — половые гормоны (мужские и женские).

Кроме углеводного и жирового обмена, глюкокортикоиды оказывают влияние на количество лейкоцитов и лейкоцитарную формулу (уменьшают количество эозинофилов).

Гормоны коры надпочечников, как сказано выше, участвуют в обмене углеводов, белков и жиров в печени и мышцах, но главным образом они регулируют минеральный обмен. Гибель животного после удаления коры надпочечников в значительной степени обусловлена нарушением работы почек: усиливается обратное всасывание из канальцев почки в кровь калия и уменьшается обратное всасывание натрия, т. е. увеличиваются потери последнего. После удаления надпочечников жизнь животного удается сохранить на некоторое время, если вводить в корм поваренную соль.

Кроме сказанного, кора надпочечников быстро реагирует выделением гормонов на необычные положения, неблагоприятные обстоятельства, в которых временами оказывается животное: при недостатке кислорода в воздухе, высокой температуре окружающей среды и т. п. В этих случаях первоначально реагирует передняя доля гипофиза,

гормон АКТГ (адренокортикотропный гормон), который и вызывает выделение глюкокортикоидов из надпочечников.

Выделение гормонов коры надпочечников регулируется нервным центром (гипоталамусом) и гипофизом. Удаление гипофиза или его передней доли приводит к атрофии пучковой и сетчатой коры надпочечников.

Гипофиз

Гипофиз состоит из аденогипофиза (передней доли) и из нейрогипофиза (задней доли). В состав аденогипофиза входит и так называемая средняя доля. Существует особый нервный путь между гипоталамусом и задней долей гипофиза. С аденогипофизом гипоталамус связан системой кровообращения.

Нейрогипофиз. В этой доле гипофиза обнаружены два гормона — окситоцин и антидиуретический гормон. Другое его название — вазопрессин. Оба гормона образуются в гипоталамусе (подбуржжии), оттуда переходят в нейрогипофиз. Окситоцин образуется в паравентрикулярном, а вазопрессин (антидиуретический гормон) — в супраоптическом ядре гипоталамуса. Под влиянием нервных стимулов гормоны из нейрогипофиза выходят в кровь. Эти гормоны в настоящее время синтезированы.

Питяжка из нейрогипофиза известна под названием *п и т у и т а н*. В него входят оба гормона.

Антидиуретический гормон уменьшает диурез, способствует обильному всасыванию в кровь воды в канальцах почек. Посредством этого гормона можно снизить количество выделяемой мочи: антидиуретический гормон принимает участие в регуляции водного обмена.

Окситоцин усиливает сокращение гладкой мускулатуры кишечника и мочевого пузыря, мускулатуры матки, а также звездчатых клеток вокруг альвеол в молочной железе.

Нейрогипофиз не имеет клеток, способных к секреции. Он обеспечивает, как сказано, хранение на некоторое время гормонов, образующихся в гипоталамусе. Поэтому, строго говоря, нейрогипофиз не следует рассматривать как самостоятельную железу внутренней секреции.

Нейросекреция. Образование окситоцина и вазопрессина в гипоталамусе — особый случай *н е й р о с е к р е ц и и*. Нейросекреция — способность определенных нейронов, помимо проведения нервных импульсов, образовывать гормоны и влиять на некоторые функции организма, связанные с *г о м е о с т а з о м*, т. е. с сохранением постоянства основных процессов в организме. У высших позвоночных животных нейросекреторные ядра концентрируются в гипоталамусе. В период активных процессов, например при спаривании животных, при линьке, клетки этих ядер активизируются, а в период зимней спячки угнетаются.

Аденогипофиз. Здесь образуются шесть гормонов, из них пять оказывают влияние на другие железы внутренней секреции.

Гормон роста (*с о м а т о т р о п и н*) стимулирует рост. Введение его увеличивает размеры тела и внутренних органов, способ-

скелетной мускулатуры, наружных половых органов, поведение животных.

Плацента (послед) — орган, через который питается плод. В то же время плацента — орган внутренней секреции. В ней вырабатываются эстрогены, прогестерон, андрогены и гонадотропные гормоны. Плацента обеспечивает гормонами и свое собственное существование вплоть до родов.

Вилочковая железа. Имеет отношение к защитным реакциям организма. Внутрисекреторное значение вилочковой железы до сих пор не выяснено.

Эпифиз. В эпифизе образуются два гормона. Один из них стимулирует выделение альдостерона, другой гормон — мел а т о н и н — высветляет кожу у земноводных и рыб: пигментные гранулы собираются в центре клеток.

В организме млекопитающих мелатонин угнетает функцию половых желез, задерживает половое развитие у неполовозрелых животных. Под влиянием освещения угнетается образование мелатонина в эпифизе.

Взаимоотношения между железами внутренней секреции. Почти каждая железа оказывает влияние на другие железы внутренней секреции. Хорошим примером, как мы видели, может служить передняя доля гипофиза и ее влияние на другие железы. В свою очередь, гормоны этих желез (тироксин, половые гормоны и др.) оказывают влияние на функцию передней доли гипофиза. Обмен белков, углеводов и жиров регулирует не только тироксин, но и инсулин, адреналин, гормон роста и др. Точно так же рост организма находится в зависимости не только от гормона роста, но и от тироксина, андрогенов, гормонов коры надпочечников.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Физиология желез внутренней секреции

Влияние адреналина и ацетилхолина на изолированное сердце лягушки. Приборы и материалы: растворы Рингера, адреналина 1 : 1000 и ацетилхолина 1 : 100 000; часовые стекла, пинцеты, скальпели, игла тупая, ножницы, пипетки глазные, лотенца; лягушки.

У лягушки разрушают головной и спинной мозг. Извлекают сердце и помещают его на часовое стекло в раствор Рингера. Подсчитывают сокращения сердца в минуту и пипеткой наносят на него каплю раствора адреналина. Через несколько минут можно заметить учащение сердечных сокращений. Их вновь подсчитывают. Раствор адреналина сливают и на стекло наливают свежий раствор Рингера. Ждут, пока установится нормальный ритм сердечных сокращений, и другой пипеткой наносят каплю раствора ацетилхолина. Наблюдают замедление сердечных сокращений; их также подсчитывают.

Влияние адреналина на кровеносные сосуды. Приборы и материалы: 0,1%-ный адреналин, двуграммовый шприц, иглы к шприцу (инъекционные), кролик.

На стол сажают кролика, лучше белой масти (у него хорошо видны кровеносные сосуды на ушных раковинах). Расправив вначале одно, а затем другое ухо, рассматривают на свет число и ширину кровеносных сосудов. Взяв обеими руками уши кролика, определяют их температуру. Оба уха примерно одинаково теплые. В вену правого уха вводят шприцем 0,5 мл раствора адреналина. Через некоторое время это ухо бледнеет и становится холоднее левого (контрольного). Адреналин суживает периферические кровеносные сосуды.

Спазм сосудов конъюнктивального мешка под действием адреналина. *Приборы и материалы:* 0,1%-ный раствор адреналина; глазные пипетки; животное (кролик или лошадь).

Глазной пипеткой животному вводят 4—5 капель адреналина в конъюнктивальный мешок левого глаза. Правый глаз используют для сравнения. Через некоторое время конъюнктива левого глаза сильно бледнеет вследствие сужения кровеносных сосудов. Конъюнктива правого глаза (контрольного) остается без изменений.

Действие адреналина на зрачок. *Приборы и материалы:* 0,1%-ный раствор адреналина; пинцет, скальпель, пипетки, ножницы, часовые стекла; раствор Рингера; электрический фонарик; лягушки.

У лягушки отрезают ножницами верхнюю челюсть выше глаз. Осторожно отпрепаровывают оба глаза и помещают отдельно на часовые стекла в раствор Рингера. В течение 15—20 минут оба глаза сильно освещают электрическим фонариком, вследствие чего зрачки суживаются.

К раствору в первом стекле добавляют несколько капель адреналина. Зрачок заметно расширяется, так как адреналин раздражает окончания симпатического нерва, разветвляющиеся в радиальных мышечных волокнах радужной оболочки. Зрачок второго (контрольного) глаза не изменяется.

Влияние инсулина на содержание сахара в крови. *Приборы и материалы:* кролик взрослый (только не белый!); инсулин, 20%-ный раствор глюкозы; шприцы стерильные на 1 и 20 мл.

Взрослому кролику, предварительно выдержанному на протяжении 24 часов на голодной диете, за час до демонстрации опыта вводят под кожу 3—4 МЕ инсулина на 1 кг живого веса.

Через 1,5—2 часа после инъекции возникает судорожная реакция. Сначала она проявляется в виде беспокойства, затруднения дыхания. Потом отмечается общая слабость. Через некоторое время у подопытного кролика прекращается реакция на внешние раздражения (исчезают рефлексы), снижается температура тела. Впоследствии возникают подергивания отдельных групп мышц, что переходит в клонические судороги. Во время судорожного состояния кролик совершает необычные движения, падает, катается по полу, трясет конечностями.

Причину судорог можно объяснить явлением гипогликемии. У кролика под влиянием инсулина резко уменьшается количество глюкозы в крови; большое количество глюкозы превращается в гликоген, остальное окисляется.

Исследуя кровь, можно убедиться, что содержание сахара в ней уменьшается наполовину: до 0,045% вместо 0,1% в норме.

Чтобы снять судорожное состояние у кролика, достаточно ввести подкожно в 2—3 местах по 10 мл 20%-ного стерильного раствора глюкозы.

ГЛАВА X

ФИЗИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ И ЛАКТАЦИИ

Высшие животные размножаются половым путем. При этом происходит объединение женской и мужской половых клеток (гамет). В результате образуется зигота, из нее развивается сначала эмбрион (зародыш), а затем плод.

Размножение возможно только с наступлением половой зрелости. Она заключается в том, что половые органы достигают полного развития, а в половых железах — яичниках и семенниках — начинают вырабатываться половые клетки и усиливается выделение половых гормонов. У половозрелых животных появляется особая форма поведения — половые рефлексы. У самок периодически наступает течка и охота. Самец способен оплодотворить самку, а самка может стать беременной и вынашивать плод.

Для проявления половых рефлексов у животных формируется в центральной нервной системе, в частности в гипоталамусе, половая доминанта, которая возникает у животного в определенной обстановке, под влиянием половых гормонов. Несмотря на это, животных допускают в случку обычно позже, по достижении не только половой, но и общей (физиологической) зрелости организма. Созревание телок наступает в возрасте 16—18 месяцев, овец — 12—16 месяцев, кобыл — в 3—4 года, свиней — 9—11 месяцев. В эти же сроки начинают использовать и самцов-производителей.

На сроки физиологической зрелости большое влияние оказывают условия кормления и содержания, принадлежность к той или иной породе (ранне- или позднеспелой), а также географическая среда.

Сельскохозяйственных животных, при условии правильного кормления и содержания и в зависимости от их племенной ценности, можно использовать для размножения довольно длительное время: коров — 12—16 и лошадей — 16—18 и более лет; овец — 7—8, свиней — 6—8 лет.

Физиология половой системы самца

Половые клетки (спермии) самца-производителя образуются в семенных канальцах семенников и накапливаются в хвостовой части придатков семенников.

Процесс образования спермиев называется сперматогенезом (или спермиогенезом). У большинства сельскохозяйственных животных сперматогенез происходит в течение всего года. У животных со строго сезонным характером размножения он приурочен к периоду спаривания. Созревание половых клеток происходит под действием подбугорья и гонадотропных гормонов гипофиза. Для нормального сперматогенеза большое значение имеет полноценное кормление производителей. Чтобы поддержать сперматогенез на высоком уровне, в рацион следует вводить полноценные корма, в особенности белки животного происхождения, витамины (каротин).

На сперматогенез значительное влияние оказывает температура кожи мошонки; здесь она на 3—4° ниже, чем в прямой кишке. Если семенники в период развития животного не спускаются в мошонку, а остаются в брюшной полости (где температура высокая), сперматогенез резко нарушается, самец обычно остается бесплодным. Такое явление называется криптоорхизмом.

Спермии. В эякуляте (семени, выделяемом при садке, случке) находят спермии, различающиеся размерами, формой (рис. 115). Это, возможно, указывает на их био-

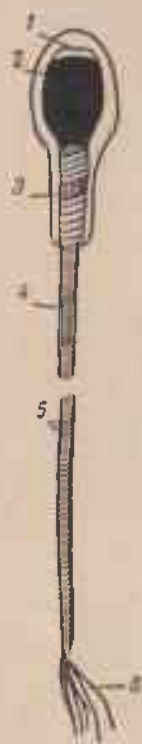


Рис. 115. Строение спермия (под электронным микроскопом):
1 — светлое поле; 2 — ядро; 3 — митохондрии; 4 — фибриллы осевой нити;
5 — спиральная исчерченность оболочки хвоста; 6 — хвостовая часть жгутика.

логическую неравноценность. Спермии передвигаются самостоятельно. Сперма (вещества, выделяемые семенниками при садке), в которой спермии утратили способность к поступательному движению, непригодна для осеменения.

Спермии образуются непрерывно, а выводятся наружу только при случке. Они длительное время находятся в придатках семенников, где приобретают стойкость против неблагоприятных воздействий внешней среды. Здесь спермии получают электрический заряд, поэтому не слипаются, находясь даже в густой массе.

Значение придаточных половых желез. К ним относятся предстательная железа, пузырьковидные, луковичные и мелкие уретральные железки в слизистой мочеиспускательного канала. Секреты этих желез, особенно пузырьковидных, способствуют продвижению спермиев в половых путях самки. В сперме хряка секрет пузырьковидных желез образует клейкие зерна, которые заполняют рога матки после осеменения.

При осеменении секреты придаточных половых желез выделяются в определенной последовательности: сначала из уретральных и луковичных желез (их секреты очищают от мочи и увлажняют мочеполюсый канал), а затем выделяется слизистая масса из пузырьковидных желез. Секреты придаточных половых желез разбавляют семя во много раз, образуя эякулят. Он неодинаков у разных видов животных как по объему, так и по химическому составу (табл. 13).

ТАБЛИЦА 13

Объем эякулята и концентрация в нем спермиев

Вид животного	Объем эякулята (мл) от — до	Концентрация спермиев в 1 мл (млрд.) от — до
Быки	4—5	1,0—1,5
Бараны	1—2	2,0—4,0
Жеребцы	50—120	0,1—0,25
Хряки	150—300	0,1—0,2

Живучесть спермиев различна. Продолжительность их жизни вне организма, в половых путях самки колеблется от нескольких часов до двух суток. Чем более живучи спермии, которыми осеменяется самка, тем выше энергия роста и развития потомства.

Физиология половой системы самки

К этой системе относятся половые железы (яичники), яйцеводы, матка и наружные половые органы.

Фолликулы и яйцеклетки. В яичниках созревают яйцеклетки. Они образуются в фолликулах из клеток зачаточного эпителия в течение всей половой жизни самки. Крупные фолликулы занимают значительную часть яичника. У коровы зрелые фолликулы достигают

в диаметре 1,4 см, у кобылы — больше. При ректальном (через прямую кишку) исследовании яичников коровы или лошади фолликул можно нащупать пальцами. В полости фолликула накапливаются эстрогенные гормоны, выделяемые клетками фолликулярного эпителия.

В развитии фолликула можно выделить четыре фазы: созревание, овуляцию (разрыв фолликула и выход яйца), образование желтого тела на месте овулировавшего фолликула и фазу рассасывания желтого тела.

В яичнике одновременно образуется и развивается много фолликулов, но полной зрелости в течение периода размножения достигают немногие. Большая часть фолликулов подвергается на разных стадиях развития запустеванию и рассасыванию. У коровы и кобыл созревает обычно один фолликул, редко — два и более. У овец могут созревать несколько фолликулов, у свиней в каждом яичнике созревает по 8—10 фолликулов и больше. При хорошем кормлении фолликулы созревают более интенсивно, чем при скудном.

От того, сколько фолликулов овулировало и сколько яйцеклеток оплодотворено, зависит численность приплода. Зародыши могут погибать и рассасываться на ранних стадиях развития. У свиней значительная часть яйцеклеток погибает, даже не выходя из фолликулов. Это связано, по-видимому, с недостатком в организме гонадотропных гормонов передней доли гипофиза.

Яйцеклетка, вышедшая из фолликула, окружена оболочками желточной (внутренней, вокруг протоплазмы яйца), прозрачной и лучистым венцом — фолликулярным эпителием (рис. 116). Размеры и биологическая полноценность яйцеклеток зависят от условий кормления и содержания самок.

Течка и охота. Течка — процесс выделения слизи из половых органов как следствие морфологических изменений полового аппарата самки.

Перед течкой яичники становятся чувствительными к гонадотропным гормонам, а половые пути — к эстрогенам, которые стимулируют половой центр. В период течки в половых путях совершаются сложные физиологические и морфологические процессы, способствующие после осеменения самки продвижению спермиев, оплодотворению яйцеклетки и закреплению зародыша.

Охота характеризуется готовностью самки к половому акту. Поведение самок в охоте резко меняется. Самки становятся беспокойными, нередко отказываются от корма. У свиней охота выражается в появлении «рефлекса неподвижности»: матка допускает хрюка к покрытию. У лактирующих коров в период течки и охоты уменьшаются удои, меняется состав крови. Во время течки и охоты (а у коров по окончании охоты) происходит о в у л я ц и я (выход яйцевой клетки из фолликула яичника). После овуляции под влиянием лютеинизирующего гормона и пролактина (лютеотропного гормона) в яичнике образуется одно или несколько желтых тел, если вскрылось несколько фолликулов. Гормон желтого тела меняет возбудимость полового центра, и охота затухает.

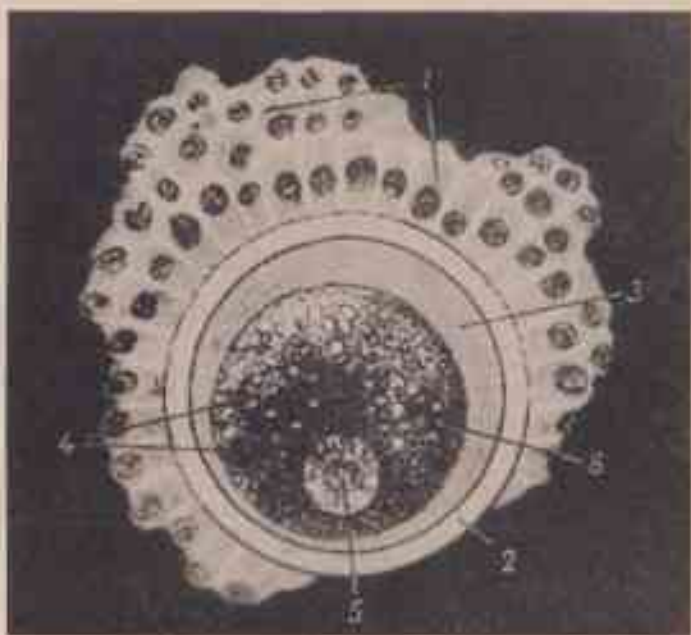


Рис. 116. Схема строения яйца:

1 — клетки лучистого венца; 2 — прозрачная оболочка; 3 — перивител-
линовое пространство; 4 — цитоплазма; 5 — ядро; 6 — желточные зерна.

Если при спаривании или искусственном осеменении не произошло оплодотворения, по мере обратного развития желтого тела активность полового центра восстанавливается: у коров, свиней, кобыл — через три недели, у овец — в среднем через 17 дней.

Спаривание — сложный рефлекторный процесс. Половые рефлексы наследственны, их нет у неполовозрелых животных и у кастрированных в раннем возрасте. В осуществлении половых рефлексов участвуют зрение, обоняние и другие органы чувств. Спаривание осуществляется следующими рефлексами: рефлекс приближения, обнимательный, эрекция, совокупительный, рефлекс выделения гамет — семяизвержение у самца и овуляция у самок. Умелое использование этих рефлексов имеет большое значение при получении от производителей спермы на искусственное влагалище, искусственную вагину (для искусственного осеменения).

Осеменение. У жвачных животных и кроликов влагалищный тип осеменения — сперма при осеменении попадает во влагалище; у кобылы, свиньи, собаки — маточный тип (сперма при осеменении попадает в матку). У животных с влагалищным типом осеменения объем эякулята небольшой, но в сперме высокая концентрация спермиев.

Продвижение спермиев на значительное расстояние при маточном типе осеменения возможно только при большом объеме эякулята.

При продвижении спермиев в половых путях самки большую роль играют движения матки и ее рогов. Сокращаясь, матка сначала как бы засасывает сперму, а затем продвигает ее к яйцеводам. Гормон окситоцин усиливает сокращение рогов матки и яйцеводов. Благодаря этим сокращениям спермии довольно быстро оказываются в конце яйцевода, где могут встретить яйцеклетку.

Спермии в половых путях самки живут недолго. Большая часть их погибает, не достигнув яйцеводов. У жвачных спермии могут выживать в шейке матки до двух суток, а при введении спермы непосредственно в матку, минуя шейку, — не более 7—10 часов. Поэтому для повышения оплодотворяемости рекомендуют осеменять коров и овец в шейку матки.

Овуляция. Различают произвольную (независимую от полового акта) и спровоцированную овуляцию (после полового акта). У сельскохозяйственных животных овуляция произвольная. У кроликов и большинства диких животных овуляция происходит только после спаривания.

Овуляция находится в тесной связи с деятельностью гипоталамуса и коры больших полушарий головного мозга, в тесной связи с половым центром. Вещества, выделяемые при этом из подбугорья, попадают с кровью в переднюю долю гипофиза, который реагирует на это выделением гормонов, вызывающих овуляцию и образование желтого тела. Если самку в охоте осеменяли и она была оплодотворена, желтое тело сохраняется в течение всей беременности. В противном случае желтое тело рассасывается, и через определенное время наступает новая охота.

Овуляция сопровождается небольшим повышением температуры тела. У кобыл овуляция происходит за 24—36 часов до окончания охоты; у коров — через 10—15 часов после окончания охоты; у тонкорунных овец — через 30—32 часа и свиней — через 24—30 часов от начала охоты.

Переход яйцеклетки в яйцевод. Яйцеклетка, окруженная оболочками, выходит из фолликула и поступает в яйцевод. Проникновению яйцеклетки в яйцевод у животных способствуют колебательные движения мерцательного эпителия расширенного конца яйцевода. Эти движения создают в брюшной полости ток серозной жидкости, увлекающий яйцо в просвет яйцевода. Дальнейшему продвижению яйцеклетки по направлению к матке способствуют сокращения мускулатуры стенок яйцевода. Оплодотворенные и неоплодотворенные яйцеклетки перемещаются по яйцеводу с одинаковой скоростью.

Яйцеклетка сохраняет способность быть оплодотворенной только несколько часов (например, у овец 5 часов).

Оплодотворение — физиологический процесс, заключающийся в слиянии яйца и спермия с последующей их ассимиляцией-диссимиляцией. Получающаяся в результате так называемая зигота объединяет наследственные особенности отцовской и материнской клеток (рис. 117). Оплодотворение происходит в яйцеводе.

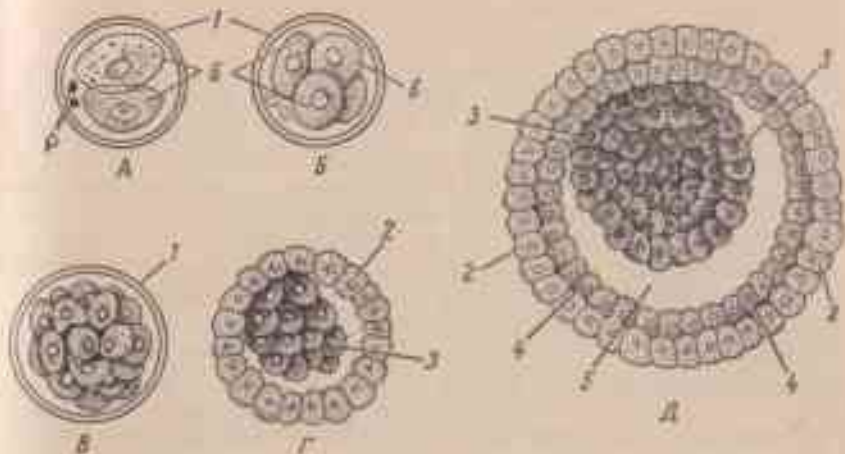


Рис. 117. Схема развития зиготы:

А — два бластомера; Б — стадия четырех бластомеров; В — стадия морулы; Г — стадия бластулы; Д — образование желточного пузыря; 1 — прозрачная оболочка яйца; 2 — трофобласт; 3 — эмбриобласт (эмбрион); 4 — стенка и 5 — полость желточного пузыря; 6 — бластомеры; Р — полярные тельца

У высших млекопитающих различают пять стадий оплодотворения:

1) подготовка яйцеклетки к внедрению в нее спермиев; 2) внедрение спермиев в яйцеклетку; 3) взаимная ассимиляция материнской и отцовской половых клеток; 4) слияние ядра яйцеклетки с ядром спермиев.

Первая стадия состоит в освобождении яйцеклетки от лучистого венца (от фолликулярных клеток) ферментом, выделяемым спермиями. В яйцеклетку проникают только спермии животных того же вида или близких видов. Через прозрачную оболочку яйцеклетки проникает не один, а несколько спермиев, но через желточную оболочку в протоплазму яйцеклетки проходит только один. С ядром яйцеклетки сливается лишь головка спермия, которая перед слиянием увеличивается до размеров ядра яйцеклетки за счет протоплазмы последней. При соприкосновении спермия с протоплазмой яйца желточная оболочка несколько уплотняется, и другим спермиям трудно проникнуть в яйцеклетку. Жгутик и тело спермия, а также остальные спермии рассасываются.

Женская половая клетка оплодотворяется не любой отцовской клеткой, а лишь «избранной». Взаимно ассимилируются преимущественно менее родственные половые клетки.

Искусственное осеменение — осеменение самки без спаривания с самцом. Разбавленной спермой одного самца-производителя искусственно можно осеменить значительно больше самок, чем при естественном спаривании, и получить хорошую оплодотворяемость. Таким образом, искусственное осеменение позволяет ускорить улучшение племенных качеств скота.

Искусственное осеменение сельскохозяйственных животных возможно благодаря следующему:

1) спермин сохраняют жизнеспособность вне организма, не теряя наследственных свойств; 2) от производителей получают сперму (на искусственную вагину); 3) овуляция у самки происходит без полового акта; 4) известна продолжительность жизни спермиев и яйцеклеток в половых путях. Это дает возможность применять искусственное осеменение в сроки наиболее вероятной встречи половых клеток.

Советские ученые разработали технику разбавления семени специальными разбавителями, а также методы длительного сохранения оплодотворяющей способности спермиев.

Многоплодие зависит от числа созревших фолликулов и образовавшихся яйцеклеток. Оно во многом определяется хорошим кормлением самок и достаточной упитанностью животных перед осеменением.

Беременность. Беременностью называют физиологическое состояние женского организма в период плодonoшения. Оно начинается с момента оплодотворения и заканчивается рождением плода.

Оплодотворение, как сказано выше, превращает яйцо в зиготу. которая вначале использует запасы, заложенные в яйцеклетке. В первые же 2—3 дня зигота начинает дробиться и одновременно продвигаться по направлению к рогу матки, где и прикрепляется, предварительно превратившись в бластоцисту (бластулу); у животного наступает доминанта беременности.

После прикрепления бластоцисты к стенке матки питание зародыша идет через плаценту.

У беременного животного в организме отмечают определенные изменения: увеличивается количество крови, несколько гипертрофируется (увеличивается) сердечная мышца, в дыхании преобладает грудной тип, усиливается обмен веществ.

Для нормальной беременности большое значение имеет функция желтого тела. Пока зигота продвигается по яйцеводу, желтое тело увеличивается в размерах и начинает выделять гормон прогестерон. Этот гормон задерживает овуляцию и в течение всей беременности понижает чувствительность матки к разного рода раздражениям. Он же способствует сохранению и жизнеспособности эмбриона.

Продолжительность беременности у разных видов животных неодинаковая (табл. 14).

Роды. По окончании беременности через родовые пути самки выходит зрелый плод, а затем послед.

Процессы, приводящие к наступлению родов, совсем еще ясны. Значительную роль при этом играет усиление давления плода при относительном уменьшении количества околоплодных вод к концу беременности. Это приводит к раздражению большого количества рецепторов (чувствительных нервных окончаний) в матке. Одновременно повышается чувствительность матки к гормону окситоцину.

Определенную роль играют и другие гормоны. У коровы, овцы и свиноматки к концу беременности желтое тело уменьшает выделение

Средняя продолжительность беременности у животных разных видов

Вид животного	Дни	Вид животного	Дни
Кобыла	340 (307—412)	Северный олень	225 (196—243)
Ослица	280 (360—390)	Косуля	300
Корова	285 (240—311)	Лосиха	225
Буйволица	307 (300—315)	Слониха	660
Верблюдица	365 (335—395)	Соболиха	265 (260—270)
Овца, коза	150 (146—160)	Норка	52 (42—78)
Свинья	114 (110—140)	Лисица и песец	52 (50—55)
Собака	62 (59—65)	Бобер	106 (105—107)
Кошка	58 (55—60)	Куница лесная	265 (260—270)
Крольчиха	30 (28—33)	Белка	35
Зайчиха	51 (50—52)	Горностай	240

гормона прогестерона (у кобыл это происходит значительно раньше конца беременности; у них он вырабатывается и в плаценте), увеличивается количество эстрогенов, а матка, как сказано, становится чувствительной к окситоцину, под влиянием которого сокращается. Кроме того, гормон релаксин вызывает расширение шейки матки и размягчает соединительную ткань тазовой области.

Роды у животных — рефлекторный процесс. Чаще всего они происходят ночью: возбудимость коры больших полушарий головного мозга в это время понижается, а рефлекторная возбудимость спинного мозга, наоборот, повышается, что также приводит к повышению возбудимости мускулатуры матки и в конечном итоге к выведению плода.

Роды у свиней и кобыл довольно быстрые, так как плацента легко и быстро отделяется от матки, и обмен газов между матерью и плодом прекращается. У жвачных плацента другого типа, и роды более продолжительны.

У животных (чаще у тех, которые имеют одного детеныша, — корова, лошадь) нередко рождаются близнецы: однояйцевые и разнояйцевые. Первые возникают из одного яйца, оплодотворенного одним спермием; их еще называют гомозиготными близнецами, так как возникают из одной зиготы, которая при зародышевом развитии, на ранних стадиях, разделяется на две части. Такие близнецы всегда одного пола. Разнояйцевые близнецы возникают из разных яиц, оплодотворенных разными спермиями. Близнецов может быть и больше двух.

Особый интерес представляют разнополые близнецы. Половые гормоны (мужские и женские) выделяются из половых желез еще у эмбриона, но их количество значительно возрастает в период полового созревания. Если у близнецов зародышевые оболочки срастаются и между близнецами устанавливаются ранние сосудистые анастомозы, то ранее сформировавшиеся у мужского зародыша семенники выделяют половые гормоны, подавляющие деятельность яичников у близнеца другого пола. В результате получается недоразвитие половых органов или даже появляются мужские черты у самки из близнецов. Такая самка, вырастая, становится бесплодной.

Лактация

После родов у млекопитающих наступает лактация.

Л а к т а ц и я называется процесс образования и выведения молока из молочных желез. У коров лактация длится в норме 300, свиньи — 60 дней.

Молоко и его состав. В коровьем молоке 84—88% воды и 12—16% сухих веществ, из них молочного жира 3,4—6,0%, белков 3,3—5,0, молочного сахара 4,0—5,5, минеральных солей 0,6—0,8%. Кроме того, в молоке содержатся: лимонная кислота, ферменты, витамины, микроэлементы, гормоны, пигменты и др. Колебания в количестве сухого вещества обусловлены в основном разным содержанием жира.

На химический состав, а следовательно, и питательность молока влияют порода, условия кормления, содержания и возраст животного, период лактации, время года и др. Особенно заметно изменяется состав молока в последний месяц лактации.

Белки молока (казеин и пр.) относятся к наиболее полноценным белковым веществам и хорошо усваиваются организмом. Жир в молоке находится в виде эмульсии. Диаметр жировых шариков 0,5—10 мк. В 1 мл молока — 2—5 млрд. жировых шариков.

В молоке содержатся соли неорганических и органических кислот. Весовое отношение кальция к фосфору 1,2 : 1, то есть весьма благоприятно для усвоения организмом кальция.

Свежесвыдоенное молоко обладает бактерицидными свойствами, поэтому его иногда используют для лечения маститов (воспаления вымени).

Молоко первых 5—8 дней лактации — **м о л о з и в о** — значительно отличается от обычного молока (табл. 15).

ТАБЛИЦА 15

Средний состав молока и молозива коровы (%)

Составные части	Молоко	Молозиво первого дня
Вода	87,5	75,42
Белок	3,3	15,08
Жир	3,8	5,40
Молочный сахар	4,7	3,31
Минеральные соли	0,7	1,2

В молоке содержатся витамины А, D, E, K, C и все витамины группы В. Витаминов А и С в молозиве в 10 раз больше, чем в молоке.

Молозиво желтовато-белого цвета, солоновато на вкус, с особым запахом, при нагревании свертывается (высокая кислотность молозива). Это незаменимая пища для новорожденного. Послабляющее действие молозива способствует освобождению кишечника от первородного

кана. Иммунные тела молозива оберегают сосунов от болезнетворных микробов, которые попадают в их организм в первые же часы жизни.

Рост и развитие молочных желез. Секретировать и накапливать молоко может только молочная железа, достигшая определенного размера и развития. У телки вымя наиболее интенсивно растет во время беременности. К 4-му месяцу стельности заметно увеличивается объем железистой ткани, развивающиеся протоки и альвеолы вытесняют жировую ткань. (Задние и передние четверти, как правило, развиваются неравномерно.) Нервных волокон и кровеносных сосудов становится значительно больше. Во второй половине беременности начинает функционировать секреторный эпителий, выстилающий внутреннюю стенку альвеол и мелких молочных протоков.

У взрослой стельной коровы вымя увеличивается в размерах во второй половине сухостойного периода. Вначале, после перевода на сухостой, происходит инволюция молочной железы — рассасывание альвеол. Примерно через две недели начинается регенерация — железистая ткань формируется заново.

После отела наступает период наибольшей активности молочной железы, альвеолы становятся крупными, а количество соединительной ткани в вымени уменьшается.

В развитии вымени участвуют эстрогенные гормоны и гормон желтого тела. У неполовозрелой самки кастрация вызывает недоразвитие молочных желез, а у половозрелого животного — их инволюцию, если до этого вмешательства они уже достигли определенной степени развития. Формированию молочных желез способствуют также гормоны — пролактин, гормон роста, тироксин и др.

Рост и развитие молочных желез регулируются нервной системой. Воздействуя на рецепторы молочной железы, а через них на центральную нервную систему и железы внутренней секреции (например, массаж вымени), можно в значительной степени повлиять на развитие молочных желез.

Секреция молока. Секреторный эпителий альвеол и мельчайших протоков синтезирует посредством ферментов составные части молока из органических веществ крови. Через вымя проходит огромное количество крови. Для образования 1 л молока необходимо, чтобы через молочную железу коровы прошло 400—500 л крови.

Казеин молока синтезируется из аминокислот, лактоза (молочный сахар) — из глюкозы. Источником молочного жира служат нейтральный жир и жирные кислоты крови, а у жвачных — еще углеводы и продукты их расщепления в преджелудках, в частности уксусная кислота. Чем больше (относительно других летучих жирных кислот) в рубце уксусной кислоты, тем при прочих равных условиях выше жирность молока. Добавляя в рацион корове соли уксусной кислоты, можно повысить жирность молока. Чем активнее функционирует у коровы щитовидная железа, тем выше содержание жира в молоке и одновременно выше доля уксусной кислоты в рубце.

Витамины и минеральные вещества переходят из крови в молоко без изменения.

Молоко образуется непрерывно и заполняет альвеолы и протоки и затем переходит в цистерны.

Переход молока происходит ритмически, с перерывами. По мере заполнения вымени молоком тонус мышечных волокон уменьшается и создаются благоприятные условия для дальнейшего накопления молока, так как вымя расширяется. Это, однако, возможно только известного предела. Если вымя молоком переполняется, начинается уже физическое растяжение железы, в ней повышается давление, и секреция молока резко уменьшается.

Регуляция молокообразования. И. П. Павлов обратил внимание на то, что синтез молока в молочной железе зависит не только от нервной системы, но и от «химизма соков» тела (гормонов). В настоящее время установлено, что для образования молока имеет значение состояние центральной нервной системы. Известны случаи, когда резкое нарушение нервной деятельности прекращало лактацию у коров.

В секреции молока большую роль играют железы внутренней секреции, в частности гипофиз. Передняя доля выделяет гормон пролактин, участвующий вместе с некоторыми другими гормонами в синтезе молока. Тиреотропный гормон аденогипофиза стимулирует деятельность щитовидной железы, а она, как известно, влияет на обмен веществ. В гипофизе у молочного скота найдено значительно больше тиреотропного гормона, чем у коров мясных пород. Вытяжки из гипофиза, введенные под кожу лактирующим коровам, повышают на некоторое время удои.

Физиология доения. При сосании теленком или ручном доении сфинктер — запирательный мускул — в сосках расслабляется, а затем под влиянием струи молока открывается. При доении машиной этому способствует вакуум (разреженный воздух), образующийся в стакане. Сначала опорожняются цистерны и широкие протоки, а затем молоко начинает поступать из альвеол — цистернальная и альвеолярная порции молока. Но даже после самого тщательного выдаивания в вымени всегда остается некоторое количество молока. Это — остаточное молоко.

Цистернальную (из цистерны) порцию молока получить нетрудно — стоит лишь открыть сфинктер в сосках (например, вставить в сосок трубочку, катетер). Но это значительно меньше половины удоя. Чтобы получить альвеолярную порцию, необходимо доение — руками или машиной.

Доение — сложный процесс. Когда перед доением подмывают и вытирают вымя, раздражаются рецепторы сосков. Это вызывает рефлекторное выделение нескольких капель молока. Вымя становится плотным, напряженным. Это происходит потому, что рефлекторно сокращаются миоэпителий в альвеолах и мелких протоках и гладкомышечные волокна в протоках и цистерне, в результате этого повышается давление в вымени. Если сфинктеры сосков открыть, молоко начнет вытекать сильной струей. Сокращение вызывается гормоном окситоцином, который выделяется из нейтрогипофиза при раздражении рецепторов сосков. Если почему-либо этот гормон не выделяется или его

меньше, альвеолы не сжимаются, доение становится затруднительным. При доении протоки в молочной железе должны быть открыты, чтобы не мешать движению молока. Окситоцин обеспечивает и эту функцию.

Машинное доение — наиболее целесообразный способ получения молока. При доении руками одновременно выдаивают две, а доильной машиной — все четыре четверти вымени. Раздражение одного или двух сосков вызывает сжатие альвеол во всех четвертях молочной железы (стимулирует окситоцин). При этом сжатие альвеол начинается меньше чем через минуту и длится недолго (5—7 минут). И надо лучше использовать время, пока альвеолы сжаты, а протоки и цистерны расслаблены.

Размножение птиц

Куры способны откладывать по 300 и более яиц в год. В левом яичнике домашней птицы (правый яичник недоразвит) в течение нескольких лет ее жизни образуется более 3000 яйцеклеток, однако яиц откладывается значительно меньше. За весь период яйцекладки курица дает не больше 1500 яиц. В яичнике кур яйценоских пород фолликулов больше, чем у мясных птиц (того же возраста).

Семенники у самцов лежат в брюшной полости, по соседству с надпочечниками. Семяпроводы открываются в клоаку. На образование спермы у петуха требуется примерно шесть дней. Объем эякулята достигает 0,8 мл и больше. Спермии птиц отличаются по форме от спермиев млекопитающих. В 1 мл эякулята спермиев примерно 7 млрд., при частых покрытиях — меньше, поэтому при комплектовании стада нужно соблюдать правильное соотношение полов: 1 петух на 8—10 кур.

Свет стимулирует деятельность семенников. С наступлением линьки половая активность петухов постепенно снижается и возобновляется после прекращения линьки. Линька у петухов начинается на 2—3 недели раньше, чем у кур, и снижает оплодотворяемость в конце периода яйцекладки.

В период яйцекладки яичник увеличивается. Овуляция наступает только после того, как желток достигнет примерно 3,5—4,0 см в диаметре. На образование желтка таких размеров требуется около 14 дней. Созревший желток после разрыва фолликула проскальзывает в воронку яйцевода, который при этом перистальтически сокращается и продвигает его в клоаке. При продвижении желток вращается вокруг продольной оси и постепенно покрывается четырьмя слоями белка, выделяемого железами яйцевода, а затем — подскорлупной оболочкой и скорлупой.

В скорлупе множество пор, через них испаряется вода и происходит газообмен в период развития зародыша. Подскорлупная оболочка состоит из двух листков, у тупого конца яйца они расходятся и образуют воздушную камеру — пугу.

Из яйцевода яйцо переходит в клоаку и выводится сокращением мышц. В этом процессе участвует гормон окситоцин. Из матки (скорлупная часть яйцевода) импульсы передаются через нервную систему

в гипоталамус; в ответ нейрогипофиз, соединенный с гипоталамусом выделяет окситоцин.

Яйцекладка стимулирует овуляцию. У кур, несущихся ежедневно, очередной желток овулирует через полчаса после снесения яйца. Вес куриных яиц колеблется от 38 до 65 г.

На поверхности желтка хорошо видно белое пятнышко 1—2 мм в диаметре — зародышевый диск. Это собственно и есть яйцеклетка. Оплодотворение происходит в воронке яйцевода. Первые стадии развития зародыша совершаются в яичнике птицы. Таким образом, свежеснесенное яйцо представляет собой маленький зародыш.

В яйцеводе спермии сохраняют оплодотворяющую способность 10—15 дней, поэтому после однократного спаривания курица может снести несколько оплодотворенных яиц. Однако вновь введенные спермии активнее старых.

Наиболее активный процесс спермопродукции у петухов — февраль — июнь, у селезней — февраль — май, у гусей — март — апрель.

Куры с сильно развитым инстинктом насиживания (гипофиз у них выделяет много гормона пролактина) резко снижают яйценоскость. Наибольшую ценность в птицеводстве представляют те линии кур, которые утратили этот инстинкт.

С наступлением линьки яйцекладка прекращается, как и при очень низкой температуре. Период яйцекладки можно увеличить удлинением светового дня зимой. Это связано с влиянием света на гипофиз. Интенсивное освещение активизирует деятельность яичников. Свет через глаза и зрительные нервы передается в гипоталамус, который в ответ выделяет химические вещества, достигающие передней доли гипофиза, и стимулирует образование в нем гонадотропных гормонов. При этом также повышается и обмен веществ и поедаемость кормов.

Яйценоскость птицы зависит от породы, физиологического состояния организма, кормления и условий содержания. Яйценоскость зависит и от возраста; она выше у молодых; однако яйца кур старшего возраста, несущихся второй год, крупнее и в них больше витамина А.

Куры яйценоских пород созревают в условиях хорошего кормления и содержания к 5—6, мясных — к 6—8 месяцам, утки — несколько раньше.

Вывод молодняка птиц осуществляется в инкубаторах. Цыплята выводятся на 21, утята, индюшата, гусята — на 28-й день.

В процессе развития зародыш использует запасы питательных веществ, содержащихся в яйце. К началу вылупления белок используется полностью, а оставшийся неусвоенный желток вместе со стенкой желточного мешка втягивается в брюшную полость и усваивается позже.

ГЛАВА XI ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЦ

Для выполнения движений у высших животных служат мышцы: скелетные, гладкие и сердечная. Мышцы участвуют при перемещении тела с одного места на другое или отдельных частей тела относительно друг друга (переступание конечностей). Мышцы способны удерживать отдельные части тела в определенном положении (стояние, наклонение и пр.). Мышцы обладают возбудимостью, т. е. способностью приходить в возбуждение под влиянием раздражений и сокращаться. Мышцы раздражаются прямым и косвенным путем. При прямом раздражении действуют непосредственно на мышцу. В организме раздражение обычно передается мышцам через нервы, т. е. косвенным путем. Скелетные мышцы сокращаются быстро; гладкие мышцы — медленно и длительно и могут долгое время оставаться в сокращенном состоянии. Однако сердечная мышца и гладкая мускулатура способны сокращаться и после отключения от нервной системы. Они обладают автоматизмом: сокращаются под влиянием импульсов, возникающих в самих мышцах в процессе обмена веществ.

Процесс сокращения мышц можно вызвать механическими, электрическими раздражителями. Особенно удобно для изучения физиологии мышц возбуждать нервы или мышцу электрическим током определенной силы. Удобно потому, что он наносит живой ткани самые небольшие повреждения, его можно быстро включать и выключать, легко дозировать.

Нервы и мышцы могут возбуждаться, а мышцы еще и сокращаться под действием внутренних и внешних раздражителей. Адекватным называют такой раздражитель, к которому данный орган приспособлен, например свет для сетчатки глаза. Но возбуждение удается вызвать и неадекватными раздражителями, к которым орган не приспособлен, например механическое раздражение нерва.

К внутренним раздражителям относятся воздействие гормонов на сердечный мускул, раздражение дыхательного центра углекислым газом и др.

Чтобы получить ответную реакцию, необходимо приложить к мышце или нерву раздражитель определенной силы. Силу раздражителя, недостаточную для вызова мышечного сокращения, называют пороговой. Следовательно, пороговой будет та минимальная сила раздражителя, которая способна вызвать ответную реакцию.

Возникшее возбуждение распространяется по нервам или мышечным волокнам с определенной скоростью. Так, в мышце лягушки волна возбуждения проходит со скоростью 3—4 м в секунду, а в мышце теплокровных животных — со скоростью, в 3—4 раза большей (стр. 353). В ответ на прямое или косвенное одиночное раздражение мышца отвечает одиночным же сокращением, после чего наступает расслабление ее. После нанесения раздражения мышца сокращается не



Рис. 118. Графическая запись тетануса:
а — полный; б — зубчатый; в — одиночные сокращения (внизу отметка раздражения).

сразу, а через некоторую долю секунды. Это так называемый **скрытый период возбуждения**. Возбуждись и сократившись, мускул, опять-таки на долю секунды, становится нечувствительным (**рефрактерным**) к новым раздражениям. Затем возбудимость мускула восстанавливается. Рефрактерность сердца длится значительно дольше, чем скелетной мускулатуры.

Одиночное сокращение и тетанус. Если на нерв нервно-мышечного препарата лягушки нанести одно пороговое раздражение, можно наблюдать одно же кратковременное сокращение мышцы, которое длится примерно 0,09 секунды, причем половина этого времени уходит на укорочение мышцы, а остальное — на его расслабление. Сокращение мышцы теплокровного животного менее продолжительно. Различные мышцы одного и того же организма сокращаются с разной скоростью; она меняется и в зависимости от степени утомления мышцы.

Одиночное сокращение можно вызвать, как правило, не на целом организме, а на нервно-мышечном препарате, ибо в организме к одному мускулу из центральной нервной системы поступает множество импульсов (раздражений). В ответ на них мускул отвечает длительным, **тетаническим**, сокращением. Подобное сокращение можно обнаружить и на нервно-мышечном препарате лягушки, если на нерв наносить раздражения с такой частотой, чтобы время между отдельными раздражениями было короче времени одиночного сокращения, т. е. меньше 0,09 секунды. Каждое следующее раздражение наносят тогда, когда сокращение от предыдущего раздражения еще не закончилось.

Тетанус может быть **полным (гладкий)** и **неполным (зубчатый, рис. 118)**. Для получения гладкого тетануса необходимо наносить следующее раздражение, когда предыдущее сокращение еще не закончилось, т. е. до начала расслабления. Зубчатый тетанус появляется тогда, когда очередное раздражение наносится в самом начале расслабления. Чтобы получить зубчатый тетанус, следует наносить 10—20 раздражений в секунду, для гладкого тетануса — значительно больше двадцати. Наилучшая частота раздражений — 100 раз в секунду. В ес-

определенных условиях в организме теплокровного животного к мускулам поступают несколько сотен импульсов (раздражений) в секунду.

Тонус. В покое мышцы не полностью расслаблены, они сохраняют некоторое напряжение. Центральная нервная система непрерывно посылает к мускулам импульсы, вызывая их слабое сокращение — тонус. Мускулы при тонусе сокращаются длительно и без утомления. После разрушения нервных связей тонус мускула исчезает. В норме мускул всегда находится в определенном тонусе. Тонус имеет большое значение для передвижений животного и дает ему возможность быстро реагировать даже на слабые импульсы, исходящие от центральной нервной системы.

Природа мышечного сокращения. Скелетная мышца состоит из волокон. Толщина их не превышает 0,1 мм. Они отличаются большой упругостью: способны укорачиваться и растягиваться в длину. Количество волокон в мышцах различное — от нескольких сотен до нескольких миллионов (в крупных мышцах). В каждом волокне большое количество (более 1000) волоконцев. Под электронным микроскопом в каждом волоконце обнаружено множество тончайших нитей — фибрилл. Фибриллы состоят из продольных нитей, образованных молекулами белка актина и проходящих через светлые и темные полосы. В светлых полосах эти нити окружены скоплениями молекул белка миозина (они близко расположены от актина). Сокращение происходит почти исключительно в области светлых полос.

Раздражение и возбуждение мышечного волокна вызывает изменение в ионной среде, окружающей актин и миозин; белки эти приходят в соприкосновение, нити актина как бы скользят вдоль нитей миозина. Мышечные волокна укорачиваются, мышца совершает механическую работу.

Биохимические процессы в работающей мышце. Белки — наиболее важная составная часть мышечной ткани. Они обуславливают способность мышцы сокращаться за счет энергии химических процессов, протекающих в мышцах. Для мышечных сокращений используется энергия химических превращений. Эти превращения имеют одну особенность, состоящую в том, что наряду с расщеплением в мышце происходит восстановление распавшегося вещества. Химические превращения в мышце протекают в две фазы: анаэробную, т. е. бескислородную, и аэробную — с использованием кислорода.

Сокращение мышечных волокон в бескислородной фазе происходит в результате взаимодействия мышечного белка актомиозина с аденозинтрифосфорной кислотой (АТФ). При этом АТФ расщепляется, образуя аденозиндифосфат (АДФ) и фосфорную кислоту; освобождается значительное количество энергии, которая используется в мышце для выполнения механической работы. Другим источником энергии служит переход гликогена и глюкозы в молочную кислоту. Таким образом, химическая энергия в мышце переходит в механическую. Кислород в этих реакциях не участвует.

В следующую фазу, с участием кислорода, АТФ восстанавливается из АДФ. При этом используется энергия, освобождающаяся при обра-

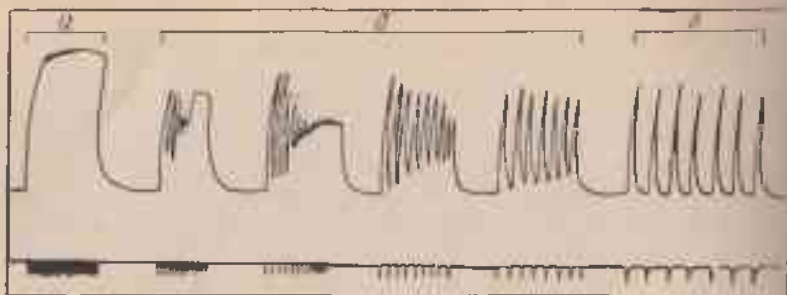


Рис. 118. Графическая запись тетануса:
а — полный; б — зубчатый; в — одиночные сокращения (внизу отметка раздражений)

сразу, а через некоторую долю секунды. Это так называемый **скрытый период возбуждения**. Возбудившись и сократившись, мускул, опять-таки на долю секунды, становится нечувствительным (**рефрактерным**) к новым раздражениям. Затем возбудимость мускула восстанавливается. Рефрактерность сердца длится значительно дольше, чем скелетной мускулатуры.

Одиночное сокращение и тетанус. Если на нерв нервно-мышечного препарата лягушки нанести одно пороговое раздражение, можно наблюдать одно же кратковременное сокращение мышцы, которое длится примерно 0,09 секунды, причем половина этого времени уходит на укорочение мышцы, а остальное — на его расслабление. Сокращение мышцы теплокровного животного менее продолжительно. Различные мышцы одного и того же организма сокращаются с разной скоростью, она меняется и в зависимости от степени утомления мышцы.

Одиночное сокращение можно вызвать, как правило, не на целом организме, а на нервно-мышечном препарате, ибо в организме к одному мускулу из центральной нервной системы поступает множество импульсов (раздражений). В ответ на них мускул отвечает длительным **тетаническим**, сокращением. Подобное сокращение можно обнаружить и на нервно-мышечном препарате лягушки, если на нерв наносить раздражения с такой частотой, чтобы время между отдельными раздражениями было короче времени одиночного сокращения, т. е. меньше 0,09 секунды. Каждое следующее раздражение наносят тогда, когда сокращение от предыдущего раздражения еще не закончилось.

Тетанус может быть полным (гладкий) и неполным (зубчатый, рис. 118). Для получения гладкого тетануса необходимо наносить следующее раздражение, когда предыдущее сокращение еще не закончилось, т. е. до начала расслабления. Зубчатый тетанус появляется тогда, когда очередное раздражение наносится в самом начале расслабления. Чтобы получить зубчатый тетанус, следует наносить 10—20 раздражений в секунду, для гладкого тетануса — значительно больше, двадцати. Пиллующая частота раздражений — 100 раз в секунду. В ес

в этих условиях в организме теплокровного животного к мускулам приходят несколько сотен импульсов (раздражений) в секунду.

Тонус. В покое мышцы не полностью расслаблены, они сохраняют некоторое напряжение. Центральная нервная система непрерывно посылает к мускулам импульсы, вызывая их слабое сокращение — тонус. Мускулы при тонусе сокращаются длительно и без утомления. После разрушения нервных связей тонус мускула исчезает. В норме мускул всегда находится в определенном тонусе. Тонус имеет большое значение для передвижений животного и дает ему возможность быстро реагировать даже на слабые импульсы, исходящие от центральной нервной системы.

Природа мышечного сокращения. Скелетная мышца состоит из волокон. Толщина их не превышает 0,1 мм. Они отличаются большой упругостью: способны укорачиваться и растягиваться в длину. Количество волокон в мышцах различное — от нескольких сотен до нескольких миллионов (в крупных мышцах). В каждом волокне большое количество (более 1000) волоконцев. Под электронным микроскопом в каждом волоконец обнаружено множество тончайших нитей — фибрилл. Фибриллы состоят из продольных нитей, образованных молекулами белка актина и проходящих через светлые и темные полосы. В светлых полосах эти нити окружены скоплениями молекул белка миозина (они близко расположены от актина). Сокращение происходит почти исключительно в области светлых полос.

Раздражение и возбуждение мышечного волокна вызывает изменение в ионной среде, окружающей актин и миозин; белки эти приходят в соприкосновение, нити актина как бы скользят вдоль нитей миозина. Мышечные волокна укорачиваются, мышца совершает механическую работу.

Биохимические процессы в работающей мышце. Белки — наиболее важная составная часть мышечной ткани. Они обуславливают способность мышцы сокращаться за счет энергии химических процессов, протекающих в мышцах. Для мышечных сокращений используется энергия химических превращений. Эти превращения имеют одну особенность, состоящую в том, что наряду с расщеплением в мышце происходит восстановление распавшегося вещества. Химические превращения в мышце протекают в две фазы: анаэробную, т. е. бескислородную, и аэробную — с использованием кислорода.

Сокращение мышечных волокон в бескислородной фазе происходит в результате взаимодействия мышечного белка актомиозина с аденозинтрифосфорной кислотой (АТФ). При этом АТФ расщепляется, образуя аденозиндифосфат (АДФ) и фосфорную кислоту; освобождается значительное количество энергии, которая используется в мышце для выполнения механической работы. Другим источником энергии служит переход гликогена и глюкозы в молочную кислоту. Таким образом, химическая энергия в мышце переходит в механическую. Кислород в этих реакциях не участвует.

В следующую фазу, с участием кислорода, АТФ восстанавливается из АДФ. При этом используется энергия, освобождающаяся при обра-

зовании молочной кислоты. АТФ может восстанавливаться и за счет другого вещества, содержащегося в мышце, — креатинфосфата. Молочная кислота окисляется частично, примерно только на $\frac{1}{10}$, но энергии этого окисления достаточно для того, чтобы превратить остальные $\frac{9}{10}$ молочной кислоты обратно в глюкозу.

При очень напряженной мышечной работе кислорода может не хватить, тогда наступает так называемое «кислородное голодание»: в мышцах накапливается много молочной кислоты, образуется много аммиака.

Работа мускулов и ее закономерности. На механическую работу мускулов расходуется 20—40% химической энергии пищевых веществ. У тренированных животных этот процент — коэффициент полезного действия — достигает 50. Остальная энергия переходит в тепло, необходимое для поддержания на определенном уровне температуры тела. Чем интенсивнее работа, тем больше выделяется тепла.

Механическая работа, выполняемая мышцами, измеряется килограмметрами (у лягушки — граммомиллиметрами).

Сила мускула, а следовательно, величина его механической работы зависит от ряда факторов. Имеет значение толщина мышцы, число волокон, исходная длина; сокращение тем сильнее, чем больше ее размах. Когда лошадь стремится лягнуть, она отводит заднюю ногу вперед и тем самым придает мышцам наибольшую длину, а следовательно, и силу.

Отдельно взятый мускул может выполнить большую работу, когда нагрузка средней величины. При максимальных сокращениях мускул быстро утомляется, а при малой нагрузке общая работа невелика. Тренированные мускулы работоспособнее.

Для нормальной работы мускулов необходимо регулярное поступление в организм продуктов питания, а также витаминов. В итоге работоспособность мускула зависит от нормального состояния всех систем организма и главным образом от состояния нервной системы.

Кровоснабжение мускулов и изменения в организме при работе. Усиленные сокращения мускулов и работа организма в целом требуют поступления с кровью большого количества питательных веществ. Хотя мускулы и в покое хорошо снабжаются кровью, но в период работы кровообращение в них значительно усиливается. Капилляры, не функционирующие при покое, во время работы открываются и пропускают в 10—15 раз больше крови. При выполнении работы усиливается сердечная деятельность. Не только учащаются сокращения сердца, но увеличивается и систолический объем крови. Происходит перераспределение крови, в результате кровоснабжение работающих органов усиливается. Увеличение минутного объема крови влечет за собой повышение кровяного давления.

Усиление кровообращения увеличивает не только снабжение работающих мускулов питательными веществами, но и удаление из организма через почки и потовые железы продуктов обмена. Функции органов выделения повышаются. Одновременно усиливается легочная вентиляция, они выделяют больше углекислого газа.

У работающего животного происходят изменения и в центральной нервной системе, которая согласовывает деятельность центра кровообращения, дыхания, выделительных органов. Подобные изменения происходят у крупного рогатого скота во время активного моциона. Активный моцион — обязательное условие сохранения здоровья продуктивных животных.

Утомление мышц. Временное снижение работоспособности мускула или организма в целом называется утомлением. Оно происходит после относительно длительного отдыха. Различают два вида утомления: местное (мышечное) и центральное, обусловленное изменениями в нервных центрах больших полушарий головного мозга. Центральное утомление наступает быстрее, чем местное.

В утомленной мышце уменьшаются запасы гликогена и накапливаются недоокисленные продукты обмена (молочная кислота и др.). Это наблюдается и в организме в целом. Во время отдыха доставляемый с кровью кислород успевает окислить накопившиеся продукты обмена, увеличивается выделение углекислого газа, некоторое количество продуктов обмена выводится с мочой и потом.

Центральное утомление более сложное. Оно может наступить прежде всего в результате нарушения деятельности рецепторов в суставах, сухожилиях и мускулах при длительных и однообразных сокращениях. И. П. Павлов указывал, что длительная однообразная работа уменьшает чувствительность рецепторов и в центральной нервной системе создает явления торможения и утомления.

Возбуждение одних центров коры полушарий головного мозга снижает и даже снимает утомление других. Утомленное животное начинает быстрее двигаться при виде стойлового помещения и пр. Поэтому борьбе с утомлением, как отмечал еще И. М. Сеченов, способствует смена работающих мышц. Все, что благоприятствует работе нервных центров, улучшает кровообращение и дыхание, уменьшает тем самым и явления утомления (например, купание животных).

Утомление зависит и от состояния вегетативной нервной системы, а также желез внутренней секреции. Так, мышечное утомление уменьшается при возбуждении симпатической нервной системы (рис. 119).



Рис. 119. Влияние раздражения симпатического нерва на утомленную мышцу:

горизонтальная линия — начало раздражения; стрелка вверх — конец раздражения.

Такой же результат можно наблюдать и от воздействия адреналина, гормона надпочечников.

Сокращение гладкой мышечной ткани. В гладких мускулах стенки пищеварительного канала, кровеносных сосудов, мочеполовой системы и других органов происходят те же химические процессы, что и в поперечнополосатых. Им также свойственно возбуждаться, проводить возбуждение и сокращаться. Однако все эти процессы здесь замедлены (скрытый период возбуждения и время сокращения больше) и требуют раздражения большей силы.

Гладкие мускулы обладают значительным и длительным тонусом, для которого требуется, в сравнении с тонусом скелетной мускулатуры, весьма немного энергии, и вызывается тонус сравнительно редкими повторными раздражениями. В отличие от поперечнополосатой мускулатуры гладкие мышцы не подчинены воле, очень пластичны и легко растяжимы (например, матка, мочевой пузырь, кишечник, желудок). Из гуморальных веществ, влияющих на гладкие мышцы, следует отметить ацетилхолин и гормоны окситоцин и адреналин.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Физиология мышц

Приготовление нервно-мышечного препарата. *Материалы и оборудование:* ножницы большие и малые, два пинцета, препаровальная игла; физиологический раствор; ванночка, полотенце; лягушка.

Нервно-мышечный препарат состоит из седалищного нерва и икроножной мышцы лягушки. Для его изготовления у лягушки разрушают головной и спинной мозг. Хорошо промывают водой лягушку и руки. Задние лапки заворачивают в полотенце и, удерживая их левой рукой, опускают лягушку головой вниз. Правой рукой берут остроконечные ножницы и отрезают всю свисающую переднюю половину туловища вместе с внутренностями. Захватывают правой рукой остаток позвоночника, а левой — край кожи со спины и быстрым движением снимают кожу с обеих задних лапок (рис. 120). Острыми ножницами отрезают под позвонком копчиковую кость. Препарат (обе лапки) помещают в чистую ванночку и удаляют остаток внутренностей, сохраняя физиологическую целостность нерва и мышцы. Ножницами разрезают ткань по средней линии позвоночника. Одну лапку кладут на спинную сторону и осторожно отпрепаровывают нерв до бедренного сустава, а затем до колена. Подрезают ножницами и удаляют мышцы бедра. Освобождают бедренную кость от мышц. Захватывают пинцетом ахиллово сухожилие и, подрезая окружающие ткани, отводят его в сторону. Удаляют голень, перерезав ее нижний конец. Получают готовый нервно-мышечный препарат.

При изготовлении препарата необходимо следить за его влажностью, смачивая физиологическим раствором или раствором Рингера. Нервно-мышечный препарат лягушки долгое время сохраняет жизнедеятельность, если ему не дают высохнуть.

Демонстрация сокращения мышцы. *Материалы и оборудование:* мышечный столик, батарея от карманного фонаря, ключ для замыкания цепи; икроножная мышца лягушки; кристаллы поваренной соли; препаровальная игла.

Берут икроножную мышцу лягушки, смоченную в физиологическом растворе. Один конец ее (нижний) укрепляют в зажимы мышечного столика, а ко второму (верхнему) концу привязывают нитку с грузиком (гирькой в 10—20 г). Нитку перебрасывают через винтовой блок мышечного столика. Стрелку устанавливают на нулевое деление. Электроды подводят к мышцам и наносят электрическое раздражение путем замыкания цепи ключом. В ответ на раздражение мышца сократится, и стрелка мышечного столика отклонится вправо (рис. 121). Раздражать мышцу можно и кристалликами поваренной соли. Чтобы ответная реакция сокращения наступила быст-

рее, надо препаровальной иглой разорвать соединительнотканую оболочку (фасцию) мышцы и кристаллики соли положить на обнаженные мышечные волокна.

Вычисляют работу мышцы в зависимости от веса поднимаемого груза. С этой целью вначале прикрепляют к мышце гирьку весом 10 г. Передвигают стрелку на нулевое деление. Устанавливают индукционную катушку, чтобы получить одиночные раздражения средней силы. Замыкают электрическую цепь, мышца сокращается и приподнимает гирьку. Стрелка на шкале мышечного столика отклонится до определенного деления. Меняют гирьку на 30, 50, 80 и 150 г. После каждой смены гирьки мышце дают отдохнуть 2—3 минуты и наносят одиночное раздражение. Замечают высоту подъема каждой гирьки. Чем больше грузик, тем меньше высота его подъема. Умножив вес гирьки на высоту его подъема (мм), вычисляют работу мышцы в граммомиллиметрах. Определяют самую большую работу мышцы. При этом показателе коэффициент полезного действия мышцы наибольший.

Запись сокращения мышц. Материалы и оборудование: штатив с двумя зажимами кимограф, ключ-прерыватель, батарея, препарат икроножной мышцы; липетка; физиологический раствор.

Одиночные сокращения мышцы можно записать, пользуясь самодельной установкой, состоящей из штатива и смонтированной на нем стрелки. Препарат икроножной мышцы без нерва одним концом прикрепляют в верхнем зажиме штатива. За второй конец мышцы зацепляют крючок с ниткой, соединенной со стрелкой. Электроды прибора подводят вплотную к мышце и ключом замыкают и размыкают электрическую цепь. В ответ на нанесенное раздражение мышца сократится и стрелка отклонится. Стрелку подводят к барабану кимографа и пускают его на большой скорости. На мышцу наносят раздражения, замыкая электрическую цепь. На ленте барабана кимографа получают кривую одиночного сокращения — кимограмму. Чтобы получить кривую тетанического сокращения, нужно нанести больше раздражений, следующих одно за другим (30 и больше в секунду).

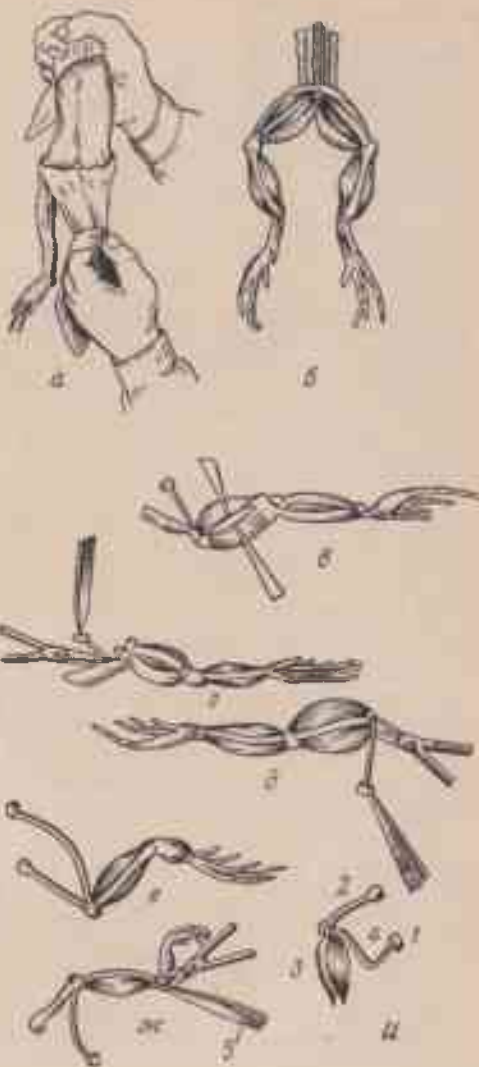


Рис. 120. Изготовление нервно-мышечного препарата:

а — снятие кожи с задней части туловища и конечностей; б — обнаженная часть тела; в — обнаружение седалищного нерва среди мышц бедра; г — удаление остатков тазовых костей; д — удаление бедренной группы мышц; е — обнаженная бедренная кость и седалищный нерв; ж — удаление нижней части тазовой конечности; з — готовый нервно-мышечный препарат; и — остаток позвоночника; 1 — бедренная кость; 2 — икроножная мышца; 3 — седалищный нерв; 4 — пинцет.

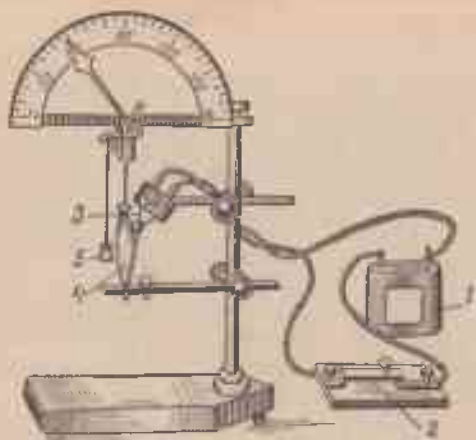


Рис. 121. Демонстрация сокращения мышцы на мышечном столике:

1 — батарея карманного фонаря; 2 — ключ; 3 — электроды; 4 — мышца; 5 — грузик.

Определение порога раздражения. *Аппаратура и оборудование:* мышечный столик, индукционная катушка, источник электрического тока (батарея), нервно-мышечный препарат.

При нанесении очень слабого раздражения мышца сокращаться не будет. Чтобы определить порог раздражения, нервно-мышечный препарат укрепляют зажимами мышечного столика. Отодвигая индукционную катушку от первичной на 20—30 см, на электроды кладут нерв приготовленного препарата. Постепенно сдвигая катушки, находят то расстояние между ними, при котором индукционный ток вызовет в мышце слабое сокращение.

Пороговую силу тока выражают в сантиметрах (расстояние между катушками).

ГЛАВА XII

ФИЗИОЛОГИЯ ПЕРВОЙ СИСТЕМЫ

Регуляция всех жизненных процессов, согласованная работа систем и органов в организме и его связь с внешним миром осуществляют нервная система.

Как уже известно из анатомии, нервная система высших животных построена из нервных клеток — нейронов, состоящих из тела с ядром, и отростков, называемых нервными волокнами. У большинства нейронов два вида отростков: ветвистые короткие — дендриты и один длинный — аксон. В некоторых участках нервной системы нейроны имеют только длинные отростки — один или два. Дендриты соединяют друг с другом нейроны, аксон же протягивается иногда на значительное расстояние, например от какой-нибудь клетки в спинном мозге до мускула задней конечности. Видимые простым глазом нервы состоят из множества нервных волокон.

Нейроны подразделяются на чувствительные (афферентные), по которым возбуждение направляется от тканей и органов в центральную нервную систему, и двигательные (эфферентные), по ним возбуждение идет в обратном направлении — из нервных центров к мускулам, железам, коже и т. д., т. е. к рабочим органам. К афферентным нервам относится, например, зрительный нерв, к эфферентным — диафрагмальный (вызывающий сокращение диафрагмы). Если афферентные и эфферентные волокна сгруппированы под общей соединительнотканной оболочкой, такой нерв становится смешанным: в нем по одним волокнам будут пробегать центростремительные, по другим — центробежные импульсы. Примером может служить седалищный нерв.

Окончания нервных волокон афферентных нервов (например, зрительных, слуховых и др.) называются рецепторами. В них возникает возбуждение, которое потом переходит по центроостремительному нерву в центральную нервную систему.

У волокон эфферентных (центробежных) нервов также есть концевые аппараты в мышцах, железах и в других органах. Через эти аппараты передается возбуждение из центральной нервной системы. Нейронов в нервной системе несколько миллиардов. Тела их не разбросаны в беспорядке, а собраны в узлы — нервные центры (в головном или спинном мозге) и ганглии (вне центральной нервной системы). Нервное возбуждение переходит с одного нейрона на другой. Место передачи возбуждения с одной нервной клетки на другую или с аксона на мышечную, железистую клетку в рабочем органе называется синапсом.

Нервы могут выполнять свою функцию только при сохранении целостности нейрона. Если перерезать нервное волокно, периферическая часть нерва отмирает, а центральная часть его отрастает (регенерирует). Отрастание нервного волокна — процесс очень медленный. Разрушенные нервные клетки, как правило, не восстанавливаются.

Нервные волокна покрыты одной или двумя оболочками: наружной (неврилеммой) и внутренней (миелиновой). Первые называются безмякотными, а покрытые миелином — мякотными волокнами. В перехватах Ранvier участок нервного волокна безмякотный, покрыт одной только неврилеммой. В головном и спинном мозге нервные волокна покрыты только миелиновой оболочкой, а послеузловые волокна вегетативных нервов, направляющихся к внутренним органам, — только неврилеммой. Полагают, что миелиновая оболочка изолирует волны возбуждения одного волокна от другого. Неврилемма участвует в регенерации перерезанного нервного волокна.

Функции нервного волокна. Основная функция нервного волокна — проведение возбуждения к рабочему органу, если оно возникло в нервных центрах, и проведение возбуждения к нервным центрам, если возбуждение возникло в рецепторах. Нервное волокно, однако, способно не только проводить возбуждение, но и возбуждаться. В этом легко убедиться, если нанести раздражение какому-нибудь участку нерва нервно-мышечного препарата лягушки. В нерве возникает возбуждение (нервные импульсы), вызывающее сокращение мышцы.

Скорость проведения возбуждения в нерве значительно больше, чем в мускуле. У теплокровных животных она равна 60—120 м в секунду, у лягушки — 15—40 м. В чувствительных нервах возбуждение проводится медленнее, чем в двигательных. В нервах вегетативной нервной системы скорость проведения возбуждения еще меньше. В нервах по сравнению с мускулами укорочен скрытый период возбуждения: он составляет всего 0,3—0,4 сигмы (сигма — $\frac{1}{1000}$ секунды.)

При прохождении импульсов по нерву видимых изменений не происходит. Однако во время проведения импульса нерв расходует больше энергии, потребляет больше кислорода и выделяет больше углекислого газа, чем в состоянии покоя. В бескислородной среде нервы быстро

утомляются и перестают проводить возбуждение. Тепла при возбуждении выделяется очень мало. Энергетические расходы на 1 г нерва в миллион раз меньше, чем на 1 г мышц. Этим объясняется то, что отличие от мускула нерв (при достаточном снабжении кислородом) практически весьма мало утомляется. Разумеется, длительное раздражение нерва не проходит для него совершенно бесследно — уменьшается скорость проведения возбуждения и др. Но эти изменения ничтожно малы по сравнению с тем, что наблюдается при утомлении мускула.

Двустороннее проведение в нерве. Если нанести раздражение на первое волокно (или на нерв), возбуждение распространяется по нему в обе стороны и в центробежном и центростремительном направлениях.

Электрические явления при возбуждении. В тканях при возникновении в них возбуждения удается обнаружить биологические токи (биотоки, биопотенциалы). Появление биотоков служит важнейшим признаком возбуждения. Они сопровождают как возникновение, так и распространение возбуждения по нервам и мускулам.

Электрические явления в возбудимых тканях были открыты еще в XVIII в. итальянским ученым Гальвани, который назвал их животным электричеством. Биоэлектрические явления в нервах и мускулах изучал в конце прошлого века великий русский физиолог Н. Е. Введенский. Он использовал для этой цели изобретенный к тому времени телефон и телефонную трубку, чтобы выслушивать биопотенциалы (возникновение токов сопровождается появлением особых звуков). Электрические явления в центральной нервной системе установлены И. М. Сеченовым.

Для возникновения электрического тока, как известно, необходима разность потенциалов. Она возникает в нерве или мускуле потому, что каждый участок живой ткани в момент возбуждения становится электроотрицательным по отношению к участкам не возбужденным, находящимся еще в состоянии покоя. Но через мгновение соседний участок ткани становится электроотрицательным по отношению к другому, покоящемуся, и т. д., и в нерве или мускуле возникает биопотенциал.

Биопотенциал можно обнаружить, если приложить электроды гальванометра так, чтобы один из них прикасался к поврежденному участку мускула лягушки, а другой — к неповрежденному. Повреждение служит причиной особого вида возбуждения, поэтому поврежденный участок будет электроотрицательным по отношению к неповрежденному (стрелка гальванометра отклонится). Если соединить электродами два неповрежденных участка мускула, биотока обнаружить не удается. Описанный вид тока называли потенциалом покоя (мускул находится в покое, не сокращается; правильное было бы назвать этот ток потенциалом повреждения).

При естественном возбуждении ткани возникают потенциалы действия. Они появляются также, если раздражать нерв или мышцу электрическими, механическими, химическими и другими раздражи-

Биопотенциалы возникают за счет энергии обмена веществ в возбудимых тканях и представляют собой пример превращения химической энергии в электрическую. Действительно, в месте возбуждения накапливается углекислый газ и изменяется рН среды. При возбуждении в клетках происходит усиление окислительных процессов, интенсивный распад (а затем синтез) углеводов, белков и липидов, жиров и жироподобных веществ, распад богатых энергией фосфорных соединений, например АТФ (аденозинтрифосфорная кислота), синтез ацетилхолина и адреналина, выделение некоторого количества тепла. Особое значение имеет участие при возбуждении ионов калия и натрия, а именно переход из протоплазмы клеток калия и обогащение протоплазмы ионами натрия.

Возбуждение распространяется в безмякотных и мякотных нервных волокнах по-разному. В первых возбуждение распространяется без перерыва вдоль всего нервного волокна, во вторых — оно проходит скачкообразно от одного перехвата Ранвье, т. е. безмякотного участка, к другому перехвату. Возбуждение как бы «перепрыгивает» через мякотные участки.

Изучение биопотенциалов имеет большое практическое значение. Тони действия сердца, например, будучи записаны электрокардиографом на бумагу, отмечают малейшие отклонения от нормы сердечной деятельности.

Нервные импульсы — это не электрический ток; скорость распространения последнего иная, чем скорость распространения нервного возбуждения. Мертвый или раздавленный нерв проводит электрический ток, но не пропускает нервных импульсов. Нервный импульс — электрохимический процесс в нервном волокне, сопровождаемый возникающим электрическим током. Нервный импульс, как сказано, можно вызвать разнообразными раздражителями, а не только электричеством. Нервные импульсы распространяются с определенной скоростью, независимо от характера раздражения. Они не зависят и от природы вызвавшего его раздражителя, если только последний обладает силой, достаточной, чтобы вызвать появление импульса.

Физиологическая подвижность возбудимой ткани и парабизм. Возбуждение в нерве или в мускуле распространяется волнами, а не сплошным потоком. Оно имеет, как говорят, ритмический характер. Так же распространяются и биопотенциалы; ритмически сокращаются и сами мускулы. Волны возбуждения могут быть частыми или редкими. Все зависит прежде всего от частоты раздражения, возбудимого тканям: на частые раздражения нерв или мускул отвечает и более частым ритмом возбуждения, а мускул и сокращениями. Однако это верно только до известного предела. На определенную частоту раздражений возбудимая ткань может отвечать значительно более редкой волной возбуждения. Такое явление зависит не только от характера самой ткани (мускула, нерва, железы и пр.), но и от физиологического состояния, в котором в данный момент находится ткань. Основную роль играет длительность рефрактерного периода возбуждения. Чем он

короче, тем чаще можно наносить раздражения на нерв или мускул, тем больше вызвать соответственно частую волну возбуждения. Наоборот, при длительной рефрактерности волны возбуждения будут более редкими.

У мякотного (покрытого миелиновой оболочкой) нерва рефрактерный период возбуждения меньше, чем у мускула, а именно 0,002 (или $\frac{1}{500}$) против 0,005 (или $\frac{1}{200}$) секунды. Так как возбудимая ткань реагирует только вне периодов рефрактерности, нерву, следовательно, можно нанести самое большее 500, а мускулу — 200 раздражений в секунду. Длительность рефрактерного (нечувствительного) периода в живой ткани может изменяться — увеличиваться или укорачиваться, и значит, разным будет и число раздражений, на которое ткань отвечает определенной частотой волн возбуждения.

Способность живой системы (нерва, мускула и др.) к возбуждению с определенной свойственной ей частотой волн Н. Е. Введенский назвал законом физиологической подвижности, или лабильностью. Это значит, что каждая ткань отличается определенной длительностью развития возбуждения, или, как говорят, функциональной подвижностью. Функциональная подвижность (лабильность) мякотных нервов выше безмякотных (не покрытых миелиновой оболочкой), скелетной мускулатуры во много раз выше гладкой и пр. Физиологическая подвижность одной и той же живой ткани может от разных причин увеличиваться или снижаться. Поэтому лабильность — хороший показатель функционального состояния живых тканей и органов. Изменяющаяся физиологическая подвижность (лабильность) определяет наиболее существенные особенности живых тканей, органов в разных их состояниях. Учение о лабильности позволило Н. Е. Введенскому разработать новое представление о возбуждении и торможении в нервной системе, их тесной связи и единстве и открыть явление парабноза. Н. Е. Введенский показал, что, кроме волн возбуждения, распространяющихся с определенной скоростью, существует и местное, нераспространяющееся возбуждение. Оно появляется тогда, когда меняется лабильность нерва, а именно, когда его лабильность значительно понижается. Н. Е. Введенский воспользовался как моделью (образцом) для решения этого вопроса опять-таки нервно-мышечным препаратом лягушки. Чтобы изменить лабильность того или иного участка нерва, он наносил на него какой-либо яд, солевой раствор и др. и, раздражая нерв в разных местах, изучал проведение волн возбуждения через измененный участок. Показателем служило сокращение мышцы после электрического раздражения нерва выше измененного участка. Сначала лабильность участка под влиянием отравления менялась в том отношении, что мышца сокращалась одинаково, независимо от силы раздражения нерва. Затем наступал момент, когда мышца отвечала более слабыми сокращениями на слабое раздражение и более слабыми сокращениями на сильные раздражения. Спустя некоторое время, лабильность измененного участка менялась настолько, что нерв уже не проводил ни сильных, ни слабых раздражений. Н. Е. Введенский назвал эту стадию *тормозной*, а первые две стадии соответственно *уравнительной*

и парадоксальной. На торможение Н. Е. Введенский смотрел как на процесс стойкого, нераспространяющегося возбуждения. Это состояние участка нерва он и назвал парабиезом (пара — около, биос — жизнь). Таким образом, Н. Е. Введенский рассматривал торможение не как простое отсутствие возбуждения, а, наоборот, как усиление, углубление процесса возбуждения. По мысли Н. Е. Введенского, парабиез — пример того, как в нервной системе сильное возбуждение переходит в торможение. Состояние парабиеза не гибель измененного участка нерва, а только его торможение, так как после отмыывания яда все процессы возбуждения и проведения восстанавливаются и нерве, возвращаются к норме. Н. Е. Введенский таким образом, показал возможность перехода возбуждения в торможение. Это открытие имеет большое значение для понимания нервных процессов. Н. Е. Введенский обнаружил парабиез в нервном волокне, изменив для этого состояние участка нерва. Впоследствии в лаборатории И. П. Павлова при изучении условных рефлексов у животных наблюдали изменение парабиеза и в центральной нервной системе.

Учение о синапсах. Возбуждение по нервному волокну или мышечным волокнам распространяется с помощью электрических импульсов. Однако возбуждение переходит с одного нейрона на другой или с нерва на мышцу, на железу по-иному. Здесь переход осуществляется с помощью м е д и а т о р о в (передатчиков), особых химических веществ, синтезируемых на кончике аксона и выделяемых в так называемые синапсы под действием приходящего сюда нервного импульса.

Синапсом называется структурное образование, в котором осуществляется переход возбуждения с нервного волокна на клетку, иннервируемую этим волокном. Синапсы имеются между нервными окончаниями и мышечными волокнами или железами, а также между нейронами. В синапсе нет прямого соединения аксона одной клетки с дендритом другой, нервного волокна с железой или с мышечными волокнами. Эти части только сближаются, образуя синапс. Расстояние между ними около 0,015 мк. Аксон заканчивается в мышце сложным образованием. При этом каждое нервное волокно образует с мускулом множество синапсов. Под электронным микроскопом обнаружено довольно сложное устройство синапса (рис. 122). В нем найдена синаптическая щель, заполненная межтканевой жидкостью, куда изли-

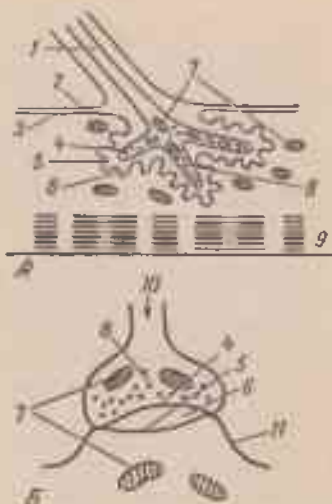


Рис. 122. Схема синапсов:

А — нервно мышечного; Б — межнейронного; 1 — осевой цилиндр; 2 — нервно-мышечная, переходящая в наружный слой сарколеммы; 3 — сарколемма; 4 — синаптическая щель; 5 — синаптические пузырьки; 7 — митохондрии; 11 — окончание аксона; 12 — второй нейрон.

вается медиатор. Он воспринимается синаптическим образованием постсинаптической мембраной и особым химическим рецептором на поверхности дендрита соседней клетки. В результате соединения медиатора с химическим рецептором его структура изменяется и повышается проницаемость для ионов натрия и калия, возникает потенциал действия, который распространяется по нейрону до следующего синапса. Здесь он стимулирует выделение нового медиатора и т. д. Медиатор до поры до времени хранится в нервных окончаниях, имеющих вид мельчайших пузырьков.

Медиаторами служат ацетилхолин, который чаще выделяется кончиками парасимпатических нервов, и норадреналин, вырабатываемый на кончиках симпатических нервов. Нервные волокна, у которых окончания выделяют ацетилхолин, называются холинергическими, а волокна, у которых окончания выделяют норадреналин, — адренергическими. На значение медиаторов для передачи нервного возбуждения через синапсы вскоре после обнаружения медиаторов в сердце впервые обратил внимание известный физиолог А. Ф. Самойлов.

Медиаторы — физиологически активные вещества. Они образуются в процессе обмена веществ и участвуют в проведении возбуждения (и торможения) с одного нейрона на другой или с нервного окончания на мышцы или железу. Скелетные мускулы способны усиленно сокращаться под воздействием даже ничтожных доз ацетилхолина. Медиаторы образуются в процессе жизнедеятельности постоянно и разрушаются в рефрактерный период нервного возбуждения под влиянием особых ферментов, образуя холин. Ацетилхолин остается в синапсе столько времени, сколько нужно для передачи одного импульса. Таким образом, проведение нервного возбуждения в синапсах — это процесс освобождения и перехода под действием нервного импульса химических веществ (медиаторов) из места их хранения в окончаниях аксона в узкое пространство между соседними нейронами или в щель между аксоном и мускулом или железой. Выделение медиаторов — нейросекреторный процесс.

Следует отметить два свойства синапсов. В отличие от нервов возбуждение по синапсам всегда проходит односторонне, в одном направлении. Это значит, что возбуждение может передаваться, например, от нервной клетки к мускулу, но не наоборот. Если прямым раздражением вызвать возбуждение в мускуле, оно не перейдет на нерв. И второе. Лабильность синапса значительно ниже, чем нерва. Поэтому скорость проведения возбуждения в синапсе значительно меньше. Это замедление — синаптическая задержка — имеет большое биологическое значение, так как охраняет мышцу или железу от быстрого расхода энергетических запасов.

Физиология центральной нервной системы

Рефлекс и рефлекторная дуга. Основной формой деятельности нервной системы служит рефлекс — ответная реакция нервных центров на раздражение рецепторов. Рефлекс устанавливает через нервную

систему связь организма с внутренней или внешней средой. Рефлекторную деятельность организма, рефлексы животного делят по происхождению на безусловные, врожденные и условные, которые приобретаются животным в течение жизни. К безусловным относятся и более сложные рефлексы, такие, как инстинкты. В сущности инстинкты относятся к сложнорефлекторной деятельности организма, так как включают, кроме безусловных, также и условные реакции. Для проявления многих инстинктов, например строительства гнезд птицами, большое значение имеют процессы, происходящие в организме (в железах внутренней секреции и др.). К безусловным относятся и рефлексы, связанные с ощущением боли, страха и др. Впрочем, здесь не меньшее значение имеют возникающие при этом и легко забываемые друг друга доминанты, временные очаги возбуждения в коре больших полушарий головного мозга и подкорковых областях.

Так как началом всякого рефлекса служит раздражение рецепторов, все рефлексы можно по этому признаку разделить на вызываемые раздражением внешних рецепторов (раздражением, исходящим из окружающей среды) и на рефлексы, вызываемые раздражением внутренних рецепторов. Ответная реакция на раздражение тех или иных рецепторов неодинаковая, поэтому рефлексы, условные и безусловные, могут быть: двигательными, секреторными и трофическими. Последнее означает, что ответом на раздражение рецепторов служит изменение трофики (питания тканей). Наконец, имеет значение биологическая направленность рефлексов. Они выполняют оборонительную (защитную), пищевую, половую, ориентировочную (животное ориентируется в окружающей среде) функции. Ориентировочные рефлексы после нескольких повторений, после ознакомления с обстановкой, утрачиваются.

Различают также рефлексы сердечные, сосудистые, дыхательные, соматические (сокращение скелетной мускулатуры, вызываемые двигательными нервами). Если рефлексы вызываются симпатическими или парасимпатическими нервами, их называют вегетативными.

Один и тот же безусловный рефлекс удается нередко вызвать, раздражая не только соответствующие рецепторы, но и другие, расположенные по соседству. Эта группа рецепторов составляет рецептивное (воспринимающее) поле рефлекса.

Для образования рефлекса необходимо, чтобы возбуждение, возникшее в рецепторе, достигло какого-нибудь участка центральной нервной системы, первого центра, а затем из центра направилось на периферию. В этом процессе участвуют по крайней мере два нейрона: афферентный (центростремительный) и эфферентный, центробежный (симпатический, секреторный или трофический). Путь, который проходит возбуждение от рецептора к чувствительному нейрону через нервный центр, а затем по центробежному нейрону, называется рефлекторной дугой. Однако, за редким исключением, в рефлекторной дуге участвует еще и третий нейрон, вставочный, или промежуточный, целиком расположенный в центральной нервной системе. Он передает возбуждение от дендритов центростремительного

нейрона на дендриты центростремительного. Вставочные нейроны не имеют длинных аксонов, покрытых миелиновой оболочкой и неврилеммой. В случае повреждения их нейроны поэтому не восстанавливаются.

Все сказанное представляет процесс в значительно упрощенном виде. В действительности же в осуществлении каждого рефлекса участвует много рефлекторных дуг, даже организм в целом. Изучение биопотенциалов показало, что при проявлении, скажем, сгибательного рефлекса у лягушки электрическую активность можно обнаружить в разных точках спинного и головного мозга. Это означает, что между нейронами существуют множественные связи. Кроме того, всякий даже отдельный рефлекс отражается на деятельности сердца, органов дыхания и пр. Все эти процессы, в свою очередь, оказывают воздействие на центральную нервную систему.

Процесс распространения нервного возбуждения в центральной нервной системе, охватывающий множество нейронов, называется **иррадиацией**.

Некоторые рефлексы возникают при возбуждении центра составом крови, например, возбуждение дыхательного центра углекислым газом. Такие рефлексы называются **автоматическими**.

Свойства нервных центров. Скопления нервных клеток в определенных местах центральной нервной системы, участвующие в выполнении рефлекторных процессов, называют **нервными центрами**, например центр дыхания, мочеотделения и т. д. Однако нервный центр часто представляет собой не один какой-нибудь пункт в центральной нервной системе или ограниченную группу нервных клеток. По А. А. Ухтомскому, нервный центр представляет собой «созвездие со-звучно работающих ганглиозных участков, взаимно со-возбуждающих друг друга». К этому определению подходит, например, представление о пищевом центре, расположенном в разных отделах центральной нервной системы, в том числе и в коре больших полушарий головного мозга высших животных.

Под свойствами нервных центров следует понимать свойства многих нейронов и их синапсов в центральной нервной системе. К этим свойствам относятся: 1. Одностороннее проведение возбуждения; оно обусловлено односторонним выделением в синапсах медиаторов. 2. Более замедленное, чем в нерве, проведение возбуждения через множество синапсов. 3. Более низкая лабильность, чем в нервном волокне. Это служит предпосылкой для возникновения торможения и утомления в нервных центрах. 4. Повышенная чувствительность к нарушению кровообращения и к недостатку кислорода, повышенный обмен веществ в нервных центрах по сравнению с нервными волокнами. 5. Повышенная чувствительность к наркотическим веществам и ядам. 6. Превращение ритма возбуждения. Это свойство заключается в том, что центры всегда посылают на периферию не один, а множество импульсов, если даже наносится на рецептор одиночное раздражение. Другими словами, двигательная клетка в нервном центре всегда отвечает ритмической активностью. Этим объясняется, что сокращения скелетной мускулатуры не одиночные, а тетанические. 7. Низкая возбудим-

мость нервных центров. 8. Это позволило И. М. Сеченову открыть явление суммации в нервных центрах. Оно выражается в следующем. Через рецепторы в центральную нервную систему животного поступают слабые (подпороговые) раздражения. Каждое из них не в состоянии вызвать ответную реакцию. Но если рецепторы раздражаются часто, не менее 20 раз в секунду, возбудимость центра постепенно усиливается и становится достаточной для ответной рефлекторной реакции. Время от начала действия раздражителя до появления ответной реакции называется в р е м е н е м р е ф л е к с а. Оно может сильно варьировать и зависит не столько от деятельности рецептора и проведения возбуждения по центrostремительному и центробежному путям, сколько от передачи возбуждения через синапсы, т. е. от физиологического состояния нервных центров. 9. И. М. Сеченовым было открыто также явление п о с л е д е й с т в и я в нервных центрах. Примером этого может служить то, что при осуществлении двигательного рефлекса двигательный нейрон продолжает воздействовать на мышцу и тогда, когда раздражение рецепторов уже закончилось. В этом явлении, нужно думать, играет роль взаимное влияние различных групп нервных клеток в нервных центрах. 10. Если вызывать рефлекторную реакцию несколько раз, можно заметить, что последующие рефлексы образуются легче, чем первые. Это явление носит название о б л е г ч е н и я или п р о т о р е н и я путей в нервных центрах.

Система обратной связи. Нервные центры и соответствующие периферические органы, получающие от них импульсы («сигналы», «команды»), двусторонне между собой связаны при выполнении рефлексов. Каждый раз орган, получающий по центробежным аксонам определенные импульсы для выполнения рефлексов, немедленно посылает обратно в центр по центrostремительным путям сигналы о состоянии этого органа, о выполнении рефлекторной реакции. Особенно наглядно видна обратная связь при осуществлении сложных движений. Система обратной связи обеспечивает в организме точность выполнения этих движений.

Торможение. Процесс торможения впервые обнаружил в центральной нервной системе И. М. Сеченов. В его опыте химическое раздражение промежуточного мозга лягушки (на верхней границе зрительных бугров) вызывало замедленную реакцию лапки, погружаемой в слабый раствор кислоты, или даже полное торможение рефлекса. Впоследствии оказалось, что торможение двигательных рефлексов можно также вызвать, если одновременно с погружением лапки в кислоту сильно сжимать пинцетом другую лапку. Следовательно, торможение может наступить, если в нервные центры одновременно направляются волны возбуждения с разных мест кожи. Этим правилом можно воспользоваться, если желают вызвать торможение у животного. Так, при вскрытии поверхностно расположенного абсцесса или других несложных хирургических вмешательствах, чтобы лошади не лягались, применяют «закрутку» — захватывают верхнюю губу животного веревочной петлей.

Торможение в центральной нервной системе появляется в результате накопления в синапсах больших количеств ацетилхолина. В меньших концентрациях ацетилхолин вызывает возбуждение. Действительно, в опыте И. М. Сеченова у лягушки обнаружено много ацетилхолина в промежуточном мозге.

Физиология спинного мозга

Спинной мозг связан двигательными и чувствительными нейронами с туловищем и конечностями, с внутренними органами, сердечно-сосудистой системой. Он иннервирует всю скелетную мускулатуру, кроме мускулов головы, которые иннервируются черепно-мозговыми нервами. Кроме того, спинной мозг участвует в рефлекторных реакциях организма. Он проводит к органам импульсы, поступающие из головного мозга, импульсы возбуждения или торможения к скелетной мускулатуре или внутренним органам. Вместе с тем через спинной мозг по проводящим путям направляется к головному мозгу информация от рецепторов всех органов.

Серое вещество спинного мозга состоит главным образом из клеточных тел нейронов, белое вещество — из отростков нервных клеток. Одни из них проводят возбуждение к головному мозгу. Это — **центростремительные** пути, дорзальные и боковые. Другие проводят возбуждение в обратном направлении — от головного мозга через спинной мозг на периферию. Это **центробежные** пути, вентральные и отдельные боковые.

Проводящие пути белого вещества состоят из коротких и длинных нервных волокон. Короткие соединяют между собой различные сегменты (части) спинного мозга; длинные — спинной мозг с различными отделами головного мозга. Импульсы от мышц, сухожилий и суставов, от внутренних органов, кровеносных сосудов и кожи проходят в головной мозг по центростремительным путям, т. е. по волокнам центростремительных нейронов. Пройдя через дорсальные корешки в спинном мозге, эти волокна присоединяются к различным сегментам его и отдают веточки к продолговатому мозгу, передним буграм четверохолмия, промежуточному мозгу, мозжечку. Нисходящие пути проводят импульсы от пирамидных клеток двигательной области коры больших полушарий головного мозга к центробежным нейронам спинного мозга. В нижней части продолговатого мозга большинство волокон центробежного и центростремительного пути **перекрещиваются**, т. е. пирамидные пути правого полушария головного мозга переходят на левую сторону спинного мозга, а пирамидные пути левого полушария — на правую сторону. Этим объясняется, что раздражение двигательных центров коры правого полушария головного мозга отражается на левой половине тела, и наоборот. Правая половина головного мозга получает информацию (сообщения) от рецепторов левой стороны тела, а левое полушарие — от правой стороны.

От спинного мозга отходят дорсальные и вентральные **корешки**, которые справа и слева образуют спинномозговые нервы. Дорсаль-

ни корешки подходят к верхним, вентральные — отходят от нижних рогов серого вещества спинного мозга.

Если перерезать несколько лежащих рядом дорсальных корешков, утрачивается чувствительность соответствующего участка кожи. После перерезки нескольких вентральных корешков нарушается движение конечностей. Следовательно, вентральные корешки проводят в основном двигательные импульсы, а дорсальные — чувствительные.

В шейном отделе спинного мозга находятся рефлекторные центры диафрагмальных нервов. Нарушение этих центров приводит к расстройству дыхания. Несколько ниже расположены центры мускулатуры верхних конечностей. Центры мышц груди, живота и спины сосредоточены в грудной части спинного мозга; центры мускулатуры нижних конечностей — в области поясничного утолщения спинного мозга. В спинном мозге несколько вегетативных центров: в грудных и поясничных сегментах — сосудодвигательные и центры потоотделения, в крестцовых сегментах — центры мочеотделения, дефекации, эрекции, эякуляции.

Свое влияние на внутренние органы центры спинного мозга оказывают через симпатические и парасимпатические нервы.

Работа центров спинного мозга зависит от состояния головного мозга. У высокоорганизованных животных эта зависимость больше, чем у низших. Отделение спинного мозга от головного резко тормозит спинномозговые рефлексы (шоковое состояние).

Рефлексы животного, у которого спинной мозг отделен от головного, отличаются удивительно точной повторяемостью и однообразием. Рефлексы нормального животного гораздо более разнообразны. Это еще раз указывает на тесную зависимость рефлекторной деятельности спинного мозга от высших отделов центральной нервной системы.

Физиология головного мозга

Задний мозг. Продолговатый и мозговой мост имеют много общего в строении и функциях. Из 12 пар черепномозговых нервов восемь (V—VII пары) отходят от продолговатого мозга. Эти нервы рефлекторно связывают его с органами головы, отчасти шеи и с внутренними органами.

Продолговатый мозг и мозговой мост проводят импульсы от выше лежащих отделов головного мозга к ядрам спинного. Жизненно важные рефлекторные центры продолговатого мозга делают этот небольшой отдел важнейшей частью центральной нервной системы. Здесь расположены центры — дыхания, кровообращения, сердечной деятельности, пищеварения (глотания, сосания, жевания, слюноотделения, отделения других пищеварительных соков), выделительных органов. С продолговатым мозгом связаны и такие рефлекторные процессы, как мигание (защитный рефлекс для глаз), слезотечение, рвота, отрыгивание жвачки. Центры дыхания, сердечной деятельности и сосудодвигательный возбуждаются рефлекторно нервными импульсами, поступающими с периферии, и гуморально. Поскольку все эти центры распо-

медляется сердечная деятельность, усиливается перистальтика кишечника, снижается количество сахара в крови (увеличивается секреция инсулина), сужаются зрачки. Раздражение задних ядер подбугорья вызывает ответную реакцию со стороны симпатической нервной системы и обратные процессы — расширение зрачков и т. д.

От деятельности подкорковых ядер, чувствительных бугров и гипоталамуса зависят инстинкты животных.

Координация функций в организме. Координация, или согласованность, функций осуществляется центральной нервной системой рефлекторно. Она основана на взаимосвязи и взаимодействии между возбуждением и торможением. Например, при ходьбе одна группа мышц конечностей возбуждается и сокращается, а другая в это время тормозится и расслабляется.

В ответ на возбуждение рецепторов организм отвечает сокращением только определенных мышц, необходимых для передвижения. Это происходит потому, что возбуждаются определенные центры головного или спинного мозга. Центры других мышц находятся в это время в тормозном состоянии. Если бы эти мышцы также сократились, они могли бы помешать этому передвижению. Так, в момент глотания прекращаются дыхательные движения.

Показателен опыт Н. Е. Введенского. Он раздражал у кролика на одном полушарии головного мозга участок (центр), регулирующий работу сгибателей конечностей. Это отражалось на соответствующих центрах другого полушария: возбудимость центра сгибателей понижалась, а центра разгибателей повышалась.

Между возбуждением и торможением существует взаимодействие. Один процесс влечет за собой другой, противоположный. Это называется **индукцией**. Взаимодействием нервных центров объясняется попеременное сокращение при ходьбе сгибателей и разгибателей конечностей. Кроме индукции, координация функций зависит и от **иррадиации** нервных процессов. Иррадиацию нервного возбуждения легко показать на спинномозговой лягушке. Стоит нажать на одну из лапок более сильное раздражение, и ответом будет сгибание обеих конечностей. Нервный процесс в данном случае распространяется в спинном мозге на центры обеих конечностей. Координационные процессы в организме тесно связаны с явлениями **доминантности** в центральной нервной системе. Этим словом А. А. Ухтомский назвал временное преобладание одного центра над другим, временно господствующий в центральной нервной системе очаг повышенной возбудимости и устойчивого длительного возбуждения. Особенность доминанты состоит в том, что доминантный центр может усиливаться импульсами, приходящими в другие центры. При этом другие центры затормаживаются. Например, пищевая доминанта вытесняет двигательные реакции на боль. Болевые центры во время еды затормаживаются из-за усиления пищевой доминанты. Нормальная координирующая деятельность центральной нервной системы характеризуется возникновением недолговечных, сменяющих друг друга доминант.

Мозжечок. У высших животных этот отдел центральной нервной системы хорошо развит. Мозжечок связан центростремительными и центробежными путями с другими отделами нервной системы. К нему идут раздражения из спинного и продолговатого мозга, из мозгового моста, четверохолмия. Через красное ядро мозжечок соединен с корой полушарий головного мозга. Это позволяет мозжечку направлять импульсы, которые в случае необходимости вносят поправки в деятельность двигательного аппарата, а импульсы, посылаемые в мозжечок с вестибулярного аппарата, способствуют координации движений животного. Мозжечок принимает участие в координации сложных движений, даже произвольных.

Серое вещество мозжечка имеет извилины, расположенные снаружи, а белое — находится под ним, как и в больших полушариях головного мозга.

Удалением одного или обоих полушарий мозжечка, раздражением отдельных его участков и другими методами исследования было доказано, что мозжечок выполняет важные функции. После удаления мозжечка у животного можно наблюдать: *атаксию* — неспособность спокойно стоять, непрерывное качание головой и движения конечностями; *таксию* — лишние и несоразмерные движения; *астению* — значительный упадок сил, быстрое утомление при движениях; *атонию* — вялость мускулов, резкое ослабление тонуса мускулатуры.

Отмеченные нарушения не означают потерю равновесия. Удаление мозжечка вызывает нарушения в распределении тонуса между отдельными системами мускулов, что вызывает погрешности в координации. Мозжечок согласовывает двигательные реакции организма, вносит в них определенную точность. Это становится понятным, если вспомнить о сложных рефлекторных связях мозжечка с другими отделами центральной нервной системы, особенно с корой больших полушарий головного мозга.

Между корой больших полушарий и мозжечком существует тесное взаимодействие. Установлены двусторонние связи между определенными участками мозжечка и корой больших полушарий головного мозга. Например, зрительная и слуховая зоны коры полушарий головного мозга имеют обоюдостороннюю связь с соответствующими зонами мозжечка. То же имеет место с движениями конечностей. Раздражение мозжечка повышает возбудимость клеток двигательной зоны коры головного мозга на противоположной стороне. Кора больших полушарий головного мозга в состоянии компенсировать, через некоторое время после удаления мозжечка, нарушения координации движений.

Сетевидное образование. В последние годы деятельно изучается область нервной системы, представляющая собой скопление крупных нервных клеток и нервных волокон. Эти волокна проходят в самых различных направлениях и напоминают сеточку (отсюда и название). Сетевидное образование захватывает область заднего мозга, некоторые отделы среднего и передней части спинного мозга. Оно связано проводящими путями с корой больших полушарий, мозжечком, гипоталамусом, спинным моз-

гом. О том, что эта область распространяет влияние на спинной мозг и на большие полушария головного мозга, указывал еще И. М. Сеченов.

И. П. Павлов неоднократно отмечал, что не только кора головного мозга влияет на подкорковые образования, но наблюдается и обратный процесс — действие нижележащих образований на кору больших полушарий. Это относится и к сетевидному образованию. Обнаружено, что сетевидное образование повышает тонус конценного мозга, влияет на процессы возбуждения и торможения в коре больших полушарий, на сон и бодрствование, на образование и угасание условных рефлексов. Действие на кору больших полушарий избирательное, каждый раз на отдельные группы клеток, а не на кору целиком.

Сетевидное образование воздействует на рефлекторную деятельность спинного мозга. Одни клетки сетевидного образования тормозят, другие — облегчают двигательную активность спинного мозга. В свою очередь, активность сетевидного образования поддерживается импульсами, непрерывно поступающими сюда от боковых ответвлений центростремительных путей, направляющихся к коре головного мозга.

Сетевидное образование отличается слабой возбудимостью, но, возбужденное, сохраняет ее длительное время. С другой стороны, сетевидное образование очень чувствительно к некоторым химическим веществам, в частности к адреналину и углекислому газу, которые поддерживают гуморальным путем его активность. Поэтому оно участвует в осуществлении вегетативных рефлексов. Особо чувствительны клетки сетевидного образования к некоторым лекарственным веществам.

Кора больших полушарий, непрерывно получая раздражения из внешнего мира и от внутренних органов, непрерывно же посылает импульсы в сетевидное образование, как бы заряжая его энергией. Этому же способствуют воздействия, идущие из внутреннего уха (органа равновесия) и мозжечка.

Физиология вегетативной нервной системы

Особенности строения и функции нервной системы позволяют разделить ее на соматическую (или анимальную) и вегетативную. В свою очередь, вегетативная нервная система подразделяется на парасимпатическую и симпатическую.

Соматическая нервная система регулирует жизненные процессы, свойственные только животным организмам, — двигательные функции, чувствительность, низшую и высшую нервную деятельность. Отсюда и ее название — анимальная (то есть свойственная животным).

Вегетативная нервная система обслуживает главным образом внутренние органы — процессы дыхания, кровообращения, пищеварение, питание, выделение, весь обмен веществ и энергии. Каждый внутренний орган получает двойной набор нервных волокон — симпатические и парасимпатические нервы (рис. 123). Раздражение этих нервов не вызывает ощущений: связь с большими полушариями головного мозга не столь прямая.

Соматическая нервная система иннервирует только скелетную мускулатуру, сухожилия и связки, а симпатический отдел вегетативной нервной системы снабжает нервами не только все внутренние органы, но и мускулатуру. Это объясняется тем, что вегетативная нервная система оказывает на органы главным образом трофическое воздействие, влияет на питание тканей, на процессы обмена веществ.

Между соматическими и вегетативными рефлексамн существует тесное взаимодействие. Вегетативные рефлексн нередко вызываются раздражением соматических нервов. Боль — вегетативная реакция,

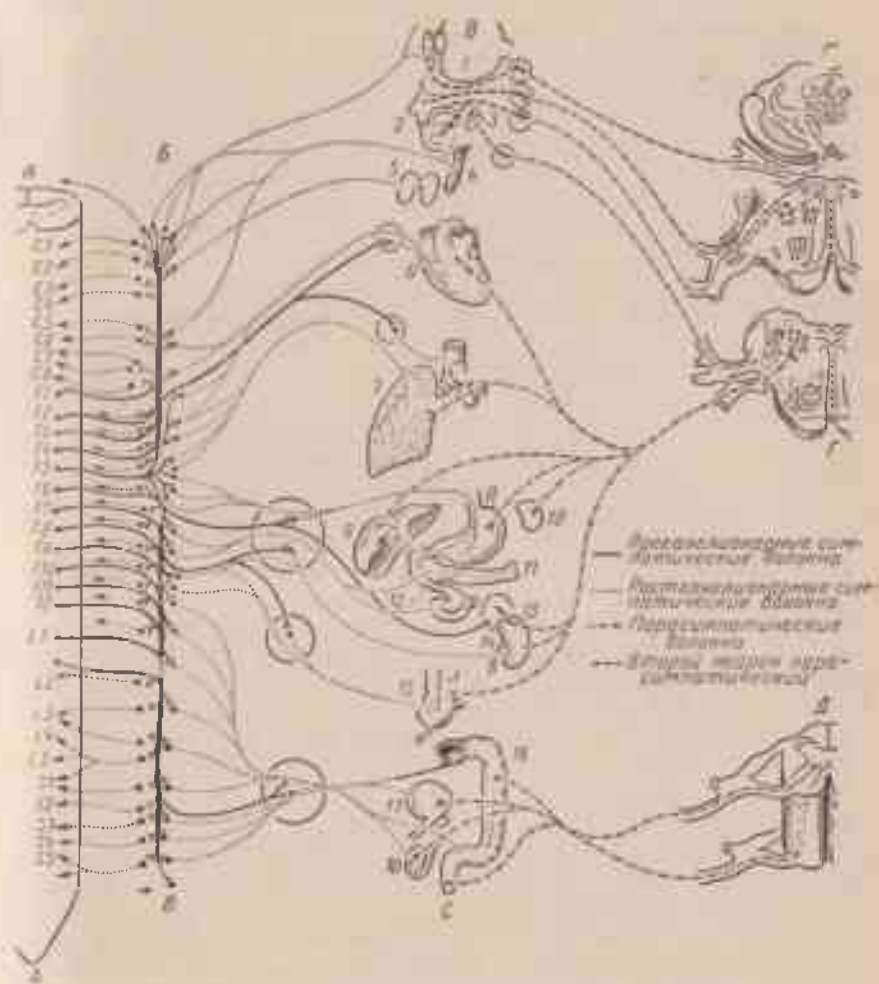


Рис. 123. Схема вегетативной нервной системы:

А — спинной мозг с симпатическими нервами; Б — пограничный симпатический ствол; В — иннервируемые органы; Г — различные участки головного мозга с парасимпатическими волокнами; Д — крестцовая часть спинного мозга с парасимпатическими нервами; 1 — глаз; 2, 3 — слюнные железы; 4 — сосуды головы и шеи; 5 — щитовидная железа; 6 — сердце; 7 — трахеи; 8 — бронхи; 9 — легкие; 10 — желудок; 11 — печень; 12 — селезенка; 13 — поджелудочная железа; 14 — тонкие кишки; 15 — надпочечники; 16 — почка; 17 — передний отдел и 18 — задний отдел толстой кишки; 19 — мочевой пузырь; 20 — половые органы; пунктиром указаны постганглионные симпатические волокна, идущие к вазомоторам и нервам потовых желез.

но ее можно вызвать, раздражая соматические рецепторы кожи. Другой пример. Слюноотделение — соматическая реакция, но ее удается вызвать, раздражая вегетативный центр. Кора больших полушарий головного мозга объединяет деятельность как соматической, так и вегетативной нервной системы.

Центрами вегетативной нервной системы служат определенные очаги в среднем, продолговатом мозге, мозговом мосту, в шейных и пояснично-крестцовых сегментах спинного мозга. От этих центров идут нейроны к узлам вегетативной нервной системы, где и прерываются. Узлы парасимпатической нервной системы расположены чаще всего в самих иннервируемых ею органах; узлы же симпатической нервной системы далеко отстоят от иннервируемых им органов. При передаче возбуждения с предузловых волокон на послеузловые, т. е. на периферические нейроны, участвуют, как и в соматической нервной системе, медиаторы: в парасимпатическом отделе — ацетилхолин, в симпатическом — норадреналин.

Вегетативные нервы менее возбудимы и медленнее проводят возбуждение, чем соматические. Длительнее в вегетативной нервной системе скрытый период возбуждения и рефрактерная фаза.

Не все вегетативные волокна проводят возбуждение с одинаковой скоростью. У теплокровных животных послеузловые волокна проводят возбуждение со скоростью 1—2 м, предузловые — 10—15 м в секунду. Некоторые центры вегетативной нервной системы постоянно находятся в состоянии тонуса. Органы, в которых разветвляются вегетативные нервы, непрерывно получают импульсы возбуждения или торможения. Именно поэтому расширяются сосуды уха кролика, если перерезать на шее симпатический нерв, т. е. лишить сосуды уха суживающего тонуса. Другой пример. Если перерезать на шее блуждающий нерв, сердечная деятельность учащается — отпадает постоянное тормозящее влияние блуждающего нерва на сердце.

Парасимпатический отдел вегетативной нервной системы. Он отличается от симпатического не только строением, расположением и разветвлением в организме, но, как сказано, и медиаторами, выделяемыми в послеузловых волокнах и их окончаниях, а также реакцией на некоторые химические вещества. Это определяет и разную функцию этих двух отделов.

Парасимпатических нервов нет не только в скелетной мускулатуре, но и в мышечных оболочках кровеносных сосудов кожи, в мочеточниках, потовых и сальных железах, мышцах, волосяных мешочках и др. Из парасимпатических нервов особо следует отметить следующие волокна: 1) входящие в состав глазодвигательного нерва (III пары черепномозговых нервов), иннервирующие гладкие мышцы глаза, — суживают зрачок благодаря сокращениям кольцевой мускулатуры радужной оболочки; 2) входящие в состав лицевого нерва (VII пары черепномозговых нервов), так называемую барабанную струну, — секреторный нерв подчелюстной слюнной железы; 3) блуждающий нерв (X пары черепномозговых нервов), иннервирующий сердце, бронхи, слюнные железы, пищевод, желудок, тонкие кишки, верхний отдел толстых

кишок, поджелудочную железу, печень, надпочечники, почки, селезенку; 4) волокна в составе тазового нерва, иннервирующие прямую кишку, половые органы, мочевой пузырь.

Возбуждение в парасимпатических нервах возникает быстрее, чем в симпатических, но быстрее и исчезает. Парасимпатические нервы суживают зрачок глаза, замедляют сокращение сердца, активизируют секрецию желудочных желез и поджелудочной железы, увеличивают тонус гладкой мускулатуры, расслабляют сфинктер мочевого пузыря, усиливают сокращение его мускула. Веществом, задерживающим действие ацетилхолина в парасимпатических нервах, служит атропин (он оказывает действие на синапс между нервным волокном и мышцей).

Симпатический отдел вегетативной нервной системы. Симпатические нервы иннервируют все ткани и органы, в том числе и скелетную мускулатуру. При возбуждении симпатических волокон выделяется, как сказано, порадреналин, который усиливает ферментативные реакции. Веществами, задерживающими действие этого медиатора, служат алкалоиды спорыньи, а ядом, парализующим симпатические узлы, — никотин (яд табака).

Симпатические нервы расширяют зрачок (сокращают радиальную мускулатуру радужной оболочки), усиливают и учащают сердечные сокращения, расширяют бронхиолы, активизируют секрецию ферментов желудочными железами и поджелудочной железой (при совместном действии с блуждающим нервом), снижают тонус гладкой мускулатуры, усиливают тонус сфинктера мочевого пузыря и расслабляют тонус его мускула, суживают мелкие артерии кожи, но расширяют капилляры сердца и мозговые сосуды, усиливают секрецию потовых желез, наконец, уменьшают утомление скелетных мышц. Это последнее указывает на трофическое действие симпатических волокон на скелетную мускулатуру (эту функцию нерва открыли Л. А. Орбели и А. Г. Гинецинский).

Существует определенная связь между проявлениями страха, ярости и деятельностью симпатического отдела нервной системы. Эти эмоции через кору больших полушарий головного мозга оказывают влияние на симпатические нервы. При этом в процесс вовлекаются надпочечники, выделяющие адреналин, который, как известно, действует аналогично симпатическим нервам.

Из всего сказанного не следует делать вывода, что между парасимпатическим и симпатическим отделами вегетативной нервной системы существует антагонизм. Между ними есть и взаимодействие. Оно уже было отмечено в отношении ферментов пищеварительных желез.

Трофическая функция нервной системы. И. П. Павлов открыл в сердце нервы, усиливающие и ослабляющие сокращение его (без изменения частоты сокращений сердца). Эти нервы, по мнению И. П. Павлова, оказывают на сердце трофическое влияние. Такие же трофические нервы, по И. П. Павлову, имеются и во всех других органах и тканях. Примером могут служить нарушения питания в денервированных органах после перерезки нервов.

В осуществлении трофических влияний на организм принимают участие промежуточный мозг (гипоталамус) и центры больших полушарий головного мозга. Нарушение питания тканей, выражающееся в появлении язв и ран, наступает, если в опыте у животного вызвать длительное раздражение подбугорья.

Спинномозговая жидкость

В центральной нервной системе нет лимфы и лимфатических сосудов. Внутренней средой для центральной нервной системы служит спинномозговая жидкость. Через нее питание поступает к мозгу, она поддерживает на постоянном уровне осмотическое давление в мозге и солевой состав. Вместе с тем эта жидкость служит механической защитой нервной системы от внешних толчков, от повреждений при передвижениях животного.

Спинномозговая жидкость образуется главным образом эпителием сосудистых сплетений в желудочках мозга и капиллярами головного и спинного мозга. Жидкость заполняет мозговые желудочки, спинномозговой канал и пространства под паутинной оболочкой в головном и спинном мозге. В некоторых местах жидкость собрана в цистерны, сообщающиеся со спинномозговым каналом.

Спинномозговая жидкость в норме бесцветная, прозрачная, содержит несколько больше 1% сухих веществ. По химическому составу она резко отличается от крови и лимфы. В ней только 0,02% белков, 0,04—0,06% глюкозы; есть соли, кислород, азот, углекислый газ. В спинномозговой жидкости нет ферментов и иммунных тел.

Количество спинномозговой жидкости относительно постоянно. Она непрерывно всасывается из-под паутинного пространства в венозную систему, оттекает в лимфатические сосуды, расположенные вдоль оболочек черепномозговых нервов. За сутки спинномозговая жидкость обновляется несколько раз.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Физиология нервной системы

Общий шок. *Материалы и инструменты:* скальпель, пинцет, ножницы остроконечные, зонд, полотенце, лягушка.

В зависимости от причины, вызвавшей шоковое состояние, различают травматический и операционный шок.

У лягушки очень легко вызвать травматический шок. Лягушку завертывают в полотенце и берут в левую руку. Остроконечными ножницами надрезают кожу на границе между черепом и туловищем с дорсальной стороны. Нащупав бугорки черепа, разрезают под ними межпозвоночные связки. В надрез вводят острие скальпеля и перерезают спинной мозг под продолговатым мозгом. Зондом, введенным через образовавшееся отверстие, разрушают головной мозг. После отделения головного мозга от спинного у лягушки возникает травматический шок. Шоковое состояние длится несколько минут. Лягушка теряет способность к передвижению. Рефлекторная деятельность спинного мозга угнетена. Сердечная деятельность и дыхание резко ослаблены. Мускулатура тела расслаблена.

Травматический шок у лягушки можно вызвать, если подбросить ее высоко вверх. Лягушка падает и лежит некоторое время неподвижно, не реагирует на раз-

дражения. Через несколько минут шоковое состояние проходит, и лягушка начинает передвигаться.

Рефлексы спинного мозга. Материалы и инструменты: скальпель, пинцет, ножницы, штатив с металлическим крючком, стакан с 0,5%-ным раствором серной кислоты, фильтровальная бумага; лягушки.

Приготовляют спинномозговую, или спинальную, препарат лягушки: обезглавленную лягушку подвешивают на крючок штатива за нижнюю челюсть и оставляют на 5—10 минут. Затем исследуют рефлексы спинного мозга.

Защитный, оборонительный рефлекс. Если щипнуть пинцетом или уколоть иглой бедро задней лапки, в ответ на раздражение лапка сгибается и подтягивается к туловищу.

«Стирательный» рефлекс. Спинальной лягушке накладывают на кожу брюшка, ближе к передним лапкам, бумажку, смоченную 0,5%-ным раствором серной кислоты. Через некоторое время лягушка снимает бумажку передними лапками. Если препарат обмыть водой и наложить бумажку с кислотой с одной стороны, отмечают энергичные движения конечности соответствующей стороны.

При наложении бумажки на дорсальную поверхность туловища (ближе к задним конечностям) лягушка снимает бумажку задними конечностями. Таким образом, лягушка не только воспринимает химические раздражения, но и «ориентируется», в каком месте это раздражение наносят.

Рефлекс опоры. Если спинальной лягушке, подвешенной на штативе, опустить к задней лапке подставку, лягушка нажимает лапкой на подставку. Проявляется рефлекс опоры.

Рефлекторная дуга и ее анализ. Материалы и инструменты: скальпель, пинцеты, ножницы, штатив с крючком, стакан с 0,5%-ным раствором серной кислоты, фильтровальная бумага, полотенце; лягушка.

Приготовляют спинальный препарат лягушки и подвешивают ее крючком на штативе. После того как пройдет шоковое состояние, одну заднюю лапку опускают в стакан с 0,5%-ным раствором серной кислоты. Через некоторое время лягушка начинает вытяскивать лапку из раствора, т. е. произойдет ответная реакция на раздражение (рефлекс). Делают круговой разрез кожи вокруг голени и снимают кожу с конечности. Если опустить оголенную лапку в раствор серной кислоты, рефлекса не получится, ибо кожные рецепторы удалены.

Если приложить фильтровальную бумажку, смоченную серной кислотой, к коже туловища, лапка, лишенная кожных рецепторов, примет участие в общей двигательной реакции организма.

Перерезка двигательных и чувствительных корешков. Материалы и инструменты: скальпель, ножницы остроконечные, раневые и стеклянные крючки, пинцеты, пробковая пластинка, тесьма, ватные тампоны; лягушка.

Опыт выполняют на слабо наркотизированной эфиром или на спинальной лягушке. Лягушку кладут брюшком на пробковую пластинку и укрепляют ее за лапки тесьмой. Острым брюшистым скальпелем и остроконечными ножницами разрезают кожу вдоль спины и оттягивают в стороны раневыми крючками. Отпрепаровывают мышцы спины по обеим сторонам позвоночника и отделяют от остистых отростков грудных позвонков, расположенных ниже лопатки. Кончиками острых ножниц разрезают межпозвоночные связки между двумя соседними позвонками.

Острый конец ножниц осторожно вводят в образовавшееся отверстие и перерезают дужку позвонка сначала с одной стороны остистого отростка, а затем с другой. Остистый отросток с дужкой позвонка удаляют. Так перерезают дужки всех позвонков до окончания спинномозгового канала. Кровь, выступающую при операции, удаляют маленькими ватными тампонами. После вскрытия спинномозгового канала захватывают пинцетом твердую мозговую оболочку, делают на ней поперечный надрез и осторожно разрезают вдоль спинного мозга. Отвернув твердую мозговую оболочку в стороны, обнажают спинной мозг. Пинцетом снимают паутинную и мягкую мозговые оболочки. Стеклянным крючком приподнимают и прерывают с одной стороны три дорсальных корешка спинномозговых нервов. Кожу зашивают и оставляют лягушку в покое не менее чем на сутки. При правильно проведенной операции у лягушки полностью утрачиваются чувствительность, а следовательно, и двигательная реакция на раздражение кожи задней лапки. Это объясняется тем, что прервана рефлекторная дуга (перерезаны корешки спинномозговых нервов). При раздражении

кожи задней лапки противоположной стороны ответная реакция проявляется нормально.

Торможение рефлексов спинного мозга. *Материалы и инструменты:* скальпель, пинцет, штатив, стакан с водой, стакан с 0,1%-ной серной кислотой; лягушка.

Приготавливают препарат спинальной лягушки и подвешивают на штатив. Опускают одну лапку в стакан с раствором серной кислоты и получают ответную реакцию (рефлекс). Лапку промывают водой. Опять опускают в кислоту, но одновременно сильно сжимают пальцами другую лапку или перевязывают ее у колена толстой крепкой ниткой. Рефлекса не получится. Если прекратить сжимать лапку, рефлекс появится снова.

Сеченовское торможение. *Материалы и инструменты:* скальпель, пинцет, ножницы малые остроконечные, штатив, 0,1%-ный раствор серной кислоты, поваренная соль кристаллическая, вата, полотенце; лягушка.

Лягушку завертывают в полотенце и разрезают кожу от второго позвонка до носовых отверстий. Края кожи отвертывают в стороны или удаляют ее доскуты. Острым концом ножниц разрезают череп от носовых отверстий до его основания. На боках черепа, параллельно разрезу, на расстоянии 1,5—2 мм делают еще два разреза. Подрезают снизу полоски костной ткани и, захватив пинцетом подрезанный край, отвертывают его до основания черепа и удаляют. При этом обнажается головной мозг. Кровь удаляют ватным тампоном. Скальпелем делают поперечный разрез позади зрительных долей и удаляют полушария пинцетом. Поверхность разреза тщательно обсушивают ватным тампоном. Лягушку подвешивают на штативе и оставляют в покое на 10—15 минут, после чего проводят опыты.

Опыт 1. Опускают заднюю лапку лягушки в стакан с раствором серной кислоты. Наблюдают рефлекторное сокращение мышц лапки: лягушка вынимает лапку из кислоты.

Опыт 2. На обсушенную поверхность разреза мозга кладут маленький кристаллик поваренной соли. Лапку опять опускают в стакан с раствором серной кислоты. Рефлекторное выдергивание лапки из кислоты сильно запаздывает или вовсе не происходит.

Опыт 3. Кристаллик поваренной соли снимают. Поперечный разрез мозга промывают физиологическим раствором. Через некоторое время погружают лапку лягушки в стакан с раствором серной кислоты и получают рефлекс отдергивания конечности.

ГЛАВА XIII

ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

У сельскохозяйственных животных органом высшей нервной деятельности, или, по выражению И. П. Павлова, поведения, являются большие полушария головного мозга — кора и ближайшие к ней подкорковые образования. Они не только объединяют деятельность всех органов, но, что не менее важно, контролируют связь организма с внешней средой. Объединение и согласование работы отдельных частей организма обозначают как *низшую нервную деятельность*. Это функция спинного мозга и мозгового ствола.

Органом высшей нервной деятельности у рыб служит средний мозг, у земноводных и пресмыкающихся — полосатое тело и только у птиц и млекопитающих — передний, или концевой, мозг. Наиболее высоко развиты большие полушария у обезьян и человека. У низших позвоночных нет коры больших полушарий. Она развита только у млекопитающих.

Серое вещество больших полушарий головного мозга (кора) находится сверху и состоит из нескольких миллиардов нейронов.

У высших млекопитающих в коре больших полушарий, на большей ее части, различают шесть слоев клеток. От третьего и пятого слоев пирамидных клеток исходят двигательные импульсы, а зернистые слои чувствительные; это воспринимающие клетки.

У высших млекопитающих кора больших полушарий образует извилины и изрезана бороздами (углублениями). В глубине борозд скрыто примерно $\frac{2}{3}$ коры (серого вещества).

Методы изучения функции больших полушарий головного мозга. Существует несколько методов исследования коры больших полушарий.

1. Раздражают электрическим током отдельные участки обнаженного мозга и наблюдают за сокращениями конечностей и функциями некоторых других органов.

2. Для более длительных наблюдений в мозг вживляют тонкие электроды для раздражения отдельных участков мозга и даже отдельных клеток. Присоединяя эти электроды к специальным приборам, регистрируют биопотенциалы мозга.

3. Удаляют (у собак, птиц, обезьян и других животных) кору больших полушарий или же разрушают отдельные участки коры и наблюдают за поведением животного.

Эти опыты часто ставят на голубях и собаках. Голубь, лишенный коры больших полушарий, сидит нахохлившись и не реагирует на приближение человека, на стук, шум и пр., не замечает рядом лежащего корма. Однако подброшенный вверх голубь в состоянии летать: действуют подкорковые центры. Собака без коры больших полушарий при сильных звуках настораживает уши, а если ее ущипнуть, отстраняется и делает попытку укусить, но не узнает знакомых предметов, не видит корма, почти все время спит и просыпается от голода или переполнения мочевого пузыря.

4. Временно выключают (наложением холода, наркотическими веществами) отдельные области коры.

Применяют и другие методы исследования. Чаще всего положительные результаты удается получить, действуя не одним каким-нибудь методом, а сочетая его с другими.

Наиболее полное представление о работе больших полушарий головного мозга, т. е. о высшей нервной деятельности животного, получают посредством метода условных рефлексов, предложенного и разработанного И. П. Павловым, его учениками и последователями.

Из этих примеров видно, что животные, лишенные коры больших полушарий головного мозга, не приспособлены к самостоятельному существованию, беспомощны, теряют приобретенные в течение жизни навыки, утрачивают условные рефлексы.

Условные рефлексы. И. П. Павлов обозначил этим термином рефлексы, которые возникают как временная связь организма с каким-нибудь явлением или предметом внешней среды.

Собака при поедании корма выделяет слюну. Это хорошо видно, если у животного предварительно выведен наружу проток околоушной железы. По И. П. Павлову, это б е з у с л о в н ы й рефлекс, врожденный, свойственный всем собакам. Этот безусловный слюноотделительный рефлекс имеет постоянную рефлекторную дугу, которая начинается от вкусовых рецепторов, продолжается до пищевых центров в продолговатом мозге и в коре полушарий головного мозга и заканчивается в слюнных железах.

Но животное может выделять слюну и не поедая корма, а только при виде или запахе опробованного однажды корма, т. е. до того, как корм соприкоснется с полостью рта. Этот секреторный, слюноотделительный рефлекс И. П. Павлов назвал у с л о в н ы м, индивидуальным, свойственным не всем особям, а только тем, которые приобрели его в определенных условиях. При поедании корма у собаки раздражаются вкусовые рецепторы во рту. Ответной реакцией служит без-

условный слюноотделительный рефлекс. При виде корма также проявляется слюноотделительный рефлекс, но только в ответ на раздражение органа зрения, зрительных рецепторов. В этом случае корм как бы сигнализирует животному о себе. Это — действие предмета (корма) на расстоянии.

Собака с удаленной корой больших полушарий также выделяет слюну при поедании корма; у нее сохраняется безусловный слюноотделительный рефлекс, но она не видит корма, не может воспринимать раздражения на расстоянии, она лишена, по выражению Павлова, сигнальной деятельности. Условные рефлексы иногда называют с и г н а л ь н ы м и р е ф л е к с а м и.

Органы чувств животного воспринимают бесчисленное множество раздражений, сигналов внешней среды, и на них вырабатываются условные рефлексы, позволяющие животному приспосабливаться к условиям обитания.

Все рефлексы можно разделить на две основные группы — на безусловные и условные.

Как же образуются условные рефлексы? Этот процесс совершается в коре больших полушарий головного мозга. Чтобы понять процесс появления условного рефлекса, необходимо знать, что все время каждый орган, каждая часть тела, даже каждая группа клеток имеет свой центр, свое «представительство» в коре больших полушарий (а у низших позвоночных животных — в среднем мозге, в полосатом теле). Если раздражаются, например, зрительные рецепторы, возбуждение, возникшее в глазах, передается по зрительным нервам в зрительные центры коры больших полушарий головного мозга. В результате в коре появляется очаг возбуждения. Он может бесследно исчезнуть, но может участвовать в образовании условных рефлексов. Для этого необходимо, чтобы в коре появился более сильный очаг возбуждения — пищевой, т. е. вызвать безусловный пищевой рефлекс. Итак, в коре полушарий будет два очага возбуждения — зрительный и пищевой. Более сильный очаг — пищевой отвлекает на себя возбуждение из менее сильного (зрительного). В результате между двумя очагами устанавливается временная рефлекторная связь. Она будет все более закрепляться по мере повторения этих раздражений, по мере повторного сочетания раздражений рецепторов глаза с возбуждением пищевого центра. Между этими очагами постепенно создается проторенный, облегченный путь для нервных процессов. Спустя некоторое время достаточно вызвать возбуждение в одном только зрительном центре, чтобы возбудился и пищевой центр, появилась слюна из фистулы, т. е. чтобы проявился условный пищевой рефлекс. В настоящее время при образовании условных рефлексов изучают электрическую активность мозга. Для этого животному предварительно вживляют в различные структуры мозга тонкие электроды. Считают, что в образовании условного рефлекса принимают участие и подкорковые образования.

Можно выработать условные рефлексы и на другие раздражители, например на звонок. Для этого в описанном выше опыте лампочку заменяют звонком.

Действие звонка (или света) можно сочетать с нанесением животному болевого раздражения на ногу, на что собака реагирует отдергиванием конечности. Через несколько повторений достаточно включить этот звонок (или свет), чтобы собака подняла ногу, на этот раз без болевого раздражения. У собаки выработался двигательный условный рефлекс. Таким способом у собаки можно выработать секреторный (слюноотделительный), а также оборонительный (защитный) условный рефлекс.

Из сказанного выше следует, что для выработки условного рефлекса необходимо, чтобы посторонний раздражитель — световой, звуковой и др. — сочетался с пищевым или болевым раздражителем. Посторонний раздражитель называется условным, а пищевой, болевой раздражители — безусловными раздражителями. Это означает, что условные рефлексы вырабатываются на основе (с помощью) безусловных рефлексов.

Условные двигательные (оборонительные) рефлексы образуются у животных быстрее, чем слюноотделительные (секреторные).

У сельскохозяйственных животных обычно вырабатывают двигательные условные рефлексы. Так, если сочетать звонок или вспыхивание лампочки с дачей корове корма, уже через несколько повторений у животного появится двигательно-пищевой условный рефлекс, поиск корма при этих звуковых или световых раздражителях.

Условные рефлексы нуждаются в постоянном подкреплении, в постоянном повторении, сочетании условных раздражителей с безусловными. Если не подкреплять условные рефлексы безусловными, вновь приобретенные рефлексы ослабевают, а затем и вовсе могут на время или надолго, а то и навсегда утратиться. Поэтому в отличие от истинных, безусловных, условные рефлексы называются временными реакциями. Если они вырабатываются в естественной обстановке обитания животного, их называют а т у р а л ь н ы м и. Таким натуральным рефлексом является, например, реакция животных на раздачу корма. Натуральные условные рефлексы образуются быстро, они более прочны, чем искусственные, и медленнее угасают, если их не подкреплять.

Кроме двигательных и секреторных условных рефлексов, у животных образуются или могут быть выработаны а в т о м а т и ч е с к и е условные рефлексы — на изменение дыхания, сердечной деятельности, изменение обмена веществ и др.

Как сказано, условные рефлексы можно выработать на любой раздражитель, сочетая его с безусловным. Более того, удастся выработать условные рефлексы на прекращение раздражения, если его сочетать с подкармливанием животного. В этом случае и условный рефлекс будет проявляться только по окончании раздражения. Если подкармливать собаку спустя некоторое (небольшое) время после окончания раздражения, удастся выработать у нее условный рефлекс на след от предшествующего раздражения. Если у животного вырабатываются условные рефлексы в определенном месте, вся обстановка становится условным раздражителем. Таким путем у сельскохозяй-

ственных животных вырабатываются натуральные условные рефлексы на обстановку скотного двора, пункта искусственного осеменения и др.

Условные рефлексы, выработанные на основе условного же рефлекса, называются рефлексами высшего порядка. Так, если у животного выработан условный рефлекс на звонок, удастся выработать рефлекс и на новый условный раздражитель, например на свет, подкрепляя его не безусловным раздражителем (кормом), а только звонком. Такие рефлексы у животных вырабатываются труднее.

Условный рефлекс на время. Натуральный условный рефлекс на время — весьма частое явление в мире животных. Его нетрудно получить и искусственно. Если, например, подкармливать животное через строго определенное время, у него через такие же промежутки появляются слюноотделение, секреция желудочного сока, поиск корма, беспокойство и пр. В основе этого явления лежит способность отдельных органов и организма в целом к периодическим процессам. Периодически сокращается сердце и работают дыхательные органы, происходит перистальтика кишечника и т. д. Периодически проявляется и рефлекс на время.

Торможение условных рефлексов. В коре больших полушарий совершаются процессы не только возбуждения, но и торможения. Торможение способствует восстановлению тех веществ, которые расходуются в клетках мозга во время возбуждения. И. П. Павлов указывал на «охранительное» значение торможения в коре больших полушарий головного мозга. Различают внешнее (безусловное, врожденное) и внутреннее (условное, приобретенное) торможение. Под внешним торможением понимают всякий посторонний раздражитель, мешающий выявить в полной мере условную реакцию. Неожиданный стук в дверь, появление на скотном дворе посторонних людей, лай собаки, шум могут затормозить рефлекс отдачи молока у коровы. Эти раздражители вызывают у животного ориентировочную реакцию, которая тормозит условные реакции.

В головном мозге обнаруживаются и явления индукции нервных процессов. Под влиянием посторонних раздражителей в коре больших полушарий возникает новый очаг возбуждения, который, согласно закону индукции, тормозит соседние центры, в том числе и центры выработанных условных рефлексов.

Разновидностью внешнего торможения служит *запредельное* торможение, которое появляется при чрезмерной силе условного раздражителя. Примером запредельного торможения может служить поведение животных при пожаре на скотном дворе. Из сказанного ясно, что внешнее торможение — процесс врожденный, безусловный. Внутреннее торможение, напротив, условно, должно постепенно вырабатываться у животных. Если несколько раз применять условный раздражитель, но не подкреплять его безусловным, условный рефлекс начинает угасать, а затем утрачивается — чаще всего только на некоторое время. Это *угасательное* торможение. Оно выражается некоторым ослаблением и других условных рефлексов, которые нормально подкреплялись кормом. Восста-

повышение угасшего рефлекса может произойти, если подействует новый раздражитель. Это будет **р а с т о р м а ж и в а н и е**. Оно происходит через разные сроки и, между прочим, зависит от глубины угасания условного рефлекса.

Другой вид внутреннего торможения называется **д и ф ф е р е н ц и р о в о ч н ы м** торможением. Суть его в следующем. У собаки выработан пищевой условный рефлекс, предположим, на звонок определенного тона. Этот звуковой рефлекс подкреплялся кормом. Если исключить теперь звонок другого тона, первое время животное их не различает, у него выделяется слюна и на тот и на другой звонок. Но включение второго звонка не подкрепляют кормом, и отделение слюны на второй звонок с каждым разом начинает постепенно уменьшаться, а количество выделяемой слюны на включение первого звонка сохраняется. Другими словами, первое время животное обобщает эти звуки, не различает их, но затем, по мере тренировки, начинает дифференцировать, т. е. отличать один тон от другого. На звучание первого звонка в коре больших полушарий головного мозга возникает процесс возбуждения, при звучании второго звонка — торможение. Первый рефлекс относится к положительным, второй — к отрицательным рефлексам. Чем ближе между собой оба тона звонков, тем труднее вырабатывается дифференцировочное торможение. Этот вид торможения имеет огромное значение в жизни животного. Он позволяет ему лучше ориентироваться в окружающей среде. Коровы, например, хорошо различают вкусовые вещества и цвета, точно дифференцируют звуки; у собак хороший слух и обоняние, но они не различают цвета.

Подвижность нервных процессов в коре больших полушарий (взаимоотношение возбуждения и торможения). Нервные процессы, возникающие в коре больших полушарий, — возбуждение и торможение — в состоянии **и р р а д и р о в а т ь**, т. е. распространяться по коре, а затем вновь **к о н ц е н т р и р о в а т ь с я** (собираться) в очагах возникновения. Явление иррадиации возбуждения можно видеть на примере неразличения тона двух звонков у собаки. По мере тренировки возбуждение постепенно концентрируется в тех же участках мозга, в которых оно первоначально возникло. Концентрация наступает к моменту полного различения животным двух тонов.

Подобно возбуждению, по коре головного мозга может иррадиировать (распространяться) и торможение. Возникнув в одном участке коры, торможение иногда захватывает большую часть и даже проникает в подкорковую область. Это бывает при наступлении сна.

Выше мы уже упоминали об индукции нервных процессов. **П о л о ж и т е л ь н о й** индукцией называют повышение возбудимости в клетках коры больших полушарий, если по соседству находится очаг торможения. **О т р и ц а т е л ь н о й** индукцией обозначают обратный процесс: понижение возбудимости в клетках коры больших полушарий, если по соседству находится очаг возбуждения. Таким образом, возбуждение может навести (индуктировать) торможение, а торможение — возбуждение. Например, возникающее

в мозге перед сном торможение нередко вызывает приступ неожиданного возбуждения (особенно у детей) — плач, капризы и пр.

О подвижности нервных процессов в коре полушарий говорит и явление *п е р е д е л к и* условных рефлексов. Положительные условные рефлексы, если их не подкреплять безусловными раздражителями, можно превратить в отрицательные, и, наоборот, если начать подкреплять отрицательные рефлексы, удастся их превратить в положительные. Чем подвижнее нервные процессы в коре полушарий, тем быстрее происходит эта переделка.

Анализ и синтез в коре больших полушарий. Согласно учению И. П. Павлова, кора больших полушарий беспрерывно реагирует на внешние раздражения и на раздражения, идущие из внутренней среды, то возбуждением, то торможением. Анализируя эти раздражения посредством органов чувств и больших полушарий головного мозга, животное приспосабливается к постоянно меняющимся условиям среды. Этому же способствует и синтез, происходящий в коре больших полушарий. Под этим подразумевают в первую очередь образование условных рефлексов в коре.

Примером синтеза в коре головного мозга служит так называемая системность, или *д и н а м и ч е с к и й с т е р е о т и п*. Он показывает, что условные рефлексы находятся в тесной зависимости друг от друга. Это видно из следующего. У животного вырабатывается система рефлексов, несколько условных рефлексов — положительных и отрицательных. Слабые положительные раздражители вызывают слабые условные рефлексы, например небольшое слюноотделение; сильные раздражители — более обильное слюноотделение. От отрицательных раздражителей слюна, конечно, вовсе не отделяется (для получения отрицательного условного рефлекса раздражитель не подкрепляется безусловным). Вся система условных рефлексов изо дня в день, в определенной последовательности, в известном порядке повторяется. В результате в мозге создается определенная связь условных рефлексов. Если теперь вместо установленного распорядка условных раздражителей применить только один какой-нибудь раздражитель, количество выделяемой слюны будет зависеть от места применявшегося ранее раздражителя в системе, а не от характера и свойств раздражителя, слабого или сильного.

Способность головного мозга к установлению определенной связи во времени и пространстве — чем и замечателен стереотип — лежит в основе сложных восприятий животным окружающих предметов. У животных в течение жизни вырабатывается сложная *с и с т е м а у с л о в н ы х р е ф л е к с о в*, тесно связанных друг с другом, например рефлексы на доильный процесс, на раздачу кормов и пр. Нежелательно без особой нужды нарушать эту систему, поскольку это отрицательно отражается на продуктивности животных.

Значение отдельных участков коры больших полушарий (центры в коре). Метод условных рефлексов дал возможность ответить на важный вопрос — о значении отдельных участков коры больших полушарий. Для этого у животного вырабатывают какой-нибудь условный

рефлекс, например на звонок, а затем удаляют определенный участок височных долей коры. Условный рефлекс на звонок исчезает. Хотя оставшаяся часть коры в известной мере в состоянии восстановить утраченный условный рефлекс, этот опыт показывает, что тонкий и точный анализ слуховых раздражений связан только с височной долей коры больших полушарий. Таким же путем доказано, что зрительный центр находится в затылочной области коры, обонятельный — в обонятельной доле. Область восприятия кожных раздражений располагается в задней центральной извилине.

Метод условных рефлексов показал, что деление коры на двигательную и чувствительную зону не вполне оправдано, в сущности вся кора больших полушарий воспринимает явления внешней и внутренней среды организма, кора в целом производит анализ и синтез раздражений, поступающих в головной мозг.

Типы нервной деятельности. Нет двух животных, вполне сходных по своим физиологическим признакам, по свойствам нервной системы. Из этого следует, что и реакция нервной системы, сила условных рефлексов и прочее зависят не только от характера раздражителей, но и от особенностей самой нервной системы.

На основании многочисленных опытов и наблюдений И. П. Павлов пришел к выводу, что необходимо различать следующие основные функциональные свойства нервной системы: силу, уравновешенность и подвижность.

Под силой клеток коры больших полушарий понимают предельную силу раздражения, на которую может быть образован положительный или отрицательный рефлекс. Уравновешенность характеризуется взаимоотношением возбуждения и торможения в коре. Подвижность — процесс перехода возбуждения в торможение и обратно, скорость «перedelки» условных рефлексов.

Все животные по И. П. Павлову делятся на следующие основные типы.

Классификация по Павлову			Классификация по Гиппократу
по силе	по уравновешенности	по подвижности	
Сильный Сильный Сильный Слабый	Уравновешенный Уравновешенный Неуравновешенный	Подвижный Инертный	Сангвиник Флегматик Холерик Меланхолик

Слабый тип отличается слабостью как возбудительных, так и тормозных процессов. Эти животные легко заболевают в трудных условиях. Они плохо приспособлены к жизни.

Сильный неуравновешенный тип. У животных этого типа процессы возбуждения преобладают над тормозными процессами. И. П. Павлов называл таких животных «безудержными». Как и животные первого типа, они подвержены нервным заболеваниям.

Сильный уравновешенный тип характеризуется одинаковой силой как тормозного, так и возбуждательного процесса. Животные быстро переходят от возбуждения к торможению, и наоборот.

Сильный спокойный тип. Ему свойственны сдержанность и замедленность процессов возбуждения и торможения.

Типы нервной системы имеют значение при оценке продуктивных качеств животных. Опыты показали, что, например, для высокой молочной продуктивности больше подходят коровы сильного уравновешенного типа.

Разумеется, что в жизни можно только изредка наблюдать типы нервной деятельности в «чистом» виде. Чаще встречаются различные отклонения от описанной выше схемы. Так, нередко у животных сочетается слабость с неуравновешенностью.

Типы нервной системы в известной мере врожденные, но в то же время они изменяются под влиянием среды обитания. Их можно в какой-то степени изменить «воспитанием».

Сон и гипноз. Сон — необходимое условие нормального существования, основная потребность высших животных. В отличие от других органов — сердца, мускулов, желудка и пр. — мозг работает непрерывно. В нем постоянно происходит смена возбуждения и торможения. Кроме того, в мозге нет запасов питательных веществ, как в клетках сердца, печени и др. Естественно, длительная работа нервных клеток вызывает утомление и даже истощение. Сон поэтому служит мерой, охраняющей мозг от разрушения. Недаром лишение животных или человека сна непременно приводит их к гибели (собака без сна погибает через 10—12 дней).

Во сне уменьшается основной обмен, снижаются сердечная деятельность и кровяное давление, падает мышечный тонус (хотя и не всегда), дыхание становится глубже и реже, рецепторы нервной системы действуют слабее (сильно понижается деятельность органов чувств), условные рефлексы затормаживаются, понижается активность больших полушарий головного мозга.

И. П. Павлов указывал, что «сон и то, что мы называем внутренним торможением, есть один и тот же процесс». Мы уже знаем, что наряду с возбуждением в коре больших полушарий возникает и торможение. Если это торможение распространяется по всей коре и даже спускается в подкорковые центры, а также в промежуточный и средний мозг, наступает сон *.

Если при выработке условных рефлексов у собаки применяют длительное время однообразные условные тормозные раздражители и оберегают животное от посторонних сильных раздражений, у нее в коре больших полушарий возникает и распространяется торможение — наступает сон. В одном опыте собаку лишили зрения, слуха и обоняния. Следовательно, соответствующие рецепторы не передавали в мозг возбуждений. Животное все время было погружено в сон и просыпа-

* По новым исследованиям, в наступлении сна участвует и сетевидное образование.

только при переполнении мочевого пузыря или от голода. Так спят и животные, лишённые коры больших полушарий. Это — и аспинный сон. Активный, или периодический, суточный сон у животных обычно наступает в конце дня, но он может быть вызван и различными раздражителями: при повторении отрицательных, тормозящих условных рефлексов.

У собаки было выработано несколько отрицательных условных рефлексов на определённые тоны (разумеется, эти раздражители едой не подкреплялись) и один положительный рефлекс. Собака обычно погружалась в глубокий сон при повторении отрицательных рефлексов, но просыпалась и искала кормушку, как только раздавался положительный условный раздражитель.

Этот опыт поучителен в двух отношениях: 1) отрицательные раздражители вызывают появление и распространение по коре головного мозга процесса внутреннего торможения; 2) но, очевидно, не вся кора больших полушарий была погружена в торможение. Оставался бодрствующий пункт (группа нервных клеток в коре), способный реагировать на положительный условный раздражитель. Это, по выражению И. П. Павлова, сторожевой пункт в коре, незаторможенный участок коры, частичное бодрствование.

Кроме естественного, суточного сна существуют и другие виды сна: и аркотический — может быть вызван различными наркотическими веществами; сезонная спячка (у сурка, ежа и др.); гипнотический — при распространении торможения в мозге процесс может охватывать одни участки коры, не затрагивая других. Торможение может, например, ограничиться только двигательной областью коры и не распространиться на остальные. Такое явление вызывает у животного только двигательную оцепенелость, характерную для гипноза у человека; это лишь частичный сон.

Механизм гипноза физиологически близок к механизму частичного сна. При гипнозе торможение охватывает только отдельные участки коры, а обычный сон вызывается торможением всей коры, за исключением, в ряде случаев, бодрствующего «сторожевого» пункта. Между гипнозом человека и животного нет особой разницы. Слабые и часто повторяемые или, наоборот, сильные раздражители могут вызвать частичный сон, гипноз, как у животных, так и у человека. У человека гипнотическое состояние возможно и при словесном внушении.

У сельскохозяйственных животных сон чаще всего прерывистый. У лошади наиболее глубокий сон под утро, она чаще всего спит стоя (следовательно, без снижения во сне мышечного тонуса). У крупного рогатого скота сон зависит от обстановки на скотном дворе, от распорядка дня. Высокопродуктивные и новотельные коровы спят больше, как и животные во второй половине стельности.

Значение учения И. П. Павлова об условных рефлексах. Это учение имеет исключительное значение не только для физиологии, но и для философии, медицины, для животноводства. Учение И. П. Павлова об условных рефлексах служит естественнонаучной основой диалектического материализма, является лучшим оружием в борьбе против идеализма, за материализм в науке.

Высшая нервная деятельность (условные рефлексы) имеет большое биологическое значение. Условные рефлексы участвуют в при-

способлении животного к среде обитания, создают возможность животному быстрее ориентироваться в жизненной обстановке, в изменчивых условиях существования. Приобретенные рефлексы помогают животному находить пищу, избегать опасности и пр.

Условные рефлексы повседневно используются в практике животноводства. Например, если от производителя получают сперму на одну и ту же матку и в одной и той же обстановке много раз, от длительного повторения у него нередко вызывается сонное торможение. Дело оканчивается тем, что производителя становится трудно использовать для получения от него спермы. Чтобы «снять» торможение, И. П. Павлов рекомендовал создать в коре головного мозга «столкновение», «сшибку» тормозного и возбуждательного процессов. В нашем примере поступают так: меняют обстановку, устраивают «холостые» приводы производителя (без покрытия матки) и др.; одним словом, разнообразят условия при получении спермы.

Учение И. П. Павлова о высшей нервной деятельности используют для повышения молочной продуктивности крупного рогатого скота. Нетелей приучают к дойке (к подмыванию вымени, надеванию доильных стаканов, к голосу доярки и пр.), у коров также вырабатывают положительные условные рефлексы на распорядок дня на скотном дворе, на очередность доения и др. У свиноматки можно выработать условный рефлекс на более частое кормление ее поросят, а следовательно, улучшить рост и развитие молодняка.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема. Наблюдение за условными рефлексами домашних животных

Выработка двигательного-пищевого условного рефлекса. Материалы и оборудование: оборудованная камера, секундомер, кормушка, электрический звонок; кролик.

Кролика сажают в камеру и приучают брать корм из выдвижной кормушки. После этого несколько раз включают электрический звонок (условный раздражитель). Когда исчезнет ориентировочная реакция на этот раздражитель, приступают к выработке у кролика условного рефлекса. Для этого включают условный раздражитель и через 1—2 секунды рычагом подводят кормушку с закрепленной в ней морковью, т. е. условный раздражитель подкрепляют пищевым, безусловным. Условный раздражитель включают на 20—30 секунд. В течение одного сеанса делают не более 10 сочетаний условного раздражителя с безусловным. Продолжительность интервалов между сочетаниями 3—5 минут. Уже в первый день, после 7—10 сочетаний у кролика образуется условный двигательный-пищевой рефлекс: после включения условного раздражителя кролик приближается к месту установки кормушки и ищет корм.

Наблюдение за натуральными условными рефлексами у животных. Натуральные условные рефлексы можно наблюдать у животных на скотном дворе. При появлении на скотном дворе доярка многие коровы встают, беспокоятся, как бы готовясь к процессу отдачи молока.

При раздаче корма все коровы встают, у многих происходит процесс дефекации и мочеотделения. У коров изо рта выделяется слюна в виде длинных нитей — условный слюноотделительный рефлекс.

У быков-производителей вырабатываются условные половые рефлексы. Появление бычатины, вывод быка к месту взятия семени, присутствие техника искусственного осеменения вызывает у быка половое возбуждение. Выделение семени на искусственную вагину — тоже не что иное как условный рефлекс.

ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ

Анализатор — система органов, устанавливающая постоянную связь организма с окружающей его средой. Система состоит из рецепторных приборов (органов чувств), центростремительных нервов — проводящих путей — и центров в нервной системе. Три части анализатора составляют одно целое. Так, например, зрительный анализатор состоит из глаз, зрительных нервов, подкорковых центров и центра зрения в затылочной части головного мозга.

Классификация анализаторов. Высшие животные обладают зрением, слухом, обонянием, вкусом, кожным чувством. Посредством кожного чувства животные воспринимают прикосновение, давление и т. д. Многочисленные раздражения посылают в мозг также рецепторы, находящиеся в суставах, мускулах и сухожилиях, это так называемое суставно-мышечное чувство. Специальные рецепторы — полукружные каналы и отолитовый аппарат внутреннего уха (орган равновесия) — направляют в мозг сигналы о движениях и положении головы в пространстве. И. П. Павлов и его последователи доказали, что рецепторы есть и во внутренних органах: в сердце, сосудах, желудочно-кишечном тракте и др. Их называют *интерорецепторы* (внутренние рецепторы).

В течение тысячелетий анализаторы животных совершенствовались. Органы чувств у высших животных весьма специализированы и обладают избирательной чувствительностью: для уха раздражителем служит давление звуковых волн, для глаза — световые волны и т. д.

В зависимости от условий жизни у животных лучше развивались те или иные органы чувств. У дневных животных наиболее развиты органы зрения; у животных, ведущих ночной образ жизни, — органы обоняния и слуха.

Раздражения органов чувств передаются в мозг, где и создается соответствующее ощущение: при раздражении глаз — зрительное; при раздражении уха — слуховое и т. д. Посредством ощущений познается окружающий мир.

Общие свойства анализаторов. Чтобы возникло ощущение, органы чувств должны получать раздражения определенной силы. Минимальная величина раздражения, вызывающая ощущение, называется *порогом ощущения* или *порогом чувствительности*.

Органы чувств обладают очень большой чувствительностью. Она зависит от функционального состояния коры больших полушарий головного мозга. Все, что повышает возбудимость центральной нервной системы, увеличивает и чувствительность анализаторов. Второе важное свойство анализаторов — *адаптация* (приспособление) к силе раздражителя. Примером адаптации может служить постепенное приспособление глаз к темноте.

К общим свойствам анализаторов относится повышение чувствительности анализаторов под влиянием повторных раздражений (*сенсibilизация чувствительности*). После того как источник звуков пере-

стал действовать, некоторое время звуки еще бывают слышны. Это — явление так называемых последовательных образов. Такой же пример можно привести и в отношении органа зрения. После черного цвета ощущение белого гораздо ярче. Это — явление контраста. Контраст также свойствен всем органам чувств.

И. П. Павлов ввел в науку метод исследования анализаторов — метод условных рефлексов.

Кожный анализатор

Благодаря большой поверхности и наружному расположению коже принадлежит важная роль в восприятии внешнего мира. Кожный анализатор сигнализирует о температурных колебаниях внешней среды, о прикосновениях, давлениях и других всевозможных воздействиях на кожу.

В коже обнаружены рецепторы разной формы (рис. 124). Это либо концевые нервные аппараты, окруженные соединительной тканью, либо свободные нервные окончания. Разные виды кожной чувствительности имеют разные проводящие пути.

Тактильные кожные рецепторы воспринимают прикосновение и давление. Порог тактильной чувствительности зависит от величины раздражаемой поверхности, раздражаемого участка тела и быстроты, с которой нарастает раздражение. При небольшом давлении, если к тому же оно нарастает медленно, может вообще не возникнуть ощущения прикосновения. Наиболее чувствительны у животных морда, кончик языка. При непрерывном действии раздражителя тактильные рецепторы хорошо приспособляются (адаптируются). Поэтому лошадь после первых выездов начинает спокойно относиться к прикосновению сбруи.

Животное довольно точно узнает место раздражения. Тактильное чувство исследуют при помощи условных рефлексов. Прикосновение к коже собаки прибором («касальной») подкрепляется кормом. Прикосновение к другому месту на коже не сопровождается подкормкой. Через несколько повторений собака начинает различать место прикосновения к коже: на прикосновение к первому месту у собаки выделяется из фистулы слюна; при прикосновении к другому месту слюноотделения нет.

Ощущение боли вызывает у животного защитные рефлексы. На основе болевых раздражений легко образуются условные реакции. Боль ощущается и при раздражении внутренних орга-



Рис. 124. Рецепторы кожи:

А — свободные нервные окончания (роговица глаза); Б — тельца Меркеля (рыло свиньи); В — мейснерово тельце; Г — нервные сплетения вокруг волосяной луковицы; Д — колба Краузе (конъюнктива глаза); Е — тельце Пачини.

нии. Биологическое значение боли огромно: она предохраняет животное от вредных воздействий внешней среды.

Температурные рецепторы распределены по поверхности тела точечно, т. е. рецепторы для каждого из этих ощущений расположены в различных точках кожи, холодовые расположены поверхностнее тепловых; первых значительно больше, чем вторых. Помимо кожи, температурной чувствительностью обладает слизистая носа, рта, пищевода, желудка, мочевого пузыря и др. Температура кожи изменяется в зависимости от условий кровообращения. При расширении кровеносных сосудов ощущается тепло, при сужении — холод.

Интерорецептивная чувствительность

Ею обладают все внутренние органы, и она имеет большое значение для их работы. Регуляция функций внутренних органов осуществляется через центры продолговатого, среднего мозга или чувствительных (зрительных) бугров. Однако некоторые импульсы с рецепторов внутренних органов доходят и до больших полушарий головного мозга (например, при чувстве жажды и голода).

Зрительный анализатор

Глазами животные воспринимают освещенность предметов, их форму, величину, расстояние, на которое они удалены, а некоторые животные — и цвет предметов.

В глазном яблоке помещается светопреломляющий и светочувствительный аппараты. К светопреломляющим средам относятся роговица, камерная влага, хрусталик и стекловидное тело. Светочувствительные элементы находятся в сетчатке (ретине). Толщина сетчатки 0,1—0,2 мм. В ней различают несколько слоев нервных элементов. Первый слой состоит из особых светочувствительных клеток — палочек и колбочек (рис. 125). У млекопитающих палочки и колбочки обращены не к свету, а от света. Это значит, что свет проходит через всю толщу сетчатки, прежде чем попадет на светочувствительный слой. На сетчатке есть участки, отличающиеся некоторыми особенностями: слепое пятно и центральная ямка. Слепое пятно — место выхода из глаза зрительного нерва. Участок вокруг центральной ямки окрашен в желтый цвет и называется желтым пятном. Здесь почти одни колбочки, палочек очень мало. Это участок наиболее ясного видения. Чем дальше от центральной ямки, тем больше палочек и меньше колбочек.

Палочки и колбочки — зрительные рецепторы. От них возбуждение передается ганглиозным клеткам, нервные волокна которых образуют зрительный нерв. Палочки и колбочки способны реагировать на ничтожно малую величину света. В ответ на изменение интенсивности света в сетчатке возникают электрические и фотохимические явления. Фотохимические явления заключаются в следующем. В палочках содержится светочувствительное вещество — з р и т е л ь н ы и

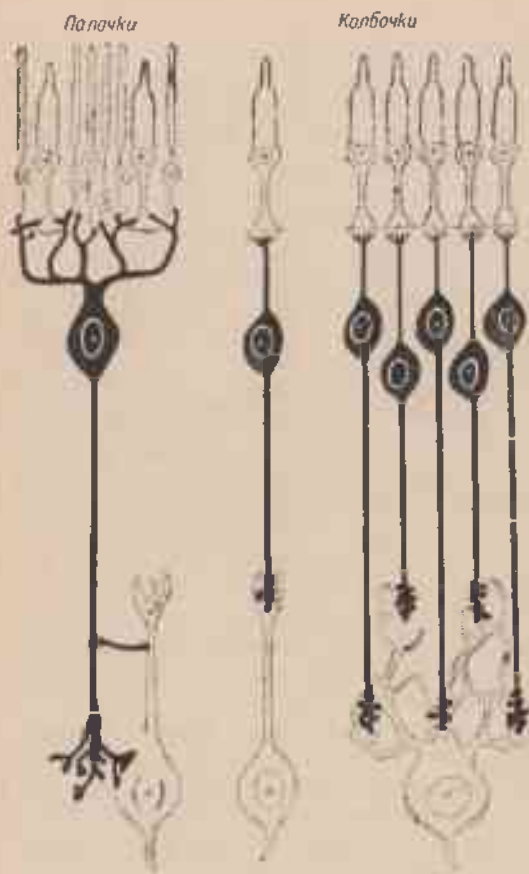


Рис. 125. Схема микроскопического строения части сетчатки глаза.

В сетчатке ночных животных (сова, еж и др.) имеются только палочки. Эти животные не видят днем. У кур, голубей содержатся только колбочки.

Зрительные раздражения, возникающие в сетчатке, по зрительным путям передаются в подкорковые образования и в зрительную область коры головного мозга. У млекопитающих каждая сетчатка связана с обоими полушариями головного мозга.

Острота зрения (способность ясно различать мелкие предметы) при видении колбочками значительно больше, чем при видении палочками. В слепом пятне нет ни палочек, ни колбочек. Если поместить предмет перед глазами так, чтобы его изображение падало на слепое пятно, предмет станет невидимым.

Светопреломляющие среды глаза. Свет проникает внутрь глаза через роговицу, переднюю камеру, зрачок и попадает в хрусталик, ко-

пурпур (родопсин), в колбочках — йодопсин. Оба вещества белковой природы. При действии света на сетчатку родопсин разлагается. Это вызывает импульсы, передающиеся по зрительным нервам в мозг. Одновременно с разложением родопсина происходит и его восстановление. Для этого необходимо не только нормальное кровообращение, но и присутствие в сетчатке витамина А. При недостатке витамина А восстановление родопсина задерживается, и у животного (и у человека) появляется плохое различение предметов в сумерках — «куриная слепота».

Палочки значительно чувствительнее к свету, чем колбочки. При слабом освещении функционируют только палочки (сумеречное зрение). При очень ярком освещении восстановление родопсина не успевает за его распадом, и большую роль начинают играть колбочки (дневное зрение).

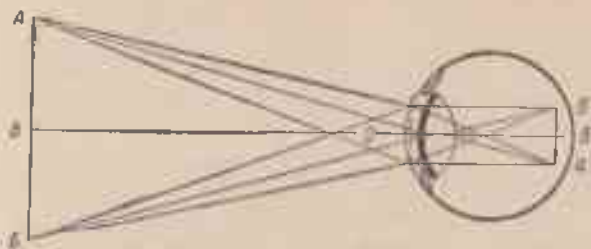


Рис. 126. Схема построения изображения в глазу:
 AB — предмет; ab — его изображение на сетчатке; O — уз-
 ловая точка; Va — оптическая ось

который преломляет проходящий луч под различными углами — в зависимости от своей кривизны. Затем луч света преломляется в стекловидном теле. Светопреломляющие прозрачные среды глаза составляют его диоптрическую систему. На сетчатке появляется уменьшенное и обратное изображение предмета, которое хорошо видно, если глаз только что убитого животного поместить в темной комнате перед зажженной свечой (рис. 126). Для этого из задней стенки глаза надо осторожно вырезать кусочек белочной и сосудистой оболочек.

К недостаткам *рефракции* (преломления лучей света в глазу) относятся: близорукость и дальновзоркость. *Близорукость* наблюдается, если преломляющая сила глаза очень велика или глазное яблоко чересчур длинно. При этом лучи будут собираться в фокусе не на сетчатке, а впереди нее. *Дальновзоркость* бывает, когда преломляющая сила глаза слаба или глазное яблоко укорочено, лучи преломляются в фокусе позади сетчатки. *Астигматизм* — недостаток зрения, при котором роговица в разных меридианах неодинаковой кривизны. На сетчатке при этом не получается ясного изображения предмета. Есть и другие недостатки зрения, однако они возмещаются приспособительными реакциями глаз — *аккомодацией*, поэтому зрительный анализатор в целом дает верное отражение внешнего мира.

Аккомодация — способность глаза видеть предметы, находящиеся на разных расстояниях. У птиц и млекопитающих аккомодация происходит путем изменения кривизны хрусталика (его преломляющей силы). К старости эластичность хрусталика уменьшается, и его способность к аккомодации на близкое расстояние ослабевает.

Адаптация глаз. При длительном пребывании в освещенном месте возбудимость сетчатки понижается. Поэтому при переходе из освещенного помещения в темноту вначале ничего не видно, но постепенно чувствительность сетчатки повышается, и предметы различаются все лучше. Это — *темновая адаптация*. После пребывания в темноте чувствительность сетчатки настолько повышается, что даже слабый свет ослепляет, и только постепенно начинают ясно различаться предметы. Это — *световая адаптация*. Адаптация объяс-

няется тем, что распавшийся на свету зрительный пурпур в темноте восстанавливается.

Цветовое зрение. Способность различать цвета зависит от работы колбочек. В сумерках цвета почти не различаются, так как интенсивность света мала, и колбочки не возбуждаются.

По теории, впервые изложенной М. В. Ломоносовым, а затем развитой Гельмгольцем, в сетчатке глаза имеется три вида колбочек разной чувствительности к лучам спектра. Содержащиеся в колбочках светочувствительные вещества распадаются под действием световых волн разной длины. Распад светочувствительного вещества в колбочках одного вида дает ощущение насыщенного **красного цвета**, в колбочках другого вида — **зеленого цвета**, в колбочках третьего вида — **синего-фиолетового**. При одновременном, но разной интенсивности распаде двух или трех видов светочувствительных веществ получается ощущение иных цветов. При равномерном распаде всех трех светочувствительных веществ создается ощущение **белого цвета**.

При нарушении деятельности одного из трех светочувствительных элементов наступает цветовая «слепота»: утрачивается способность отличать, например, зеленый цвет от красного (дальтонизм). Цветовое зрение есть не у всех животных. Собаки, например, не различают цветов.

Значение мышечного аппарата глаз. Как указывал еще И. М. Сеченов, для видения важна работа мышечного аппарата глаза — трех пар сильных мышц, вращающих глазное яблоко во всех направлениях, а также мышц, изменяющих просвет зрачка. От света зрачок суживается, а в темноте — сильно расширяется (зрачок расширяется также под действием атропина и адреналина, при болевых раздражениях).

Глазные мышцы не только устанавливают глаза на наилучшее видение, но и помогают определять направление, оценить расстояние, величину предмета. Этому способствует то, что орган зрения парный, а глаза расположены симметрично относительно линии движения (бинокулярное зрение). Парность зрения значительно увеличивает поле зрения. Несмотря на то, что смотрят двумя глазами, обычно виден один, а не два предмета. Это происходит потому, что предмет раздражает и возбуждает в обоих глазах одинаковые места сетчаток. Предмет будет двоиться в глазах, если изображение его попадает на неодинаковые места сетчатки в том и другом глазу.

При рассматривании близких предметов внутренние прямые мышцы глаз сводят зрительные оси. Это — **конвергенция** глаза. Рассматривание отдаленных предметов происходит при сокращении наружных прямых мышц, вызывающем разведение зрительных осей, это — **дивергенция** глаза. Поэтому сведение зрительных осей — всегда признак близости предмета; разведение их — признак его удаленности.

Зрительные восприятия и условные рефлексы. Зрительные восприятия, по И. П. Павлову, — результат образования условных рефлексов, деятельности коры больших полушарий головного мозга.

Благодаря условным связям, приобретаемым с самого рождения, животные видят все предметы правильно «вниз ногами», хотя изображение на сетчатке получается обратное.

Слуховой анализатор

Ухо — орган слуха и одновременно орган равновесия. Как и другие анализаторы, слуховой анализатор состоит из периферической части, слуховых нервов и центральной части — центра слуха в височной части коры головного мозга. Наружное ухо улавливает звуки, среднее ухо проводит их, внутреннее ухо — сложный аппарат для восприятия раздражений, производимых звуковыми волнами. При сильнейшем звуке животное настораживает уши и поворачивает ушную раковину в сторону звука.

Для ощущения звука необходимо, чтобы до уха дошли продольные колебания частиц воздуха. Эти колебания легко вызвать, например, звучащим камертоном. Барабанная перепонка, отделяющая наружное ухо от среднего, колеблется при всяком звуке соответственно длине его волны. Собственного же периода колебаний она не имеет, как говорят, «не резонирует». Резонансом называется колебание какого-нибудь тела в ответ на колебания другого тела. Для этого, разумеется, необходимо, чтобы периоды колебаний обоих тел совпадали. Барабанная же перепонка только передает колебания различной частоты. Колебания барабанной перепонки передаются слуховым косточкам, образующим систему рычагов, и далее овальному окошку. Слуховые косточки усиливают давление звуковой волны на перепонку овального окошка примерно в 22 раза. От овального окошка колебательные движения передаются жидкости лабиринта (внутреннему уху). Через евстахиеву (слуховую) трубу в барабанной полости (в среднем ухе) поддерживается нормальное атмосферное давление. Только при этом условии барабанная перепонка может свободно колебаться.

Слуховая труба открывается при глотании. Частые глотательные движения выравнивают давление в барабанной полости при резком изменении атмосферного давления. В результате воспалительного процесса евстахиева труба может закупориться, в этом случае барабанная перепонка вдавливается внутрь, и слух притупляется.

Л а б и р и н т (внутреннее ухо) отделен от среднего уха стенкой с двумя отверстиями, затянутыми перепонкой, — о в а л ь н ы м о к о ш к о м и несколько выше него — к р у г л ы м о к о ш к о м. Звуковые колебания через овальное окошко вовлекают в колебание особую жидкость — э н д о л и м ф у — внутреннего уха. Возникнув у овального окна, колебания эндолимфы, пройдя через спирали улитки, достигают круглого окошка. Так как эндолимфа, как всякая жидкость, несжимаема, то если бы не было круглого окошка, ее колебания были бы невозможны. Оба окошка воспринимают звуковые волны, но давление на овальное окно значительно больше, чем на круглое.

Важнейшая часть внутреннего уха — улитка. Свое название она получила за форму. Это спирально извитый канал длиной 20—30 мм. У лошади он образует 2,5 завитка, у собаки — 3, у коровы — 3,5, у свиньи — 4, у морской свинки — 4,5 завитка.

Костный лабиринт (улитка) также заполнен жидкостью — перилимфой, в которой подвешен перепончатый лабиринт — ряд сообщающихся между собой каналов, заполненных эндолимфой. Перилимфа — это спинномозговая жидкость. Состав эндолимфы значительно отличается от перилимфы.

Основная пластинка (мембрана) и кортиев орган. Важнейшая часть внутреннего уха — основная пластинка (мембрана) улитки. Она состоит из соединительнотканых волокон. Поскольку ширина пластинки неодинакова, волокна на пластинке также неодинаковой длины: короткие у основания и длинные у вершины улитки. Таких волокон несколько тысяч. На основной пластинке расположена важнейшая часть слухового анализатора — кортиев орган, звуковоспринимающий аппарат. Он содержит рецепторные волосковые (слуховые) клетки, которые превращают звуковые колебания в нервное возбуждение. На волосковых клетках покоится, но их не касается так называемая покровная сетчатая пластинка, погруженная в эндолимфу. Если основная пластинка начинает колебаться, то колеблются слуховые клетки, и их волоски ударяются о покровную пластинку. Происходящее при этом изменение внешнего вида волосков является раздражителем слуховых клеток, а в волокнах слухового нерва возникают электрические потенциалы.

Слуховое ощущение возникает, когда состояние возбуждения достигает достаточной силы. Как же происходит восприятие звуков разной высоты? Звуковые колебания, усиленные при прохождении их через среднее ухо, оказывают воздействие на мембрану овального окна. Колебания мембраны овального окошка вызывают колебательные движения эндолимфы и перилимфы. Эти колебания изгибают основную пластинку и находящийся на ней кортиев орган. При этом, как сказано, раздражаются волосковые клетки, а затем и окончания слухового нерва. Чем выше звук, т. е. чем больше частота воспринимаемых ухом колебаний воздуха, тем меньше длина колеблющегося столба жидкости в улитке. При действии звуков низкой частоты длина колеблющегося столба жидкости увеличивается. Место наибольшего размаха колебаний — вершина улитки. При колебаниях жидкости в улитке колеблется и основная пластинка, большие или меньшие участки ее, в зависимости от высоты звука. Подтверждением правильности этой теории служат опыты, проведенные в лаборатории И. П. Павлова. У собак вырабатывали условный рефлекс на звучание тонов определенной высоты. Затем у этих собак тонкой иглой разрушали кортиев орган одного уха и разные участки кортиева органа другого уха. Если разрушали основание первого завитка улитки, исчезали условные рефлексy на высокие тоны. При повреждении вершины улитки исчезали условные рефлексy на низкие тоны.

Чувствительность слухового анализатора у некоторых животных очень велика. У собак можно выработать условный рефлекс на такие высокие тоны, которые человек уже не слышит, например 38 000 колебаний в секунду. Слуховой анализатор, способен к адаптации.

Двуушной эффект. Высшие животные могут определять направление звука. Известную роль в этом играют ушные раковины с хорошо развитыми мускулами. Для определения направления звука большое значение имеет слушание двумя ушами — двуушной эффект.

Анализатор равновесия тела (вестибулярный анализатор)

Ухо является не только органом слуха, но и органом поддержания равновесия. Лабиринт внутреннего уха состоит, помимо улитки, из двух мешочков — круглого и овального и трех полукружных каналов. Эти образования заполнены эндолимфой и окружены со всех сторон перилимфой.

Мешочки выстланы чувствительными невроэпителиальными (волосковыми) клетками и содержат о т о л и т ы — мелкие камешки арагонита (соли углекислого и фосфорнокислого кальция). Здесь же оканчиваются и волокна вестибулярного нерва. Раздражителем отолитового прибора служит смещение отолитов, например при изменении положения головы или тела. При этом отолиты давят на невроэпителий или же натягивают волоски, если отолиты на них повисают (при положении вниз головой). Эти раздражения, передающиеся в головной мозг, вместе с раздражениями, идущими от рецепторов мышц и связок шеи и позвоночника, дают ощущение положения головы.

Полукружные каналы представляют собой три очень тонкие дугообразные трубки, расположенные в трех взаимно перпендикулярных плоскостях (рис. 127). К каждому каналу подходит веточка вестибулярного нерва. В расширении полукружных каналов, на небольшом выступе, находится самая важная часть анализатора — рецепторный (воспринимающий) аппарат. Он состоит из опорных клеток и таких же клеток невроэпителия, оканчивающихся длинными волосками.

Раздражителем рецепторов полукружных каналов является угловое ускорение. При этом эндолимфа в силу инерции отстает от стенок канала и отклоняет чувствительные волоски.

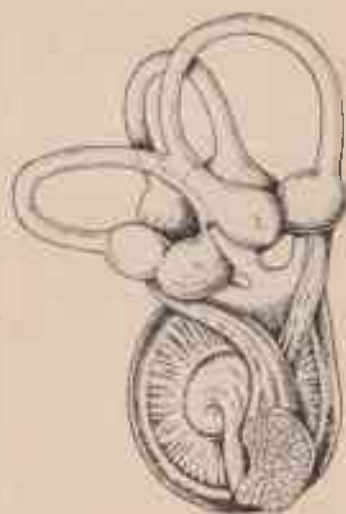


Рис 127 Полукружные каналы и улитка уха (увеличено).

Важнейшая часть внутреннего уха — улитка. Свое название она получила за форму. Это спирально извитый канал длиной 0—30 мм. У лошади он образует 2,5 завитка, у собаки — 3, коровы — 3,5, у свиньи — 4, у морской свинки — 4,5 завитка.

Костный лабиринт (улитка) также заполнен жидкостью — перилимфой, в которой подвешен перепончатый лабиринт — ряд сообщающихся между собой каналов, заполненных эндолимфой. Перилимфа — это спинномозговая жидкость. Состав эндолимфы значительно отличается от перилимфы.

Основная пластинка (мембрана) и кортиев орган. Важнейшая часть внутреннего уха — основная пластинка (мембрана) улитки. Она состоит из соединительнотканых волокон. Поскольку ширина пластинки неодинакова, волокна на пластинке также неодинаковой длины: короткие у основания и длинные у вершины улитки. Таких волокон несколько тысяч. На основной пластинке расположена важнейшая часть слухового анализатора — кортиев орган, звуковоспринимающий аппарат. Он содержит рецепторные волосковые (слуховые) клетки, которые превращают звуковые колебания в нервное возбуждение. На волосковых клетках покоится, но их не касается так называемая покровная сетчатая пластинка, погруженная в эндолимфу. Если основная пластинка начинает колебаться, то колеблются слуховые клетки, и их волоски ударяются о покровную пластинку. Происходящее при этом изменение внешнего вида волосков является раздражителем слуховых клеток, а в волокнах слухового нерва возникают электрические потенциалы.

Слуховое ощущение возникает, когда состояние возбуждения достигает достаточной силы. Как же происходит восприятие звуков разной высоты? Звуковые колебания, усиленные при прохождении их через среднее ухо, оказывают воздействие на мембрану овального окна. Колебания мембраны овального окошка вызывают колебательные движения эндолимфы и перилимфы. Эти колебания изгибают основную пластинку и находящийся на ней кортиев орган. При этом, как сказано, раздражаются волосковые клетки, а затем и окончания слухового нерва. Чем выше звук, т. е. чем больше частота воспринимаемых слухом колебаний воздуха, тем меньше длина колеблющегося столба жидкости в улитке. При действии звуков низкой частоты длина колеблющегося столба жидкости увеличивается. Место наибольшего размаха колебаний — вершина улитки. При колебаниях жидкости в улитке колеблется и основная пластинка, большие или меньшие участки ее, в зависимости от высоты звука. Подтверждением правильности этой теории служат опыты, проведенные в лаборатории И. П. Павлова. У собак вырабатывали условный рефлекс на звучание тонов определенной высоты. Затем у этих собак тонкой иглой разрушали кортиев орган одного уха и разные участки кортиева органа другого уха. Если разрушали основание первого завитка улитки, исчезали условные рефлексy на высокие тоны. При повреждении вершины улитки исчезали условные рефлексy на низкие тоны.

Чувствительность слухового анализатора у некоторых животных очень велика. У собак можно выработать условный рефлекс на такие высокие тоны, которые человек уже не слышит, например 38 000 колебаний в секунду. Слуховой анализатор, способен к адаптации.

Двуушной эффект. Высшие животные могут определять направление звука. Известную роль в этом играют ушные раковины с хорошо развитыми мускулами. Для определения направления звука большое значение имеет слушание двумя ушами — двуушной эффект.

Анализатор равновесия тела (вестибулярный анализатор)

Ухо является не только органом слуха, но и органом поддержания равновесия. Лабиринт внутреннего уха состоит, помимо улитки, из двух мешочков — круглого и овального и трех полукружных каналов. Эти образования заполнены эндолимфой и окружены со всех сторон перилимфой.

Мешочки выстланы чувствительными невроэпителиальными (волосковыми) клетками и содержат **отолиты** — мелкие камешки арагонита (соли углекислого и фосфорнокислого кальция). Здесь же оканчиваются и волокна вестибулярного нерва. Раздражителем отолитового прибора служит смещение отолитов, например при изменении положения головы или тела. При этом отолиты давят на невроэпителий или же натягивают волоски, если отолиты на них повисают (при положении вниз головой). Эти раздражения, передающиеся в головной мозг, вместе с раздражениями, идущими от рецепторов мышц и связок шеи и позвоночника, дают ощущение положения головы.

Полукружные каналы представляют собой три очень тонкие дугообразные трубки, расположенные в трех взаимно перпендикулярных плоскостях (рис. 127). К каждому каналу подходит веточка вестибулярного нерва. В расширении полукружных каналов, на небольшом выступе, находится самая важная часть анализатора — рецепторный (воспринимающий) аппарат. Он состоит из опорных клеток и таких же клеток невроэпителия, оканчивающихся длинными волосками.

Раздражителем рецепторов полукружных каналов является угловое ускорение. При этом эндолимфа в силу инерции отстает от стенок канала и отклоняет чувствительные волоски.



Рис 127 Полукружные каналы и улитка уха (увеличено).

Это и возбуждает нервные окончания. Отсюда возбуждение передается в продолговатый, средний мозг, в мозжечок и вызывает ответные рефлексы. Так как полукружные каналы расположены в трех плоскостях, ощущается движение в любой плоскости и его направление. Функция полукружных каналов — координация (согласованность) движений. Они регулируют перемещение тела в пространстве. Отолиты — преимущественно орган устойчивости тела.

Опыты, проведенные на животных, показали громадное значение вестибулярного аппарата для нормального поведения животного. Сильное раздражение вестибулярного анализатора рефлекторно изменяет деятельность сердца, органов дыхания, иногда вызывает рвоту (морскую болезнь у человека).

Движение с ускорением может восприниматься и другими анализаторами (кроме вестибулярного) — зрительным, кожным, мышечным. После двустороннего разрушения вестибулярного аппарата у животного возникают двигательные расстройства. С течением времени они компенсируются за счет других анализаторов, главным образом зрительного.

Обонятельный анализатор

Обонятельный анализатор, как и вкусовой, относится к так называемым химическим анализаторам. Это древнейший орган чувств. Та часть коры головного мозга, где расположен обонятельный центр — аммонов рог, есть уже у низших позвоночных, у которых остальные части коры больших полушарий еще не развиты.

У большинства животных обоняние развито очень хорошо. Посредством обоняния животные отыскивают корм, определяют врагов и т. д. Обоняние играет большую роль в половых инстинктах.

У млекопитающих органы обоняния помещаются в глубине носовой полости. Эта обонятельная область отличается от остальной части слизистой носа окраской — желтоватой, бурой или почти черной. По строению обонятельные рецепторы сходны с палочками и колбочками сетчатки глаза. Обонятельный эпителий состоит из опорных

и собственно обонятельных (нервных) клеток (рис. 128). Под электронным микроскопом обнаружено на каждой обонятельной клетке большое количество микровыростов. Это значительно увеличивает поверхность обонятельного аппарата. Обонятельные клетки называют химорецепторами. Это означает, что они реагируют на определенные химические вещества, находящиеся в газообразном состоянии. Однако далеко не все газообразные вещества раздражают обонятельные рецепторы. Этой способ-

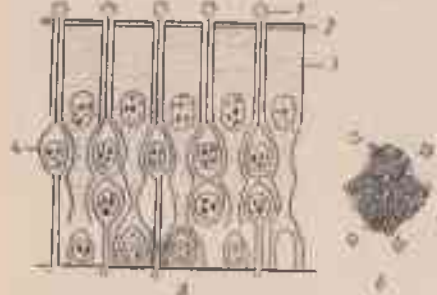


Рис. 128. Схема строения слизистой оболочки обонятельной полости:

А — поперечный разрез; Б — вид сверху; 1 — обонятельные пузырьки; 2 — пограничная мембрана; 3 — опорные и 4 — обонятельные клетки

ностью обладают лишь пахучие вещества, которым присуща в той или иной степени летучесть.

При спокойном дыхании в обонятельную область носа попадает лишь минимальное количество воздуха, и он почти не соприкасается с обонятельной слизистой оболочкой. Обонятельные ощущения в этом случае зависят от диффузии между воздухом вдыхаемым и неподвижным воздухом обонятельной области. Этим обонятельный эпителий предохраняется от охлаждения холодным воздухом, от высушивания его током воздуха, а также от инородных тел.

Газообразные вещества могут проникать в обонятельную область и из ротовой полости через хоаны при еде или при разжевывании пищи. Эти обонятельные ощущения являются одной из составных частей вкуса.

Чувствительность обонятельного анализатора. Он определяется порогом ощущения. Изучается обоняние у животных посредством условных рефлексов. Очень высокая чувствительность обоняния у крупного рогатого скота. Коровы ощущают запах раствора аммиака в концентрации 1 : 100 000. Очень развито обоняние у собак, насекомых, а также у рыб. Обонятельный анализатор способен к адаптации. При длительном действии какого-либо запаха он перестает восприниматься обонятельными клетками. Чувствительность к другим запахам при этом не меняется. Обнаружено повышение чувствительности обонятельного анализатора: это происходит при многократном действии на запаховые рецепторы, через определенные промежутки, слабых запахов.

Раздражение обонятельных рецепторов влияет на весь организм — на кровяное давление, на обмен веществ и пр.

Вкусовой анализатор

Орган вкуса — вкусовые сосочки — находится у млекопитающих в слизистой оболочке языка, неба, в глотке и гортани. У травоядных, длительно пережевывающих корм, орган вкуса очень хорошо развит. У птиц орган вкуса развит слабо. На вкус влияет запах и температура корма. Очень холодный и очень горячий корм понижает чувствительность рецепторов языка.

Вкусовые луковицы, воспринимающие вкус, расположены в толще сосочков языка — грибовидных, желобоватых и листовидных (рис. 129). У жвачных хорошо развиты желобоватые и нет листовидных сосочков. Больше всего вкусовых луковиц в желобоватых сосочках.

Вкусовая луковица состоит из трех видов веретенообразных клеток: базальных, наружных (опорных) и внутренних, собственно вкусовых клеток (невроэпителиальных). Дистальные концы опорных клеток образуют вкусовую пору (углубление), а невроэпителиальные клетки имеют на концах чувствительные волоски, вдающиеся в полость вкусовой поры. Под электронным микроскопом обнаружены на вкусовых клетках многочисленные выросты. Во вкусовые луковицы проникают волокна симпатических нервов.

ФИЗИОЛОГИЯ

Глава IV. Физиология пищеварения	218
Пищеварение в ротовой полости (222) и желудке (225) свиньи (229), лошади (230), жвачных (230). Пищеварение в кишечнике (234). Всасывание (239). Пищеварение у сельскохозяйственной птицы (241). Лабораторно-практические занятия (244).	
Глава V. Кровь и лимфа	248
Кровь (248). Лимфа и тканевая жидкость (258). Лабораторно-практические занятия (259). Кровообращение (267). Сердце (268). Движение крови по кровеносным сосудам (273). Регуляция кровообращения (277). Лимфообращение (278). Лабораторно-практические занятия (279).	
Глава VI. Физиология дыхания	282
Обмен газов в легких (282). Перенос газов кровью (285). Регуляция дыхания (287). Дыхание у птиц (289). Лабораторно-практические занятия (290).	
Глава VII. Обмен веществ и энергии	292
Углеводный (294), жировой (295), азотистый (296), водно-солевой (300) обмена. Витамины (304). Обмен энергии (309). Терморегуляция (311).	
Глава VIII. Физиология выделения	314
Мочевыделение (315). Кожа как орган выделения (318). Лабораторно-практические занятия (321).	
Глава IX. Физиология желез внутренней секреции	321
Щитовидная железа (322). Околощитовидные железы (324). Поджелудочная железа (324). Надпочечные железы (325). Гипофиз (327). Половые железы (329). Лабораторно-практические занятия (330).	
Глава X. Физиология размножения и лактация	331
Физиология половой системы самца (332), самки (333). Беременность (338). Лактация (340). Размножение птиц (343).	
Глава XI. Физиология мышц	345
Лабораторно-практические занятия (350).	
Глава XII. Физиология нервной системы	352
Физиология центральной нервной системы (358), спинного (362) и головного (363) мозга, вегетативной нервной системы (368). Спинномозговая жидкость (372). Лабораторно-практические занятия (372).	
Глава XIII. Высшая нервная деятельность	374
Лабораторно-практические занятия (384).	
Глава XIV. Физиология анализаторов	385
Кожный анализатор (386). Интерорецептивная чувствительность (387). Зрительный (387) и слуховой (391) анализаторы. Анализатор равновесия тела (вестибулярный) (393), обонятельный (394) и вкусовой (395) анализаторы.	

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ *

Абдукторы 96
 Абсиральный 39, 40
 Амиаминозы 304—309
 Автоматизм дыхательного центра 287, 288
 — кишечника 238
 — сердца 270, 345
 Агглютинация эритроцитов 254, 266
 Агглютинины 254, 255
 Агглютиногены 254, 255
 Агранулоциты 27
 Адаптация анализаторов 385, 389
 Адвентиция 39
 Адукторы 96, 100
 Аденин 7
 Аденогипофиз (передняя доля гипофиза) 205, 327
 Адуренин 247, 276, 294, 321, 325, 330, 350, 355, 390
 Аккомодация глаза 389
 Аксон 32, 37, 352, 360
 Актив 347
 Аллантоис 24
 Аллантохорион 24, 179
 Альбумины 318
 Альвеолы легких 146
 — молочных желез 341, 342
 Альдостерон 326, 330
 Амилаза 220, 223, 235, 242
 Амитоз 14, 17
 Аминокислоты 218, 231, 235, 240, 296
 — незаменимые 297, 299
 Амнион 22, 319
 Анализ корковых 380, 381
 Анализаторы (органы чувств) 197—203, 389—396
 Анализатор вкусовой 201, 395, 396
 — зрительный 197, 198, 387—391
 — кожный 201, 386—387
 — обонятельный 197, 198, 394, 395
 — равновесия тела (вестибулярный) 200, 393, 394
 — слуховой 199—201, 391—393
 Анастомозы 150, 277
 Анатомия 2, 38, 216

Анафаза 14, 15
 Ангидраза угольная 287
 Антистомия 240, 293
 Андрогены 329, 330
 Антигены 255
 Антиперистальтика 238
 Антитела 255
 Антигипероидные вещества 323
 Аорта 147, 148, 150, 273, 277
 Аппикальный 24
 Аппарат отолитовый 385
 Артерия (и) 39, 147, 267
 Ассимиляция 13, 14, 292
 Астазия 367
 Астения 367
 Астигматизм 389
 Астроциты 34
 Атаксия 367
 Атлант 48, 49, 78, 79
 Атония 238, 367
 Аускультация 284, 292
 Аутосома 16
 Ацетилхолин 247, 307, 308, 330, 355, 358, 362, 370

Базальный 24
 Базофилы 27, 28
 Бактерии рубца 230
 Баланс азотистый 298, 328
 Башмак копыта 112
 Белок (и) микробный 299
 — неполноценные 297
 — полноценные 297, 299
 Беременность 177, 329, 331, 338
 Биотоки 271, 354
 Бифуркация трахеи 142
 Бластомеры 22, 337
 Близорукость 389
 Боль 368, 386, 387, 396
 Брожение в рубце 230, 231
 — в толстом кишечнике 237, 238
 Бронхи 142, 143, 146, 370
 Бронхиолы 143
 Брыжейка 125
 Брюшина 25, 125
 Бугры зрительные (таламус) 187, 364, 387

* Составлен доцентами О. П. Белуниной и А. Ф. Орловым.

ФИЗИОЛОГИЯ

Глава IV. Физиология пищеварения	218
Пищеварение в ротовой полости (222) и желудке (225) свиньи (229), лошади (230), жвачных (230). Пищеварение в кишечнике (234). Всасывание (239). Пищеварение у сельскохозяйственной птицы (241). Лабораторно-практические занятия (244).	
Глава V. Кровь и лимфа	248
Кровь (248). Лимфа и тканевая жидкость (258). Лабораторно-практические занятия (259). Кровообращение (267). Сердце (268). Движение крови по кровеносным сосудам (273). Регуляция кровообращения (277). Лимфообращение (278). Лабораторно-практические занятия (279).	
Глава VI. Физиология дыхания	282
Обмен газов в легких (282). Перенос газов кровью (285). Регуляция дыхания (287). Дыхание у птиц (289). Лабораторно-практические занятия (290).	
Глава VII. Обмен веществ и энергии	292
Углеводный (294), жировой (295), азотистый (296), водно-солевой (300) обмены. Витамины (304). Обмен энергии (309). Терморегуляция (311).	
Глава VIII. Физиология выделения	314
Мочеотделение (315). Кожа как орган выделения (318). Лабораторно-практические занятия (321).	
Глава IX. Физиология желез внутренней секреции	321
Щитовидная железа (322). Околощитовидные железы (324). Поджелудочная железа (324). Надпочечные железы (325). Гипофиз (327). Половые железы (329). Лабораторно-практические занятия (330).	
Глава X. Физиология размножения и лактации	331
Физиология половой системы самца (332), самки (333). Беременность (338). Лактация (340). Размножение птиц (343).	
Глава XI. Физиология мышц	345
Лабораторно-практические занятия (350).	
Глава XII. Физиология нервной системы	352
Физиология центральной нервной системы (358), спинного (362) и головного (363) мозга, вегетативной нервной системы (368). Спинномозговая жидкость (372). Лабораторно-практические занятия (372).	
Глава XIII. Высшая нервная деятельность	374
Лабораторно-практические занятия (384).	
Глава XIV. Физиология анализаторов	385
Кожный анализатор (386). Интерорецептивная чувствительность (387). Зрительный (387) и слуховой (391) анализаторы. Анализатор равновесия тела (вестибулярный) (393), обонятельный (394) и вкусовой (395) анализаторы.	

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ *

Абдукторы 96
 Абсорбальный 39, 40
 Авитаминозы 304—309
 Автомагизм дыхательного центра 287, 288
 — кишечника 238
 — сердца 270, 345
 Агглютинация эритроцитов 254, 266
 Агглютинины 254, 255
 Агглютиногены 254, 255
 Агранулоциты 27
 Адаптация анализаторов 385, 389
 Адвентиция 39
 Аддукторы 96, 100
 Аденин 7
 Аденогипофиз (передняя доля гипофиза) 205, 327
 Адреналин 247, 276, 294, 321, 325, 330, 350, 355, 390
 Аккомодация глаза 389
 Аксон 32, 37, 352, 360
 Актин 347
 Аллантоис 24
 Аллантохорион 24, 179
 Альбумины 318
 Альвеолы легких 146
 — молочных желез 341, 342
 Альдостерон 326, 330
 Амилаза 220, 223, 235, 242
 Амитоз 14, 17
 Аминокислоты 218, 231, 235, 240, 296
 — незаменимые 297, 299
 Ампион 22, 319
 Анализ корковый 380, 381
 Анализаторы (органы чувств) 197—203, 389—396
 Анализатор вкусовой 201, 395, 396
 — зрительный 197, 198, 387—391
 — кожный 201, 386—387
 — обонятельный 197, 198, 394, 395
 — равновесия тела (вестибулярный) 200, 393, 394
 — слуховой 199—201, 391—393
 Анастомозы 150, 277
 Анатомия 2, 38, 216

Анафаза 14, 15
 Ангидраза угольная 287
 Ангиостомия 240, 293
 Андрогены 329, 330
 Антигены 255
 Антиперистальтика 238
 Антитела 255
 Антигиреоидные вещества 323
 Аорта 147, 148, 150, 273, 277
 Аппикальный 24
 Аппарат отолитовый 385
 Артерия (и) 39, 147, 267
 Ассимиляция 13, 14, 292
 Астазия 367
 Астения 367
 Астигматизм 389
 Астроциты 34
 Атаксия 367
 Атлант 48, 49, 78, 79
 Атония 238, 367
 Аускультация 284, 292
 Аутосома 16
 Ацетилхолин 247, 307, 308, 330, 355, 358, 362, 370

Базальный 24
 Базофилы 27, 28
 Бактерии рубца 230
 Баланс азотистый 298, 328
 Башмак копыта 112
 Белок (и) микробный 299
 — неполноценные 297
 — полноценные 297, 299
 Беременность 177, 329, 331, 338
 Биотоки 271, 354
 Бифуркация трахей 142
 Властомеры 22, 337
 Близорукость 389
 Боль 368, 386, 387, 396
 Брожение в рубце 230, 231
 — в толстом кишечнике 237, 238
 Бронхи 142, 143, 146, 370
 Бронхиолы 143
 Брыжейка 125
 Брюшина 25, 125
 Бугры зрительные (галамус) 187, 364, 387

* Составлен доцентами О. П. Белу-
 гиной и А. Ф. Орловым.

Бугры седалищные 70, 71

Бусы синовиальные 89

Вазопрессин 327

Вакуоль 11

Вдох 282, 287

Вена (ы) 39, 147, 158—160

— полые 158, 278

Вентиляция легких 284

Венец лучистый яйцеклетки 334

Вентральный 39, 40, 46, 124

Венчик копытный 112, 113

Вещество (а) белое 185, 202

— серое 185, 202

— экстрактивные 218

Вивисекция 220

Витамины 293, 302, 304—309

Витамин А (ретинол) 42, 304, 340, 388

— В₁ (тиамин) 294, 306, 340

— В₂ 307

— В₃ 307

— В₆ 308

— В₁₂ 240, 257, 308

— С 42, 308, 340

— D 42, 305, 324, 340

— E 306, 340

— K 252, 306, 340

— PP 307

Влагалище 172, 177, 180, 184, 335

— искусственное 335

ВНД (высшая нервная деятельность) 374—384

Возбудимость 345

Возбуждение 9, 14, 216, 345, 371, 379

Воздух альвеолярный 285—286

— дополнительный 281, 284

— дыхательный 286, 291

— остаточный 284

— резервный 284, 291

Волна пугсовая 275

Волокна афферентные 352—353

— коллагеновые 28, 29, 30, 35

— нервные 21, 37, 353

Волокна Пуркине 268

— эластичные 28, 29, 35, 36, 77

— эфферентные 115, 117, 352, 353

Волос 108, 109, 110, 320

Волярный 39, 40

Ворота печени 131

Ворсинка 25, 129, 130, 237, 239

Всасывание 239

Выдох 282, 287

Вымя 110, 111, 342

Вязкость крови 261

Газообмен 285, 311

Газы крови 285, 286

Гамма-глобулин 29

Гастрин 227

Гем 253

Гематоксидин 20, 21, 34, 36

Гемоглобин 12, 27, 235, 252, 253, 263, 286, 316

Гемолиз 253, 254, 264, 267, 316

Гемолизины 255

Гемоцитобласты 164, 257

Гепарин 29, 252

Гиалоплазма 10

Гипергликемия 294

Гипноз 382, 383

Гипогликемия 294, 331

Гипоталамус (подбугорье) 187, 277, 299, 317, 327, 329, 372

Гипофиз 57, 189, 203—205, 206, 257, 296, 321, 327, 342

Гистамин 276

Гистиоциты 28, 35, 257

Гистология 2, 22, 216

Глаз 198, 387—390

Гликоген 7, 294, 296, 325, 331, 347

Глицерин 296

Глобин 253

Глотание 225

Глотка 62, 117, 122, 123, 140, 141, 225, 393

Глюкагон 134, 325

Глюкоза 294, 296, 347, 372

Глюкозурия 294, 317

Глюкокортикоиды 326

Глюкопротенды 7

Голодание белковое 298

— кислородное 316, 348

Гомеостаз 327

Гормон (ы) 248, 302, 314, 321

— адренокортикотропный (АКТГ) 327, 328

— антидиуретический (вазопрессин), 317, 327

— гонадотропные 328, 330, 332

— лютеинизирующий 328, 334

— лютеотропный (пролактин) 334

— соматотропин (гормон роста) 327, 341

— тиреотропный 323, 328, 342

— фолликулостимулирующий 328

— щитовидной железы 294

Гортань 62, 123, 140, 145, 212, 395

Гранулоциты 27

Гребень (кости) 41, 46, 54, 55

Грудина 52

Группы крови 254—256, 265

Гуанин 7

Губы 94, 95, 118, 135, 211

Давление внутриплевральное 283

— крови 274, 316

— онкотическое 250, 316

— осмотическое 249, 250, 316, 319

— парциальное 285, 286

Алинозоркость 389
Анижение крови 275
— желудка 228
— кишечника 238
— преджелудков 231
Амнинирование 296, 297, 299, 307
Аноксирибоза 7
Апение (клетки) карихинетическое 22
— митотическое 14, 22
— непряное 14
— прямое 14, 17
— редукционное 14, 17
— эквационное 17
Аендрит 32, 33, 34, 37, 352, 360
Аентин зуба 119, 121
Аепо жира 295, 296
— крови 258, 278
Аепрессор (нерв) 277
Аерма 108
Аефекация 240, 241, 384
Аиабет сахарный 317, 325
Аиастола 268
Аиафиз кости 41
Аиафрагма 91, 94, 97, 282, 290
Аинвергенция 390
Аиоптрическая система 389
Аиссимиляция 13, 14, 292
Аистальный 39, 40, 43
Аиурез 317
АИК (дезоксирибонуклеиная кис-
лота) 7, 8, 12, 13, 14, 16, 17
Аино желудка 127, 128, 140
Аиение 342, 384
Аидоминанта 217, 332, 366
Аиорсальный 39, 40, 46
Аидыхание 282—292
— птиц 289
Аикмость жизненная легких 284, 291
— кислородная 287
Аивачные периоды 232
Аиеза (ы) вилочковая (тимус) 203,
204, 321, 330
— внутренней секреции 203—207,
321—331
— бруннеровы 2, 129
— желудка 225, 227, 228
— либеркюновы 129
— копчикова 210
— молочные 107, 111, 112, 116, 117, 341
— надпочечные 257, 299
— околощитовидные 203, 204, 207, 304,
321, 324
— поджелудочная 133, 134, 138, 139,
212, 234, 321, 324, 371
— половые 257, 296, 321, 329
— придаточные 173, 175, 333
— потовые 107, 110, 311, 313—315, 318,
370, 371
— сальные 107, 110, 319, 370

Аиеза(ы) слезные 192
— слюнные 120, 121, 136, 138, 223—225
— щитовидная 203, 204, 296, 299, 321,
322, 341, 342

Аиеоб пищеводный 126, 232
Аиеудок 39, 117, 125—128, 136, 137,
215, 241, 370
— железистый 212
— мускульный 212
Аиеудочек (чки) мозговые 189, 372
— изолированный 221, 226
— сердца 147, 267, 268, 289
Аиельц 234, 235, 246, 314
Аиеропот 110, 319

Аиплюсна 64, 72, 73
Аипастье 44, 64, 65, 80, 81
Аигота 22, 23, 336—338
Аиоб (птиц) 212, 241, 242
Аионы (коры) зрительные 367
— слуховые 367
Аизрачок 199, 390
Аизрелость половая 331
— физиологическая 332
Аизрение 390
Аизубы 39, 63, 118—122, 135, 136, 221

Аизотопы 218, 240
Аиммунитет 248, 255, 256, 257
Аидукция 366, 379
Аинкреты 10, 12, 14, 321
Аинкубация 344
Аинспираторы 91
Аинстинкт 359
Аинсулин 134, 240, 294, 325, 331
Аинтерорецепторы 385
Аинтерфаза 7, 14, 15, 17
Аинфузории 230

Аиод 6, 301, 323
Аиодопсин 388
Аиоррадиация 360, 366
Аиазеин 340, 341
Аикал 240, 309
Аикалий 6, 273, 300, 355
Аикалориметрия непряная 309
— прямая 309, 310
Аикальций 6, 8, 41, 251, 273, 300, 301,
305, 324
Аикальциферол (витамин D) 305
Аиканал (ы) Гаверсов 30, 31, 36
— мочеиспускательный 168, 171, 172
— мочеполовой 168, 172, 175, 182
— паховый 94
— полукружные 201, 385, 393, 394
— сосковый 111
— фолькмановы 43
Аиканатик семенной 175
Аикапилляры 147, 248, 276, 278

Капсула Шумлянского-Боумена 169, 316
 Кардия 127, 128
 Кариокинез 14, 21, 22
 Кариоплазма 10, 12, 13
 Кариотип 16
 Каротин 304
 Карункулы 179
 Кастрация 322
 Каудальный 39, 46
 Кератогиалин 21
 Кислота (ы) аденозиндифосфорная (АДФ) 8, 347
 — аденозинтрифосфорная (АТФ) 6, 9, 10, 13, 347, 348, 355
 — аскорбиновая 308
 — желчные 236, 240
 — жирные 231, 236, 296, 341,
 — летучие жирные 239, 241, 294, 318, 341
 — молочная 347, 348
 — мочева 220, 296
 — пезаменимые 297, 299
 — нуклеиновые 6, 7
 — пантотеновая 307, 308
 — пировиноградная 306, 307
 — соляная 8, 226, 228, 229, 234, 327
 — фолиевая 308
 Кисть 315, 318
 Кишечник 129, 131, 134, 135, 137, 139, 237, 370
 — тонкий 117, 123, 129, 134, 135, 137, 139, 212
 Клапаны сердца 149, 166, 269, 278
 — сосудов 150, 160, 166
 Клетка (и) 6, 9, 13, 14
 — жировые 29
 — пигментные 29
 — тучные 29
 — Шванновские 34
 Клетчатка, переваривание 294, 295
 Клоака 212, 318, 343
 Клубочки мальпигиевы 169, 316
 Книжка (преджелудки) 127, 137, 140, 231
 Кобальт 6, 257, 295, 301
 Кожа 107—111, 112, 116, 210, 313, 318
 Коллатерали 150
 Колбочки (сетчатки) 199, 387, 388, 390
 Количество крови 249
 Комплекс Гольджи 9—12
 Конвергенция 390
 Координация функций 366
 Копыто 107, 112—114, 117
 Кора мозга 190, 311, 370
 Корешки спинномозговые 186
 Кормление мнимое 226
 Кортикоиды 326
 Кости 42, 44, 45, 65—88
 Косточки слуховые 331

Котиледоны 24, 179
 Коэффициент дыхательный 310
 — калорический 310
 Краниальный 39, 46
 Крипторхизм 173, 332
 Крестец 54
 Крипты 181
 Криста 10, 11
 Кровь 26, 27, 248—267
 Кровообращение 159, 218, 267—278, 281
 Кроветворение 214, 257
 Кутикула 110
 Лабильность 356, 358
 Лабиринт ушной 200, 391—393
 Лактация 331, 340—343
 Лактоза 341
 Латеральный 39, 40, 65
 Легкие 140, 142, 145, 212, 215, 315
 Лейкоциты 12, 14, 27, 28, 164, 248, 256, 260
 Лейкоцитоз 258
 Лейцин 297
 Лизин 297
 Лизосомы 9, 12
 Лизозим 225
 Лимфа 26, 28, 160, 248, 258, 278, 372
 Лимфоциты 28, 35, 36, 256, 257
 Линька 313, 320, 327, 343
 Липаза 220, 228, 234, 235, 236, 296
 Липоиды 7, 10, 11
 Липоканн 325
 Липопротеиды 7
 Липохромы 12
 Лопатка 65, 68, 69
 Лоханка почечная 317, 318
 Луковицы волоса 320
 Луковицы вкусовые 108, 109, 395, 396
 Магний 8, 295
 Макроглия 34
 Макромолекула 9
 Макрофаги 35, 257
 Макроэлементы 300
 Мальтаза 223
 Марганец 295, 301
 Матка 140, 179, 183, 214, 329, 333, 336, 338
 Матрикс 10, 16
 Матрица 8
 Мегакариоциты 164
 Медиальный 39
 Медианная 39, 65
 Медиатор 357, 358
 Медь 6, 295, 301
 Мезенхима 22, 26, 27, 31, 34
 Мезодерма 22, 23, 41, 325
 Мезотелий 25
 Мейоз 14, 17

Меланин 12
 Мелатонин 330
 Мембрана клеточная 10, 12
 — постсинаптическая 33
 — пресинаптическая 33
 Мегафаза 14, 15
 Меггионин 297
 Мешки воздухоносные 144, 212, 213, 215, 289, 290
 Микроглия 34
 Микроворсинки 25, 129, 130, 132, 237
 Микроскоп электронный 9, 10, 12, 21
 Микроскоп 17, 18
 Микротом 19, 20
 Микроэлементы 295, 300, 302
 Минимум белковый 298
 Минералокортикостероиды 326
 Миоглобин 286
 Миозин 347
 Миокард 147, 166
 Миофибриллы 10, 31, 32, 36, 347
 Миоэпителий (звездчатые клетки) 111, 342
 Митоз 14, 16, 17, 22
 Митотическое веретено 14, 15
 Митохондрии 9—12
 Мозг головной 186, 191, 201, 214, 363
 — задний 186—187
 — костный 27, 43, 164, 252, 257
 — продолговатый 186, 364, 387, 393
 — промежуточный 187, 304, 311
 — спинной 37, 185, 186, 201, 318, 362
 — средний 187, 364, 374, 387, 393
 Можжечок 187, 214, 367, 393
 Молозиво 340
 Молоко 38, 110, 340
 Молокообразование 342
 Моноциты 28, 256, 257
 Морула 23, 337
 Мост мозговой 187
 Моча 309, 315, 321
 Мочевина 220, 241, 296, 299, 315, 317
 Мочеобразование 316
 Мочеотделение 168—172, 315, 317
 Мочеточники 168, 171, 172, 181, 213, 317
 Мошонка 173, 174, 182, 332
 Мышцы 88—107, 210, 211
 Мышцы гладкие 31, 32, 36, 350
 Мышцы поперечнополосатые 31, 32, 36
 — сердечная 31, 36
 Мякиши 82, 107
 Набор хромосом гаплоидный 17, 22
 Надгортанник 113, 114, 115, 141, 142
 Надкостница 42, 141
 Надпочечники 203—205, 296, 299, 304, 307, 321, 325
 Натрий 6, 8, 100, 301, 355
 Небо 60, 118, 395
 Неврилема 33, 34, 37, 353, 360

Нейрит 32, 33, 34, 37
 Нейроглия 21, 34, 206
 Нейрогиолиз 206, 317, 327
 Нейрон 32—34, 185, 327, 352
 Нейросекреция 327
 Нейтрофилы 27, 28, 256, 257
 Нервы 39
 — блуждающий 226, 231, 271, 278, 287, 359, 370
 — сердца 149
 — симпатический 271, 272, 277, 319, 359
 — спинного мозга 191
 — черепномозговые 194, 364
 Нефрон 169, 171, 316
 Ноздри 140, 144
 Нордреналин 325, 358, 370, 371
 Нуклеопротеиды 7
 Нуклеотиды 7, 8, 13

Обмен белков (азотистый) 296—299, 308, 323
 — водно-солевой 300—304, 308, 326
 — жиров 295, 306, 323
 — общий 310
 — основной 310
 — углеводов 294, 306, 308, 323
 — энергии 292, 309—314, 323
 Оболочка белочная 389
 — желточная 334
 — клетки 37
 — миелиновая 353
 — мозговая твердая 186
 — — мягкая 186
 — — паутинная 186
 — прозрачная 334
 — серозная 38, 39, 125, 128, 129
 — слизистая 38, 39, 117, 121, 122, 123, 126, 129, 130, 131
 — сосудистая 199, 389
 Оболение 394—396
 Объем минутный сердца 271
 — систолический 271
 Овуляция 311, 334, 336, 338, 343
 Одышка тепловая 313
 Окошко овальное 391
 — круглое 391
 Оксигемоглобин 27, 252, 286
 Окситоцин 327, 338, 343
 Оплодотворение 22, 335, 336
 Опыты острые 217, 218, 220
 — хронические 218, 220
 Оральный 39, 40
 Орган (ы) 38
 — кортиева 201, 392
 — кроветворения 164
 — слуха 214
 — чувств (анализаторы) 214, 385, 396
 Органоиды клетки 9, 10, 14
 Осемениение 333, 335, 337

- Осенн 42
Остеобласты 30, 41
Остеокласты 41, 324
Остеоны 30
Островки Лангерганса 133, 134, 203, 321, 324
Отолиты 393, 394
Отрыгивание газов 232
— корма 232
Охота (половая) 329, 331, 334
- Палочки сетчатки 199, 387, 388
Пальцы 65—68, 73, 74, 82, 83, 98, 99, 103, 104
Парабиоз 322, 355, 357
Панкреозимин 235
Паратгормон 324
Паренхима 38, 121
Париетальный (листок) 149
Пеллагра 307
Пелсин 226, 228, 234
Переаминирование 297, 308
Перепонка барабанная 200, 391
Пересадка (желез внутренней секреции) 322
Перикард 149, 165
Перилимфа 200, 392
Период жвачный 232
Перистальтика кишечника 238, 247
Перкуссия 292
Перо 210
Печень 38, 134, 135, 138, 139, 212, 215, 236, 295, 297, 299, 371
Пигменты 12
— желчные 220
— кожи 320
Пилорическая часть (желудка) 128, 228
Пиридоксин 308
Питуитрип 327
Пищеварение 218—247
— желудочное 225, 234
— кишечное 242, 234—238
— пристеночное 236, 237
— ротовое 222—225
Пищевод 117, 122, 125, 126, 136, 139, 212, 225, 370
Плазма крови 27, 248, 249
Плазмолемма 9, 13, 32
Плантарный 39
Пластика (и) кровяные 28, 248
— решетчатая 141
— экваториальная 15
Плацента 24, 179, 180, 321, 330, 338
Плещ мозга 189, 190
Плевра 25, 144, 145, 283
Плод 330, 331, 338
Плюсна 44, 64
Пневмоторакс 283
Подбугорье (гипоталамус) 277, 299, 317, 327, 332
Позвонок (и) 44—46, 53, 54, 76, 77, 79
Позвоночник 43, 46, 76, 77, 79
Поле рецептивное 359
Полипептиды 6, 228, 235, 236
Полость носовая 140
— ротовая 117, 122
Полушария мозга 189
Порог возбудимости 345, 352, 385
Порция молока альвеолярная 342
— — остаточная 342
— — цистернальная 342
Послед 330, 338
Пот 110, 318
Потенциал действия 354, 358
— покоя 354, 358
Потоотделение 313, 314, 319
Почки 38, 168, 169, 181, 315, 318, 371
Пояс грудной 64
— тазовый 64
Преджелудки 26, 230, 237
Предплечье 66, 67, 80
Предсердие 147, 267—269
Премоляры 120
Препарат нервно-мышечный 350, 352
Препуций 176, 183
Придаток семенника 174, 184
Провитамины 304
Прогестерон 328, 329, 330, 338, 339
Проксимальный 39, 40, 43
Пролактин 328, 334, 341
Пронуклеус 397
Протоплазма 14
Проторение путей 361
Протромбин 251
Профаза 14, 15
Пузырь желчный 131, 132, 235, 236
— мочевого 35, 140, 168, 171, 172, 180, 181, 182, 316, 317, 318
Пульпа зуба 119
Пульс артериальный 274, 275
— венный 276, 281
Пучок Гиса 268
Пясть 65, 68, 69
Пято желтое 387
— слепое 387
- Раздражители адекватные 13, 14, 345
— неадекватные 345
Раздражимость 13
Размножение 173—185, 331, 344
— птиц 343
Растормаживание 379
Рахит 42, 305
Ребра 50, 53, 78, 79, 80, 93
Регенерация 17
Реабсорбция 316
Резонанс 391
Регуляция гуморальная 235, 273, 288
— рефлекторная 235, 277

Гидрокарбонат щелочной 251
 Гидратин 329, 339
 Гидропол (витамины А) 304, 305
 Рефлекс (ы) 34, 358
 — алгопатические 377
 — безусловные 224, 227, 359, 375, 376
 — высшего порядка 378
 — патуральные 374
 — условные 224, 227, 323, 359, 375, 376, 383, 384, 390
 Рефрактерность 346
 Рецепторы 34, 224, 319, 353
 — болевые 386
 — кожи 272, 319, 386, 387
 Рибоза 7
 Рибонуклеаза 7
 Рибофлавин 307
 Рибосома 9, 11, 12, 13
 РНК (рибонуклеиновые кислоты) 7, 8, 12, 13
 Рог 115, 117
 Рог (а) аммонов 394
 — матки 177, 183, 329
 Роговица глаза 199, 387
 Родописин 388
 Роды 338, 339
 РОЭ 256, 262
 Рубец (преджелудки) 126, 127, 137, 224, 230, 231, 299

 Сакитальный 39, 40
 Сальник 34, 125, 295
 Сарколемма 31, 32
 Саркоплазма 31, 32
 Свергивание крови 251, 254, 306
 Сегментальный 39, 124
 Секретин 235, 236
 Секреты 12
 Селезенка 27, 164, 167, 257, 258, 278, 371
 Семенники 173, 174, 321, 328, 329, 331, 343
 Семьяпровод 173, 175, 213, 343
 Сера 6, 295
 Сердце 147, 149, 267—273, 370
 Сердце (кровообращение) 278
 — проводящая система 149, 268
 — регуляция 271
 Сетка (преджелудки) 127, 137, 140, 230, 231
 Сетчатое образование 187, 367, 368
 Сетчатка глаза 37, 139, 387, 388, 389, 390
 Сеть эндоплазматическая 9, 12
 — хроматиновая 21
 Симпласт 24, 31
 Синапс 33, 34, 353, 357
 Синовиальная жидкость 42
 Синдесмоз 74
 Синостоз 174

Синхондрос 46, 74, 76
 Синцитий 24, 26, 27
 Система буферная (крови) 250
 Система нервная 185—197, 214, 352, 374
 — — вегетативная 195—197, 311, 322, 349, 368—371
 — — парасимпатическая 196
 — — симпатическая 195, 311, 325, 349, 368—371
 — обратной связи 361, 368, 371
 — лимфатическая 160
 — ретикулоэндотелиальная 27, 257
 — соматическая 368, 370
 Систола 268, 286
 Скелет 41
 — птицы 207—210
 Скорость течения крови 273
 Слепота куриная 388
 Слюна 121, 223, 396
 Слюноотделение 223—225, 245, 370
 Сок желудочный 225, 226, 229, 242, 245
 — кишечный 236
 — поджелудочный 133, 234
 Сокращение мышц 346
 — одиночное 346
 — тетаническое 346
 Сон 382, 383
 Сосок вымени 110, 111
 Сосочки почечные 169
 — языка 118, 119, 395
 Сосуды кровеносные 36, 42, 149—160, 314
 — вены 149, 278
 — лимфатические 39, 240
 Спаривание 332, 335
 Сперма 333
 Спермии (сперматозоиды) 14, 22, 332, 344
 Спермиогенез 332
 Спирометр 290, 291
 Стадии парабоза 356, 357
Станиуса лигатуры 280
 Статолиты (отолиты) 201, 393, 394
 Стереотип динамический 380
 Субмикроскопическая структура 9
 Суммация возбуждения 361
 Суставы 42, 44, 75—85
 Сухожилие мускула 89, 93
 — — ахиллово 100
 Сфигмограмма 281
 Сфинктер анальный 241
 — мочевого пузыря 371
 — пилорический 234
 — сосковый 111, 342
 Сыворотка крови 251
 Сычуг 127, 231

Таз 69, 70, 71
 Тело желтое 177, 184, 328, 334, 338

Тело кавернозное 141
 — коленчатое 199
 — матки 183
 — пещеристое 176
 — полосатое 190, 365, 374
 — стекловидное 199, 387
 — ресничное 199
 — мочевого пузыря 172
 Телофаза 14, 15, 16
 Температурная регуляция 290, 311—314, 318
 Теплообразование 312
 Теплоотдача 312, 313, 318
 Тетания 324
 Тетанус 346
 Течка 311, 329, 331, 334
 Тиамин 306
 Тиаминназа 306
 Тимин 7
 Типы нервной деятельности 381, 382
 — дыхания 284
 Тиреокальцитонин 323
 Тирозин 323
 Тироксин 323, 341
 Ткань 24—34
 — жировая 26, 29
 — костная 26, 30
 — мышечная 22, 24, 31, 36
 — нервная 24, 32, 37
 — соединительная 24, 26, 28, 29, 35
 — хрящевая 26, 29
 — ретикулярная 26, 27, 35, 165, 257
 — эпителиальная 22, 24, 34
 Токоферол 306
 Толчок сердца 270
 Тонус мышц 347, 350, 364
 — сосудов 272
 Тоны сердца 269
 Торможение в нервной системе 349, 361, 379, 384
 — внешнее 378
 — внутреннее 378
 Торможение дифференцировочное 379
 — запредельное 378
 — сеченовское 374
 — угасательное 378
 Трахея 29, 140, 142, 143, 145
 Тринодотронин 323
 Триптофан 297, 307, 308
 Трипсин 235
 Тромбин 252
 Тромбокиназа 251
 Тромбопластин 251
 Тромбоциты 248, 252, 257, 261
 Трофобласт 22, 23, 337
 Трофическая функция 368, 371, 372
 Узел (ы) вегетативной нервной системы 35, 257, 279
 — лимфатические 27, 28, 161, 162, 165, 214
 — синусный сердца 149, 268

Улитка уха 200, 201, 392
 Утомление мышц 347, 349
 — нервных центров 349
 Ухо 199, 202, 214, 391, 392
 — внутреннее 200, 202, 214, 391
 — наружное 199, 202, 391
 — среднее 202, 214, 391
 Фагоцитоз 28, 256, 257
 Фазы работы сердца 268
 — рефрактерная 270
 — секретины желудочного сока 226, 229
 Фаланта 45, 68, 74, 81, 82, 112
 Фасция 89, 111
 Ферменты 219, 220, 243
 — желудочного сока 226
 — кишечного сока 236
 — поджелудочного сока 234
 — слюны 244
 Фибрин 251, 252
 Фибриноген 251
 Фибринолизин 252
 Фибробласты 28, 35
 Фиброциты 29
 Физиология 2, 216
 Филлохинон 306
 Фистула желудочная 221
 — протока поджелудочной железы 221
 — слюнного протока 221
 Флексоры 96, 99
 Фолликулы яичника 177, 180, 328, 333, 336, 343
 Формула лейкоцитарная 256, 261
 Фосфор 6, 301, 305, 323, 324
 Фронтальный 39, 40
 Фтор 303
 Химорецепторы 394
 Химозин 228
 Химус 234, 240
 Хлор 6
 Хлориды 239, 317
 Хоаны 60, 141, 395
 Холин 296, 308
 Хорион 22
 Хроматиды 14, 15, 16
 Хроматин 21, 35
 Хромомеры 16
 Хромонема 16
 Хромосомы 13, 14, 15, 17, 22
 Хрусталик глаза 199, 387, 389
 Хрящ 29, 30, 36, 42, 77
 — гиалиновый 29, 33, 36, 42
 — метафизарный 41
 — шитовидный 322
 Целомический мешок 125
 Цемент зуба 119
 Центр (ы) болевой 366
 — вегетативной нервной системы 370
 — дефекации 241

Центр(ы) дыхательный 287
— нервные 349, 353, 360, 363
— обмена 286
— пищевой 226, 227
— подкорковые 382
— потогонный 319
— сосудодвигательный 277
— терморегуляции 314
Центриоли 10, 11, 14, 15
Центромер 14, 15, 16
Центросома 10
Цикл сердечной деятельности 268
Цилия 309
Цистин 297
Цистерны молочная 111, 342
Цитология 6
Цитоплазма 9, 10, 12, 16, 17, 23, 25, 27, 35, 37

Чашка коленная 174
Челюсть 58, 60, 61, 222
Череп 56, 58, 60, 61, 63
Четверохолмие 187, 364

Шейка матки 179, 183, 329, 336

Щеточная каемка 25

Экскреция 314
Экспираторы 91
Экстензоры 96, 99
Эктодерма 22, 23, 108, 325
Эктоплазма 35
Электрокардиограмма 271
Эмаль зуба 119, 121
Эмбриология 2, 22
Эмбриобласт 22, 23, 337
Эмоции 371
Эндокард 147, 166

Эндолемфа 200, 391, 393
Эндотелий 26, 27
Энтерокиназа 235
Эпидерма 22, 23
Эозинофилы 27, 28, 256
Эпидермис 26, 108, 109, 113, 319
Эпикард 147, 149, 166
Эпистрофей 48, 49
Эпителий 21, 24, 26, 140, 141, 144, 320, 395
— зародышевый 177, 184
Эпиталамус 187, 189
Эпифиз 41, 43, 189, 203, 321, 330
Эргастоплазма 12
Эргостерин 305
Эритроциты 12, 27, 164, 248, 252, 259
Эстрогены 329, 330, 334, 339, 341
Эякулят 332, 343

Яблоко глаза 198, 199, 202
Ядро (а) клетки 9, 10, 12, 16, 21, 25, 252
— бледное 365
— гипоталамуса 365
— красное 364, 365
— подкорковые 189, 190, 365, 366
Язык 36, 39, 62, 117, 119, 196, 222, 395, 396
Яичник 173, 177—180, 215, 321, 329, 331, 334, 343
— птиц 343, 344
Яйцекладка 213, 343, 344
Яйцеклетка 22, 26, 177, 329, 333, 336
Яйцевод 177, 181, 183, 184, 213, 333, 336, 343
Яйцо птиц 213, 214, 343
Ямка голодная 39
— овуляционная 181
— центральная 387

Азимов Григорий Иосифович и др.

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ. Изд. 2-е, доп. и перераб. Уч.-к для с.-х. техникумов по специальности «Ветеринария». М., «Колос», 1971. 407 ... с. с илл.

Перед загл. авт.: Г. И. Азимов, В. И. Бойко, А. П. Елисеев.

УДК 636 : 611/612 (075.8)

Редактор В. С. Зелепукин

Художественный редактор Л. М. Барончик

Технические редакторы В. А. Зорина, Н. А. Усанова

Корректор Р. Д. Пронман

Сдано в набор 31/XII 1970 г. Подписано к печати 19/IV 1971 г. Формат 60×90^{1/16}. Бумага тип. № 2. Печ. л. 25,5 + 2 цв. вкл. Уч.-изд. л. 29,0. Изд. № 28. Т. п. 1971 г. № 248. Тираж 77 000 экз. Заказ № 1716. Цена 1 р. 18 к.

Издательство «Колос», Москва, К-31, ул. Дзержинского, д. 1/19.

Ордена Трудового Красного Знамени

Первая Образцовая типография имени А. А. Жданова

Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР. Москва, М-54, Валовая, 28.