

В. А. Журба, А. И. Карамалак.

## ОБЩАЯ АНЕСТЕЗИЯ ЖИВОТНЫХ



Министерство сельского хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия  
ветеринарной медицины

Кафедра общей, частной и оперативной хирургии

## ОБЩАЯ АНЕСТЕЗИЯ ЖИВОТНЫХ

Учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего  
образования, обучающихся по специальностям:  
1-74 03 02 «Ветеринарная медицина»,  
1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза»,  
1-74 03 05 «Ветеринарная фармация»

Витебск  
ВГАВМ  
2019

619:617  
0-28

УДК 619.617-089.5  
ББК 48.75  
028

Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области сельского хозяйства в качестве учебно-методического пособия для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям: 1-74 03 02 «Ветеринарная медицина», 1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза», 1-74 03 05 «Ветеринарная фармация» от 12 октября 2018 г. (протокол № 73)

Авторы:

кандидат ветеринарных наук, доцент *В. А. Журба*, кандидат ветеринарных наук, доцент *А. И. Карамалак*, ассистент *И. А. Ковалев*, ассистент *А. Э. Коваленко*

Рецензенты:

доктор ветеринарных наук, профессор кафедры акушерства и оперативной хирургии Санкт-Петербургской государственной академии ветеринарной медицины *Б. С. Семенов*, доктор ветеринарных наук, профессор *О. П. Напакевич*

028 **Общая анестезия животных:** учеб. - метод. пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям: 1-74 03 02 «Ветеринарная медицина», 1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза», 1-74 03 05 «Ветеринарная фармация» / В. А. Журба [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 68 с.

Учебно-методическое пособие написано в соответствии с программой по оперативной хирургии с топографической анатомией для высших с.-х. учебных заведений по специальности «Ветеринарная медицина». Содержит сведения о показаниях и эффективности различных способов введения лекарственных веществ в клинической ветеринарной медицине.

УДК 619:617-089.5  
ББК 48.75

SDVU Arborot-  
resus Kazazi  
Inv № 371902

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2019

## Содержание

Введение	4
1. История развития ветеринарной анестезиологии	5
2. Понятие общей анестезии и ее виды	6
3. Внешний осмотр и подготовка пациента к общей анестезии	8
4. Определение операционно-анестезиологического риска	12
5. Классификация общих анестезий	14
6. Препараторы для премедикации и анальгезии	18
7. Ингаляционные анестетики	36
8. Ингаляционная анестезия. Виды, препараты	48
9. Применение миорелаксантов	54
Список используемой литературы	60
Приложения	61

## ВВЕДЕНИЕ

Полноценное анестезиологическое обеспечение является основой успешного проведения оперативных вмешательств и помогает более квалифицированно проводить противошоковую терапию в условиях ветеринарных клиник и при оказании первой экстренной помощи животным в критических состояниях.

Цель предлагаемого пособия по общим и частным вопросам анестезиологического обеспечения - раскрыть возможности для создания оптимальных условий работы хирурга и анестезиологической защиты отдельных видов животных.

До сих пор в отечественной ветеринарной хирургии существует неоправданное стремление проводить подавляющее большинство операций под каким-либо одним излюбленным видом анестезии, предпочтая этот один метод обезболивания всем остальным. Противопоставление местного обезболивания общему, ингаляционной анестезии - неингаляционной неправомерно, тогда как правильный, отвечающий современным требованиям выбор анестезии может быть осуществлен при соблюдении основного принципа обезболивания - многокомпонентности.

Учебное пособие предлагает от упрощенного толкования понятия «наркоз» и «анестезия» перейти к более строгому и индивидуальному отношению к предоперационному обследованию животного, выбору фармакологических средств, оценке функционального состояния его систем и органов во все периоды оказания анестезиологического пособия, профилактике и лечению послеоперационных осложнений.

## 1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ

Наиболее ранняя документированная попытка провести наркоз связана с анестезией человека. В древности для снижения болевых ощущений во время хирургических вмешательств использовали опиаты, настойку белладонны, алкоголь. Большинство «методов анестезии» в средние века отличалось жестокостью: так, например, для подавления сознания применяли удар тупым предметом по голове, кровопускание, охлаждение, гипоксию (при сдавливании сонных артерий).

В 1540 году Парацельс получил эфир и описал его «усыпляющий» эффект на птице. В 1800 году сэр Хэмфри Дэйви предположил, что закись азота обладает анестетическими свойствами. «Поскольку азотистый оксид в своем широком действии способен уничтожать физическую боль, возможно, он может использоваться во время хирургических операций», писал он в книге. Хэмфри Дэйви был первым, назвавшим закись азота «веселящим газом».

Понадобилось еще 20 лет, чтобы дантист Хорас Уэллс в 1844 году обнаружил анестетические свойства закиси азота и начал его успешное применение в своей практике. При проведении демонстрационной операции по удалению зуба произошла утечка закиси азота, в результате чего пациент испытывал боль, а зрители хохотали, опьяненные парами веселящего газа.

В России наибольшая заслуга в развитии анестезиологии принадлежит Н.И. Пирогову, который уже в 1847 году на Кавказском фронте провел сотни операций под эфирным и хлороформным наркозом. Пирогов сконструировал прибор для ректального введения анестезирующих средств и усовершенствовал маску для ингаляционной анестезии.

Доктор Дадд постоянно применял общую анестезию при работе с животными и был первым врачом в США, который отстаивал гуманное отношение к животным, а также использование научных достижений и принципов (в том числе и анестезии) в ветеринарной практике.

В 1860 году молодой немецкий химик Альберт Ниманн выделил алкалоид кокаин из листьев коки, а в 1879 году русский ученый В.К. Аиреп экспериментально обосновал возможность использования кокаина для местной анестезии. В 1884 году венский офтальмолог Карл Колер применил кокаин при поверхностной анестезии глаза, а годом позже дантист Уильям Стюарт Халстед провел и описал блокаду нерва при помощи кокаина.

В ветеринарной медицине применение кокаина было популяризировано английским ветеринаром сэром Фредериком Хобдеем (Hobday). В 1885 году американский невропатолог Джеймс Леонард Корнинг (Corning) провел «спинальную» анестезию собаки, используя кокаин. По его описанию, однако, можно предположить, что на самом деле это была эпидуральная анестезия. В 1898 году немецкий хирург Август Бир (Bier) провел истинную спинальную анестезию кокаином животным, а затем - себе и ассистенту.

Несмотря на открытие многих анестетиков во второй половине 19 века, в то время наркоз не был принят на вооружение ветеринарными врачами. Крепкая рука без какой-либо анестезии была основным средством фиксации у

## рольного ветеринара

При проведении операций у мелких домашних животных в начале 20 века нередко применяли эфир и хлороформ. Но только благодаря открытию барбитуратов в конце 20-х годов, а также развитию производства **тиобарбитата** в 1930-е, использование наркоза получило более широкое распространение. Анестезия при помощи барбитуратов приобрела еще большую популярность после появления тиобарбитуратов и, в особенности, тионитала в 1934 году.

В связи с тяжелым и длительным выходом из наркоза крупных животных, применение общей анестезии у лошадей и рогатого скота получило более широкое распространение только после открытия препаратов для премедикации, таких как производные фенотиазина. Одним из первых фенотиазинов, использовавшихся в ветеринарной медицине, был прометазин.

Наркоз крупных животных стал еще более доступным после открытия Равентосом и другими исследователями галогенированных углеводородов (в частности галотана в 1956 году), а также благодаря усовершенствованию анестезиологического оборудования, которое позволило повысить безопасность применения ингаляционных анестетиков. В последние десятилетия выход на рынок большого количества препаратов (транквилизаторов, опиоидов, α<sub>2</sub>-адреномиметиков, диссоциативных анестетиков, миорелаксантов, ингаляционных анестетиков), появление множества их комбинаций способствовали быстрому развитию ветеринарной анестезии при работе как с крупными, так и с мелкими животными.

## 2. ПОНЯТИЕ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ И ЕЕ ВИДЫ

Термин “анестезия” происходит от греческого слова *anaesthesia*, означающего «отсутствие чувствительности», и служит для описания потери чувствительности всем телом или его частью. Анестезию вызывают препараты, подавляющие активность нервной ткани местно, регионально или центральной нервной системы в целом.

**Анальгезия** - отсутствие боли.

**Транквилизация** — состояние измененного поведения, при котором снижено беспокойство, пациент расслаблен, хотя и ориентируется в окружающей среде. В этом состоянии он может индифферентно переносить незначительную боль.

**Седация** — состояние, которое характеризуется депрессией ЦНС, сопровождающейся сонливостью. Пациент не ориентируется в окружающей среде.

**Наркоз** — вызванное действием препаратов состояние глубокого сна, из которого пациента трудно вывести. Наркоз может сопровождаться или не сопровождаться обезболиванием.

**Гипноз** — состояние искусственно индуцированного сна или транса, который происходит вследствие умеренной депрессии ЦНС. Пациента легко вывести из этого состояния. Этот вид изменения состояния ЦНС очень редко применяется в ветеринарной практике, к тому же у животных нелегко добиться

## Виды анестезии

**Общая анестезия (анальгезия)** — потеря чувствительности ко всему телу.

**Регионарная анестезия (анальгезия)** — отсутствие чувствительности какой-то ограниченной части тела (например, блокада параломбарных нервов).

**Обнай анестезия** — индуцированная препаратами потеря сознания, характеризующаяся контролируемой обратимой депрессией ЦНС и дыхания. Из этого состояния пациента вывести нелегко, а чувствительные, дыхательные и автономные рефлекторные функции подавлены.

**Хирургическая анестезия** — стадия общей анестезии, которая характеризуется достаточной для безболезненного оперативного вмешательства потерей сознания, мышечной релаксации и анальгезии.

**Балансированная анестезия** достигается применением нескольких препаратов. Препараты специфически направлены на достижение отдельных компонентов общей анестезии — потери сознания, анальгезии, миорелаксации и подавления рефлексов.

**Диссоциирующая анестезия** вызывается препаратами (например, кетамином), которые диссоциируют таламокортическую и лимбическую системы. Эта форма анестезии характеризуется каталептическим состоянием, при котором глаза остаются открытыми и сохраняются рефлексы краиальных нервов. Такое наблюдается гипертонус скелетной мускулатуры, если параллельно вводятся седативные препараты или миорелаксанты.

## ЦАДАЧИ АНЕСТЕЗИИ

К задачам анестезии, которые на практике решает анестезиолог во время хирургического вмешательства или какой-либо манипуляции, относятся:

- обеспечение обезболивания;
- обеспечение сна;
- обеспечение миорелаксации;
- обеспечение нейровегетативной блокады;
- мониторинг и обеспечение адекватной гемодинамики;
- мониторинг и обеспечение вентиляции легких;

В практике ветеринарной медицины анестетики применяются не только для обеспечения эффективного проведения хирургических вмешательств, но и для:

- фиксации и безопасной транспортировки домашних, диких и диких животных;
- проведения различных диагностических и терапевтических процедур (рентгенологические, эндоскопические исследования, интенсивная терапия);
- лутации и гуманного забоя животных (например, углекислый газ при туберкулезе).

## ВИДЫ АНЕСТЕЗИИ

В зависимости от количества препаратов, используемых для обеспечения выполнения определенных задач анестезии, различают:

**мононаркоз** — при этом обезболивание, потеря сознания и миорелаксация обеспечиваются за счет применения одного анестетика (например, галотановый мононаркоз);

**комбинированный наркоз (сбалансированная анестезия)** — компоненты анестезии обеспечиваются за счет введения различных препаратов (например, миорелаксация и некоторая анальгезия за счет применения кетамина, потеря сознания за счет кетамина, дополнительное обезболивание за счет буторфанола и карпрофена).

Анестезию часто классифицируют в соответствии с типом анестетика, а также методом его введения.

**Ингаляционная анестезия.** Анестетики в виде газов или испарений вдыхаются в комбинации с кислородом.

**Инъекционная анестезия.** Растворы анестетиков вводятся внутривенно, внутримышечно и подкожно. Другие, более редкие, способы введения анестетиков включают внутригрудной и внутрибрюшной.

**Оральный и ректальный методы.** Эти методы иногда используют для введения жидких анестетиков или суппозиториев.

**Местная или проводниковая анестезия.** Анестетик наносится наружно или инъецируется в месте или вокруг операционного разреза, или же вводится вокруг крупного нервного ствола, иннервирующего специфическую область (проводниковая или регионарная блокада). В последнем случае инъекция может быть периневральной (блокада нерва) или в эпидуральное/субарахноидальное пространство (в последнем случае истинная спинальная анальгезия).

**Электронаркоз.** Электрический ток пропускают через головной мозг, вызывая глубокий наркоз. Эта форма наркоза не приобрела популярности и практически не применяется в ветеринарной практике.

**Транскutanная электростимуляция нервов.** Местная анальгезия индуцируется электрической стимуляцией кожи током низкой интенсивности и высокой частоты посредством поверхностных электродов.

**Гипотермия.** Локальное или общее снижение температуры тела может служить средством, дополняющим анестезию и снижающим потребность в анестетиках. В основном используется в анестезии новорожденных и пациентов, подвергающихся операциям на органах сердечно-сосудистой системы.

## 3. ОСМОТР И ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА К ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ

Следует помнить о том, что анестезия сопровождается угнетением нормальных физиологических функций, и во многих случаях мы наблюдаем определенную степень гиповентиляции, гипотензии и гипотермии, вследствие подавления функций дыхательной, сердечно-сосудистой и центральной нервной системы.

Безусловно, большинство животных способно перенести эти физиологические изменения нормально, однако, когда во время операции появляется дополнительная гиповолемия (кровотечение), гипотермия и боль, физиологические функции систем организма нарушаются еще больше, что значительно повышает риск тяжелых последствий или даже смерти пациента.

### **ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАЦИЕНТА**

Большинство операций в ветеринарной практике проводится на здоровых пациентах. Однако даже если животное молодое и на первый взгляд попадает в категорию незначительного «риска анестезии», необходимо убедиться в том, что у него нормальная активность, поведение и аппетит. В случае малейшего сомнения в состоянии здоровья пациента следует отложить операцию и продолжить исследование состояния здоровья пациента на более глубоком уровне.

Перед проведением операции у немолодого или страдающего какими-либо патологиями животного необходимо тщательно оценить факторы, которые могут повлиять на выбор анестетика или ход анестезии. Наиболее частые патологии, влияющие на проведение общей анестезии, включают в себя заболевания сердечно-сосудистой и дыхательной систем, однако нельзя игнорировать и состояние печени и почек.

При сборе анамнеза следует спросить владельца, не наблюдается ли у животного кашель. Влажный кашель связан с повышенной секрецией воздухоносных путей, вследствие чего может развиться обтурация дыхательных путей, когда под воздействием наркоза подавляется кашлевой рефлекс.

Даже тяжелое сердечно-сосудистое заболевание может протекать незаметно для владельца. Необходимо выяснить, не наблюдается ли одышка после небольшой нагрузки, не было ли случаев отказа от прогулки или работы (лошади), т. к. эти простые симптомы могут служить первыми признаками сердечной или дыхательной недостаточности. Диспnoэ, как правило, является первым симптомом недостаточности левого желудочка, а полидипсия — признаком серьезного заболевания почек, сахарного или несахарного диабета.

Первоначально основное внимание следует уделить исследованию пульса, сердечного толчка, сердечных тонов и наполнения яремных вен. Может оказаться полезным анализ мочи на наличие белка, а также исследование осадка.

Тахикардия может служить показателем как заболевания сердца, так и возбужденности животного. Bradикардия может быть физиологической или свидетельствовать о полной атриовентрикулярной блокаде. При брадикардии у всех видов животных в большинстве случаев электрокардиография является единственным методом дифференциации наличия или отсутствия патологии.

Наличие вибрации в области сердечного толчка всегда является симптомом патологии сердца и повышает риск осложнений во время анестезии. Этот симптом требует более глубокого исследования функции сердца.

Никогда нельзя пренебрегать аусcultацией сердца. Прослушивание

сердечных тонов удобно проводить одновременно с пальпацией пульса. Наличие диастолического шума всегда говорит в пользу сердечной патологии, однако при отсутствии других признаков (например смещения сердечного толчка) эта проблема, как правило, мало влияет на сердечную функцию при проведении анестезии. Систолический шум может быть патологическим или функциональным, однако в отсутствие других симптомов он в большинстве случаев не имеет никакого значения при анестезии пациента.

Точное определение местоположения сердечного толчка, возможно, наиболее важный отдельно взятый симптом в оценке состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Он смещается при значительных легочных патологиях (плевральная эфузия, пневмоторакс, коллапс легких) или при увеличении левого желудочка. При отсутствии какой-либо легочной патологии смещение сердечного толчка говорит в пользу гипертрофии или дилатации сердца.

Отеки при сердечной патологии имеют множество причин, которые полностью не изучены, однако включают в себя недостаточность правого желудочка и нарушения нормального почечного кровотока, что дает начало вторичному альдостеронизму и чрезмерной реабсорбции соли и воды в почечных канальцах. Избыточная тканевая жидкость имеет тенденцию накапливаться в различных областях тела у разных видов животных. Так, у лошадей отекают конечности и центральная часть туловища, у рогатого скота - область подгрудка, а у собак и кошек жидкость накапливается в брюшной полости (асцит). Дифференциальная диагностика периферических отеков включает в себя заболевания почек, печени и нарушения лимфатического дренирования.

Заболевания легких особенно опасны для животных, которых необходимо оперировать, и любой осмотр, даже короткий, должен быть построен так, чтобы выявить их наличие или отсутствие. При аусcultации внимание должно быть сконцентрировано на продолжительности экспираторных шумов и выявлении хрипов и крепитаций. Если прослушиваются свистящие хрипы или крепитации, то это свидетельствует о наличии избыточного количества слизи, а также о том, что у животного наблюдается или недавно наблюдался воспалительный процесс в легких. Удлинение экспираторных шумов, особенно сопровождающихся высокими свистящими хрипами, говорит о сужении дыхательных путей или бронхоспазме. Отсутствие респираторных шумов может наблюдаться у животных с пневмотораксом, обширной консолидацией легких или тяжелой эмфиземой. У умирающих животных дыхательные шумы слабо различимые.

Неравномерные движения сторон грудной клетки выступают достоверным симптомом легочных заболеваний. Неравномерность несложно заметить при осмотре стоящего животного четко спереди и сзади, а у мелких животных - при помощи пальпации.

Следует исследовать ротовую полость на присутствие шатающихся зубов, которые могут выпасть во время проведения наркоза и попасть в трахею и бронхиальное дерево. Необходимо осмотреть видимые слизистые оболочки с

и нало диагностики возможной анемии.

Исследования крови/мочи перед проведением анестезии.

Вопрос о необходимости исследования крови и мочи перед проведением всех плановых операций является достаточно спорным. Эти исследования абсолютно показаны для подтверждения или исключения заболеваний, которые предполагаются на основании общего осмотра животного перед операцией. В то же время можно спорить о соотношении «затраты/эффективность» при их использовании у животных, которые выглядят абсолютно здоровыми, т. к. любые полученные результаты в большинстве таких случаев не влияют на протокол анестезии.

Исследования мочи отличаются простотой и низкими затратами, и особенно важны у собак, т. к. часто выявляют недиагностированные ранее заболевания почек и сахарный диабет.

При тщательном проведении физикального исследования, а также при условии наличия у ветеринарного специалиста достаточных знаний и опыта для оценки значимости выявленных отклонений, можно диагностировать большинство патологий и принять необходимые меры по уменьшению риска анестезии.

## **ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА К НАРКОЗУ**

Определенные операции проводятся как ургентные, когда промедление невозможно и подготовка к наркозу сводится к минимуму. К ним относятся операции при ранениях грудной клетки, при тяжелых продолжающихся кровотечениях, а также в некоторых случаях и кесарево сечение. Для всех других операций время и усилия, потраченные в предоперационный период, окупаются сторицей, т. к. правильная подготовка не только повышает шансы на выживание, но также профилактирует осложнения, которые могут возникать во время и после операции.

### **ПРИЕМ КОРМА**

В день проведения плановой операции под общей анестезией животное должно быть на голодной диете. Расширенный желудок может мешать свободному движению диафрагмы и затруднять дыхание. Голодная диета для собак – 4 - 6 часов, кошки – 3 - 4 часа. Педиатрические пациенты - голод не более 4 часов. Отмена воды всем пациентам - за 1 час до операции. У собак, котов и свиней переполненный желудок предрасполагает к рвоте во время операции. У лошадей может произойти разрыв наполненного желудка в момент падения при введении в наркоз. У жвачных длительное (несколько часов) голодание не приводит к заметному снижению содержания жидкости в рубце, однако при этом уменьшается скорость ферментации в нем, т. о. замедляя развитие тимпании, когда под наркозом подавляется отрыжка.

Слишком длительная голодная диета неприемлема и почти так же рискованна для пациента, как и ее отсутствие. Любая голодная диета для птиц и мелких млекопитающих угрожает их жизни.

### **ВОДНЫЙ И ЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ БАЛАНС**

Водный и электролитный баланс животного является наиболее важным

фактором, определяющим выход из наркоза без осложнений. Компенсация дефицита жидкости в организме или одного из ее компонентов — это сложный процесс, учитывая связи между различными электролитами, а также отрицательное воздействие тяжелой потери натрия на циркуляцию крови и почечную функцию.

Если с момента начала заболевания прошло немного времени, и дегидратация и нарушения электролитного баланса не успели развиться (рвота, понос), то проблему решает инфузия изотонического раствора натрия, Рингера лактата или 5 % глюкозы, в зависимости от того, доминирует ли потеря натрия или воды.

Опасно вводить в наркоз животное со сниженным объемом циркулирующей крови, т. к. вазодилатация, вызванная действием анестетиков, может привести к острой циркуляторной недостаточности. В такой ситуации все усилия должны быть направлены на восполнение дефицита при помощи инфузии растворов электролитов, крови, плазмы или плазмозаменителей до введения в наркоз.

Следует иметь в виду, что все анестетики, кроме *кетамина*, вызывают гипотензию, и т. о. при введении в наркоз пациента в состоянии шока или гиповолемии препаратом выбора во многих случаях является именно *кетамин*.

#### 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПЕРАЦИОННО-АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Любая хирургическая операция является стресс-фактором для животного, и конечный результат любой операции зависит не только от течения процессов заживления операционной раны, но и от возможности организма справиться с психоэмоциональным напряжением, преодолеть нарушения, развившиеся вследствие основного заболевания, сложности хирургического вмешательства или побочных действий выбранного способа анестезии.

Несмотря на достижения в ветеринарной хирургии и широкий выбор фармакологических средств, используемых при анестезиологическом обеспечении, задача по поиску адекватной защиты организма животного от стрессовых ситуаций требует своего решения.

Нерациональное использование анестетиков ослабляет компенсаторно-защитные механизмы функциональных систем животного (пациента) и способствует возникновению гомеостатических нарушений. Сложившееся положение нашло отражение в системе оценки степени операционно-анестезиологического риска. Основной целью такой оценки является сведение до минимума летальности во время проведения анестезии, операции и в ближайшем постоперационном периоде.

Для выбора надежных и информативных методов оценки операционного и анестезиологического риска предлагается объективизировать и формализовать понятие «тяжелость соматического состояния пациента» с учетом функциональных резервов организма животного. Оно основывается на данных клинических, инструментальных и лабораторных исследований, учете сопутствующих заболеваний и определении функциональных резервов

организма животного.

Такой подход позволяет ветврачу оценить свои возможности перед проведением операции и анестезии, предпринять все необходимые меры по коррекции функциональных нарушений органов и систем больного животного. Для прогнозирования операционного риска предлагается формула:

$$\text{Операционный риск} = \frac{\text{Травматичность операции} + \text{возможные осложнения анестезии}}{\text{Функциональные резервы организма животного}}$$

Из формулы следует, что операционный риск тем ниже, чем менее травматична операция и меньше вред, нанесенный анестезией, и чем выше функциональные резервы организма животного.

В таблице 1 представлена система оценки состояния животного перед анестезией согласно классификации ASA — American Society Anesthesiologists (Американского общества анестезиологов).

Поскольку практически невозможно учесть все факторы риска оперативного лечения и выбранного вида анестезии, предлагаемые системы его оценки в ветеринарной хирургии носят достаточно условный характер. В каждом конкретном случае риск зависит не только от вышеперечисленных факторов, но и от квалификации врача, оснащения анестезиологической и лабораторной техникой и фармакологическими средствами.

Для снижения операционного риска необходимо обеспечить атравматичность операции, минимизировать осложнения при анестезии, проводить мониторинг функций жизнеобеспечивающих систем.

**Таблица 1 - Определение общего состояния животного перед анестезией (классификация по ASA)**

Класс	Общее состояние	Клинический статус	Примеры вмешательств
1	Очень хорошее	Нормальный здоровый пациент	Кастрация, овариоэктомия, ампутация прибылых пальцев при отсутствии патологии
2	Хорошее	Пациент с минимальными нарушениями общего состояния	Новообразования кожи, переломы без шока, неосложненные грыжи брюшной стенки
3	Удовлетворительное (посредственное)	Пациент с тяжелым заболеванием	Лихорадка, анемия, дегидратация, гиповолемия средней степени, легкий пневмоторакс

Класс	Общее состояние	Клинический статус	Примеры вмешательств
4	Тяжелое	Угрожающее жизни заболевание (без хирургического вмешательства наступает смерть)	Сепсис, высокая лихорадка, разрыв мочевого пузыря, диафрагмы, заворот желудка, пневмоторакс средней тяжести
5	Очень тяжелое	Тяжелые, опасные для жизни органические и системные нарушения	Шоковое состояние, тяжелая травма
N (неотложные операции)	Ухудшается по нарастающей	Неотложные операции, имеющие дополнительную повышенную степень риска	Заворот желудка, прогрессирующий шок, внутреннее кровотечение, тяжелый пневмоторакс

При отсутствии выраженных нарушений соматического состояния пациента проведение незначительных по объему операций выполняется, как правило, под неингаляционной анестезией. С возрастанием степени операционного риска при выборе вида общей анестезии предпочтение отдается ингаляционному наркозу как наиболее безопасному и управляемому. Существует обоснованное мнение, что последний позволяет постоянно контролировать уровень анестетика в организме, обеспечивает быстрый и относительно легкий период пробуждения даже после нескольких часов анестезии.

При выборе метода анестезии необходимо учитывать вид животного, его реакцию на травму, функциональные резервы организма, характер и продолжительность оперативного вмешательства. Например, для наложения швов на рану лопатки в большинстве случаев прибегают к седации и дополняют ее местной анестезией. При аналогичном вмешательстве у кошки наиболее часто применяется кратковременная инъекционная анестезия, например, ацепромазин с кетамином. Если планируется хирургическое вмешательство длительностью более 1 ч, то, как правило, пациента оперируют под ингаляционной анестезией.

## 5. ЭТАПЫ И СТАДИИ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ

Основные закономерности развития анестезии принято рассматривать на примере общего обезболивания с применением эфира (таблица 2.)

В настоящее время эфир в чистом виде практически не применяется. Тем не менее знание клинической картины обезболивания с применением эфира помогает ориентироваться в глубине общей анестезии и заранее определить, в

каком направлении развиваются нарушения регуляции жизненно важных функций в организме животного.

Таблица 2 – Закономерности общего обезболивания с применением эфира

Стадии анестезии	Механизм	Клинический контроль	Прочие симптомы
Аналгезия	Паралич чувствительности головного мозга	Чувствительность к боли снижена, сознание присутствует или отсутствует, моторика сохранена	Эйфория, опьянение, нарушение координации движений, галлюцинации, гиперакузия
Возбуждение	Торможение высших моторных центров. Нарушение торможения низших моторных центров	Потеря сознания, гиперкинез, гиперрефлексия, движения глаз активны, зрачки широкие	Рвота, мочеиспускание и дефекация, нерегулярное дыхание, тахикардия, повышенное кровяное давление
Хирургическая: 1-й уровень	Торможение центров головного и спинного мозга, частичная потеря рефлексов	Расслабление скелетной мускулатуры, движения глаз активны, зрачки узкие, рефлекс век отсутствует, роговочный рефлекс присутствует	Кровяное давление нормальное, дыхание становится регулярным, ЧСС в норме
2-й уровень	Вегетативные функции поддерживаются	Движения глаз отсутствуют, рефлекс век отсутствует, роговочный рефлекс присутствует	
3-й уровень	Начинается паралич вегетативных центров	Зрачки становятся шире, глазные яблоки обращены вниз или в сторону, реакция зрачков на свет снижена	Дыхание поверхностное, кровяное давление снижается
4-й уровень	То же	Реакция зрачков на свет отсутствует	Цианоз, тахикардия, температура падает, потоотделение
Асфиксия	Вегетативные центры парализованы	Зрачки широкие	Дыхание и регуляция кровообращения

По Гведенелу IV стадией общего обезболивания является стадия асфиксии, но существует мнение, что передозировка анестетика является осложнением, поэтому более обосновано IV стадией наркоза считать пробуждение. Критериями оценки глубины общей анестезии являются следующие клинические показатели: реакция на оклик, болевые раздражения кожи и внутренних органов; глубина и характер дыхания; глазные симптомы (величина зрачка, его реакция на свет, подвижность глазных яблок, роговичный рефлекс, слезотечение); глоточный и горланный рефлекс; изменение тонуса скелетных мышц; ритм, наполнение и частота пульса.

#### *I - Стадия прибытия или аналгезии*

С начала действия паров эфира у животных теряется ориентация, наблюдается повышение двигательных рефлексов. Постепенно животное впадает в дремотное состояние, но на оклик реагирует. Продолжение ингаляции эфира через 1—3 мин. вызывает аналгезию, но тактильная и температурная чувствительность сохраняется. Данная фаза общей анестезии называется еще рауши-наркозом, а возникающая в этой стадии аналгезия называется первичной.

#### *II - Стадия возбуждения*

Началом этой стадии являются беспорядочное двигательное возбуждение, «бессознательная агрессия», нарушение ритма дыхания. Вследствие резкого возбуждения дыхание становится частым, поверхностным и неритмичным. Нарушение дыхания еще больше усиливается усилением секреции слюнных и трахеобронхиальных желез. Резко возрастают частота и наполнение пульса, повышаются мышечный тонус и все рефлексы. Зрачок во II стадии расширен, глазные яблоки плавают, глазные рефлексы сохранены. В этой стадии общей анестезии может наступить остановка дыхания и сердца вследствие раздражения языгоглоточного и верхнегортанного нервов, которые связаны с дыхательным центром и ядрами блуждающих нервов. Рвота может появиться вследствие не только раздражения вышеназванных нервов, но и от обильно выделяемой и заглатываемой слюны и слизи. Возможна аспирация рвотных масс. На этом этапе анестезии наблюдается большое число осложнений. Желание преодолеть эту стадию за счет резкого повышения концентрации эфира во вдыхаемой смеси недопустимо, так как это может привести к ларингоспазму и перечисленным осложнениям.

Таким образом, первые две стадии общего обезболивания указывают, что начальным приложением действия анестетика является ЦНС, и это проявляется в нарушении взаимодействия процессов торможения и возбуждения с явным преобладанием последних. Когда пройдены I и II стадии, все большее значение приобретает угнетение реактивности, то есть способности «отвечать», реагировать на внешние раздражители, в частности на манипуляции хирурга.

#### *III - Хирургическая стадия*

Она подразделяется по Гведенелу на 4 уровня. Первый уровень хирургической стадии (III<sub>1</sub>) характеризуется успокоением животного, отсутствием реакции на болевое раздражение, глубоким ритмичным дыханием, отсутствием паузы после вдоха и одинаковой продолжительностью вдоха и выдоха. Пульс ровный, спокойный, глазные яблоки принимают центральное

положение, зрачки сужены, их реакция на свет живая, отмечается слезотечение. Мышечный тонус падает, но мышцы под нижней челюстью напряжены. При чистом эфирном наркозе на этом уровне могут производиться лишь небольшие оперативные вмешательства. Попытка интубации на этой стадии вызывает резкое повышение рефлекторных ответов — ларингоспазм, урежение сердечных сокращений, аритмию вплоть до остановки сердца.

Углубление анестезии до второго уровня хирургической стадии ( $III_2$ ) характеризуется глубоким сном, ровным и глубоким дыханием. В акте дыхания участвуют межреберные мышцы и диафрагма. Выдох продолжительнее вдоха в 1,5—2 раза. Зрачки еще более сужены, но реакция на свет сохранена, глазные рефлексы ослаблены. Слезотечение прекращается.

Расслабление скелетных мышц значительно выражено, подавлены рефлекторные реакции со стороны глотки и гортани. При эфирном мон наркозе это оптимальный уровень анестезии для проведения оперативного вмешательства. Но при этом следует помнить, что манипуляции в рефлексогенных зонах (брюшной, корне легкого, промежности) могут вызвать снижение артериального давления. На этом уровне рвотный рефлекс угнетается, но появляется еще более грозная опасность — регургитация, то есть пассивное затекание желудочного содержимого в пищевод, полость рта, глотки ввиду расслабления запирательных мышечных жомов (пищеводно-желудочного и перстнеглоточного).

Третий уровень, или глубокая анестезия ( $III_3$ ), является предельно допустимым. Дыхание становится частым и более поверхностным. Оно осуществляется в большей степени за счет диафрагмы, так как межреберные мышцы постепенно парализуются. Зрачки слегка расширяются, роговица сухая, наступает атония всех мышц, в том числе и брюшных, все рефлексы угнетены, корнеальные и зрачковые рефлексы отсутствуют, веки прикрыты. Общая анестезия на третьем уровне нежелательна и не применяется в современной анестезиологии. Во время ее проведения необходимо максимальное внимание, так как может внезапно наступить передозировка. Передозировкой эфира называется достижение его токсической концентрации в тканях организма. Она, в первую очередь проявляется в изменении характера дыхания, которое становится поверхностным, появляются судорожные движения диафрагмы. Наступает гипоксия, проявляющаяся в темном окрашивании крови, цианозе видимых слизистых (языка). Пульс частый, слабого наполнения и напряжения.

Смерть (IV стадия) наступает при явлениях паралича дыхания (оно выключается первым) и прекращении сердечной деятельности. В отечественной анестезиологии принято рассматривать три уровня хирургической стадии. Четвертой стадией считается пробуждение. Четвертый уровень хирургической стадии ( $III_4$ ) и асфиксия (IV стадия) по Геделю рассматриваются как осложнения.

Стадия пробуждения (IV) начинается с момента прекращения ингаляции наркотического вещества. При выходе из наркоза организм животного в какой-то степени вновь проходит все стадии, но в обратном порядке. При пробуждении также отмечается аналгезия, которая называется вторичной.

Вторичная аналгезия может поддерживаться длительное время. На этом построен метод наркоза по Artusio. Стадия пробуждения после общей анестезии эфиром длится обычно 10—20 мин.

Таким образом, важнейшие «полезные» качества общей анестезии (выключение восприятия боли, устранение реакции на операцию, релаксация мышц) достигаются ценой общей депрессии нейрогуморальной реакции всех жизненно важных процессов. Чем глубже анестезия, тем сильнее подавляются эти процессы. Именно это является отрицательной стороной общей анестезии. Причем степень депрессии проявляется в последовательном развитии клинических симптомов перехода одной стадии в другую. По ним оценивают глубину анестезии.

Выраженность силы действия анестетиков влияет на клиническую картину. Так, при введении слабых анестетиков (закись азота) начальные стадии общей анестезии продолжительны и хорошо выражены, а сильных (фторотан, барбитураты) - кратковременны и выражены очень слабо.

## 6. ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ПРЕМЕДИКАЦИИ И АНАЛЬГЕЗИИ

Препараты, применяемые для премедикации, служат для подготовки пациента к введению в наркоз, а также для обеспечения более ровного течения анестезии и спокойного выхода из наркоза. Более узко цели использования препаратов для премедикации можно определить следующим образом:

- транквилизация пациента;
- обеспечение седации;
- обеспечение анальгезии (при наличии травмы);
- снижение секреции дыхательных путей и саливации;
- подавление автономных рефлексов;
- снижение объема и кислотности желудочного сока;
- подавление и профилактика рвоты и регургитации;
- снижение потребности в анестетиках (снижение дозы анестетиков);
- обеспечение спокойного введения и выхода из наркоза.

Не существует препаратов для премедикации или комбинаций препаратов, которые можно было бы безопасно использовать во всех ситуациях и у всех пациентов. При выборе препарата следует учитывать состояние и потребности животного. Так, например, пациентам в состоянии шока или при кровотечении противопоказано введение транквилизаторов, вызывающих гиповолемию или гипотензию.

При выборе препарата для премедикации необходимо учитывать:

- возраст пациента;
- физическую форму;
- темперамент;
- вид животного;
- вид хирургического вмешательства и его предполагаемую продолжительность;
- плановость или срочность операции;

- опыт использования тех или других препаратов анестезиологом.
- К препаратам, используемым для премедикации, относят:
- антихолинергические препараты;
  - транквилизаторы;
  - седативные препараты;
  - опиоиды.

## АНТИХОЛИНЭРГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ

*Атропина сульфат* блокирует ацетилхолин на постганглионарных окончаниях холинергических волокон автономной нервной системы. При этом:

- Снижается секреция слизистых оболочек ротовой полости, глотки и респираторного тракта, бронхи расширяются. *Атропин* повышает и анатомическое, и физиологическое мертвые дыхательные пространства, что может способствовать развитию послеоперационной гипоксемии, связанной с несоответствием вентиляции и перфузии легких.

- Снижается моторная и секреторная активность желудочно-кишечного тракта, подавляется вагусное воздействие на миокард.

- В терапевтических дозах *атропин* оказывает минимальное влияние на артериальное давление.

- Он блокирует холинергические волокна коротких цилиарных нервов и расслабляет сфинктер радужки, расширяя зрачок. *Атропин* не способен расширить зрачок птиц, т. к. их радужка состоит из поперечно-полосатой мускулатуры.

В протоколе премедикации у собак *атропин* наиболее часто применяют для коррекции атриовентрикулярной блокады второй степени. Вместе с тем у этого вида животных *атропин* повышает вероятность сердечных аритмий и синусной тахикардии. У пони и лошадей, особенно при введении высоких доз *атропина*, повышается вероятность развития послеоперационных колик.

*Атропин* можно вводить подкожно, внутримышечно или внутривенно. При внутривенном введении *атропин* может первоначально повышать вагусный тонус как центрально, так и периферически. Классическое парасимпатолитическое действие препарата проявляется вторично.

Как правило, для премедикации применяются следующие дозы *атропина*:

- лошади — 0,02 — 0,04 мг/кг;
- КРС — 0,04 — 0,06 мг/кг;
- овцы и козы — 0,1 — 0,7 мг/кг (даже при этой дозе саливация полностью не подавляется);
- свиньи — 0,06 — 0,08 мг/кг;
- собаки, кошки — 0,02 — 0,04 мг/кг.

Необходимо отметить, что использование *атропина* в качестве препарата для премедикации у жвачных, особенно у мелких, малообоснованно в большинстве случаев. Дозы, необходимые для полного подавления саливации, вызывают такие побочные эффекты, как: тахикардия, расширение зрачков, увеличение вероятности рефлюкса и тимпании.

*Гликопирролат* является синтетическим четвертичным аммонием по химической природе и антихолинергетиком - по действию. Действие *гликопирролата* выражается в:

- снижении объема и кислотности желудочных соков;
- снижении кишечной моторики;
- уменьшении интенсивности секреции слизи в глотке, трахее, бронхах.

Продолжительность действия *гликопирролата* большая, по сравнению с *атропином*.

*Гликопирролат* используется для снижения саливации, трахеобронхиальной и глоточной секреции, а также объема и кислотности желудочного сока. В результате повышения pH желудочных соков и снижения моторики кишечника снижается вероятность регургитации. *Гликопирролат* также блокирует vagусные рефлексы во время введения в наркоз и интубации.

*Гликопирролат* можно вводить внутривенно, внутримышечно или подкожно собакам и внутримышечно - кошкам в дозе 0,011 мг/кг.

Для лошадей и жвачных доза *гликопирролата* составляет 2 — 5 мкг/кг внутривенно.

## ТРАНКВИЛИЗАТОРЫ И НЕЙРОЛЕПТИКИ

Не существует единой удовлетворительной классификации препаратов, применяемых для транквилизации / седации. Также может применяться термин «нейролептики», к которым относят фенотиазины и бутирофеноны.

К собственно транквилизаторам относят препараты, которые снижают беспокойство пациента, не вызывая ненужной седации. К данной группе можно отнести бензодиазепины.

Применение бензодиазепинов для премедикации не поможет успокоить животное, а, напротив, может усложнить ситуацию за счет устранения ингибирующих факторов, при этом агрессивные животные будут активнее сопротивляться (кусаться, лаяться), и даже дружелюбные могут выйти из-под контроля. Снижая нервозность, производные *фенотиазина* облегчают переход животного в состояние сна при индукции анестезии, но мало помогают при фиксации агрессивного пациента, какая бы доза ни использовалась.

Кроме премедикации, транквилизаторы/ нейролептики также используются для:

- успокоения пациента при клиническом осмотре или транспортировке;
- предупреждения разлизывания ран или жевания бинтов и лангет;
- профилактики рвоты (например. при перевозке мелких животных в машине).

При использовании транквилизаторов/ нейролептиков как средств премедикации, они вводятся внутривенно, внутримышечно, подкожно или орально. Реакция на оральное введение медленная и непредсказуемая. Внутримышечная инъекция должна проводиться минимум за 15—30 мин. до введения в наркоз. Это позволяет препарату полностью проявить свое действие до индукции анестезии.

## ПРОИЗВОДНЫЕ ФЕНОТИАЗИНА

При использовании производных фенотиазина для премедикации:

- облегчается введение животного в наркоз;
- снижаются дозы анестетиков, необходимых для индукции и поддержания наркоза;
- снижается вероятность рвоты;
- обеспечивается более спокойный и мягкий выход из наркоза;
- снижается вероятность катехоламин-индуцированных аритмий при барбитуратной и галотановой анестезии.

После введения производного фенотиазина животное расслабляется, наклоняет голову, опускает уши. Некоторые животные могут ложиться, их взгляд кажется застывшим, нередко глаза частично закрыты третьим веком.

Фенотиазины вызывают гипотермию, в результате воздействия на гипоталамус, и снижают порог возникновения судорог.

Большинство известных фенотиазинов, включая *хлорпромазина гидрохлорид* (Thorazin), *промазина гидрохлорид* (Sparine), *протиопромазин* (Tranvet) и *пиперациазин* (Psymod), в настоящее время практически не используется в ветеринарии. Однако *ацепромазина малеат* продолжает широко применяться ветеринарными специалистами при работе с различными видами животных.

*Ацепромазин* (Vetranquil, Castran) является эффективным транквилизатором со сравнительно низкой токсичностью. Этот препарат особенно часто применяется у собак, лошадей и котов, а также успешно использовался при работе со многими дикими животными.

Как и другие фенотиазины, *ацепромазин* в низких дозах изменяет поведение, а с повышением дозы развивается седативный эффект препарата, но кривая зависимости реакции от дозы быстро достигает плато, после чего увеличение концентрации *ацепромазина* в организме животного не усиливает, а продлевает седацию, увеличивая вероятность развития побочных эффектов. Дальнейшее повышение дозы может приводить к возбуждению и экстрапирамидальным симптомам.

На практике доза препарата, которую необходимо ввести конкретному пациенту, определяется в зависимости от требуемой продолжительности седации и ее цели.

*Ацепромазин* обеспечивает: транквилизацию; миорелаксацию; снижение спонтанной активности. Введение *ацепромазина* в качестве препарата для премедикации снижает количество необходимых анестетиков. *Ацепромазин* также оказывает противорвотное, спазмолитическое, гипотензивное, гипотермическое действия.

Гипотензивный эффект применения *ацепромазина* связан с расширением сосудов вследствие блокады периферических  $\alpha_2$ -адренорецепторов. Большинство здоровых животных хорошо переносят снижение артериального давления, однако у пациентов с гиповолемией или в состоянии шока может произойти резкое и даже фатальное падение артериального давления.

*Ацепромазин* не обладает анальгетическими свойствами и ни при каких обстоятельствах не может самостоятельно применяться для выполнения даже кратковременных болезненных процедур.

*Ацепромазин* вызывает паралич ретрактора пениса и выпадение пениса из препутия у быков и жеребцов. У лошадей может произойти физическое повреждение пениса и, как следствие, неспособность органа вернуться в нормальное положение после окончания действия препарата. В этом случае может потребоваться ампутация пениса, и поэтому не рекомендуется использовать *ацепромазин* у племенных жеребцов. Также у жеребцов зарегистрирован случаи приапизма после применения *ацепромазина* (приапизм — перманентная болезненная эрекция кавернозного тела пениса в результате нарушения оттока крови).

Рекомендованная оральная доза (в виде таблеток) для кошек и собак составляет 1—3 мг/кг. При этом данный препарат не следует давать с кормом. Для подкожного, внутримышечного и внутривенного введения показаны следующие дозы:

- кошки — 0,03 — 0,1 мг/кг;
- лошади — 0,01 — 0,1 мг/кг;
- собаки — 0,03 — 0,1 мг/кг, при этом общая доза не должна превышать 3 мг.

Следует иметь в виду, что гигантские породы собак исключительно чувствительны к *ацепромазину* и отказываются передвигаться при введении дозы 0,03 мг/кг. Мелкие породы, особенно терьеры, намного более резистентны к действию препарата и не показывают симптомов седации даже при использовании высоких доз. Боксеры чрезвычайно чувствительны к *ацепромазину*, у них наблюдается потеря сознания даже при низких дозах (0,02 мг/кг). При этом внезапно, без предварительной седации развивается вазовагусный синкоп, сопровождающийся тяжелой гипотензией и брадикардией. Данную реакцию можно блокировать введением *антроптина гликопирролата*.

### БУТИРОФЕНОНЫ

В медицинской практике бутирофеноны расцениваются как эффективные транквилизаторы. Они минимально влияют на деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной системы, хотя и может наблюдаться незначительная артериальная гипотензия, связанная с а-адренергической блокадой. Бутирофеноны обладают выраженным противорвотным эффектом, препятствуя, например, рвоте при введении опиоидов. Благодаря этому свойству бутирофеноны могут быть использованы в качестве компонента нейролептаналгезии.

*Дроперидол* принадлежит к классу бутирофенонов и является нейролептиком с продолжительностью действия 6—8 часов. *Дроперидол* обладает исключительно сильным противорвотным эффектом, а также может антагонизировать респираторную депрессию, вызванную морфиноподобными веществами за счет повышения чувствительности дыхательного центра к

углекислому газу. Доза *дроперидола* 0,1—0,4 мг/кг обеспечивает выраженную седацию у свиней на протяжении 2—5 часов.

*Азаперон* является бутирофеноном, рекомендованным к использованию для свиней. Внутримышечное введение этого препарата обеспечивает выраженный седативный эффект. При этом глубина седации напрямую зависит от дозы *азаперона*, которая составляет 1—8 мг/кг.

### БЕНЗОДИАЗЕПИНЫ

В 1955 году был синтезирован *хлордиазепоксид*, что положило начало широкому использованию препаратов группы бензодиазепинов как в медицине, так и в ветеринарии. Основными эффектами применения бензодиазепинов являются:

- транквилизация;
- седация;
- антиконвульсивный эффект;
- мышечная релаксация (центрального действия).

Седативный эффект бензодиазепинов обеспечивается за счет угнетения лимбической системы, а миорелаксация достигается угнетением нейронов на спинальном уровне.

Несмотря на то, что при использовании только бензодиазепинов практически невозможно ввести животное в наркоз, их успешно комбинируют с множеством препаратов, угнетающих ЦНС, для обеспечения общей анестезии (эффект потенцирования).

Бензодиазепины можно применять орально, подкожно, внутримышечно и внутривенно:

- для премедикации;
- для седации и аналгезии при проведении интенсивной терапии;
- для компенсации конвульсивного и галлюциногенного действия кетамина;
- для стимуляции аппетита (*диазепам* можно использовать для лечения анорексии у кошек после перенесения различных заболеваний в дозе 1 мг/кг *per os* 1 раз в день; у ослабленных животных доза должна быть значительно ниже — 0,05 — 0,1 мг/кг *per os*).

Из группы бензодиазепинов в ветеринарии применяются *диазепам*, *мидазолам* и *клозапам*. Наиболее распространенным остается *диазепам*, хотя в последнее время достаточно широко начал использоваться и *мидазолам*.

*Диазепам* (Сибазон, Реланиум), как и большинство других препаратов группы бензодиазепинов, нерастворим в воде и выпускается на основе растворителя — *протиленгликоля*. Пропиленгликоль обуславливает слабое, с непредсказуемым эффектом всасывание данного препарата при внутримышечной или подкожной инъекции. По этой причине рекомендуется внутривенное использование *диазепама*, хотя на практике он иногда вводится и внутримышечно (рогатый скот, свиньи). В некоторых странах выпускается

эмulsionия *диазепама* для инъекций. Эта форма выпуска препарата не содержит пропиленгликоль, но имеет более низкую биодоступность.

Клинические дозы *диазепама* практически не оказывают влияния на сердечно-сосудистую и дыхательную системы, однако пропиленгликоль обладает некоторым кардиотоксическим потенциалом.

Сам *диазепам* имеет сравнительно низкую токсичность. В случае передозировки препарата используют антагонист бензодиазепинов *флюмазенил* (см. ниже), а также вводят внутривенно растворы кристаллоидов, обеспечивают адекватную вентиляцию легких и кислородную поддержку.

*Диазепам* следует вводить медленно, предупреждая возникновение тромбоза. Кроме того, быстрое введение препарата может вызывать гемолиз и кардиотоксический эффект, вследствие действия пропиленгликоля. Необходимо избегать случайной внутриартериальной инъекции.

*Диазепам* может адсорбироваться пластиком и, следовательно, его не следует хранить в пластиковых шприцах.

*Диазепам* не совместим с большинством препаратов и растворов при физическом смешивании, однако часто смешиивается с *кетамином* в одном шприце непосредственно перед введением.

Кроме использования *диазепама* в качестве средства для седации/премедикации и введения в наркоз (одновременно с *кетамином*), он также является препаратом выбора для контроля судорог любого происхождения.

Дозы (транквилизирующий эффект):

- лошади — 0,01 — 0,2 мг/кг;
- КРС, овцы — 0,02 — 0,5 мг/кг;
- свиньи — 0,1 — 1 (иногда до 2) мг/кг;
- собаки, кошки — 0,1 — 0,5 мг/кг.

*Мидазолам* также относится к группе бензодиазепинов, но имеет ряд преимуществ по сравнению с *диазепамом*. Т. к. *мидазолам* растворим в воде, он не вызывает побочных эффектов при внутривенных инъекциях и более эффективно всасывается при внутримышечных и подкожных.

*Мидазолам* метаболизируется печенью, при этом период полувыведения значительно короче, чем у *диазепама*, и т. о. *мидазолам* менее кумулятивен.

*Мидазолам* можно использовать самостоятельно для премедикации и в комбинациях с другими препаратами:

- для обеспечения седации при проведении диагностических и терапевтических процедур;
- для индукции анестезии.

Доза *мидазолама* для кошек и собак — 0,1 — 0,3 мг/кг в/в, в/м, п/к.

Для кошек и собак рекомендованы следующие комбинации данного препарата:

1. *Мидазолам* буторфанол (0,1 — 0,2/0,2 мг/кг) в/в, в/м — можно в одном шприце, седация длится 15 — 40 минут.

2. *Кетамин/ мидазолам* (5,5/0,2 мг/кг) в/в в одном шприце — обычно используют для введения в наркоз, после чего можно применять ингаляционную анестезию. В отличие от комбинации *кетамина* и *кетазина*, будет наблюдаться более слабая анальгезия и релаксация, но угнетение сердечно-сосудистой и дыхательной систем будет минимальным.

Для лошадей рекомендовано использование *мидазолама* в дозе 0,01 — 0,2 мг/кг в/м или в/в.

Доза *мидазолама* для свиней также варьируется в широких пределах — от 0,1 до 1 — 2 мг/кг глубоко в/м. Комбинация *мидазолама* и *метаклопрамида* (0,25/ 3,3 мг/кг) обеспечивает выраженную седацию, несмотря на отсутствие подобного эффекта при самостоятельном применении этих препаратов.

### АЛЬФА<sub>2</sub>-АДРЕНОМИМЕТИКИ

Альфа<sub>2</sub>-адренорецепторы являются пресинаптическими ингибиторными рецепторами (ауторецепторами) симпатической нервной системы. а<sub>2</sub>-адренорецепторы обнаруживаются в:

- ЦНС;
- желудочно-кишечном тракте;
- матке;
- почках;
- тромбоцитах.

В ЦНС а<sub>2</sub>-адренорецепторы индуцируют анальгезию и седацию. При этом механизм действия а<sub>2</sub>-адреномиметиков имеет сходство с процессами, происходящими при активации опиоидных рецепторов (ингибиция пресинаптических кальциевых каналов, активирующих высвобождение нейротрансмитера; активация калиевых каналов постсинаптического нейрона, что приводит к гиперполяризации синаптических окончаний и блокированию прохождения нервного импульса).

а<sub>2</sub>-адреномиметики, связываясь с а<sub>2</sub>-адренорецепторами, обеспечивают: анальгезию; седацию, миорелаксацию; снижение беспокойства.

При использовании а<sub>2</sub>-адреномиметиков в качестве средств премедикации удается снизить дозу необходимых для общей анестезии пациента внутривенных или ингаляционных анестетиков на 50 %. При этом следует быть осторожным, избегая передозировок анестетика. Даже пациенты, которые кажутся недостаточно седированными, все же требуют меньшего количества препаратов, которые применяются впоследствии для введения в наркоз и его поддержания.

а<sub>2</sub>-адреномиметики могут вызывать брадикардию и снижать минутный объем крови. *Атропин* и *гликопирролат* более эффективны для профилактики брадикардии при введении их до применения а<sub>2</sub>-адреномиметиков, чем для лечения брадикардии после того, как она уже развилась.

Сразу же после внутривенного введения а<sub>2</sub>-адреномиметика наблюдается кратковременное повышение артериального давления, которое затем падает, причем в некоторых случаях развивается тяжелая гипотензия. При

использовании а<sub>2</sub>-адреномиметиков рекомендуется поддерживать нормальную работу сердечно-сосудистой системы посредством инфузионной терапии. После применения препаратов данной группы могут возникнуть трудности с визуализацией периферических вен. Намного легче катетеризовать вену до седации, что позволит в дальнейшем без проблем вводить необходимые препараты и растворы.

При использовании а<sub>2</sub>-адреномиметиков дыхание может стать поверхностным и неритмичным. У некоторых пациентов наблюдается цианоз. В редких случаях также может развиваться отек легких.

Часто под воздействием а<sub>2</sub>-адреномиметиков наблюдается гипотермия при этом необходимо использовать источники внешнего обогрева.

Другие возможные побочные эффекты:

- рвота (особенно у кошек);
- незначительный мышечный трепор;
- снижение перистальтики кишечника;
- повышенный тонус матки;
- увеличение диуреза (а<sub>2</sub>-адреномиметики ингибируют выделение инсулина, что приводит к гипергликемии, а также снижают концентрацию антидиуретического гормона).

В ветеринарии применяются следующие а<sub>2</sub>-адреномиметики: *ксилазин, детомидин, медетомидин, дексмедетомидин, рамифидин*.

*Ксилазина гидрохлорид* (Romprun, Sedazine, Xyl1a) — это смешанный а<sub>2</sub>-агонист с селективным коэффициентом 160:1. Он был впервые синтезирован в 1960-е годы и применялся в качестве антигипертензивного средства, однако по отношению к животным был обнаружен выраженный седативный эффект ксилазина.

*Ксилазин* является типичным а<sub>2</sub>-адреномиметиком с соответствующим данной группе препаратов действием.

*Ксилазин* следует с осторожностью применять пациентам, у которых наблюдается:

- заболевания сердца/вентрикулярные аритмии;
- гипотензия;
- шок;
- нарушение дыхательной функции;
- почечная недостаточность;
- печеночная недостаточность;
- дистрофическое состояние.

Т. к. а<sub>2</sub>-адреномиметики могут усиливать маточный тонус, не рекомендуется применение *ксилазина* во время беременности.

*Ксилазин* угнетает механизм терморегуляции, при этом у пациента может развиваться гипотермия или гипертермия. Этот эффект может продолжаться и после окончания седативного и обезболивающего действия препарата.

В некоторых случаях сложно достичь адекватной седации у сильно возбужденных пациентов. При этом увеличение дозы *ксилазина*, как правило,

нижает уровень седации, а только продлевает ее.

**Действие ксилазина на сердечно-сосудистую систему включает в себя:**

- начальную кратковременную артериальную гипертензию, связанную с повышением общего сосудистого сопротивления (активация периферических адренорецепторов, а также некоторая активация  $\alpha_2$ -адренорецепторов);

- компенсаторную брадикардию;
- последующую длительную (обычно незначительную) гипотензию;
- атриовентрикулярную блокаду II степени у некоторых пациентов;
- снижение минутного объема крови (в некоторых случаях на 30 %);
- потенцирование аритмогенного действия адреналина.

**Клинически оправданные дозы ксилазина** обычно не оказывают влияния на сердечно-сосудистую систему, но у брахицефалических пород собак может развиваться аритмия. В редких случаях возможен отек легких.

У собак после введения **ксилазина** снижается тонус кардиального центра желудка, и возрастает вероятность желудочного рефлюкса. Введением ксилазина можно целенаправленно вызывать рвоту у кошек и, в меньшей степени, у собак. Это, как правило, происходит через 3 — 5 минут после внутримышечного введения препарата. При внутривенном введении ксилазина рвота наблюдается крайне редко.

К другим побочным действиям **ксилазина** относятся:

- повышенное потоотделение у лошадей;
- гипергликемия;
- снижение внутриглазного давления;
- снижение перистальтики кишечника;
- увеличение продуцирования мочи.

**Кетамидин** совместим при смешивании в одном шприце с **кетамином**, **фентанилом**, **петидином**.

**Кетамидин** вводится подкожно, внутримышечно и внутривенно, выпускается в растворе 2 % и 10 % концентрации. Начало действия препарата после внутривенной или внутримышечной инъекции наступает через 10-45 минут.

**Детомидина гидрохлорид** («Domsedan») — эффективный гипнотический/анальгезирующий препарат, характеризующийся высокой специфичностью по отношению к  $\alpha_2$ -адренорецепторам. **Детомидин** был разработан в качестве транквилизатора/обезболивающего для лошадей и кошек. Он не лицензирован для использования у мелких домашних животных, хотя эффективная доза для собак составляет 0,005 — 0,02 мг/кг в/м.

Сердечно-сосудистые изменения при использовании **детомидина** для представителя группы  $\alpha_2$ -адrenomиметиков. К другим побочным действиям относятся:

- гипергликемия;
- значительное увеличение диуреза;
- снижение перистальтики кишечника;
- парализация мышц;

- повышенное потоотделение;
- пилоэрекция.

*Детомидин* может вводиться внутримышечно и внутривенно, выпускается в виде раствора с концентрацией действующего вещества 10 мг/мл. Наиболее часто применяется в практике лечения лошадей:

- для премедикации;
- для анальгезии при коликах;
- в комбинации с буторфанилом при кастрации жеребцов в стоячем положении (*детомидин* 20 мкг/кг, буторфанил 40 мкг/кг в/в в одном шприце).

Рекомендуемые дозы *детомидина*:

- для лошадей - 5 — 80 мкг/кг в/в или в/м (в большинстве случаев достаточно 10 — 20 мкг/кг в/в и до 40 мкг/кг в/м);
- для КРС - 10 мкг/кг в/в и до 40 мкг/кг в/м.

*Медетомидина гидрохлорид* (Domitor) — один из наиболее эффективных и селективных препаратов из группы а2-адреномиметиков.

Кроме необходимых компонентов действия, таких как седация, гипнотическое воздействие и анальгезия, *медетомидин*, также как и другие препараты данной группы, вызывает брадикардию, снижение МОК и артериальную гипертензию, которая сменяется гипотензией. Может также наблюдаться:

- угнетение дыхания;
- гипотермия;
- рвота;
- подергивание мышц;
- атриовентрикулярная блокада II степени;
- повышенный диурез;
- гипергликемия;
- возбуждение;
- пролонгированная седация;
- острая циркуляторная недостаточность (происходит при превышении рекомендуемой дозы минимум в 2 раза).

Препарат может применяться подкожно, внутримышечно и внутривенно, однако подкожное введение дает менее стабильный и предсказуемый эффект.

Рекомендуемые дозы *медетомидина* для собак составляют 0,01 — 0,04 мг/кг п/к, в/м, в/в; для кошек — 0,04 — 0,08 мг/кг п/к, в/м, в/в. У овец и коров рекомендовано внутривенное введение в дозировке 0,01 — 0,02 мг/кг. *Медетомидин* также используется при иммобилизации диких животных, чаще в комбинации с *кетамином*. Его можно применять при работе с грызунами и другими лабораторными животными.

*Дексмедетомидин* — действующее вещество препарата «Dexdomitor», еще более нового и эффективного представителя класса а2-адреномиметиков.

Дозы *дексмедетомидина* для собак базируются на площади поверхности тела и составляют:

- седация и анальгезия — 375 мкг/м<sup>2</sup> в/в, 500 мкг/м<sup>2</sup> в/м;

• премедикация — 125 — 375 мкг/м<sup>2</sup> в/м.

Доза дексмедетомидина для кошек составляет 40 мкг/кг в/м.

*Ромифидин* (Sedivet) — типичный  $\alpha_2$ -адреномиметик, используемый для седации и премедикации лошадей. Его  $\alpha_2/\alpha_1$  селективный коэффициент составляет 200:1. Для него характерно действие и побочные эффекты, присущие препаратам данной группы.

По сравнению с *ксилазином* и *демотомидином*, *ромифидин* вызывает меньшую атаксию при аналогичном уровне седации. В рекомендуемых дозировках вышеуказанных препаратов действие *ромифидина* самое длительное и составляет более 80 мин (*ксилазина* — около 20 мин., *демотомидина* — около 80 мин.).

Доза *ромифидина* составляет 25 — 100 мкг/кг внутривенно.

#### АНТАГОНИСТЫ $\alpha_2$ -АДРЕНОМИМЕТИКОВ

Центральное и периферическое действие  $\alpha_2$ -адреномиметиков можно реверсировать при помощи специфических антагонистов. К ним относятся: *дофамидин*; *идазоксан*; *толазолин*; *апипамезол*.

Наиболее выраженным действием и специфичностью обладает *апипамезол*, который, наряду с *дофамидином*, чаще чем другие препараты данной группы применяется в ветеринарной практике.

*Дофамидин* применяется при реверсии действия  $\alpha_2$ -адреномиметиков у кото-раторных животных, собак и кошек. Дозировка антагонистов любых препаратов зависит от дозы вещества, действие которого необходимо реверсировать. Наиболее часто мелким животным для реверсии *ксилазина* вводят 0,1 мг/кг *дофамидина*. В клинической практике *дофамидин* также используется для отмены действия *ксилазина* у КРС (0,125 мг/кг в/в) и лошадей (0,075 мг/кг в/в).

*Апипамезол* эффективен для реверсии *медетомидина* и *дексмедетомидина* у собак и кошек. Дозы составляют:

- для кошек — 2,5 х мкг/кг ранее введенной дозы *медетомидина* и 5 х мкг/кг ранее введенной дозы *дексмедетомидина*;
- для собак — 5 х мкг/кг ранее введенной дозы *медетомидина* и 10 мкг/кг ранее введенной дозы *дексмедетомидина* в/м.

Доза *апипамезола* (5 мг/мл) в мл для кошек равна  $\frac{1}{2}$  ранее введенной дозы *медетомидина* (1 мг/мл) или *дексмедетомидина* (0,5 мг/мл) в мл; а для собак — равна ранее введенной дозе *медетомидина* или *дексмедетомидина* в

#### АНСЕСТЕТИКИ

Следует отметить, что применение анальгетиков до и во время анестезии помогает избежать беспомощного, безболезненного выхода из наркоза, а также снижения уровня анестезии. Все анестетики в той или иной мере обладают анальгетическими свойствами, однако полноценное обезболивание пациента может быть проведено при помощи 4 основных методов:

1. Использование местных анестетиков.

2. Использование а2-адреномиметиков
3. Использование нестероидных противовоспалительных препаратов (НСПВП).
4. Использование опиоидов.

Местные анестетики, особенно длительного действия, например, *бупивакайн*, могут также обеспечить прекрасную послеоперационную анальгезию.

При использовании а2-адреномиметиков в дозах, обеспечивающих достаточную анальгезию, наблюдается глубокая седация (что не всегда отрицательный фактор в послеоперационный период) и брадикардия.

### НЕСТЕРОИДНЫЕ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ ПРЕПАРАТЫ (НСПВП)

Препараты данной группы действуют в основном при помощи ингибиции высвобождения простагландинов в месте травмы и уменьшения воспаления и отека, которые являются основными источниками послеоперативной боли. При разумном использовании НСПВП могут играть важную роль в обеспечении интра- и послеоперационной анальгезии.

Выделяют основные группы НПВП:

#### 1. Эноловые кислоты:

- пиразолоны (*дипирон, тефоксалин*);
- пиразолидины (*фенилбутазон*);
- оксикамы (*тироксикам, мелоксикам*).

#### 2. Карбоксиловые кислоты:

- салициловые кислоты (*аспирин*);
- уксусные кислоты (фенилуксусные кислоты — *диклофенак, элтепенак*);
- пропионовые кислоты (*кетопрофен, картрофен, ибупрофен, ведандрофен*);
- фенамовые кислоты (*исклофенамовая кислота, толфенамовая кислота*);
- никотиновые кислоты (*флюониксип*).

#### 3. Некислотные производные:

- производные сульфонамида (целекоксиб, фирококсиб, нимесулид и т.д.)

Классически НСПВП обладают противовоспалительным, обезболивающим и жаропонижающим эффектами. Кроме того, НСПВП могут обеспечивать: антигипералгезию; антиэндотоксический эффект; антитромботический эффект; слабый спазмолитический эффект; хондропротекцию (*карпрофен* в рекомендуемых дозировках).

Механизм действия НСПВП состоит в ингибиции ферментов циклооксигеназ (ЦОГ). Ферменты ЦОГ конвертируют арахидоновую кислоту (продукт повреждения клеточной фосфолипидной мембранны), способствуя высвобождению простагландинов и тромбоксанов.

НСПВП ингибируют высвобождение простагландинов, которые вызывают

специацию как периферически (снижая порог реагирования иоцицепторов), так и центрально (в дорсальных рогах посредством простаноидных рецепторов). Т. о. обеспечивается **обезболивающее действие НСПВП**.

В то же время НСПВП обладают рядом побочных эффектов:

- изъязвление желудочно-кишечного тракта - энтеропатия с потерей протеина, кровотечение;
- медуллярная/ папиллярная почечная ишемия/ некроз - острая почечная недостаточность (особенно, если пациент находится в состоянии гиповолемии/ гипотензии);
- гепатотоксичность (возможно обратимая);
- эмбриотоксичность/ тератогенный эффект (особенно в первом триместре беременности, наиболее опасен *аспирин*);
- миелотоксичность;
- геморрагический диатез (менее современные ингибиторы ЦОГ-1, особенно *аспирин*);
- задержка наступления родов (с осторожностью использовать НСПВП в конце беременности);
- преждевременное закрытие боталова протока;
- усиление бронхоконстрикции у астматиков;
- хондродеструкция, особенно суставных хрящей (например, *фенилбутазон*).

В основе действия НСПВП лежит ингибиция циклооксигеназы. В настоящее время известны две ее изоформы — ЦОГ-1 и ЦОГ-2. Большинство НСПВП являются неселективными ингибиторами обеих форм.

ЦОГ-1 — фермент, который находится в различных тканях организма.

При его ингибиции снижается синтез многих «полезных» простагландинов. С этим процессом связано большинство побочных эффектов НСПВП.

ЦОГ-2 синтезируется в различных тканях, например, в клетках воспаления; этот фермент способствует увеличению количества воспалительных простагландинов, которые участвуют в трансмиссии боли или играют роль прямых алгогенов.

Долгое время считалось, что ингибиция ЦОГ-1 приводит к катастрофическим последствиям, уменьшая количество необходимых простагландинов, особенно в почках и желудочно-кишечном тракте. Эти простагландины участвуют в:

- ауторегуляции почечного кровотока;
- секреции ренина;
- канальцевом транспорте;
- регуляции кровотока слизистой желудка;
- синтезе защитного слизистого/бикарбонатного слоя желудочной стенки;
- модуляции секреции желудочного сока и ферментов;
- восстановлении эпителиальных клеток;
- регуляции перистальтики кишечника.

Т. о. ингибиция продукции этой группы простагландинов может приводить к хорошо известным побочным эффектам НСПВП, которые выражаются в симптомах поражения желудочно-кишечного тракта и почек. По этой причине исследования были направлены на поиск НСПВП, которые бы избирательно ингибировали ЦОГ-2.

По этой причине современные НСПВП селективны, а не полностью специфичны по отношению к ЦОГ-2. К таким препаратам относятся *мелоксикам, карпрофен, целекоксиб* и др.

*Ацетилсалцилат* (Аспирин) был одним из первых НСПВП, использовавшихся в ветеринарной практике, и до сих пор иногда применяется, например, для анальгезии мелких животных в послеоперационный период. Он проявляет свое обезболивающее действие как центрально, так и периферически.

Рекомендуемые дозы для собак — 10 мг/кг внутрь 2 р. в сутки, для кошек — 10 мг/кг внутрь 1 р. в 2 дня.

*Кетопрофен* (Кетофефен) лицензирован только для послеоперационного использования. При применении *кетопрофена* высока вероятность возникновения нарушений свертываемости крови.

*Дозы кетопрофена:*

- лошади - 2,2 мг/кг в/в 1 р. в сутки в течение 3-5 дней;
- КРС - 3 мг/кг в/в или в/м до 3 дней;
- свиньи - 3 мг/кг в/м однократно;
- собаки - 1 мг/кг внутрь до 5 дней или 2 мг/кг п/к, в/м или в/в до 3 дней;
- кошки - 1 мг/кг внутрь до 5 дней или 2 мг/кг п/к до 3 дней.

*Карпрофен* (Римадил) - наиболее новый НСПВП в ветеринарной практике. *Карпрофен* отличается меньшей вероятностью возникновения побочных эффектов, лицензирован для предоперационного использования. Широкое применение несколько лимитировано высокой стоимостью препарата.

*Дозы карпрофена:*

- лошади - 0,7 мг/кг в/в однократно, затем при необходимости - внутрь до 5 дней (в виде гранул);
  - КРС - 1,4 мг/кг п/к или в/в однократно;
  - собаки - 2- 4 мг/кг внутрь (разделив на 2 приема) до 7 дней, затем 2 мг/кг 1 р. в сутки; 4 мг/кг п/к или в/в однократно;
  - кошки - 4 мг/кг п/к или в/в однократно (для орального применения не лицензирован).

*Мелоксикам* (Метакам) селективен по отношению к ЦОГ-2. *Мелоксикам* лицензирован для предоперационного использования у собак, может применяться долговременно. Кроме раствора для инъекций выпускается суспензия для применения внутрь. В 2003 году *мелоксикам* был лицензирован для использования у кошек в качестве предоперационного анальгетика.

*Дозы мелоксикама:*

- собаки 0,2 мг/кг п/к или внутрь однократно, затем 0,1 мг/кг п/к или

внутрь 1 р. в сутки;

- кошки - 0,3 мг/кг п/к однократно.

У лошадей, КРС и свиней мелоксикам не применяется для анальгезии в предоперационный и интраоперационный периоды, однако данный препарат используют в качестве обезболивающего и противовоспалительного средства при лечении различных заболеваний в следующих дозировках:

- лошади - 0,6 мг/кг внутрь ежедневно 1 раз в сутки (до 14 дней);
- КРС, свиньи - 0,4 - 0,5 мг/кг п/к 1 раз в сутки.

Фирококсив (Previcox) – самый современный НПВП и наиболее селективен по отношению к ЦОГ -2. Назначают собакам в качестве противовоспалительного, анальгезирующего и жаропонижающего средства при лечении остеоартрозов, а также после ортопедических операций и операций на мягких тканях.

### ОПИОИДНЫЕ АНАЛЬГЕТИКИ

Опиоиды использовались для обезболивания человека по крайней мере в течение 2000 лет. В настоящее время выпускается широкий спектр препаратов, в основе которых лежат как природные, так и синтетические опиоиды. В западноевропейских странах, в США, Канаде, Австралии ветеринарные анестезиологи стоят скорее перед проблемой выбора максимально эффективного и безопасного опиоида. Существует смысловая разница между понятиями «опиат» и «опиоид».

Опиаты - это препараты, полученные из опийного мака (*Papaver somniferum*), например, морфин, папаверетум, кодеин.

Опиоиды - это препараты любого происхождения, действующие подобно морфину.

Опиоиды проявляют свое действие за счет присоединения к опиоидным рецепторам. Первоначально полагали, что опиоидные рецепторы находятся только в ЦНС. Теперь известно, что они также расположены и на периферии, например, в желудочно-кишечном тракте и суставах. Распределение рецепторов в ЦНС варьирует у разных видов животных (а возможно, и у индивидуумов) и поэтому им могут требоваться разные дозы, или они могут по-разному реагировать на определенные препараты.

Например,  $\mu$ -агонисты у людей вызывают наркоз, а у лошадей и кошек могут приводить к повышению локомоторной активности и возбуждению.

Птицы и рептилии имеют намного больше  $\kappa$ -рецепторов в ЦНС и поэтому намного лучше реагируют на применение  $\kappa$ -агонистов, чем  $\mu$ -агонистов.

В настоящее время известны следующие типы опиоидных рецепторов:

$\delta$  (дельта) - анальгезия, +/- противокашлевой эффект;

$\kappa$  (каппа) - анальгезия, респираторная депрессия, дисфория, противокашлевой эффект;

$\mu$  (мю) - анальгезия, респираторная депрессия, наркоз;

$\sigma$  (сигма) - в настоящее время больше не классифицируются как опиоидные рецепторы, считаются связанными с NMDA-рецепторами (N-метил-Б-аспартат), которые играют роль в обезболивающем действии

диссоциативных анестетиков (*кетамина*);

ε (ипсилон) - обнаружены пока только у крыс.

Основным действием опиоидов выступает анальгезия. В дорсальных рогах спинного мозга опиоидные рецепторы ингибируют выделение первичных нейротрансмиттеров боли, например глутамата. Большое количество опиоидных рецепторов обнаружено в периаквадуктальном сером веществе, где они стимулируют систему контроля исходящей боли, и т. о. опиоиды чрезвычайно эффективны против «вторичной боли» или «тупой боли». В ретикулярной формации опиоидных рецепторов гораздо меньше, и поэтому опиоиды менее эффективны в качестве блокаторов «острой боли» (ретикулярная формация является важным центром рецепции информации при острой боли). Опиоидные рецепторы также находят в лимбической системе.

Кроме анальгезирующего действия, опиоиды вызывают ряд других изменений в организме:

Респираторная депрессия - опиоиды снижают чувствительность дыхательного центра к изменениям концентрации CO<sub>2</sub>, что и вызывает угнетение дыхательной функции. Однако у большинства видов животных данный побочный эффект не настолько выражен, как у человека.

**Действие на желудочно-кишечный тракт.** У тех видов животных, у которых возможна рвота, некоторые опиоиды действуют на специфическую зону в продолговатом мозге, вызывая рвоту. В целом за счет увеличения тонуса гладкой мускулатуры опиоиды повышают активность кишечных сокращений, однако эти сокращения не скординированы, и т. о. продуктивная перистальтическая активность кишечника снижена.

**Действие на сердечно-сосудистую систему** чрезвычайно вариабельно и зависит от препарата и вида животных. Некоторые опиоиды вызывают выброс гистамина и могут способствовать гипотензии. *Морфин* может вызывать гипотензию центрального происхождения (вагомиметическое действие).

Опиоиды противопоказаны к применению, если у животного отмечается:

- респираторная депрессия;
- повышенное внутричерепное давление;
- закупорка желчных протоков.

Опиоиды классифицируют по типу рецепторов, на которые они преимущественно влияют, и по эффекту действия на эти рецепторы. В то же время многие опиоиды оказывают влияние более чем на один тип рецепторов.

**Морфин** - «золотой стандарт» анальгетиков, с которым сравниваются другие препараты. В некоторых случаях вызывает рвоту. Может вводиться эпидурально и внутрисуставно.

Дозы: 0,1 - 1,0 мг/кг в/м, в/в, п/к. Лошади и кошки требуют низких доз препарата - 0,1 - 0,2 мг/кг. Интервал между повторными в/м или в/в введениями *морфина* составляет 2 - 4 часа.

**Петидин** является более слабым анальгетиком, чем *морфин*, но также в меньшей степени вызывает побочные эффекты. Обладает антихолинергическим спазмолитическим эффектом.

Дозы: 3,5 - 10 мг/кг в/м, п/к (не вводится в/в - высвобождение гистамина).

Продолжительность действия составляет у кошек и собак 45 - 60 минут, а у лошадей и рогатого скота - около 30 минут.

**Метадон** очень близок к **морфину**, но, как правило, не вызывает рвоту.

Дозы: 0,1 - 0,4 мг/кг в/м, в/в, п/к.

**Панаверетум** - это смесь **морфина** и других опийных алкалоидов. Его действие очень близко к **морфину**. Вместе с **АЦП** составляет высокоеффективную нейролептанальгетическую комбинацию для агрессивных животных.

Дозы: 0,2 - 1,0 мг/кг в/м (0,1 - 0,3 мг/кг для кошек).

**Фентанил** является сильным анальгетиком, эффективен для контроля интраоперационной боли. Обладает очень коротким периодом полураспада (~10 минут), что делает его подходящим препаратом для повторных болюсов и инфузий (однако может кумулироваться при большом количестве повторных инъекций). **Фентанил** можно использовать для индукции анестезии в комбинации с **мидазоламом** и **диазепном** (в разных шприцах). Вызывает брадикардию и выраженное угнетение дыхательной функции. Показан для применения лошадям и собакам. Можно вводить эпидурально, выпускается также в форме пластиря для наружного применения.

Дозы: 0,001- 0,002 мг/кг в/в, в/м - для лошадей и 0,02 - 0,08 в/м, в/в - для собак. Для поддержания анестезии у собак достаточно инфузии со скоростью не более 0,6 - 0,7 мкг/кг/мин.

#### ЧАСТИЧНЫЕ $\mu$ -АГОНИСТЫ

**Бупренорфин** обладает высокой степенью сродства к  $\mu$ -рецепторам, при этом проявляя по отношению к ним только частичную активность. Лицензирован для применения собакам, однако на практике используется для анальгезии и других видов животных (лошадей, коров, свиней). **Бупренорфин** начинает действовать медленно, но обеспечивает обезболивающий эффект достаточно долго, ~6 — 8 часов.

Дозы: 0,005 - 0,02 мг/кг в/м, в/в, п/к.

**Буторфанола тарtrат** (Torbugesic) является агонистом-антагонистом, действующим на  $\mu$ -и  $\kappa$ -опиоидные рецепторы. При этом он в основном работает как антагонист по отношению к  $\rho$ -рецепторам и как агонист - по отношению к  $\kappa$ -рецепторам. **Буторфанол** является короткодействующим препаратом (~ 45 минут).

**Буторфанол** - эффективное противокашлевое средство и был впервые лицензирован именно для этого использования; прекрасно комбинируется с другими препаратами:

- у мелких животных - с **мелетомидином** и **кетамином**;
- у лошадей - с  $a_2$ -адреномиметиками.

**Буторфанол** обладает выраженным седативным эффектом, но, если необходима сильная анальгезия, то следует выбрать более эффективный анальгетик. **Буторфанол** может повышать тонус парасимпатического отдела нервной системы, провоцируя тем самым развитие брадикардии. При самостоятельном применении **буторфанола** у лошадей и собак в редких случаях возможно проявление возбуждения и дисфории. **Буторфанол**

проникает через плаценту и выделяется с молоком.

Как и другие опиоиды, буторфанол с осторожностью применяют к животным, относящимся к следующим категориям:

- старые;
- истощенные;
- страдающие гипотиреозом;
- страдающие почечной недостаточностью;
- с травмами в области головы;
- в коме.

*Буторфанол* противопоказан собакам с заболеваниями печени и при воспалительных процессах нижних дыхательных путей, сопровождающихся обильными выделениями экссудата.

Дозы:

- для собак и кошек - 0,2 - 0,5 мг/кг в/м, п/к, в/в (в качестве анальгетика каждые 2 - 5 ч);
- для лошадей - 0,05 - 0,2 мг/кг.

#### **μ-АНТАГОНИСТЫ**

*Налоксон* - чистый антагонист по отношению ко всем трем опиоидным рецепторам. В основном используется для реверсии действия полных или частичных  $\mu$ -агонистов.

*Налоксон* обладает коротким сроком действия (менее 1 часа), и поэтому может потребоваться повторное введение. Необходимо помнить, что введение *налоксона* антагонизирует, в том числе и обезболивающее действие опиоидов. По этой причине необходимо применение других анальгетиков - нестероидных противовоспалительных препаратов или местных анестетиков.

**Сбалансированная анальгезия/ мультимодальная обезболивающая терапия** предполагает использование нескольких различных анальгетиков (например, опиоидов, НСПВП, местных анестетиков), что дает возможность достичь максимального обезболивания с минимальными возможными побочными эффектами.

## **7. ИНЬЕКЦИОННЫЕ АНЕСТЕТИКИ**

Большинство инъекционных анестетиков действует за счет ингибиции нейротрансмиттера  $\gamma$ -аминобутировой кислоты (ГАБК), взаимодействуя с ГАБК-рецепторами в ЦНС.

Пути введения инъекционных препаратов включают:

- внутривенный;
- внутримышечный;
- внутрибрюшной;
- внутрикостный (интрамедуллярный).

Инъекционные анестетики применяются для введения пациента в наркоз, а также для поддержания анестезии при помощи дополнительных болюсов или

после прерывной инфузии.

Идеальный инъекционный анестетик для обеспечения мононаркоза должен обладать следующими свойствами:

- быстрое начало действия (растворимость в жирах, быстрое пересечение гематоэнцефалического барьера);
- спокойное введение в наркоз;
- спокойный выход из наркоза;
- отсутствие раздражающего действия на ткани;
- удовлетворительная биодоступность при всех способах введения;
- короткое время действия;
- отсутствие кумуляции;
- быстрый метаболизм;
- отсутствие токсических или активных метаболитов;
- реверсивность;
- отсутствие выброса гистамина в ответ на введение препарата;
- минимальное воздействие на сердечно-сосудистую систему (угнетающее или стимулирующее);
- обеспечение миорелаксации;
- обеспечение анальгезии;
- стабильность при хранении;
- стабильность раствора;
- способность смешиваться с другими препаратами;
- низкая стоимость.

Безусловно, не существует препаратов, отвечающих всем перечисленным критериям. На практике крайне редко применяют один анестетик, в большинстве случаев используется комбинация препаратов, дополняющих друг друга (комбинированная или сбалансированная анестезия).

К преимуществам инъекционных анестетиков относятся:

1. Отсутствие необходимости в специальном оборудовании (требуются только шприцы, иглы и внутривенные катетеры).
2. Легкость введения (в большинстве случаев).
3. Введение в наркоз быстрое и спокойное.
4. Сравнительно низкая стоимость.
5. Отсутствие загрязнения окружающей среды.

Безусловно, инъекционный способ проведения анестезии имеет также и ряд недостатков:

1. При введении инъекционного препарата его уже невозможно «забрать назад».
2. Желательно проводить точное взвешивание пациента.
3. При использовании какого-либо одного анестетика часто необходимы высокие дозы для достижения адекватной депрессии ЦНС (достаточной для отсутствия реакции на хирургическую стимуляцию). Такие высокие дозы, как правило, вызывают глубокое угнетение функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

4. Плохо переносятся ослабленными животными, а также пациентами в состоянии гиповолемии и токсикоза (требуется уменьшение дозы и медленное введение до эффекта).

5. При отсутствии эндотрахеальной интубации существует риск аспирации и сложности при реанимации.

6. Потенциальная возможность противозаконного использования некоторых препаратов, а также риск случайного самовведения препарата.

Ответная реакция на введение инъекционных анестетиков зависит от:

- дозы, концентрации и скорости введения (при в/в инъекции);
- абсорбции препарата в месте инъекции (при способах введения, кроме в/в) — биодоступности;

• минутного объема крови (влияет на всасывание препарата при в/м введении, а также на скорость «доставки» анестетика от места инъекции до мозга). Минутный объем крови определяется частотой сердечных сокращений и сердечным выбросом, которые, в свою очередь, зависят от множества факторов, таких как: автономная регуляция, наличие аритмий, системное сосудистое сопротивление, сократимость миокарда, объем крови, влияние седативных препаратов и самих анестетиков;

- мозгового кровотока;
- жирорастворимости и способности пересекать ГЭБ;
- степени ионизации в тканевой жидкости;
- степени сродства к белкам (связанный с белком препарат является «недоступным»);

• скорости распределения в других тканях (а также массы и перфузии этих тканей);

- скорости метаболизма и экскреции;

- наличия метаболизма в легких;

• наличия активных метаболитов. За всю историю развития анестезии было синтезировано и предложено к использованию множество препаратов для инъекционного наркоза. В настоящее время практическое значение имеют следующие группы препаратов.

Барбитураты:

- тиопентал;
- метогекситал;
- пентобарбитал.

Диссоциативные анестетики:

- кетамин;
- тильтетамин.

Замещенные фенолы (пропофол).

Производные имидазола:

- этомидат.

Для анестезии крупных животных также используется хлорал гидрат, постепенно вытесняемый из практики более эффективными внутривенными анестетиками.

## БАРБИТУРАТЫ

Барбитуровая кислота была впервые синтезирована Конрадом и Гутзейтом (Gutzeit) в 1882 году. В 1903 Фишер и Йозеф фон Меринг предложили метилбарбитуровую кислоту (веронал, барбитал) для использования в качестве гипнотического средства.

Барбитураты классифицируются по продолжительности действия: препараты длительного действия (8 - 12 часов); короткого действия (45 - 90 минут); ультракороткого действия (5 - 15 минут).

### КОРОТКОДЕЙСТВУЮЩИЕ БАРБИТУРАТЫ

*Пентобарбитал натрия* (Sagatal, Euthanal) - оксибарбитурат, в ветеринарии чаще используется для контроля судорог и эутаназии.

*Пентобарбитал* менее жирорастворим, по сравнению с *тиопенталом* и *метогекситоном*, и поэтому медленнее пересекает гематоэнцефалический барьер. Продолжительность и выраженность действия зависят от дозы препарата, но сложно правильно рассчитать дозу и оценить реакцию на нее.

Метаболизм препарата медленный у мелких животных, несколько более быстрый у жвачных и лошадей. По этой причине наблюдается длительный выход из наркоза.

*Пентобарбитал* вызывает минимальное угнетение функции сердечно-сосудистой системы, однако обладает выраженным депрессивным действием на дыхательную систему.

**Дозы.** В связи с длительным выходом из наркоза, *пентобарбитал* практически не используется в настоящее время в качестве препарата для индукции и поддержания анестезии. Тем не менее, при необходимости его применения рекомендованы следующие дозы (вводят внутривенно медленно до эффекта):

- собаки – 3-25 мг/кг (для введения в наркоз при отсутствии премедикации). Более низкие дозы обеспечивают седацию, высокие – хирургическую степень анестезии. При судорогах после вводной дозы можно продолжать инфузию со скоростью 1-2 мг/кг/час. При этом повышается риск респираторной депрессии (необходимо использовать оротрахеальную интубацию);
- кошки – 3-25 мг/кг (если первая доза неэффективна, можно дополнительно ввести 10 мг/кг);
- крупный и мелкий рогатый скот – 15-30 мг/кг;
- лошади – 15-30 мг/кг;
- свиньи – 5-30 мг/кг (риск апноэ).

### УЛЬТРАКОРОТКОДЕЙСТВУЮЩИЕ БАРБИТУРАТЫ

*Тиопентал натрия* - барбитурат, с которым сравниваются другие препараты этой группы. Относится к тиобарбитуратам. *Тиопентал* действует на ГАБК рецепторы в ЦНС, вызывая анестезию.

При растворении в воде сохраняет стабильность в течение 6 дней при

комнатной температуре. Для мелких животных применяется раствор 2,5 % (иногда 1,25 %) концентрации, для крупных - 5 % (обеспечивает более удобный объем); pH 2,5 % раствора составляет около 10,5. Это обуславливает высокую степень раздражения как при периваскулярной инъекции, так и для эндотелия сосудов при внутривенном введении. По этой причине рекомендовано использование низких концентраций препарата и **обязательное применение венных катетеров**.

*Тиопентал* в большей степени растворим в жирах по сравнению с пентобарбиталом и, следовательно, быстрее пересекает гематоэнцефалический барьер (ГЭБ). Для начала действия при внутривенной инъекции требуется 20 - 40 сек. При введении в наркоз без премедикации возможны реакции возбуждения.

Внутривенное введение *тиопентала* приводит к гипотензии за счет прямой депрессии миокарда (негативная инотропия) и периферической вазодилатации. Также наблюдается угнетение дыхательной функции, особенно после быстрого болюсного введения препарата. В некоторых случаях возможна бронхоконстрикция.

*Тиопентал* не обладает анальгезирующими свойствами. *Тиопентал* оказывает церебропротективное действие, снижая:

- мозговой кровоток (и, как следствие, внутричерепное давление);
- скорость церебрального метаболизма.

*Тиопентал* метаболизируется в печени и выводится почками.

Выход из наркоза в большой мере зависит от перераспределения анестетика в организме животного. *Тиопентал* не подходит для инфузий и большого количества повторных инъекций для поддержания анестезии, в связи с тем, что он аккумулируется в жировой ткани и медленно метаболизируется, увеличивая время выхода из наркоза.

*Тиопентал* вызывает увеличение кровенаполнения селезенки, что следует учитывать при операциях, касающихся спленэктомии и устраниния заворота желудка.

*Тиопентал* снижает тонус нижнего пищеводного сфинктера, особенно у кошек, что может приводить к рефлюксу.

При использовании *тиопентала* желательно во всех случаях проводить премедикацию, т. к.:

а) при дозе выше 10 мг/кг обычно наблюдается продолжительный выход из наркоза, а для индукции анестезии без премедикации может потребоваться до 30 мг/кг;

б) при введении в наркоз без премедикации могут наблюдаться реакции возбуждения.

Дозы:

- собаки - 5 - 30 мг/кг (без премедикации), 3 - 10 мг/кг (после премедикации);
- кошки - 10 мг/кг (без премедикации), 2 мг/кг (после премедикации);
- лошади - 4 - 10 мг/кг (после премедикации);

- КРС - 5 - 15 мг/кг (без премедикации), 4 - 6 мг/кг (после премедикации или в комбинации с гвайфенезином);
- свиньи - 5 - 15 мг/кг.

Следует учитывать, что приведенные дозы необходимы только для определения расчетного количества препарата, а практически *тиопентал* всегда вводится медленно до эффекта (в течение 30 - 40 сек, а у животных в тяжелом состоянии - в течение 60 сек и больше). Оптимальным считается такое введение - 1/3 расчетной дозы вводится быстро (в течение 15 сек.), а затем продолжается медленная инъекция препарата. У кошек можно вводить немного быстрее, т. к. они оказывают большее сопротивление при индукции анестезии.

Также необходимо помнить, что после премедикации *кислазином* или *медетамидином* у кошек и собак необходимая доза *тиопентала* может снижаться на 75-90 %.

*Метокекситал натрия* - *оксибарбитурат*, в 2-2,5 раза сильнее *тиопентала*. Используется в виде 1 или 2,5 % раствора (рН 1 % раствора составляет 10 - 11). Быстрее пересекает ГЭБ и, следовательно, наркоз наступает быстрее, по сравнению с *тиопенталом*.

Во время введения в наркоз, а также в период выхода из наркоза более вероятны реакции возбуждения, поэтому при применении *метокекситала* всегда показана премедикация.

### ДИССОЦИАТИВНЫЕ АНЕСТЕТИКИ

К диссоциативным анестетикам (производным фенциклидина или арилциклогексилиаминам) относятся 3 препарата - *фенциклидин*, *тилетамин*, *кетамин*.

Препараты данной группы обеспечивают диссоциативную анестезию, вызывая диссоциацию таламокортичальной и лимбической системы. При этом наблюдается каталептическое состояние, которое характеризуется:

- потерей ортостатических рефлексов;
- открытыми глазами;
- сохранением краинальных рефлексов;
- гипертонусом скелетной мускулатуры.

Диссоциативные анестетики являются достаточно эффективными обезболивающими. Некоторые авторы характеризуют «диссоциативную анестезию» как полную анальгезию в комбинации с поверхностным сном. У людей диссоциативные анестетики могут вызывать галлюцинации и состояние делирия (от лат. *delirium* — безумие, вид помрачения сознания, характеризующийся ложной ориентировкой в окружающей среде, зрительными, реже - слуховыми галлюцинациями, двигательным возбуждением и др.).

*Фенциклидин* был первым диссоциативным анестетиком, используемым в ветеринарии, однако в настоящее время практически не применяется.

*Тилетамина гидрохлорид* — каталептический препарат, характеризующийся отсутствием миорелаксации, длительным выходом из

наркоза и болезненностью при введении.

В настоящее время применяется в комбинации с аналогом *диазепама*, *золазепамом* (Telazol, Zoletil) в соотношении 1:1 по массе для анестезии кошек, собак, жвачных, лошадей, свиней, а также для обездвиживания зоопарковых и диких животных.

Эта комбинация препаратов обеспечивает общую анестезию, адекватную миорелаксацию, достаточно спокойный выход из наркоза у большинства животных. Телазол может быть использован самостоятельно (после премедикации) или в комбинации с ингаляционными анестетиками.

При анестезии телазолом глаза пациента остаются открытыми, кашлевой, глотательный, корнеальный, педальный рефлексы сохраняются. Нередко наблюдается гиперсаливация, которую легко предотвратить введением *атропина* или *гликопирролата*.

Влияние на сердечно-сосудистую систему вариабельно у разных видов животных: так, например, у кошек и собак наблюдается стимуляция, в то время как у приматов - угнетение функции сердечно-сосудистой системы. У большинства видов животных при введении телазола повышается ЧСС, может регистрироваться *гипертензия*.

При использовании высоких доз препарата может наблюдаться апноэ и снижение дыхательного объема, однако низкие, но при этом клинически эффективные, дозы телазола оказывают только минимальное угнетающее воздействие на респираторную систему.

Телазол можно вводить внутривенно, внутримышечно и подкожно.

Внутримышечный и подкожный способы введения особенно удобны при работе с агрессивными собаками и кошками. Во многих случаях для обеспечения адекватной анестезии достаточно более низких доз, по сравнению с теми, которые рекомендует производитель.

Для проведения диагностических исследований и незначительных операций у собак можно использовать смесь 3 мг/кг телазола и 0,4 мг/кг *буторфанола в/м* (или 2 мг/кг телазола и 0,2 мг/кг *буторфанола в/в*). Активно сопротивляющимся кошкам можно ввести 2,5 мг/кг телазола подкожно. Анестезия наступает через 2-5 мин. после внутримышечной инъекции (несколько позже после подкожной) и продолжается 20 - 30 мин.

Внутривенная индукция телазолом требует адекватной премедикации (можно использовать *ацепромазин*). Расчетная доза для внутривенной индукции составляет 1-2,5 мг/кг, ее вводят медленно до эффекта (например, 1/3 дозы каждые 60 сек.). В случае, когда проведение инъекции затруднительно, можно использовать оральное введение препарата (доза для собак составляет 20 мг/кг).

После анестезии телазолом у некоторых животных наблюдается продолжительный и бурный выход из наркоза. Может регистрироваться атаксия, повышенная чувствительность к внешней стимуляции, трепет, ригидность мышц, судорожная активность. Для купирования таких состояний можно использовать внутривенное введение *диазепама*.

У животных с нарушениями функции печени и почек, как правило, наблюдается длительный выход из наркоза. Применение телазола

**противопоказано** при анестезии животных с:

- симптомами поражения ЦНС;
- гипертиреозом;
- заболеваниями сердца;
- глаукомой;
- проникающими ранами роговицы.

*Кетамина гидрохлорид* - диссоциативный анестетик с более коротким периодом действия по сравнению с другими препаратами этой группы. Начало действия относительно медленное – 1-2 мин. после внутривенной инъекции. *Кетамина* может вводиться внутривенно или внутримышечно (при этом способе введения ощущается жжение в месте инъекции). Также *кетамина* хорошо всасывается слизистыми оболочками. Выпускается в 5 % и 10 % концентрации.

Выход из наркоза при однократном введении *кетамина* зависит от перераспределения и метаболизма препарата (у кошек метаболизм *кетамина* отсутствует), а после продолжительных инфузий – от метаболизма и экскреции. При инфузии *кетамина* возникает кумуляция препарата, т. к. ткани, в которые он перераспределяется, становятся «насыщенными». У кошек *кетамина* практически полностью выделяется вместе с мочой в неизменном виде, что следует иметь в виду при анестезии животных с нарушениями почечной функции и выделения мочи (как, например, при закупорках нижних мочевыводящих путей).

Принадлежность *кетамина* к группе диссоциативных анестетиков определяет состояние пациента под воздействием данного препарата. Оно характеризуется:

- глубокой анальгезией;
- поверхностным сном;
- амнезией;
- каталепсией;
- слабой мышечной релаксацией;
- гиперчувствительностью к шумовым раздражителям;
- активными краиальными рефлексами (пальпебральным, корнеальным, глотательным). Могут наблюдаться саливация и выделение слез, часто сохраняется нистагм;
- периодической конвульсивноподобной активностью.

Действие *кетамина* на дыхательную систему характеризуется минимальным угнетением, с возможным кратковременным апноэ после болюсного внутривенного введения. В редких случаях наблюдается нерегулярное или периодическое дыхание. Следует учитывать, что сохранение краиальных рефлексов не обеспечивает защиту дыхательных путей.

У здоровых животных наблюдается незначительная стимуляция функции сердечно-сосудистой системы. *Кетамина* является негативным инотропом и, следовательно, прямым миокардиодепрессантом. Однако в то же время он стимулирует активность симпатической нервной системы и, т. о., косвенно

стимулирует активность миокарда, при этом в целом наблюдается незначительное повышение минутного объема крови, ЧСС, артериального давления.

По этой причине *кетамин* следует с осторожностью применять при анестезии животных в состоянии шока, с истощением симпатической нервной системы или низким симпатическим резервом, т. к. у них *кетамин* будет проявлять прямое депрессивное действие на миокард, вследствие чего снизится артериальное давление.

При введении *кетамина* животным с гипертриеоидом, а также с неоплазией надпочечников могут наблюдаться аритмии вследствие незначительной сенсибилизации миокарда к аритмогенному влиянию катехоламинов.

*Кетамин* обеспечивает анальгезию и анти-гипералгезию (предотвращение и реверсия гиперчувствительности к болевой стимуляции), даже в субанестетических дозах. В целом *кетамина* является более эффективным анти-гипералгетиком (хроническая боль), чем анальгетиком (боль при хирургическом разрезе).

*Кетамин* увеличивает мозговой кровоток выше уровня, необходимого для церебрального метаболизма, противопоказан при черепно-мозговых травмах.

*Кетамина* используется для введения в наркоз, как правило, после премедикации, часто в комбинации с бензодиазепинами для снижения мышечного гипертонуса. Применяется при анестезии различных видов животных в соответствующей дозировке.

- собаки - 2,5 - 10 мг/кг п/к, в/м, в/в;
- кошки - 2,5 - 10 мг/кг п/к, в/м, в/в;
- лошади - 2,2 мг/кг в/в;
- КРС, козы, овцы - 2 - 2,2 мг/кг в/в (после премедикации), 4,5 - 5 мг/кг (без премедикации или после неэффективной премедикации);
- свиньи - 5 мг/кг в/в или глубоко в/м (в комбинации с АЦП, ксизазином, азипероном, бензодиазепинами, буторфанилом).

Препарат может вводиться не только внутривенно, внутримышечно и подкожно, но также и через слизистые оболочки. При работе с агрессивными собаками и кошками *кетамина* можно брызгнуть в ротовую полость, и он будет адсорбирован через слизистую оболочку.

При помощи *кетамина* можно поддерживать анестезию, применяя болюсное введение или непрерывную инфузию, как правило, в комбинации с другими препаратами.

В субанестетических дозах *кетамина* можно вводить в качестве анальгетика - во время операции или после. Дозы составляют 0,1-0,5 мг/кг в/в, в/м или п/к.

### ЗАМЕЩЕННЫЕ ФЕНОЛЫ

*Пропофол* (Диприван, Rapinovet, 1 %, 10 мг/мл) выпускается в виде эмульсии. Характеризуется высокой способностью присоединения к белкам (98 %), особенно альбуминам. *Пропофол* хорошо растворим в жирах.

*Пропофол* не обладает раздражающим действием при периваскулярной инъекции, однако для проявления своего действия должен вводиться внутривенно, т. к. скорость всасывания в месте внутримышечной инъекции практически совпадает со скоростью метаболизма препарата, и т. о. его концентрация в крови не может достичь достаточного для анестезии уровня. Иногда в месте внутривенной инъекции возникает боль, которую в медицинской практике профилактируют предварительным введением небольшого количества лидокаина.

*Пропофол* подвергается исключительно быстрому метаболизму в печени, а также в других органах (предположительно в легких, почках, желудочно-кишечном тракте). Препарата практически не накапливается в тканях организма и поэтому может вводиться при помощи непрерывных инфузий (также используется для лечения эпилептического статуса).

Введение и выход из наркоза обычно спокойные, без фазы возбуждения. Иногда во время выхода из наркоза может наблюдаться рвота, а кошки могут тереть морду.

Данный препарат не оказывает прямого угнетающего действия на сердечно-сосудистую систему, но вызывает расширение сосудов, особенно вен, и т. о. кровеносное давление падает.

При применении *пропофола* наблюдается респираторная депрессия, вследствие чего после быстрой внутривенной инъекции может сохраняться апноэ в течение нескольких минут.

Может наблюдаться увеличение селезенки (возможно, вторичное вследствие вазодилатации), что необходимо учитывать при операциях по удалению селезенки и устраниению заворота желудка.

*Пропофол* вызывает некоторую миорелаксацию.

При использовании данного препарата снижается мозговой кровоток, внутричерепное давление и скорость церебрального метаболизма.

*Пропофол* снижает тонус нижнего пищеводного сфинктера (у собак в большей степени, чем у кошек), вследствие чего может наблюдаться рефлюкс.

Дозы для введения в наркоз:

а) без премедикации:

- для собак – 6-6,5 мг/кг;
- для кошек - 8 мг/кг;

б) после премедикации:

- для собак - 2-4 мг/кг;
- для кошек – 4-6 мг/кг.

Рекомендуется вводить *пропофол* медленно до эффекта. Этот способ введения позволяет применять низкие дозы препарата, и тем самым снизить вероятность возникновения побочных эффектов (особенно по отношению к сердечно-сосудистой и дыхательной системам).

При поддержании наркоза применяют болюсное введение (0,5-2 мг/кг) или непрерывную инфузию с приблизительной скоростью 0,5-1 мг/кг/мин. Во многих случаях скорость инфузии *пропофола* может быть снижена до 0,4 или даже до 0,15 мг/кг/мин. (зависит от параллельного использования препаратов

для премедикации и анальгезии, а также от степени хирургической стимуляции).

## КАРБОКСИЛИРОВАННЫЕ ИМИДАЗОЛЫ

*Этомидат* - производное имидазола, мощный анестетик короткого действия.

*Этомидат* характеризуется:

- сильным гипнотическим действием;

• слабыми анальгетическими и миорелаксирующими свойствами (можно наблюдать гипертонус мускулатуры, особенно во время введения в наркоз и выхода из него);

• минимальным угнетающим действием на сердечно-сосудистую и дыхательную системы, отсутствием сенсибилизации миокарда к катехоламинам;

- отсутствием выброса гистамина;

• минимальным влиянием на моторику ЖКТ (в редких случаях наблюдается рвота при введении в наркоз, что профилактируется голодной диетой перед наркозом и применением премедикации);

- быстрым метаболизмом в печени, а также за счет эстераз плазмы;

- слабой аккумуляцией, отсутствием активных метаболитов.

Дозы:

- собаки — 1,5—3 мг/кг после премедикации.

## ХЛОРАЛ ГИДРАТ

*Хлорал гидрат* представляет собой бесцветные полупрозрачные кристаллы, которые могут быть использованы для седации или анестезии при помощи орального, внутривенного или интраперitoneального введения. Нерастворенные в воде кристаллы *хлорал гидрата* раздражающие воздействуют на слизистую желудка и могут вызывать рвоту.

*Хлорал гидрат* приводит к угнетению ЦНС с потерей рефлекторной возбудимости. При введении препарата в субанестетических дозах функция моторных и сенсорных нервов не изменяется. В целом *хлорал гидрат* можно охарактеризовать как хороший гипнотик, но слабый анестетик, т. к. количество препарата, необходимое для индукции анестезии, приближается к минимальной летальной дозе и вызывает глубокий сон, который длится несколько часов.

*Хлорал гидрат* обладает слабыми обезболивающими свойствами. Введение анестетических доз *хлорал гидрата* приводит к значительному угнетению вазомоторного центра, вызывая падение кровяного давления. Даже гипнотические дозы препарата подавляют дыхательную функцию, а применение анестетических доз связано с выраженной депрессией респираторного центра.

Т. к. препарат оказывает раздражающее действие на ткани при периваскулярной инъекции, рекомендуется использование внутривенного катетера. Не следует вводить высокие концентрации *хлорал гидрата*, обычно

применяют 7-12 % водный раствор.

Основной недостаток *хлорал гидрата* состоит в том, что доза, необходимая для индукции общей анестезии, вызывает длительный выход из наркоза. Поэтому в современной практике данный препарат обычно используют для седации, а анальгезия обеспечивается за счет местной или регионарной анестезии. Премедикация при помощи транквилизаторов снижает необходимую дозу *хлорал гидрата*, облегчает индукцию анестезии и сводит к минимуму вероятность бурного выхода из наркоза.

*Хлорал гидрат* не используется для анестезии мелких животных и значительно утратил свою популярность в качестве анестетика для лошадей и рогатого скота. Тот факт, что его все еще применяют для введения в наркоз крупных животных, связан с невысокой стоимостью препарата, простотой введения и продолжительностью действия индукционной дозы, которая является адекватной для выполнения большинства стандартных процедур.

В литературных источниках можно найти достаточно вариабельные дозы *хлорал гидрата* для внутривенного применения, что, по-видимому, связано со скоростью введения препарата и различиями в интерпретации глубины анестезии. Рекомендуемые внутривенные дозы *хлорал гидрата* для лошади составляют:

- 20-30 г/450 кг в качестве седативного препарата;
- до 100 г/450 кг для введения в наркоз без премедикации;
- 6-18 г/450 кг для углубления седации после введения *ксилазина* или комбинации *ксилазина* и *буторфанола*.

*Хлорал гидрат* также иногда используется для седации и анестезии крупного рогатого скота и свиней. При этом необходимые дозы составляют: 10 мг/кг для седации и 50-100 мг/кг для индукции наркоза. У крупного рогатого скота рекомендуется применять премедикацию при помощи *атропина* и интубировать трахею после индукции анестезии.

*Хлорал гидрат* также можно вводить лошадям и коровам посредством желудочного зонда для индукции седации или наркоза различной глубины (30-60 г/450 кг).

*Хлорал гидрат* можно комбинировать с *магния сульфатом* и/или *пентобарбиталом* для анестезии лошадей и рогатого скота. Использование таких комбинаций имеет ряд преимуществ:

- индукция анестезии наступает быстрее и проходит без фазы возбуждения;
- наблюдается более глубокая анестезия;
- выход из наркоза более спокойный.

В то же время, учитывая внедрение быстро- и короткодействующих, а также намного более безопасных препаратов, применение *хлорал гидрата* самостоятельно или в комбинациях для индукции и поддержания анестезии уже не является оправданным.

## 8. ИНГАЛЯЦИОННАЯ АНЕСТЕЗИЯ. ВИДЫ, ПРЕПАРАТЫ

Ингаляционный наркоз – один из видов общей анестезии, при которой наркотическое вещество вдыхается или вдувается через дыхательные пути. Вдыхаются летучие жидкости, например, эфир, хлороформ, а вдуваются газообразные вещества, такие как окись азота, циклопропан. Его подразделяют, в свою очередь, на масочный, интубационный (эндотрахеальный) наркоз.

Преимущества применения ингаляционного наркоза

В сравнении с другими методами общей анестезии, этот вид наркоза имеет целый ряд неоспоримых преимуществ:

- 1) низкий уровень токсичности;
- 2) быстрое пробуждение пациента после отключения подачи препарата;
- 3) возможность применения при длительных операциях;
- 4) самый безопасный способ наркоза для чувствительных к анестезии животных (грызуны, птицы, хорьки);
- 5) отсутствие риска передозировки. Пациент вдыхает вместе с воздухом только необходимое количество газа;
- 6) оказывает минимальное воздействие на внутренние органы, что позволяет использовать этот способ анестезии при оперировании животных, находящихся в тяжелом состоянии и для пациентов в преклонном возрасте;
- 7) возможность регулировать подачу препарата, в том числе почти моментально вывести пациента из наркоза, что недостижимо при использовании других видов;
- 8) противопоказания, кроме индивидуальной непереносимости, отсутствуют.

Виды ингаляционного наркоза:

1. Масочный наркоз — это способ обезболивания, основанный на погружении головного мозга в состояние специфического медикаментозного сна за счет вдыхания человеком препаратов для наркоза.

Отличительные особенности:

- Обезболивающий эффект общего типа. Это значит, что анестезия обусловливается выключением сознания с потерей всех видов чувствительности, в том числе болевой. Это дает возможность абсолютно безболезненно и беспрепятственно выполнять определенный объем оперативных вмешательств и медицинских манипуляций.
- Путь поступления в организм средств для достижения медикаментозного сна – ингаляционно-масочный. Используемые препараты обладают физическим свойством переходить из жидкого состояния в газообразное. Пропитанная ими марлевая салфетка на маске помещается в области дыхательных путей. С вдыхаемым паром действующее вещество попадает в легочную ткань, где и происходит его всасывание в кровь.
- Глубина и продолжительность. По сравнению с другими методами общей анестезии, масочный наркоз обладает самыми скромными возможностями. Он поверхностный, вызывает кратковременное и относительно

умеренное погружение пациента в состояние наркотического сна. Масочный наркоз сложно проводить, но умелому анестезиологу его будет вполне достаточно, чтобы достичь хирургической стадии наркоза, необходимой для проведения операции.

- Не вызывает выраженного торможения дыхательного центра и мускулатуры, участвующей в дыхании, что упрощает технику введения в наркоз и мониторинг за состоянием пациента.
- Отсутствие возможности адекватно дозировать количество поступающего в организм препарата.
- Плавный выход из состояния медикаментозного сна. Болевая чувствительность возвращается быстрее, чем сознание.

2. Интубационный (эндотрахеальный) наркоз – это погружение организма в состояние глубокого наркотического медикаментозного сна в сочетании с полным расслаблением мускулатуры и отсутствием самостоятельного дыхания. Для достижения такой глубины обезболивания необходимо несколько составляющих. Поэтому полное современное его название – комбинированный интубационный эндотрахеальный наркоз. Главные компоненты данного метода анестезии такие:

- Интубация трахеи – введение в просвет трахеи интубационной трубы, через которую будет осуществляться искусственная вентиляция легких во время пребывания животного в наркотическом сне.
- Внутривенное введение наркотических анестетиков, транквилизаторов, седативных препаратов (тиопентала, рекофола, сибазона, фентамила).
- Введение миорелаксантов – препаратов, блокирующих нервно-мышечную передачу, за счет чего достигается полное расслабление поперечно-полосатой мускулатуры, в том числе дыхательной.
- Потенцирование наркотического сна ингаляционными наркотическими средствами. В последнее время интубационный наркоз редко дополняют этим компонентом.
- Искусственная вентиляция легких – осуществление газообмена в организме за счет аппарата ИВЛ.

#### **Современные препараты для ингаляционной анестезии:**

*Изофлуран* - препарат для ингаляционного наркоза. Вызывает быстрое наступление общей анестезии и быстрый выход из нее. Незначительное раздражающее действие *изофлурана* может ограничивать скорость введения в общую анестезию. *Изофлуран* не вызывает избыточной секреции слюнных и трахеобронхиальных желез. Глоточные и гортанные рефлексы быстро подавляются.

Уровень общей анестезии при применении изофлурана может быстро меняться. При увеличении глубины общей анестезии происходит подавление спонтанного дыхания, поэтому его следует тщательно контролировать и при необходимости поддерживать.

В стадии введения в общую анестезию происходит снижение артериального давления (АД), которое быстро нормализуется в хирургической

стадии анестезии, сердечный ритм не изменяется.

*Севофлуран* - современный ингаляционный препарат, одобренный для использования у собак, является галогенезированным эфиром. Он менее эффективен чем изофлуран, но более эффективен чем дезфлуран. *Севофлуран* не едкий, не раздражающий и подходит для масочного вводного наркоза. Также не требует консервантов, но реагирует с натровой известью с образованием нефротоксических продуктов.

*Дезфлуран* – является более стабильным продуктом и это менее растворимый ингаляционный анестетик. Из-за замены в молекуле *дезфлюрана* хлора и брома на фтор он менее эффективен, чем галотан, изофлуран и севофлуран. При масочном вводном наркозе приводит к гладкому и быстрому введению в наркоз, а также восстановление быстрое и без осложнений.

*Ксенон* - относится к газообразным средствам для ингаляционного наркоза. В соотношении с кислородом он оказывает сильное аналгезирующее и анестезирующее действие. Выход из наркоза быстрый. Через 2-3 минуты после отключения газа к пациенту возвращается сознание в полном объеме и приятными субъективными ощущениями. *Ксенон* более мощный анестетик, чем закись азота, севофлурана, изофлурана. Остаточная концентрация его быстро снижается, а затем газ постепенно вымывается из жидких сред организма, сохраняя при этом более длительную послеоперационную аналгезию, которая свидетельствует еще об одном важном преимуществе ксенона перед закисью азота и другими анестетиками.

**Эндотрахеальная интубация** – это процедура помещения специальной трубы в гортань и трахею. Интубация может быть необходима в следующих случаях:

- Обструкция верхних дыхательных путей.
- Нарушение рефлекторных механизмов защиты верхних дыхательных путей от аспирации.
- Обеспечение искусственной вентиляции легких.
- Проведение ингаляционной анестезии.

Интубация является важной составляющей реанимационных мероприятий. Оценка дыхательных путей является приоритетным обследованием при оказании помощи тяжелобольному или критическому пациенту. При нарушении проходимости верхних дыхательных путей показана срочная индукция наркоза и эндотрахеальная интубация, в случае невозможности проведения эндотрахеальной интубации осуществляется экстренная трахеотомия.

#### *Рутинная интубация*

Для рутинной интубации необходимы визуализация гортани и интубационная трубка с манжетой подходящего диаметра. Перед интубацией необходимо проверить целостность манжеты. Для интубации можно использовать ларингоскоп.

#### *Техника интубации*

Собака в вентро-дорсальном положении:

- 1- надгортанник,
- 2- верхняя челюсть,
- 3- язык,
- 4- мягкое небо.

Перед интубацией необходимо измерить длину, на которую надо ввести трубку, для этого достаточно приложить трубку к животному. Слишком глубоко введенная трубка может попасть в бронх первого порядка, что приведет к тому, что воздух будет поступать только в одно легкое. В момент проведения процедуры животное находится в грудном или дорсальном положении, ассистент одной рукой берется за верхнюю челюсть животного, другой рукой – за язык, выводя его вперед и поворачивает голову животного по направлению к источнику света.

Анатомические ориентиры:

- 1- надгортанник,
- 2- черпаловидные хрящи,
- 3- мягкое небо,
- 4- язык,
- 5- верхняя челюсть.

Врач при необходимости концом интубационной трубки отводит в сторону надгортанник и мягкое небо и проводит трубку в трахею между черпаловидными хрящами.

Раздражение трубкой слизистой трахеи инициирует кашлевой рефлекс, поэтому следует придерживать трубку, чтобы не произошла ее эвакуация. Кашлевой рефлекс может помочь определиться, правильно ли проведена интубация. Для этого в момент кашля надо приблизить щеку к концу трубы.

Если интубация проведена верно, вы почувствуете движение воздуха, проходящего из легких через трубку, и услышите свистящий звук, кроме того, чаще всего трубка запотевает. В том случае, когда трубка помещена в пищевод, движения воздуха и звука не будет. Если животное не кашляет, следует достаточно активно надавить на грудную клетку для принудительной эвакуации воздуха из грудной клетки и оценки положения трубы.

После правильного помещения трубы в трахею ее необходимо закрепить на верхней или нижней челюсти и раздуть манжету пустым шприцом.

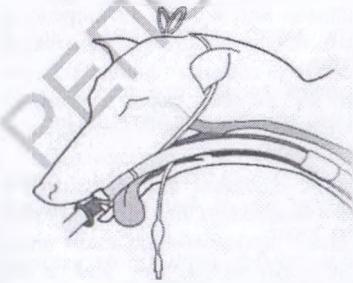


Рисунок 1 – Схема интубации

При интубации кошек из-за ларингоспазма может возникнуть затруднение при проведении трубы. Некоторые авторы рекомендуют использовать лидокайн в виде спрея на гортань перед интубацией для предотвращения ларингоспазма, можно также помещать в канал трубы мандрен (Скорая помощь и интенсивная терапия мелких домашних животных. Д. Макинтайр, К. Дробац, С. Хаскингз, У. Саксон, 2005 г.; Оперативная хирургия собак и кошек. Х. Шебиц, В. Брасс, 1999 г.).

## **Осложненная интубация**

Интурировать животное может оказаться непросто, если есть обструкция верхних дыхательных путей (новообразование, отек из-за травмы) либо если анатомическое расположение трахеи отлично от нормы (брахицефалические породы).

В этих случаях необходимо заранее подготовиться. Надо обязательно подготовить несколько трубок разного диаметра, в случае, если не удастся поставить трубку предполагаемого диаметра, надо попытаться использовать трубку меньшее. Обязательно приготовить металлические мандрены или толстые уретральные катетеры, они могут служить проводниками при постановке интубационной трубы. Всегда должен присутствовать набор для экстренной трахеотомии и кислородный концентратор или баллон с кислородом, для того чтобы провести вентиляцию легких 100 %-ным кислородом.

При интубации брахицефалов бывает сложно визуализировать гортань, в этом случае можно воспользоваться бронхоскопом либо провести дигитальную (под контролем пальцев) интубацию.

Для дигитальной интубации необходимо, чтобы помощник держал голову животного так же, как при рутинной интубации. Указательным пальцем следует отвести надгортанник к языку и нащупать отверстие между двумя чёрпаловидными хрящами, после чего поместить интубационную трубку между надгортанником и указательным пальцем, прижать трубку к надгортаннику и под контролем пальца провести ее в трахею.

Следует помнить, что быстрая и правильная интубация поможет избежать апноэ и гипоксии, что сохранит жизнь и здоровье животному.

### **Экстренная трахеотомия**

Показания: невозможность интубации в течение 60 секунд.

Техника:

Седация пациента.

Если у животного цианоз, немедленной оксигенации можно достичь путем инсуфляции увлажненного кислорода через толстую иглу, введенную между двумя трахеальными кольцами.

Пациента укладывают в положении на спине, под шею подкладывают несколько мешков с песком.

Желательно выстригать и обрабатывать место трахеотомии, но в экстренных случаях для этого не всегда есть времени.

Разрез кожи делают от перстневидного хряща до шестого трахеального кольца, если присутствуют сомнения, то разрез необходимо сделать больше.

Мышцы шеи раздвигают тупым способом.

Между двумя трахеальными кольцами делают разрез скальпелем – около 65 % окружности. Обычно разрез делают между 3-м и 4-м трахеальными кольцами, но по показаниям разрез можно делать ниже.

В разрез устанавливают трахеотомическую трубку (при ее отсутствии можно использовать обычную интубационную трубку) и закрепляют ее при помощи анкерного шва к кольцам трахеи.

Немедленно начинают введение 100%-ного кислорода. После того как животное стабилизировано, можно выстричь и обработать операционное поле и зашить кожу выше и ниже места трахеотомии. Не следует плотно ушивать кожный разрез, так как это может привести к подкожной эмфиземе и пневмомедиастинуму.

### **Мониторинг**

Проведение общей анестезии всегда требует достаточного и адекватного контроля состояния пациента, так как наркоз – это вмешательство в гомеостаз организма, что может тем или иным образом оказывать влияние на работу жизненно важных систем и органов организма. Адекватный мониторинг может значительно снизить риск развития осложнений за счет раннего выявления ухудшения состояния пациента по каким-либо причинам.

Контроль состояния пациента проводится при помощи специального оборудования – монитора пациента. К основным контролируемым при мониторинге пациента показателям относят:

- температура тела;
- частота сердечных сокращений;
- количество растворенного в крови кислорода;
- концентрация углекислого газа во вдыхаемой и выдыхаемой смеси;
- электрокардиограмма;
- неинвазивное измерение артериального давления.

Температура тела. Во время общей анестезии может наблюдаться умеренное снижение температуры тела животного. Это связано с угнетением механизмов терморегуляции. В случае снижения температуры животное согревается при помощи электрических грелок, возможно внутривенное введение физиологических растворов, нагретых до нормальной температуры тела. Гипотермия способна вызвать брадикардию (уменьшение числа сердечных сокращений), что негативно сказывается на гемодинамике. После наркоза в случае гипотермии у животных возможен озноб. В крайне редких случаях при ингаляционном наркозе возможно развитие патологической гипертермии.

Частота сердечных сокращений (пульс). Частота сердечных сокращений регистрируется либо при помощи ЭКГ, либо пульсоксиметром. Тахикардия у животного в наркозе может говорить о недостаточной глубине наркоза или недостаточной аналгезии (обезболивании). Брадикардия развивается как индивидуальная реакция на препараты для анестезии либо в ответ на стимуляцию блуждающего нерва (операции на глазах, желудке).

Количество растворенного в крови кислорода (пульсоксиметрия). Снимается при помощи ИК-датчика, прикрепляемого к языку или уху животного. Поток проходящей крови между ИК-лучами датчика анализируется, и на монитор выводится число, соответствующее его количеству. Снижение кислорода до отметки ниже 90 может свидетельствовать о недостаточности вентиляции либо о низком сердечном выбросе.

Концентрация углекислого газа во вдыхаемой и выдыхаемой смеси

(кардиография). Использование кардиографа позволяет определить количество углекислоты в артериях, он также сообщает нам информацию об обмене веществ в организме. Следовательно, данный метод помогает найти ответы на вопросы: нужно ли уменьшить или увеличить глубину анестезии, и нуждается ли пациент в дыхательной поддержке.

Электрокардиограмма. ЭКГ измеряет электрическую активность сердца и эффективно используется для определения частоты сердечных сокращений и наличия или отсутствия аритмии.

Неинвазивное измерение артериального давления. Контроль давления пациента дает представление о работе сердечно-сосудистой системы животного. Повышенное давление – может говорить, о том, что пациент испытывает болевые ощущения. Пониженное – о том, что он нуждается в инфузционной поддержке.

## 9. ПРИМЕНЕНИЕ МИОРЕЛАКСАНТОВ

Применение миорелаксантов показано:

- Для облегчения работы хирурга;
- грудная хирургия;
- глубокая абдоминальная хирургия;
- офтальмологические операции (обездвиживание глазного яблока);
- операции по устранению вывихов суставов (миорелаксанты в меньшей степени способствуют сопоставлению переломов, т. к. сложности в этом случае связаны со спазмом мыши вокруг места перелома вследствие гематомы и травмирования тканей фрагментами костей);
- для проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ);
- для обеспечения сбалансированной анестезии.

Даже если для использования миорелаксантов нет прямых показаний, они могут применяться для уменьшения количества общих анестетиков, вводимых пациенту. Например, при проведении операции в области слухового прохода у собаки в миорелаксации нет необходимости, но хирургическая стимуляция может быть достаточно интенсивной, вследствие чего животное трясет головой, если только не ввести его в очень глубокий наркоз.

У большинства животных интубацию трахеи несложно осуществить и без применения миорелаксантов, которые широко используются при проведении данной процедуры у человека. В то же время миорелаксанты могут облегчить эндотрахеальную интубацию у кошек и свиней, для которых характерен выраженный ларингоспазм.

Для снижения необходимости в послеоперационной анальгезии.

За счет облегчения хирургического доступа (без жесткой ретракции мышц хирургом) уменьшаются отеки и гематомы. В большой мере послеоперационная боль связана с травмой мышц и, следовательно, использование нейромышечных блокаторов в значительной степени обеспечивает послеоперационный комфорт и заживление раны.

Применение миорелаксантов противопоказано:

при отсутствии возможности проведения искусственной вентиляции легких пациента;

при отсутствии возможности адекватной оценки глубины анестезии.

Ни при каких обстоятельствах нельзя вводить миорелаксанты, если нет возможности проведения немедленной и эффективной ИВЛ. При отсутствии вентилятора можно какое-то время осуществлять ИВЛ при помощи сжатия дыхательного мешка, однако в этом случае есть ряд ограничений.

При использовании миорелаксантов обязательно требуется эндотрахеальная интубация, т. к.:

постоянно необходима абсолютная проходимость дыхательных путей;

релаксация мышц пищевода может провоцировать регургитацию желудочного содержимого и аспирационную пневмонию;

вентиляция без ЭТТ может провоцировать поступление воздуха в желудочно-кишечный тракт.

Т. о. животное может быть в сознании и испытывать сильную боль, при отсутствии пальпебрального и других рефлексов. Миорелаксация является только лишь одной из составляющих триады анестезии, и ни при каких обстоятельствах не должна служить заменой анестетикам в комбинации с адекватной анальгезией.

Мониторинг глубины анестезии осуществляется с учетом параметров автономной нервной системы:

- ЧСС;
- артериального давления;
- потоотделения;
- саливации;
- слезоотделения;
- дефекации/мочевыделения;
- некоторых движений.

Как правило, не удается достичь 100 % мышечной блокады, кроме того, различные мышцы обладают неодинаковой чувствительностью к миорелаксантам, сохраняя потенциал для движения (например, могут наблюдаться движения языком или подушечками лап).

Порядок наступления блокады мышечной активности:

- лицевые мышцы;
- челюстные мышцы;
- мышцы хвоста;
- мышцы шеи и дистальных отделов конечностей;
- мышцы проксимальных отделов конечностей;
- мышцы глотки;
- мышцы брюшной стенки;
- межреберные мышцы;
- диафрагмальные мышцы.

Существуют 2 группы специфических нейромышечных блокаторов: деполяризующие и недеполяризующие. Препараты обеих групп являются

высоко ионизированными и распределяются только во внеклеточной жидкости. Они не пересекают гематоэнцефалический и плацентарный барьер.

### ДЕПОЛЯРИЗУЮЩИЕ НЕЙРОМЫШЕЧНЫЕ БЛОКАТОРЫ

**Сукцинилхолин** — это единственный деполяризующий миорелаксант, имеющий клиническое использование в настоящее время. Он относится к препаратам ультракороткого действия.

Сукцинилхолин связывается с холинергическими рецепторами на концевой пластинке двигательного нейрона, что приводит к активации ионных каналов. Это вызывает генерацию потенциалов мышечной работы и мышечные сокращения, которые можно наблюдать как некоординированные фасцикуляции (непроизвольные сокращения отдельных пучков мышечных волокон). Для профилактики возникновения фасцикуляций можно использовать прекуаризацию — введение малой дозы недеполяризующего миорелаксанта перед инъекцией **сукцинилхолина**. С другой стороны, прекуаризация снижает тонус нижнего пищеводного сфинктера, в связи с чем от этого приема часто отказываются.

Начало действия препарата быстрое, т. к. для обеспечения нейромышечной блокады **сукцинилхолину** достаточно прореагировать только с 5 — 20 % от общего количества постсинаптических рецепторов.

Сукцинилхолин может реагировать с другими никотиновыми, а также с мускариновыми рецепторами, например, в автономных ганглиях и на постсинаптических парасимпатических нервных окончаниях (в сердце, кишечнике и т. п.). При этом у некоторых видов животных наблюдается брадикардия и гипотензия (стимуляция сердечных мускариновых холинергических рецепторов), в то время как у других — тахикардия и гипертензия (активация никотиновых холинергических рецепторов в автономных ганглиях).

При использовании **сукцинилхолина** может наблюдаться выброс гистамина, с последующей вазодилатацией и гипотензией.

#### *Дозы сукцинилхолина:*

собаки - 0,1-0,3 мг/кг;  
кошки - 0,5-1 мг/кг;  
свиньи - 0,5-2 мг/кг;  
лошади - 0,04-0,15 мг/кг;  
жвачные - 0,02 мг/кг.

### НЕДЕПОЛЯРИЗУЮЩИЕ НЕЙРОМЫШЕЧНЫЕ БЛОКАТОРЫ

Недеполяризующие нейромышечные блокаторы конкурируют с ацетилхолином в нейромышечных синапсах, присоединяясь к никотиновым ацетилхолиновым рецепторам, не вызывая их активации.

Недеполяризующие нейромышечные блокаторы также вызывают:

- блокаду сердечных мускариновых рецепторов;
- блокаду никотиновых рецепторов автономных ганглиев;
- выброс гистамина.

- Недеполяризующая нейромышечная блокада характеризуется:
- медленным началом блокады, по сравнению с деполяризующей;
- отсутствием фасцикуляций;
- реверсивностью (при помощи применения антихолинестеразных препаратов);
- усилением блокады при использовании другого недеполяризующего нейромышечного блокатора.

### АТРАКУРИЙ

- недеполяризующий нейромышечный блокатор средней длительности действия;
- не воздействует на автономные ганглии;
- не воздействует на кардиальные мускариновые рецепторы;
- обладает широким автономным пределом безопасности;
- может вызывать выброс гистамина;
- не кумулятивен.

### ВЕКУРОНИЙ

- недеполяризующий нейромышечный блокатор средней длительности действия;
- не воздействует на автономные ганглии;
- не воздействует на кардиальные мускариновые рецепторы;
- не приводит к выбросу гистамина;
- очень широкий автономный предел безопасности;
- метаболиты обладают остаточной активностью, т. о. возможен кумулятивный эффект;
- следует с осторожностью применять у пациентов с нарушениями функции печени.

### ПАНКУРОНИЙ

- недеполяризующий нейромышечный блокатор длительного действия;
- может вызывать тахикардию;
- не воздействует на автономные ганглии;
- не приводит к выбросу гистамина;
- в большой мере выделяется почками — потенциально кумулятивен у пациентов с почечной недостаточностью;
- следует с осторожностью применять у пациентов с нарушениями функции печени.

### РОКУРОНИЙ

- недеполяризующий нейромышечный блокатор средней длительности действия;
- обладает побочным воздействием на сердечно-сосудистую систему;

- возможен выброс гистамина;
- слабо кумулятивен.

### МИВАКУРИЙ

- недеполяризующий нейромышечный блокатор короткого действия;
- не воздействует на автономные ганглии;
- не воздействует на кардиальные мускариновые рецепторы;
- вызывает выброс гистамина.

### РЕВЕРСИЯ НЕДЕПОЛЯРИЗУЮЩЕЙ НЕЙРОМЫШЕЧНОЙ БЛОКАДЫ

Недеполяризующую блокаду можно антагонизировать, увеличив количество ацетилхолина в синаптической щели, и тем самым начать восстановление способности мышц к сокращению, т. к. избыточное количество ацетилхолина вступает в конкуренцию с блокатором, вытесняя его из рецепторов. Для этого можно использовать антихолинэстеразные препараты, которые ингибируют фермент ацетилхолинэстеразу непосредственно в синапсах.

#### Антихолинэстеразные препараты:

- увеличивают количество ацетилхолина в нейромышечных синапсах;
- увеличивают количество ацетилхолина в автономных ганглиях;
- увеличивают количество ацетилхолина в постсинаптических окончаниях парасимпатических нервов (например, в сердце, ЖКТ, респираторном тракте).

Т. о. повышается активность не только никотиновых, но и мускариновых рецепторов. Нежелательные последствия активации мускариновых ацетилхолиновых рецепторов включают в себя:

- брадикардию (брадиаритмии/ асистолию) и, возможно, гипотензию;
- саливацию и повышенение желудочно-кишечной секреции;
- миоз;
- повышенное слезоотделение;
- гиперперистальтику (дефекацию);
- повышенное мочевыделение;
- бронхоконстрикцию и повышенную секрецию слизи в респираторном тракте.

Наиболее часто для реверсии недеполяризующей нейро-мышечной блокады используют прозерин (*неостигмин*) и эдрофоний. Антихолинэстеразные препараты вводят внутривенно медленно - как минимум, в течение 1 мин., доза прозерина составляет 0,01-0,1 мг/кг, а эдрофония - 1-2 мг/кг.

### МИОРЕЛАКСАНТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Миорелаксанты этой группы не оказывают специфического воздействия на периферические нейромышечные синапсы. Основными миорелаксантами центрального действия, применяемыми в ветеринарии, являются гвайфенезин и бензодиазепины (*диазепам, мидазолам*).

Гвайфенезин — миорелаксант центрального действия, блокирует передачу первого импульса на нейрональном уровне в ассоциативных участках подкорковой зоны ствола головного и спинного мозга, что приводит к расслаблению мышц.

Гвайфенезин обладает следующими свойствами:

- пересекает гематоэнцефалический и плацентарный барьеры;
- в терапевтических дозах оказывает минимальное влияние на дыхательную функцию;
- оказывает незначительный седативный эффект с минимальным угнетением сердечно-сосудистой системы;
- вызывает выраженное раздражение тканей при периваскулярном введении;
  - метаболизируется в печени, кумулятивен;
  - доза составляет 30 - 100 мг/кг;
  - при превышении дозы 150 мг/кг наблюдаются такие побочные эффекты, как: аритмии, кардиореспираторная депрессия, ригидность мышц, реакции возбуждения ЦНС.

## Список используемой литературы

1. Ветеринарная энциклопедия : в 2 т. Т. 1. А–К / С. С. Абрамов [и др.] ; ред. А. И. Ятусевич [и др.]. – Минск : Беларуская энцыклапедыя, 2013. – 463 с.
2. Внутренние болезни животных : учебник для студентов вузов по специальности «Ветеринария» / Г. Г. Щербаков [и др.] ; ред. В. М. Щербаков. – Санкт-Петербург : Лань, 2002. – 736 с.
3. Дмитриева, Т. А. Топографическая анатомия домашних животных : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Ветеринария» / Т. А. Дмитриева, П. Т. Саленко, М. И. Шакуров ; ред. Т. А. Дмитриева. – Москва : КолосС, 2008. – 414 с.
4. Оперативная хирургия с топографической анатомией животных : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная санитария и экспертиза» / Э. И. Веремей [и др.]; ред.: Э. И. Веремей, Б. С. Семенов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 576 с.
5. Шебиц, Х. Оперативная хирургия собак и кошек : пер. с нем. / Х. Шебиц, В. Брасс ; пер.: В. Пулинец, М. Степкин. – Москва : Аквариумпринт, 2005. – 512 с.
6. Масюкова, В. Н. Обездвиживание животных при проведении хирургических обследований и оказании лечебной помощи : учебно-методическое пособие для студентов по специальности "Ветеринарная медицина" и слушателей ФПКиПК / В. Н. Масюкова, В. А. Журба ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2009. – 18 с.
7. Бетшарт-Вольфенсбергер, Регула Ветеринарная анестезиология : учебное пособие для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений, обучающихся по специальности "Ветеринария" / Р. Бетшарт-Вольфенсбергер, А. А. Стекольников, А. Ю. Нечаев. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2010. – 271 с.
8. Полатайко, О. Ветеринарная анестезия : практическое пособие / О. Полатайко. – Киев : Перископ, 2009. – 408 с.

## Приложение 1

### Дозировка некоторых фармакологических средств, используемых для премедикации собак и кошек

Фармакологические средства	Дозировка для собак, мг/кг	Дозировка для кошек, мг/кг	Длительность действия, ч	Рекомендации и по применению согласно группе ASA
<b>Производные фенотиазина:</b>				
ацепромазин	0,02-0,1	0,05-0,1	3-6	I - III
хлорпромазин	0,2-0,4	0,2-0,4	4-6	I - II
пропионилпромазин (Combclen)	0,2-0,4	0,2-0,4	4-6	I - II
<b>Производные бутирофенона:</b>				
азаперон	0,25-1,0	-	-	-
дроперидол	1,0-2,0	1,0-2,0	6-12	I - II
<b>Бензодиазепины:</b>				
диазепам	0,5-1,5	0,5	1-3	III
мидазолам	0,5-1,5	0,5	1	II - V
климазолам	0,5-1,5	0,5	1	II - V
флунитразспам	0,1-0,2	-	1	III - V
<b><math>\alpha_2</math>-агонисты:</b>				
ксилавет	0,5-1,0	0,5-1,5	1-3	I - II
мидетомидин	0,01-0,04	0,02	1-3	I - II
ромифидин	0,04-1,2	0,03	1-3	I - II
<b>Нейролептаналгезия:</b>				
ацепромазин/Polamivet <sup>®</sup>	0,02/0,25 в/м	-	1,5-2	I - III
ксилавет/Polamivet <sup>®</sup>	0,5/0,25	-	2-3	I - II
мидетомидин/Polamivet <sup>®</sup>	0,04/0,25	-	1-2	I - II
дроперидол/фентанил (таламонал)	0,5 мл/кг	-	1-2	I - III
дроперидол/фентанил (ИнноварВет)	0,5 мл /кг	-	-	I - III
ацепромазин/бупренорфин	0,02/0,02	-	1-3	I - II
<b>Атараналгезия:</b>				
мидазолам/фентанил	0,5/0,01	0,05/0,01	0,5-1	I - VI
диазепам/ Polamivet <sup>®</sup>	0,5/0,5	-	1-2	I - II

## Приложение 2

### Дозировка анальгетиков для собак

#### Нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) и опиоиды для аналгезии собак во время операции и в послеоперационный период

Препарат	Коммерческое название	Дозировка	Способ применения	Примечания
Карпрофен	Rimadyl	4 мг/кг	в/в, п/к, перорально	Можно применять до операции
Кетопрофен	Romefen	2 мг/кг 3 дня, затем по 1 мг/кг (макс. 5 дн.)	в/в, п/к, перорально	До операции не применять из-за влияния на функцию почек (может привести к острой почечной недостаточности)
Мелоксикам	Metacam	1-й день по 0,2 мг/кг, затем по 0,1 мг/кг	в/в, п/к, перорально	Можно применять до операции
Толфенамид	Tolfedine	4 мг/кг	в/м, п/к, перорально	Можно применять до операции
Морфин	Vendal	0,1—0,5 мг/кг каждые 4—6 ч	в/м	Очень хорошая аналгезия, кумуляция при повторном введении
Метадон	Heptadon	0,1—0,5 мг/кг каждые 2—6 ч	в/в, в/м	Очень хорошая аналгезия при сильных
Фентанил	Fentanyl Janssen	2—10 мкг/кг/ч	в/в - ДКИ	Очень хорошая аналгезия при сильных
Бупренорфин	Temgesic	0,005-0,02 мг/кг каждые 6—12ч	в/в, в/м, п/к, перорально.	Частичный опиоидный агонист, применяется при висцеральных болях
Буторфанол	Butomidot	0,2 мг/кг каждые 2—6 ч	в/в, п/к	Синтетический опиоид, агонист-антагонист
Трамадол	Tramal	4 мг/кг	в/в, перорально	Можно применять <i>per os</i> для устранения боли в домашних условиях, в офтальмологии

**Допировка анальгетиками для кошек**  
**Нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) и опиоиды для**  
**аналгезии кошек во время операции и в послеоперационный период**

Препарат	Коммерческое название	Дозировка	Способ применения	Примечания
Карпрофен	Rimadyl	2—4 мг/кг однократно	в/в, п/к. перорально	Можно применять до операции
Кетопрофен	Romefen	2 мг/кг 3 дня, затем по 1 мг/кг (max 5 дн.)	в/в, п/к. перорально	До операции не применять из-за влияния на функцию почек (может привести к острой почечной недостаточности)
Мелоксикам	Metacam	1-й день по 0,2—0,3 мг/кг, затем по 0,1 мг/кг	в/в, п/к. перорально	Можно применять до операции
Толфенамид	Tolosedine	4 мг/кг (2-3 дн.)	в/м, п/к. перорально	Можно применять до операции
Морфин	Vendal	0,1—0,2 мг/кг каждые 4—6 ч	в/м	Очень хорошая аналгезия, кумуляция при повторном введении
Метадон	Heptadon	0,1—0,3 мг/кг каждые 2—6 ч	в/в, в/м	Очень хорошая аналгезия при сильных болях
Фентанил	Fentanyl Janssen	2—5 мкг/кг/ч	в/в - дкн	Очень хорошая аналгезия при сильных болях
Бупрорфин	Temgesic	0,005-0,02 мг/кг каждые 6-12 ч	в/в, в/м, п/к, перорально	Частичный опиоидный агонист, применяется при висцеральных
Буторфанол	Butomidor	0,4 мг/кг каждые 1—4 ч	в/в, п/к	Синтетический опиоид, агонист-антагонист
Трамадол	Tramal	1 мг/кг	в/в, перорально	Можно применять <i>per os</i> для устранения боли в домашних условиях, в офтальмологии

### Седация и премедикация кроликов

Состояние животного по ASA	Препарат или комбинация	Дозировка, мг/кг	Путь введения	Примечание
1-3	Медетомидин	0,25-0,35	в/м, п/к	Только для седации
3-5	Диазепам или мидазолам	1-2	в/м, в/в	Только для седации
1-4	Ацепромазин	1	в/м	Только для седации
1-4	Медетомидин+ мидазолам + фентанил <i>Анtagонисты</i> Атипамазол+ флюмазенил+ налоксон	0,2; 1,0; 0,02; 1,0; 0,1; 0,03	в/м в/м, п/к	Подходит для обширных вмешательств (лапаротомии). не применяется при стоматологических операциях из-за повышенного тонуса челюсти, рекомендована интубация с дальнейшим проведением ингаляционной анестезии. полностью антагонизируется
1-3	Медетомидин +кетамин <i>Анtagонисты</i> Атипамазол	0,25-20-35 1,0	в/м в/м, п/к	Применяется для кратковременных вмешательств (30—45 мин.), как хорошая премедикация перед ингаляционной анестезией. возможна интубация: действие медетомидина устраняется через 30—45 мин.
2-4	Мидазолам+ кетамин <i>Анtagонисты</i> Флюмазенил	1,0, 30	в/м тв/м, п/к	Как премедикация при длительных хирургических вмешательствах, интубация: не всегда возможна: действие мидазолама устраняется через 30—45 мин.
1-2	Ксилавет + кетамин	5,0; 35	в/м	Длительная фаза пробуждения до 10 ч, плохая аналгезия, интубация затруднительна

**Седация и премедикация мышей**

Состояние животного по ASA	Препарат или комбинация	Дозировка, мг/кг	Путь введения	Примечание
1-3	Медетомидин	0,25	п/к	Только для седации
3-5	Диазепам или мидазолам	5	в/б	Только для седации
1-4	Медетомидин + мидазолам + фентанил <i>Антиагонисты</i> Атипамезол + флюмазенил + налоксон	0,5; 5,0; 0,05 2,5; 0,5; 1,2	в/б п/к	Подходит для обширных вмешательств (запаротомии). в дальнейшем проводится ингаляционная анестезия или однократно но вводится повторно в/м Уз от первоначальной дозы. последующий сон без тепла очень продолжителен: полностью антагонизируется
1-3	Медетомидин+ кетамин <i>Антиагонисты</i> Атипамезол	0,25 40-100 1,0	в/б п/к в/м	Применяется для кратко временных вмешательств (30 мин.). действие медетомидина устраняется через 30—45 мин.
2-4	Мидазолам + кетамин <i>Антиагонисты</i> Флюмазенил	5,0 10 0,1	в/б п/к	Как премедикация при длительных хирургических вмешательствах под ингаляционной анестезией. действие мидазолама. устраняется через 30—45 мин.

**Физиологические показатели здоровых животных.**  
**Температура, пульс и дыхание у здоровых животных**

Вид животного	Температура тела, °C	Частота в 1 мин.	
		пульса	дыхания
Крупный рогатый скот	37,5-39,5	50-80	12—25
Телята	38,5-40,0	120-160	30-70
Овцы и козы	38,5-40,0	70-80	16-30
Ягнята и козлята	38,5-40,0	145—240	70-90
Лошади	37,5-38,5	24-42	8-16
Жеребята	37,5-39,0	80-120	70-84
Свиньи	38,0-40,0	60-90	15-20
Поросыта	39,0-40,5	205-250	70-88
Собаки:			
крупные	37,5-39,0	70-80	10-20
средние	38,0-38,6	80-100	15-25
мелкие	38,0-39,5	80-120	15-30
Щенки		180-200	40-50
Кошки	38,0-39,5	110-130	20-30
Котята	38,0-39,5	230-260	50-60
Кролики	38,5-39,5	120-200	50-60
Крольчата	38,5-39,5	280-300	60-70
Морские свинки	37,8-39,5	250-300	100-150

## УО «ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины является старейшим учебным заведением в Республике Беларусь, ведущим подготовку врачей ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарных врачей, провизоров ветеринарной медицины и зоотехников.

Вуз представляет собой академический городок, расположенный в центре города на 17 гектарах земли, включающий в себя единый архитектурный комплекс учебных корпусов, клиник, научных лабораторий, библиотеки, студенческих общежитий, спортивного комплекса, Дома культуры, столовой и кафе, профилактория для оздоровления студентов. В составе академии 4 факультета ветеринарной медицины; биотехнологический; повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса; довузовской подготовки, профориентации и маркетинга. В ее структуру также входят Аграрный колледж УО ВГАВМ (п. Лужесно, Витебский район), филиалы в г. Речице Гомельской области и в г. Пинске Брестской области, первый в системе аграрного образования НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии (НИИ ПВМ и Б).

В настоящее время в академии обучается более 4 тысяч студентов, как из Республики Беларусь, так и из стран ближнего и дальнего зарубежья. Учебный процесс обеспечивает около 330 преподавателей. Среди них 170 кандидатов, 27 докторов наук, 135 доцентов и 22 профессора.

Помимо того, академия ведет подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук), переподготовку и повышение квалификации руководящих кадров и специалистов агропромышленного комплекса, преподавателей средних специальных сельскохозяйственных учебных заведений.

Научные изыскания и разработки выполняются учеными академии на базе Научно-исследовательского института прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии. В его состав входит 2 отдела: научно-исследовательских экспертиз (с лабораторией биотехнологии и лабораторией контроля качества кормов); научно-консультативный.

Располагая современной исследовательской базой, научно-исследовательский институт выполняет широкий спектр фундаментальных и прикладных исследований, осуществляет анализ всех видов биологического материала и ветеринарных препаратов, кормов и кормовых добавок, что позволяет с помощью самых современных методов выполнять государственные тематики и заказы, а также на более высоком качественном уровне оказывать услуги предприятиям агропромышленного комплекса. Активное выполнение научных исследований позволило получить сертификат об аккредитации академии Национальной академией наук Беларусь и Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь в качестве научной организации. Для проведения данных исследований отдел научно-исследовательских экспертиз аккредитован в Национальной системе аккредитации в соответствии с требованиями стандарта СТБ ИСО/МЭК 17025.

Обладая большим интеллектуальным потенциалом, уникальной учебной и лабораторной базой, вуз готовит специалистов в соответствии с европейскими стандартами, является ведущим высшим учебным заведением в отрасли и имеет сертифицированную систему менеджмента качества, соответствующую требованиям ISO 9001 в национальной системе (СТБ ISO 9001 – 2015).

[www.vsavm.by](http://www.vsavm.by)

210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, факс (0212)51-68-38, тел. 53-80-61 (факультет довузовской подготовки, профориентации и маркетинга), 51-69-47 (НИИ ПВМ и Б), E-mail: [vsavmpriem@mail.ru](mailto:vsavmpriem@mail.ru).

Учебное издание

Журба Владимир Александрович,  
Карамалак Александр Иванович,  
Ковалев Игорь Александрович и др.

## ОБЩАЯ АНЕСТЕЗИЯ ЖИВОТНЫХ

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск В. А. Журба  
Технический редактор Е. А. Алисейко  
Компьютерный набор И. А. Ковалев  
Компьютерная верстка Е. А. Алисейко  
Корректор Е. В. Морозова

Подписано в печать 15.01.2019. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать ризографическая.  
Усл. п. л. 4,25. Уч.-изд. л. 3,60. Тираж 130 экз. Заказ 1856.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной медицины».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.  
ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.  
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.  
Тел.: (0212) 51-75-71.  
E-mail: [rio\\_vsavm@tut.by](mailto:rio_vsavm@tut.by)  
<http://www.vsavm.by>



Fig. 1. Map showing the locations of 100 sampling sites and 10 sites with the highest species richness in the study area.

species richness and the number of species per sampling site were calculated. The species richness was calculated for each sampling site and the mean species richness per sampling site was calculated for each of the 100 sampling sites. The mean species richness per sampling site was used to calculate the mean species richness per hectare.