

Андрей Нечаев
Александр Берлин

ИНГАЛЯЦИОННАЯ АНЕСТЕЗИЯ В ВЕТЕРИНАРИИ

ООО «Интерюнити»
www.interunity.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

Условные сокращения.....	3
Введение	4
Глава 1. Подготовка к общей анестезии	5
1.1 Понятие об общей анестезии.....	5
1.2 Предоперационные исследования и определение операционно-анестезиологического риска	8
1.3 Лечебно-предупредительные мероприятия	13
1.4 Медикаментозная подготовка (премедикация).....	16
1.5 Организация рабочего места и мониторинг.....	21
Глава 2. Принципы общей анестезии и их фармакологическая реализация.....	31
2.1 Многокомпонентность общей анестезии.....	31
2.2 Характеристика фармакологических средств общей анестезии	33
2.2.1 Инъекционные анестетики.....	35
2.2.2 Ингаляционные анестетики и их свойства.....	41
2.2.3 Мышечные релаксанты.....	47
2.2.4 Лекарственные средства для анальгезии.....	51
2.2.5 Нейролептики.....	69
2.3 Виды местной анестезии.....	71
Глава 3. Ингаляционная анестезия и способы её проведения.....	77
3.1 Этапы и стадии общей анестезии и оценка её адекватности.....	77
3.2 Ингаляционная общая анестезия.....	83
3.2.1 Виды дыхательных систем.....	83
3.2.2 Техника и этапы ингаляционной анестезии.....	89
3.3 Искусственная вентиляция легких	95
3.4 «Сбалансированная» анестезия	99
Глава 4. Портативные испарители «МИНИВАП» и аппараты ИН «Колибри»	102
4.1 Испарители высокого и низкого сопротивления.....	103
4.1.1 Испарители «МИНИВАП».....	110
4.2 Портативные аппараты ИН «Колибри». Стандартные схемы и методики.....	114
4.2.1 Открытый контур.....	114
4.2.2 Полуоткрытый дыхательный контур	114
4.2.3 Полузакрытый контур VOC.....	115
4.3 Портативный комплекс ИН/ИВЛ «Колибри» + SAVe.....	118
4.3.1 Открытый и полуоткрытый контуры	119
4.3.2 Полузакрытый контур.....	120

4.4	Портативные аппараты ИН «Колибри». Новые схемы и методики	125
4.4.1	Полузакрытый контур VIC.....	125
4.4.2	Аппараты «Колибри» для мелких животных.	127
4.4.3	Аутоанальгезия при спонтанном дыхании.....	130
4.5	Требования безопасности и подготовка к работе аппаратов «Колибри».....	135
4.5.1	Эксплуатация «карманного» испарителя «МИНИВАП/І» в нестандартных условиях.....	139
4.5.2	Влияние влаги на работу испарителей «МИНИВАП».....	143
Глава 5. Осложнения при общей анестезии и способы их предупреждения		145
Глава 6. Контроль состояния животных при анестезиологической защите		152
Приложения		156
Приложение 1. Правила работы с наркотическими средствами психотропными и сильнодействующими веществами.....		156
Приложение 2. Протокол анестезии		160
Приложение 3. Техника безопасности при работе с кислородом.....		161
Приложение 4. Физиологические показатели здоровых животных.....		162
Приложение 5. Краткий словарь терминов.....		163
Литература		165

УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АД	– артериальное давление
ГКМП	– гипертрофическая кардиомиопатия
ДВС	– синдром диссеминированного внутрисосудистого свёртывания
ДКИ	– длительная капельная инфузия
ДКМП	– дилатационная кардиомиопатия
ИВЛ	– искусственная вентиляция лёгких
КРС	– крупный рогатый скот
КЩБ	– кислотно-щелочной баланс
МРС	– мелкий рогатый скот
НЛА	– нейролептанальгезия
ОКН	– острая кишечная непроходимость
ССС	– сердечно-сосудистая система
ЦНС	– центральная нервная система
ЧД	– частота дыхания
ЧСС	– частота сердечных сокращений
ЭА	– эпидуральная анестезия
ASA	– (American society anesthesiologists) американское общество анестезиологов
AV-блокада	– атриовентрикулярная блокада
BA	– (balanced anesthesia) сбалансированная анестезия
BE	– дефицит буферных оснований
СОХ	– циклооксигеназа
IPPV	– (intermittent positive pressure ventilation) ИВЛ с перемежающимся положительным давлением
MAC	– (minimum alveolar concentration) минимальная альвеолярная концентрация
NMDA-рецептор	– N-метил-D-аспартатный рецептор
P_aCO_2	– напряжение углекислого газа крови
P_aO_2	– напряжение кислорода крови
PCV	– (packed cell volume) гематокрит
PEEP	– (positive end expiratory pressure) ИВЛ с положительным давлением в конце выдоха
TIVA	– (total intravenous anesthesia) тотальная внутривенная анестезия

ВВЕДЕНИЕ

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

Данная книга – сокращенный вариант [18], опирается на известную отечественную и зарубежную литературу по ветеринарной анестезии [10, 13, 20, 42, 44].

Цель предлагаемого пособия по общим вопросам анестезиологического обеспечения – раскрыть возможности, которые имеются у ветврача-анестезиолога на сегодняшний день, благодаря широкому арсеналу современных фармакологических и технических средств, для создания оптимальных условий для 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, противопоставляя этот один метод обезболивания всем остальным. Противопоставление местного обезболивания общему, ингаляционной анестезии неингаляционной неправомерно, так 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.

ГЛАВА 1

ПОДГОТОВКА К ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ

Перед каждым оперативным вмешательством (малым или обширным, плановым или экстренным) необходимо выбрать вид анестезии. Адекватность выбранного метода с учетом индивидуальных особенностей и состояния животного (пациента), характера и продолжительности оперативного вмешательства определяется задачей устранения или сведения к минимуму всего, что может вызвать осложнения во время общей анестезии или в ближайший послеоперационный период. Решение этой задачи начинается с подготовительного периода, включающего предоперационные исследования; определение операционно-анестезиологического риска; беседу с владельцем животного; специальные меры, улучшающие общее состояние пациента; воздержание от кормления; постановку внутривенного катетера.

1.1 Понятие об общей анестезии

Общая анестезия (от греч. ἀνασθησία — без чувства) – состояние, вызываемое с помощью фармакологических средств и характеризующееся потерей сознания, подавлением рефлекторных функций и реакций на внешние раздражители, что позволяет выполнять оперативные вмешательства без опасных последствий для организма и с полной амнезией периода операции. Термин «общая анестезия» более полно, чем термин «наркоз», отражает суть того состояния, которое должно быть достигнуто для безопасного выполнения хирургической операции. При этом главным является устранение реакции на болевые раздражители, а угнетение сознания имеет меньшее значение. Кроме того, понятие «общая анестезия» является более емким, поскольку включает и комбинированные методы.

История развития общей анестезии

Открытию в начале XIX в. эффективных методов хирургического обезболивания предшествовал многовековой период малорезультативных

поисков средств и методов устранения мучительного чувства боли, возникающей при травмах, операциях и заболеваниях.

Первые попытки снижения болевых ощущений во время хирургических вмешательств связаны с анестезией человека. В древности для этой цели использовали опиаты, настойку белладонны, алкоголь. Большинство «методов анестезии» в средние века сводились к подавлению сознания ударом тупым предметом по голове, кровопусканию, охлаждению, гипоксии (путём сдавливания сонных артерий). К этому же периоду относится первое применение ректального метода анестезии («табачные клизмы»).

В 1540 году Парацельс получил эфир и описал его усыпляющий эффект на кур. Дальнейший прогресс был связан с развитием химии и открытием углекислого газа (1754), кислорода (1774) и некоторых других газов. Реальные предпосылки для разработки эффективных методов обезболивания начали складываться в конце XVIII в.

В 1800 году Хамфри Дэйви первым предположил, что закись азота обладает анестетическими свойствами: *«Поскольку азотистый оксид в своём широком действии способен уничтожать физическую боль, возможно, он может использоваться во время хирургических операций»*. Хамфри Дэйви был первым, кто назвал закись азота «веселящим газом». Затем Генри Хикман изучал наркотический эффект закиси азота, диэтилового эфира и углекислого газа. В 1824 году он продемонстрировал, что боль при хирургическом вмешательстве у собак можно снизить при помощи ингаляции смеси закиси азота и углекислого газа, но понадобилось ещё 20 лет, чтобы дантист Хорас Уэллс в 1844 году обнаружил и стал успешно применять анестетические свойства закиси азота в своей практике. Другой дантист Ульям Мортон внёс большой вклад в популяризацию эфирного наркоза. Испытав действие паров эфира на своей собаке, а потом на себе, он вместе с хирургом Джоном Уорреном в 1846 году провёл успешную демонстрацию эфирного наркоза при удалении сосудистой опухоли в

подчелюстной области. В ходе операции больной был без сознания, не реагировал на боль, а после окончания вмешательства начал просыпаться. Тогда-то Warren и произнес свою знаменитую фразу: *Джентльмены, это не трюк!*

Первым стал широко использовать эфир для наркоза животным доктор Джексон, практиковавший в Бостоне в середине XIX века. После открытия хлороформа (1831) акушер Джеймс Симпсон (Шотландия) впервые в 1847 году применил его для анестезии человека. В последующие годы в ветеринарной литературе стали появляться сведения об использовании хлороформной анестезии у животных.

В России наибольшая заслуга в развитии анестезиологии принадлежит Н.И. Пирогову, который уже в 1847 году провёл сотни операций под эфирным и хлороформным наркозом. Им был сконструирован прибор для ректального введения анестезирующих средств и усовершенствовал маску для ингаляционной анестезии. В том же 1847 году – на 5 лет раньше общепризнанного автора эндотрахеального наркоза Джона Сноу – Пирогов экспериментально провёл наркоз через разрез в трахее.

В 1875 Ор (Ore) опубликовал первую монографию по внутривенной анестезии хлоралгидратом. Через 3 года Хамберт (Humbert) описал его использование у лошадей.

Несмотря на открытие многих анестетиков во второй половине XIX века, в это время наркоз ещё не был принят в практику ветеринарными врачами. Крепкая рука без какой-либо анестезии была основным средством фиксации у рядового ветеринара. При проведении операций у мелких животных в начале XX века нередко применяли эфир и хлороформ. Благодаря открытию барбитуратов в конце 20-х годов, а также развитие производства пентобарбитала в 30-е годы приводит к более широкому использованию наркоза в ветеринарии. Анестезия барбитуратами приобрела ещё большую популярность после появления тиобарбитуратов и, в особенности, тиопентала в 1934 году.

Наркоз крупных животных стал ещё более доступным после открытия Равентосом (Raventos) и другими исследователями галогенированных углеводов (в частности галотана в 1956 году), а также благодаря усовершенствованию анестезиологического оборудования, которое позволило повысить безопасность использования ингаляционных анестетиков.

В последние десятилетия выход на рынок большого количества препаратов (транквилизаторов, опиоидов, α_2 -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.

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.

Любая хирургическая операция является стресс-фактором как для человека, так и 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.

1.2 Предоперационные исследования и определение операционно-анестезиологического риска

Предоперационные исследования позволяют избежать многих осложнений. Проще и надежней затратить время на установление сопутствующей патологии перед операцией, чем столкнуться с ней внезапно во время операции. Данные анамнеза, осмотра, аускультации сердца и

грудной полости должны быть дополнены функциональными и лабораторными исследованиями, позволяющими объективно оценить исходное состояние органов и систем животного. Ценность этих исследований определяется возможностью получить базовую информацию для проведения сравнительного анализа с данными, полученными во время и после оперативного вмешательства. Такой сравнительный анализ позволяет оценить функциональное состояние жизнеобеспечивающих систем на различных этапах оперативных вмешательств и при необходимости проводить адекватную коррекцию с учетом индивидуальных особенностей организма животного.

Различный подход к объему предоперационного исследования в зависимости от состояния, возраста и неотложности операции предполагает разделение животных на три группы:

I. Здоровое животное.

Перед обычным вмешательством необходимо собрать анамнез; провести клинические исследования температуры, частоты дыхания, частоты сердечных сокращений, времени наполнения капилляров, аускультацию сердца и грудной полости.

II. Здоровое старое животное (собака старше 10 лет и кошка старше 12 лет).

Перед операцией исследуется как здоровое животное I группы, но дополнительно определяется гематокрит, протеин плазмы, мочевины, креатинин, печеночные ферменты, содержание Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , показатели кислотно-щелочного баланса и газов крови.

III. Прочие (например, животные при неотложных состояниях, с тяжелым общим состоянием) и все операции по экстренным показаниям.

Животные III группы исследуются как все здоровые старые животные, но дополнительно – в зависимости от причины заболевания – рентген грудной клетки, ЭКГ, обзорный рентген брюшной полости и т.д.

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 ближайшем послеоперационном периоде.

Мнения большинства авторов относительно классификации степеней риска совпадают. Основными критериями оценки являются соматическое состояние животного и тяжесть оперативного вмешательства (рис.1).

Для выбора надежных и информативных методов оценки операционного и анестезиологического риска предлагается объективизировать и формализовать понятие «тяжесть 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 этой формулы следует, что операционный риск тем ниже, чем менее травматична операция и меньше вред, нанесенный анестезией, и тем ниже, чем выше функциональные резервы организма животного.

Для снижения операционного риска необходимо:

- обеспечить атравматичность операции
- минимизировать осложнения при анестезии
- проводить мониторинг функций жизнеобеспечивающих систем

Поскольку практически невозможно учесть все факторы риска оперативного лечения 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.

В таблице 1 представлена система оценка состояния животного перед анестезией согласно классификации ASA-American Society Anesthesiologists (американского общества анестезиологов).

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 (рис.1).

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 лошади в большинстве случаев прибегают к седации и дополняют её местной анестезией. При аналогичном вмешательстве у кошки наиболее часто применяется кратковременная инъекционная анестезия, например, ацепромазин с кетамин. Если планируется хирургическое вмешательство длительностью более 1 часа, то, как правило, пациента оперируют под ингаляционной анестезией.

Таблица 1

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

Класс	Состояние	Клинический статус	Примеры
1	очень хорошее	нормальный здоровый	отсутствие патологии, кастрация, овариоэктомия, ампутация прибылых пальцев
2	хорошее	минимальные нарушения	новообразования кожи, переломы без шока, неосложненные грыжи брюшной стенки
3	удовлетворительное	тяжелые заболевания	лихорадка, анемия, дегидратация, гиповолемия средней степени, легкий пневмоторакс
4	тяжелое	заболевание с угрозой для жизни, необходима операция	сепсис, высокая лихорадка, разрыв мочевого пузыря, диафрагмы, заворот желудка, пневмоторакс средней тяжести
5	очень тяжелое	тяжелые и опасные органические и системные нарушения	шоковое состояние, тяжелая травма
N	<i>прогрессивно ухудшается</i>	<i>неотложные операции с повышенной степенью риска</i>	<i>заворот желудка, прогрессирующий шок, внутреннее кровотечение, тяжелый пневмоторакс</i>

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 лошади в большинстве случаев прибегают к седации и дополняют её местной анестезией. При аналогичном вмешательстве у кошки наиболее часто применяется кратковременная инъекционная анестезия,

например, ацепромазин с кетамином. Если планируется хирургическое вмешательство длительностью более 1 часа, то, как правило, пациента оперируют под ингаляционной анестезией.

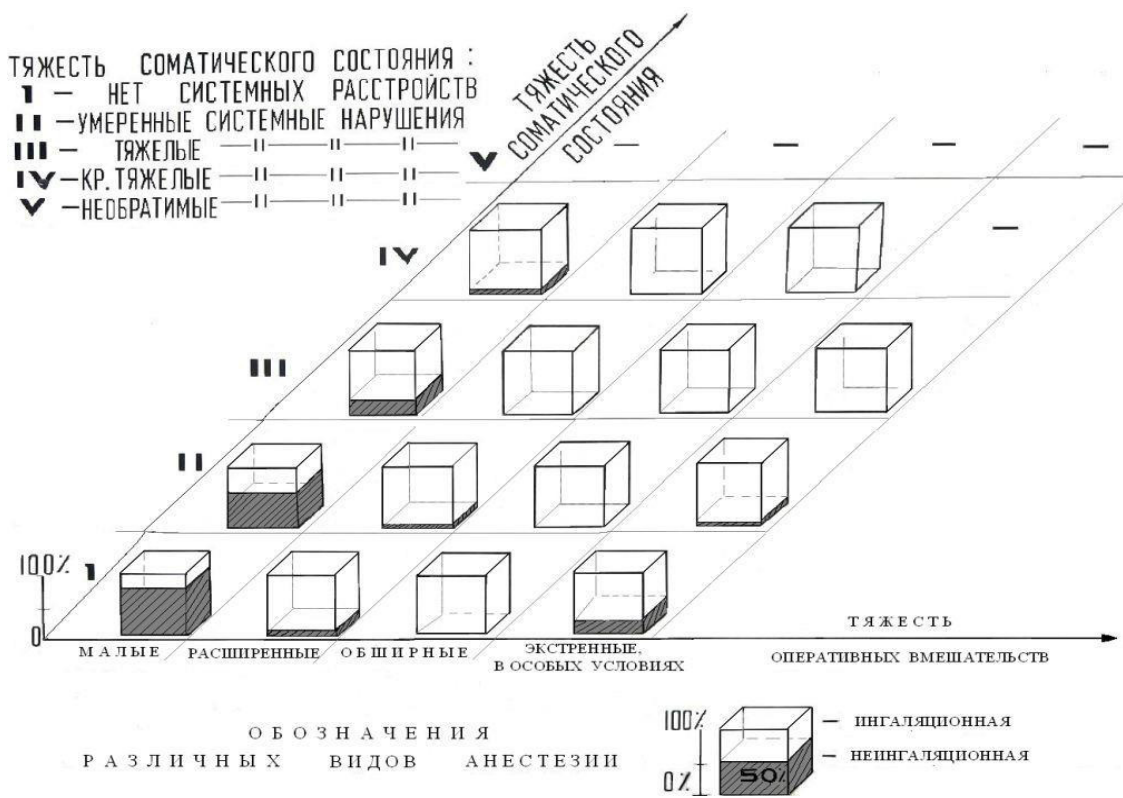


Рис.1. Выбор вида общей анестезии и операционный риск

Выбор метода анестезии определяется:

- тяжестью исходного состояния пациента
- объемом хирургического вмешательства
- возможностями ветеринарного специалиста

1.3 Лечебно-предупредительные мероприятия

Беседа с владельцем животного

Результаты предоперационного исследования, объективный анализ физиологических параметров и степени их отклонений от нормальных величин позволяет провести деонтологическую работу с владельцами животного, реально оценив состояние их питомца и перспективы дальнейшего развития заболевания. Важно обоснованно объяснить владельцу степень риска анестезии и появление возможных осложнений у пациента,

при необходимости провести дополнительное обследование, принять специальные меры, улучшающие состояние животного, например, приступить к проведению дезинтоксикационной терапии при симптомах перитонита.

Подготовка желудочно-кишечного тракта

Подготовка желудочно-кишечного тракта предусматривает обязательное соблюдение животным голодной диеты перед общей анестезией. Общая анестезия должна проводиться у животного натощак. Последний прием воды должен быть не позже, чем за 3-4 часа до анестезии. Совершенно недопустимо накануне операции поение молоком и дача корма, который застаивается в желудке. Любое воспалительное заболевание, как и оперативное вмешательство, вызывает парез желудочно-кишечного тракта и принятый корм и желудочный сок дольше обычного задерживаются в желудке. Соблюдение голодной диеты необходимо по следующим причинам:

- полный желудок животного препятствует дыханию во время общей анестезии. При положении животного на спине дополнительно затрудняется приток венозной крови к сердцу
- уменьшается вероятность того, что у животного при введении в наркоз или при пробуждении возникнет рвота и аспирация
- опасность рефлюкса и аспирации у жвачных и лошадей становится меньше
- реже вероятность тимпаниии у жвачных

<p>Рвота и регургитация – опасное осложнение общей анестезии</p>
--

Животные, которые не находились на голодной диете и оперируются по экстренным показаниям, должны сразу после введения в наркоз подвергаться интубации. У таких пациентов недопустимо применение анестетиков, вызывающих выраженную стадию возбуждения (закись азота).

Соблюдение голодной диеты у новорожденных и молодых животных затруднительно. Они могут находиться без кормления очень

непродолжительное время, так как в противном случае у них может развиваться опасная для жизни гипогликемия.

Перед операцией рекомендуется очистить прямую кишку клизмой и выпустить мочу катетером, чтобы во время анестезии, когда сфинктеры прямой кишки и мочевого пузыря расслабляются, избежать непроизвольной дефекации и мочеиспускания.

Постановка внутривенного катетера

Постановка внутривенного катетера обязательна перед проведением общей анестезии. Собаки и кошки должны быть перед этой манипуляцией подвергнуты седации. При постановке катетера у лошадей и жвачных область катетеризации подвергается местной анестезии.

Преимущества постановки внутривенного катетера следующие:

- обеспечивается доступ к вене в любое время для принятия мер при возникновении жизненно опасных ситуаций;
- имеется возможность проводить поддерживающую, дезинтоксикационную, кровезамещающую терапию;
- устраняется опасность паравенозной инъекции, при попадании мимо вены раздражающих медикаментов (например, барбитуратов) возможен некроз;
- исключается опасность внутриартериальной инъекции, ошибочное введение седативных средств или анестетиков внутриартериально часто приводит к смерти пациента;
- после постановки катетера животное больше не подвергается уколу; это позволяет избежать волнения при введении в анестезию; лошади, которым многократно выполняли внутривенные инъекции, проявляют панику и беспокойство при появлении ветврача и при последующем контакте с областью шеи.

Подготовку животного к общей анестезии заканчивают премедикацией - введением лекарственных средств, которые сами, не вызывая общей анестезии, улучшают её течение.

1.4 Медикаментозная подготовка (премедикация)

Премедикация является обязательным элементом предоперационной подготовки у животных и первым этапом общего обезболивания. Цель премедикации – снизить степень операционно-анестезиологического риска. Это достигается за счет:

- снятия страха и снижения стрессовой ситуации;
- предупреждения развития вегетативных реакций;
- устранения опасности передозировки, потенцирования анестетиков и создания благоприятного фона для их действия.

При выборе способа премедикации необходимо учитывать индивидуальные особенности животного. Премедикация проводится в обстановке, где животное чувствует себя наиболее уверенно и безопасно. Она предшествует транспортировке, фиксации и внутривенным процедурам. Тип нервной деятельности и исходное функциональное состояние животного помогает определить наблюдение за самозащитной ответной реакцией на различные раздражители. Например, у собак различают пассивные и активные реакции в ответ на внешние раздражения. К пассивным оборонительным реакциям относится рефлекс иммобилизации, бегство, стремление скрыться. Субъективно переживаемый при этом испуг, страх, ужас имеют характерные внешние проявления. К активным оборонительным реакциям относится «рефлекс двигательной бури», агрессивно наступательные действия, направленные на устранение вредного воздействия. Субъективно переживаемые при этом гнев и ярость выражаются в характерном лае и мимике.

Подобные наблюдения с учетом морфометрических признаков животного, задач предстоящего оперативного вмешательства и избранного способа общей анестезии определяют выбор препаратов для премедикации и их дозировку. Премедикация необходима во всех вариантах общей анестезии.

В данном пособии приводится общая характеристика медикаментозных средств, используемых при анестезиологическом обеспечении, описание их

специфических и побочных действий с учетом реакций различных видов животных.

К трем категориям наиболее распространенных медикаментов для премедикации относятся седативные (атарактики, нейролептики, α_2 -агонисты), антихолинергические средства и анальгетики.

В предоперационный период приоритетны:

- предупреждение вегетативных реакций
- снятие страха и стрессовой нагрузки
- уменьшение побочного действия и дозировок предполагаемых общих анестетиков

Влияние премедикации на снижение дозировок некоторых общих анестетиков представлено в таблице 2.

Таблица 2

Степень влияния различных средств премедикации на уменьшение дозы общих анестетиков

Средства премедикации \ Анестетики	Пропофол (%)	Тиобарбитураты(%)	Изофлуран(%)
Группа фенотиазина	30	50	20
Бензодиазепины	20	30	20
α_2 – агонисты	30 – 40	30 – 50	30
Ацепромазин/Левометадон (Нейролептанальгезия)	60 – 70	70 – 80	40
Мидазолам/Фентанил (Атаралгезия)	50	60	30

Седативные средства (атарактики, нейролептики, α_2 -агонисты)

Седативные средства применяются перед операцией по следующим причинам:

- вызывают успокоение животного, обеспечивая гладкое введение и пробуждение после общей анестезии;
- уменьшают как эмоциональную, так и вегетативную реакцию на боль, что позволяет отнести их к неспецифическим болеутоляющим препаратам;
- вызывают мышечную релаксацию;

- ограничивают самопроизвольную активность.

а) *атарактики*: единственными атарактиками, применяемыми в ветеринарной медицине, являются бензодиазепины. Из всех седативных средств они обладают наименьшим побочным действием.

б) *нейролептики*: нейролептики в ветеринарной медицине очень популярны. Производные фенотиазина (например, ацепромазин, пропионил-промазин) и бутирофенона (напр. дроперидол, азаперон) являются основными применяемыми группами. Их основные действия и фармакологическая характеристика изложены далее.

в) α_2 – *агонисты*: α_2 – агонисты причисляют не только к седативным, но и к анальгетикам, мышечным релаксантам и гипотензивным средствам. В ветеринарии их относят к седативным, так как они в основном применяются как успокоительные средства и очень редко используется их анальгетический компонент действия. Ксилазин, ромифидин и медетомидин являются наиболее часто применяемыми в практике препаратами этой группы.

Наличие антагонистов (иохимбин, атипамезол, толазолин и др.) позволяет противодействовать таким клиническим эффектам α_2 -агонистов, как нарушение проводимости, брадикардия, гипотермия, атония желудочно-кишечного тракта и мочевого пузыря.

Антихолинергические средства (атропин, гликопирролат)

Антихолинергические средства (парасимпатолитики) являются конкурентными антагонистами ацетилхолина, блокируют холинергические рецепторы на постсинаптической мембране. При этом оказывается мускариноподобное действие на гладкую мускулатуру и железистые клетки. Это приводит к снижению парасимпатического тонуса иннервируемых органов желудочно-кишечного тракта, мочевого пузыря, синусового узла сердца, экзокринных желез, бронхов и зрачка.

а) *фармакологическое действие*

- органы пищеварения: торможение секреции и перистальтики, снятие спазма и снижение саливации
- органы дыхания: снижение секреции бронхиальных желез, сгущение их секрета, расширение бронхов
- глаза: мидриаз (расширение зрачка)
- мочевого пузыря: атония
- сердце: сокращается время проведения импульса от предсердий к желудочкам, ЧСС увеличивается

б) показания к применению

Применение антихолинергических средств перед операцией целесообразно в следующих случаях:

- стойкая брадиаритмия или брадикардия
- для снижения слюноотечения у кошек при введении кетамина
- при введении седативных средств/анальгетиков (напр. фентанила), которые приводят к выраженной брадикардии
- у свиней всегда перед общей анестезией с интубацией используются антихолинергические средства, чтобы уменьшить сильное слюноотделение и предупредить ларингоспазм.

В остальном антихолинергические средства используются в случае необходимости, то есть при рефлекторно обусловленной брадикардии (собаки - ЧСС < 60, кошки и собаки мелких пород - ЧСС < 80, лошади - ЧСС < 15-20), при раздражении блуждающего нерва в ходе манипуляций в области головы и шеи, оперативных вмешательств на пищеводе, легких, мочевом пузыре, желудке, кишечнике; при других причинах брадикардии, которыми являются: гипотермия, гиперкалиемия, гиперкальциемия, передозировка ингаляционных анестетиков, α_2 – агонистов, опиоидов.

Устранить брадикардию, возникающую в ходе операции, после применения антихолинергических средств не удастся, если брадикардия является следствием охлаждения при глубокой анестезии или нарушенного содержания электролитов. Приведение в соответствие глубины анестезии и

применение грелок и теплых инфузионных растворов позволит в большинстве случаев устранить брадикардию. При длительно сохраняющейся брадикардии необходимо применение симпатомиметиков, (напр. допамин, добутамин).

Противопоказанием к применению антихолинергических средств является наличие тахикардии и глаукома.

в) атропин-гликопирролат различия

Различия между применяемыми в практике холинергическими средствами атропином и гликопирролатом (Robinul) представлены в таблице 3.

Таблица 3

Фармакологические свойства атропина и гликопирролата

Характеристика действия	Атропин	Гликопирролат
Длительность действия: -собаки -кошки -лошади	В зависимости от дозы и способа введения: около 30-90 мин около 60-90 мин около 20-30 мин	В зависимости от дозы и способа введения: около 1-4 час около 1-4 час около 1-2 час, побоч. действие до 7 час
Время наступления действия	через 1-3 мин после в/в введения через 5-8 мин после в/м, п/к введения	через 1 мин после в/в введения через 5 мин после в/м введения
Побочное действие на сердце	ЧСС↑ (синусовая тахикардия) в первые 3-4 мин после в/в введения ЧСС↓	ЧСС↑ побочные действия на сердце выражены меньше, чем у атропина
Другие побочные действия	- проходит гематоэнцефал. барьер -проходит плацентарный барьер -повышенная частота случаев рефлюкс - эзофагита	-проходит гематоэнцефал. барьер -проходит плацентарный барьер

Анальгетики

Применение анальгетиков необходимо на всех этапах оперативного вмешательства. В подготовительный период при медикаментозной подготовке введение анальгетиков снижает порог болевой чувствительности, и, следовательно, уменьшает количество анестетиков и их возможные отрицательные воздействия на животных.

Использование анальгетиков в предоперационный период снижает сенсбилизацию болевых путей в ЦНС, что позволяет предотвратить „wind up“-феномен (феномен «наматывания»), характеризующийся сильными послеоперационными болями.

Классификация анальгезирующих средств в ветеринарии и механизм действия изложены далее при их фармакологической характеристике.

1.5 Организация рабочего места и мониторинг

Оснащение для проведения общей анестезии

Оснащение для проведения общей анестезии складывается из лекарственного обеспечения, наличия основной аппаратуры, дополнительного оборудования, различных наборов инструментов и приспособлений.

Лекарственные средства по их назначению можно разделить на:

- средства для премедикации;
- фармакологические препараты, обеспечивающие многокомпонентность анестезии (ингаляционные и инъекционные анестетики, мышечные релаксанты, анальгетики, нейролептики);
- лекарственные средства для коррекции неотложных состояний при сердечно-сосудистой и дыхательной недостаточности.

Работа с большинством лекарственных препаратов, применяемых в ветеринарной анестезиологии, регламентирована нормативно-правовыми документами. Правила работы с ними изложены в Приложении №1.

Основная аппаратура необходима для:

- проведения общей анестезии ингаляционными анестетиками;
- осуществления управляемой и вспомогательной искусственной вентиляции легких (ИВЛ);
- контроля физиологических параметров, характеризующих адекватность проводимой анестезии.

Для проведения общей анестезии ингаляционными анестетиками используется специальная аппаратура, которая, несмотря на разное конструктивное исполнение, имеет узлы, в большинстве своем повторяющиеся в различных модификациях (рис.2).



А



Б



В

Рис. 2. Аппараты для проведения ингаляционной анестезии

А – наркозный аппарат фирмы «Dräger»

Б – переносной аппарат ВНАП (Семенов Б.С., Нечаев А.Ю., 1999)

В – аппарат ингаляционного наркоза «Колибри» (ООО «НПФ «МИНИВАП»)

Баллоны – емкости для газов (кислород, закись азота), которые подаются в аппарат через редукторы и дозиметры.

Кислород – хранят в баллонах голубого цвета, вместимостью 1, 2, 5, 10 и 40 литров под давлением до 150 атм.

Закись азота – находится в баллонах серого цвета в жидком состоянии (сверху газовая подушка), ёмкостью 1, 2 и 10литров под давлением до 50 атм.

Редукторы – устройства для понижения давления и установления его на выходе на определенном уровне (3–4 атм). Для закиси азота применяют незамерзающие ребристые редукторы. Если последних нет, то к обычному редуктору подвязывают грелку. Это предупреждает замерзание в канале редуктора имеющейся примеси водяных паров.

Дозиметры – устройства, регулирующие поток кислорода и закиси азота. Для уменьшения погрешности применяют дозиметры (например, ротаметры) разных номиналов от 0,5 до 10 л/мин. Дозиметры объединены в блок смешения газов, откуда они поступают в контур аппарата.

Испарители жидких анестетиков. У наиболее совершенных испарителей выходная концентрация паров анестетика точно регулируется независимо от потока газа и окружающей температуры.

Более подробно рассмотрены в главе 4.1.

Адсорбер (часто пишут абсорбер) – предназначен для очищения выдыхаемого воздуха от углекислоты. Для поглощения углекислоты применяют гранулы натронной извести.

Клапана – регулируют направления газов (направляющие) и исключают повышение давления в системе легкие животного – дыхательный контур аппарата (предохранительные).

Дыхательный (резервный) мешок или мех – обеспечивает ручную ИВЛ, позволяет следить за дыханием пациента.

Дыхательные шланги – служат для подачи газов от аппарата к пациенту и отвода выдыхаемых газов от пациента.

Необходимыми принадлежностями для проведения ингаляционной и неингаляционной общей анестезии являются:

- отсосы (электрический и ножной);
- набор для венепункции (венесекции) и катетеризации магистральных сосудов;
- набор для интубации трахеи (ларингоскоп с набором клинков, интубационные трубки различных размеров, распылитель Шпрея);

- катетер для санации бронхов;
- желудочный зонд;
- катетеры уретральные.

Управляемая или вспомогательная ИВЛ осуществляется аппаратами с электро- или пневмоприводами. Техника безопасности при работе с кислородом и дыхательной аппаратурой изложена в Приложении №3.

Ручная вентиляция легких проводится с помощью дыхательного мешка или меха аппарата для ингаляционной анестезии. Для определения адекватности выбранного режима вентиляции, количества и вида вводимого анестетика состояние животного необходимо контролировать.

Контроль состояния животного при общей анестезии

Протокол анестезии

Объем контроля за показателями функции жизнеобеспечивающих систем и органов устанавливается индивидуально. Он определяется не только состоянием животного, сложностью операции и видом анестезии, но и квалификацией и возможностями анестезиста. Во время любой операции даже самой «маленькой» следует вести протокол анестезии (Приложение №2). В протоколе необходимо регистрировать (не реже 1 раза в 10 мин) основные показатели, характеризующие течение общей анестезии:

- концентрация показателей анестетиков;
- вид дыхательного контура при ингаляционной анестезии;
- глубина анестезии по клиническим признакам;
- частота и характер дыхания;
- частота и свойства пульса;
- состояние видимых слизистых и кожных покровов (цвет, влажность, температура и т.д.);
- в зависимости от вида животного: глазные рефлексы, нистагм, тонус челюсти;
- оценку кровопотери и кровозамещение.

При проведении «больших» операций контроль за состоянием животного осложняется и должен включать регистрацию: ЭКГ, кислотно-щелочного баланса крови, напряжения кислорода в крови, измерение концентрации CO₂ на выдохе, измерение насыщения гемоглобина кислородом неинвазивным методом, температуры тела.

Не все из этих показателей целесообразно применять одновременно, используемая аппаратура не должны отвлекать внимание анестезиста. Поэтому выбор контролируемых приборов и снимаемых физиологических параметров должен быть рациональным и хорошо продуманным в каждом случае.

Внедрение в анестезиологическую практику протокола анестезии обеспечивает юридическую защиту, так как предусматривается его использование как документа учета расхода наркотических психотропных и сильнодействующих препаратов. Наряду с физиологическими параметрами в нем отражаются диагностические исследования, профилактические и лечебные мероприятия, проводимые на всех этапах операции, начиная с премедикации. Анализ такой информации позволяет оценить эффективность проведенной анестезии в каждом отдельном случае, а её обобщение может помочь в поиске оптимальной анестезиологической защиты животного при различных хирургических вмешательствах.

Протокол анестезии – документ, имеющий:

- юридическое
- экономическое
- научное
- профессиональное значение

Ниже будут рассмотрены основы проведения мониторинга во время общей анестезии, представлены некоторые методы и мониторы, которые могут быть использованы в практике ветеринарной анестезиологии.

Наблюдение и мониторинг за дыхательной системой

Наблюдения без монитора – для контроля за функцией дыхательной системы при ингаляционной анестезии идеальным образом подходит наблюдение за грудной стенкой животного и за дыхательным мешком аппарата. Дыхание должно быть регулярным, ритмичным и глубоким. В идеальном случае частота дыхания во время операции должна быть такой же как и перед операцией. Однако, в большинстве случаев происходит медикаментозно обусловленное незначительное угнетение дыхания.

Причинами усиленной дыхательной деятельности являются:

- недостаточная глубина анестезии
- гиперкапния
- гипертермия
- гипоксемия (недостаточная подача O₂, частичная обструкция дыхательных путей, отек легких, гемоторакс)

Таблица 4

Разновидности мониторов для контроля функции дыхания

Название	Характеристика возможностей	Цена, руб	Значимость
Апноэ-монитор	Слабый сигнал при каждом дыхании, громкая тревога при апноэ	от 12 000	Обязателен
Измеритель O ₂	Концентрация O ₂ на вдохе; тревога, если O ₂ ниже определенной границы	от 40 000	Важен при использовании N ₂ O
Измеритель CO ₂	Концентрация CO ₂ на выдохе	от 80 000	Дорогой, важен при проведении ИВЛ
Капнограф	Измеряет концентрацию различных газов, различные сигналы тревоги	от 200000	Дорогой
Спирометр	Измеряет объем вдоха и выдоха при ингаляционной анестезии		Только в научных целях
Пульс-оксиметр	Измеряет насыщение гемоглобина кислородом неинвазивным методом, непрерывная регистрация пульса, датчики чувствительны к беспокойству животного	от 30 000	Практически важен
Газо-анализатор	Единственный метод, дающий точное представление о состоянии дыхания; недостаток – необходимо взять кровь	от 200000	Дорогой для широкого использования, важен для диагноза

- метаболический ацидоз
- медикаментозная обусловленность (напр., реакция собак на морфин: учащение дыхания, почесывание)

Причинами ослабленной дыхательной деятельности являются:

- глубокая анестезия
- болезни ЦНС (например, отек мозга)
- метаболический алкалоз
- выраженная гиперкапния, гипоксемия
- гипотермия

Ослабленная дыхательная деятельность – это всегда очень серьезный сигнал нарастающей тревоги! Чтобы выявить проблемы с дыханием, надо всегда обращать внимание на цвет слизистых. Если присутствует цианоз, то это указывает на критическое состояние.

Наблюдения с использованием монитора: существуют несколько разновидностей мониторов для контроля функции дыхания (табл. 4).

Наблюдение и мониторинг за сердечно-сосудистой системой

1. Наблюдения без монитора – для контроля в течение операции за состоянием ССС необходимо определять следующие параметры:

ЧСС и сердечный ритм (фонендоскоп, пищеводный стетоскоп), качество пульса, цвет слизистых, время наполнения капилляров.

Сердце должно биться ритмично и с определенной частотой, характерной для соответствующего вида животных. Наличие сильного пульса, розовый цвет слизистых и время наполнения капилляров 1-2 сек. указывают на хорошее состояние периферического кровообращения. При аритмиях, брадикардии и тахикардии, при других изменениях, которые ухудшают функцию сердечно-сосудистой системы, важно проводить не только симптоматическую терапию, но попытаться выявить и устранить их причину.

2. Наблюдения с использованием монитора: существуют несколько разновидностей мониторов для контроля функции сердца и кровяного давления (табл.5)

Причины брадикардии в течение операции:

-раздражение вагуса из-за манипуляций в области головы и шеи, при оперативных вмешательствах на пищеводе, легких, мочевом пузыре, желудке, кишечнике

-гипотермия

-гиперкалиемия, гиперкальциемия, гипонатриемия

-передозировка ингаляционных анестетиков

-применение α_2 – агонистов, опиоидов

Таблица 5

Мониторы для контроля функции сердца и кровяного давления

Название	Возможности	Цена, руб	Значимость
ЭКГ	Измеряет электрические потенциалы, возникающие в сердечной мышце	от 40 000	Чаще используется у мелких животных
Пищеводный фонендоскоп	Прослушивание ударов сердца зондом в пищеводе	до 2 000	Только у мелких животных, метод определения ЧСС
Ультразвуковой доплер	Доплер над периферической артерией делает пульс слышимым, проксимальнее располагается манжета, измеряет систолическое АД	от 20 000	Идеальный способ при наличии подходящей манжеты (от морской свинки до лошади)
Осциллометрический тонометр	Неинвазивный метод, манжета над артерией, отн. точные данные систол. и диастол. АД, если АД не крайне низкое или высокое	от 3 000, спец. для животных от 40 000	Приспособлен для собак массой >15 кг и лошадей
Интра-артериальное измерение АД	Измеряет очень точно АД и данные ЧСС	от 160000	Редко используется, т.к. нужен артериаль. катетер, дорогостоящий метод

Причины тахикардии в течение операции:

-повышенный тонус симпатической нервной системы при волнении, при поверхностной анестезии

-гиперкапния, гипоксемия (часто при применении закиси азота)

-гипертиреозидизм

-введение кетамина, эуфиллина, антихолинергических средств

-гиповолемия, кардиомиопатия

-токсемия, шок

-гипертермия

-гипокалиемия, гипернатриемия

Оценка состояния других органов и систем

В отдельных случаях дополнительно к контролю сердечно-сосудистой и дыхательной системы должно проводиться наблюдение за следующими параметрами:

- мочеотделение, например у животных, которые находятся в шоковом состоянии и вероятно по этой причине у них нарушено мочеобразование; для наблюдения за функцией почек в этот период целесообразно катетеризировать мочевой пузырь и учитывать диурез;
- температура, у животных с плохим общим состоянием, у новорожденных, истощенных, со скудным шерстным покровом;
- уровень глюкозы во время анестезии у страдающих диабетом;
- гематокрит и белок плазмы у животных с острой кровопотерей, чтобы определить необходимость трансфузии.

Послеоперационный контроль

В конце анестезии анестезист остается рядом с пациентом до экстубации. При неингаляционной анестезии должен кто-то оставаться рядом со спящим животным до его пробуждения (то есть с собакой или кошкой, пока не подымет голову, а с лошастью или коровой пока не встанет).

В ближайший послеоперационный период приоритетны:

- анальгезия
- восстановление физиологических функций

Мелким животным или новорожденным температура тела измеряется через каждые полчаса и они помещаются после анестезии под обогревательную лампу, на подстилку или грелку до тех пор пока температура их тела не достигнет нормальных значений. Если животное проснулось, проявляет активность и не нуждается в дополнительном парентеральном питании, то внутривенный катетер может быть удален.

Если пациент потерял много крови и находился перед анестезией в тяжелом состоянии, то он должен во время пробуждения и в послеоперационный период находиться под пристальным наблюдением. Такие важнейшие параметры как пульс, ЧСС, температура, ЧД, цвет слизистых и время наполнения капилляров должны определяться каждые 15-30 минут. При кровопотере должен определяться гематокрит и белок плазмы. При других заболеваниях и ситуациях проводятся соответствующие исследования.

При введении жидкостей, обогреве животного, даче кислорода и других медикаментов необходимо всегда учитывать состояние пациента.

ГЛАВА 2

ПРИНЦИПЫ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ И ИХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

С патофизиологических и клинических позиций общее обезболивание при оперативных вмешательствах должно обеспечивать минимальное развитие реакции адаптации и компенсаторных процессов, сохранять и поддерживать постоянство внутренней среды организма животного (гомеостаз). Это требование согласуется с выполнением основной концепции, определяющей развитие общего обезболивания – принципа многокомпонентности анестезии.

2.1 Многокомпонентность общей анестезии

Накопленный к настоящему времени опыт по сохранению функциональной активности жизнеобеспечивающих систем организма счел возможность исключить понятие «наркоз» и позволил сформулировать принципиальные требования, предъявляемые к анестезиологическому обеспечению.

Современное анестезиологическое пособие включает комплекс мероприятий, обеспечивающих: сон, анальгезию, нейровегетативную блокаду, миорелаксацию, поддержание адекватного дыхания и кровообращения, регуляция обменных процессов (рис.3).

1) сон – выключение сознания, уменьшение нейровегетативных реакций и болевой чувствительности. Достигается изменением функции высших отделов нервной системы в результате воздействия на неё медикаментозных средств (ингаляционных и неингаляционных анестетиков);

2) анальгезия (обезболивание) – достигается применением специальных фармакологических препаратов – анальгетиков центрального и периферического действия, в единичных случаях электроанальгезии; нейровегетативная блокада – частично развивается за счет других

компонентов анестезии (сна и анальгезии); для её углубления применяют нейролептики, холинолитики и симпатолитики;

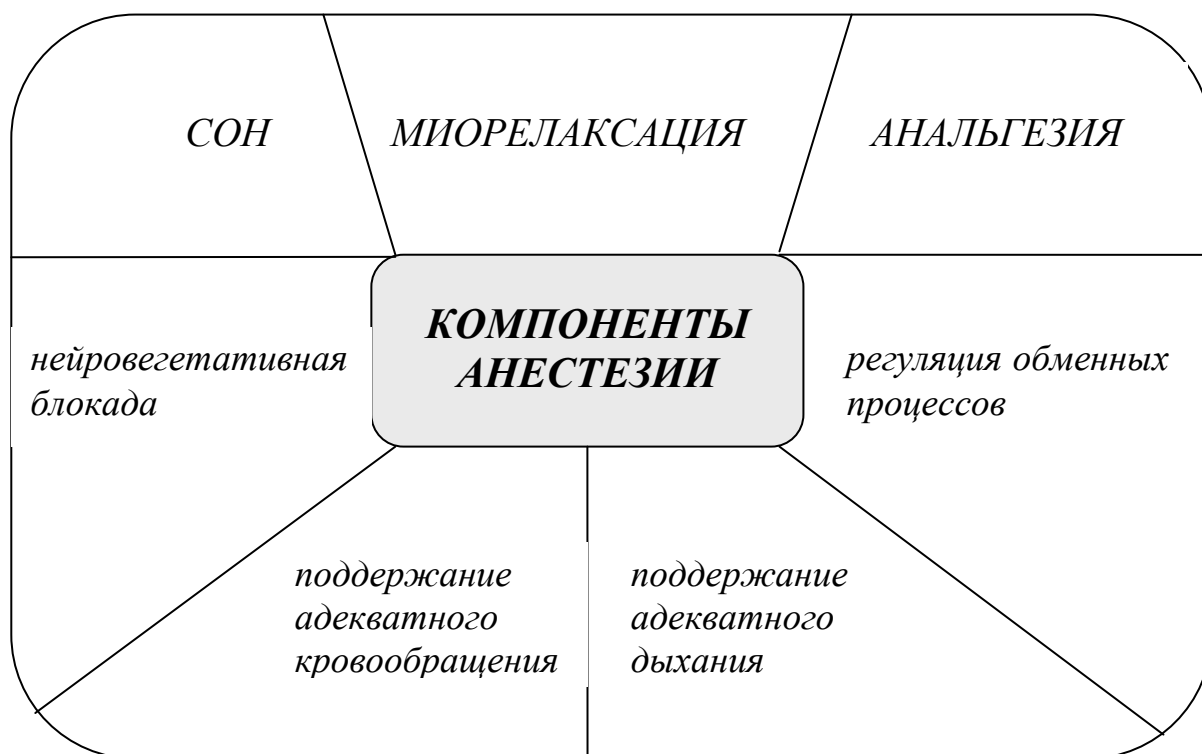


Рис. 3. Компоненты современной общей анестезии

1) миоплегия – достигается введением миорелаксантов, что вызывает расслабление мышц и обездвижение, Миорелаксация позволяет проводить сложные хирургические вмешательства в условиях вспомогательного дыхания и искусственной вентиляции лёгких при более низком уровне общей анестезии и расхода основных анестетиков;

2) поддержание адекватного дыхания – обеспечивается вспомогательным и искусственным дыханием; повышением содержания кислорода во вдыхаемой смеси, выведением углекислого газа;

3) поддержание адекватного кровоснабжения – осуществляется рациональным использованием анестетиков, анальгетиков, мышечных релаксантов, восполнением операционной кровопотери, коррекцией сердечно-сосудистых нарушений;

4) регуляция обменных процессов – осуществляется предыдущими компонентами анестезии и дополнительными методами: коррекцией

кислотно-щелочного состояния, сохранением водно-солевого баланса, гипотермией и т.д.

Все компоненты анестезиологической защиты тесно взаимосвязаны. Причем в зависимости от сложности оперативного вмешательства, тяжести состояния больного животного, этапа обезболивания и операции обеспечение какого-либо из компонентов может приобретать решающее значение. При этом должны создаваться оптимальные условия для работы хирурга, безопасности для животного и выполнения требований асептики.

Приоритет компонентов общей анестезии зависит от периодов:

- предоперационной подготовки
- оперативного вмешательства
- послеоперационного периода
- этапов операции

При оказании анестезиологического пособия врач не должен ограничиваться лишь достижением сна у животного и исключением у него болевой чувствительности. Он активно управляет всеми функциями организма как в период подготовки животного к предстоящему оперативному вмешательству, так и во время проведения операции и в послеоперационный период.

2.2 Характеристика фармакологических средств общей анестезии

Нельзя не считаться с мнением, что общая анестезия – это глубокое подавление функции нервной клетки. И.П. Павлов объяснял механизм общей анестезии с позиций теории физиологического сна. Физиологический сон – это процесс разлитого условно рефлекторного торможения коры головного мозга, наступающий вследствие постепенного уменьшения числа раздражающих импульсов (пассивный сон).

Фармакологический сон – это процесс безусловно рефлекторного торможения коры и подкорковых центров, наступающий под влиянием чрезмерно сильных раздражителей – общих анестетиков (активный сон).

Поэтому оправдано стремление создать более адекватный метод общей анестезии, при котором анестетик действует избирательно с учетом индивидуальной реакции животного в течение строго определенного времени, снимая только перенапряжение нервной системы.

Исходя из принципа многокомпонентности обезболивания, можно охарактеризовать фармакологические средства для общей анестезии (табл.6).

Приведенная в таблице 6 характеристика анестетиков подтверждает мнение, что ни один самостоятельный вид анестезии не создает всех необходимых условий для проведения операций.

Таблица 6

Характеристика применяемых анестетиков

Анестетики	Свойства	Сон	Анальгезия	Миорелаксация	Нейролепсия
Ингаляционные					
Эфир, метоксифлуран		+ +	+ +	+ +	↑↑
Фторотан, изофлуран		+ + +	+	+ + +	↑
Закись азота		+	+ + +	—	—
Неингаляционные					
Барбитураты		+ + +	—	+	↑
Кетамин (калипсол)		+	+ + +	+	↑↑
Ксилазин (ксилавет)		+ + +	+	+	↑

Степень и характер влияния:

+ + + *выраженная* + *слабая* ↑ ↓ *симпатическая н.с.*
 + + *достаточная* — *отсутствует* ↑ ↓ *парасимпатическая*

Существует разделение фармакологических средств, используемых для общей анестезии, на группы:

I. По физико-химическим свойствам

Ингаляционные анестетики	Летучие жидкости: эфир, метоксифлуран, фторотан, изофлуран, севофлуран
	Газообразные: закись азота, ксенон
Неингаляционные (анестетики)	Инъекционные: барбитураты, кетамин, ксилазин, пропофол, этомидат, альтезин

II. По силе гипнотического (снотворного) действия

- 1) слабые (закись азота)
- 2) средние (эфир, метоксифлуран)

3) сильные (барбитураты, фторотан, изофлуран)

III. По выраженности снотворного и анальгетического эффекта

- 1) анестетики, обладающие выраженными снотворными (гипнотическими) и слабыми анальгетическими свойствами (фторотан, изофлуран, севофлуран, барбитураты, ксилазин);
- 2) анестетики с выраженными анальгетическими и слабыми гипнотическими свойствами (закись азота, кетамин);
- 3) отсутствие идеального анестетика привело к поиску смесей и сочетаний с целью получения анестетиков, обладающих гипнотическими и анальгетическими свойствами приблизительно в равной степени (эфир + фторотан = азеотропная смесь, ксилазин+кетамин, золетил, нейролептанальгезия).

Такое разделение носит достаточно условный характер, но принято в анестезиологии и помогает на практике ориентироваться в многообразии средств для общей анестезии, предлагаемых на современном фармацевтическом рынке. Появление новых, менее токсичных ингаляционных анестетиков (изофлуран, энфлуран) и необходимость использования управляемого, надежного и безопасного метода анестезиологической защиты привело к широкому распространению эндотрахеального наркоза с применением как ингаляционных, так и неингаляционных средств для общей анестезии. Это позволяет использовать достоинства каждого из анестетиков и свести к минимуму их побочные действия.

2.2.1 Инъекционные анестетики

Барбитураты

Для кратковременных манипуляций и на этапе введения в общую анестезию в большинстве случаев применяются барбитураты ультракороткого действия (тиопентал, метогекситал, тиамилал) со следующими свойствами:

- относительно сильное угнетение дыхания (в дозах, приводящих к потере сознания)
- самое быстрое наступление действие из всех препаратов, которые используются для введения в анестезию
- аритмогенное действие, незначительное понижение кровяного давления (в большинстве случаев сопровождающееся тахикардией)
- понижение внутричерепного давления (по причине снижения кровотока)
- сильно жирорастворимы, длительность действия определяется распределением в жировой ткани, при многократном введении кумулируется с очень длительным выходом из снаподобного состояния
- в стадии пробуждения возможно возбуждение
- при передозировке барбитуратов необходимо поддерживать дыхание путем ИВЛ, постоянно контролировать температуру тела и выделение барбитуратов сопровождается потерей с мочой калия и бикарбонатов
- противопоказано применение при печеночной недостаточности, борзым породам собак
- сильное раздражающее действие на ткани.

Кетамин

Кетамин не является классическим анестетиком поскольку не обладает всеми классическими действиями такового. Введение кетамина приводит к состоянию, для которого характерно наличие хорошей соматической анальгезии, поверхностного сна и каталепсии. Кетамин принципиально надо сочетать с седативными средствами, чтобы уменьшить его негативное действие. При операциях, сопровождающихся висцеральными болевыми ощущениями, надо дополнительно применять опиоиды. Кетамин обладает следующими свойствами:

- легкая депрессия дыхания
- стимуляция сердечно-сосудистой системы
- повышение мышечного тонуса, судорожное возбуждение

- сохранение защитных рефлексов
- повышается внутричерепное и внутриглазное давление
- немногий из анестетиков, который можно применять не только внутривенно, но и внутримышечно

Ксилавет

Ксилазина гидрохлорид (ксилавет) – лекарственное средство из группы агонистов α_2 -адренорецепторов, оказывающее в зависимости от дозы седативный, миорелаксирующий или анальгезирующий эффекты. Применяемые дозы препарата и его фармакологическое действие представлены далее. Следует принимать во внимание большие межвидовые различия в чувствительности к ксилазину. Поэтому по отношению к ксилазину, как и к другим средствам для общей анестезии, практика использования одного анестетика («мононаркоз») уходит в прошлое. Как правило, ксилазин применяется в сочетании с кетаминном.

Пропофол

Пропофол – относительно новый общий анестетик, ультракороткого действия, кумулируется в очень небольшой степени. Обладает следующими свойствами:

- понижает кровяное давление, обладает кратковременным негативным инотропным действием
- при быстром введении возможно апное
- как правило, медленное введение мелким животным, но не лошадям
- быстрое пробуждение
- плохая анальгезия, хороший сон
- плохо сохраняется, после вскрытия ампулы хранится в холоде и используются в течение 24 часов

Этомидат

Этомидат – производное имидазола, мощный анестетик короткого действия. Относительно новое средство для общей анестезии, обладающее минимальным побочным действием на сердце, кровообращение и дыхание. Действует очень быстро, не кумулируется и не меняет внутричерепное давление. Но этомидат ведет к миоклонии. Чтобы этого избежать, применять этомидат следует в комбинации с бензодиазепинами. Этомидат приводит к подавлению выработки кортизола, что прежде всего создает проблемы при его применении в форме инфузии.

Альтезин

Альтезин (Alfaxan, «Saffan») представляет собой комбинацию двух стероидов (альфаксолон и альфадолон) производных прогестерона. Составляющие препарата не растворимы в воде и поэтому выпускаются растворенными в полиоксиэтилированном касторовом масле (растворитель 20% «Cremophor EL»). Касторовое масло может вызвать такие аллергические реакции как отёк лап и хвоста, бронхоспазм, особенно у собак. Поэтому препарат противопоказан этому виду животных. Альтезин применяется кошкам, птицам, мелкому рогатому скоту и мелким лабораторным животным внутривенно или внутримышечно в дозе 0,05-0,07 мл/кг. Обладает очень быстрым эффектом, большой терапевтической широтой, минимальным побочным действием на сердце, кровообращение и дыхание. Продолжительность действия препарата после однократного введения 5 – 20 минут в зависимости от дозы. У животных с печеночной патологией метаболизм может быть замедлен. Почечная недостаточность также может увеличивать продолжительность действия препарата.

Фармакологическое действие некоторых инъекционных анестетиков представлено в таблице 7.

Тотальная внутривенная общая анестезия (TIVA)

Обобщая информацию по препаратам для общей анестезии, можно утверждать, что неингаляционные анестетики представлены в современной

ветеринарной анестезиологии барбитуратами и небарбитуровыми препаратами.

Таблица 7

Действие инъекционных анестетиков и наличие антагонистов

Медикаменты	Анальгезия	Релаксация	Седация	ЧСС	Действие на сосуды	ЧД	Антагонисты
Седативные							
Группа фенотиазина	—	+	+	=	Дилатация	▼	—
Группа бутирофенона	—		+	=	Дилатация	▼	—
Бензодиазепины	—	++	(+)	=	=	=	+
Ксилазин	(+)	++	++	▼▼	Дилатация	▼	+
Медетомидин	+	++	++	▼▼	Констрикция	▼	+
Ромифидин	+	++	++	▼▼	Констрикция	▼	+
Анальгетики							
Опиоиды	+++	+	++	▼	Дилатация	▼▼	+
Фенциклиди	++	Катаlepsия	++	▲	=	▼	—
Альфаксолон/ Альфадолон	++	++	++	▼	Дилатация	▼	—
Гипнотики							
Хлоралгидрат	—	++	++	▼	Дилатация	▼	—
Барбитураты	—	++	++	▼	Дилатация	▼▼	—
Пропофол	—	++	++	▼	Дилатация	▼	—

Примечание: — не имеется; = не оказывает влияния; (+) незначительное влияние; + выраженное влияние; ++ очень выраженное; ▼ небольшое снижение; ▼▼ выраженное снижение (угнетение); ▲ увеличение

Популярности TIVA способствует тот факт, что все компоненты общей анестезии обеспечиваются, как правило, препаратами для внутривенного применения. В отсутствии идеального анестетика, отвечающего всем требованиям общей анестезии, тотальная внутривенная анестезия представляет возможность обеспечить по меньшей мере два основных компонента общей анестезии: анальгезию и нейролепсию. Такое сочетание применяется при нейролептанальгезии. Использование в ветеринарной практике седативных препаратов с различными анальгетиками определили методику атаралгезии.

Из всех видов неингаляционной общей анестезии, применяемых у животных (внутримышечной, внутривенной, внутриартериальной, внутрикостной, прямокишечной и пероральной), наиболее распространен и до сих пор используется в отечественной ветеринарной медицине тотальная внутривенная анестезия (TIVA).

Преимущество инъекционных анестетиков состоит в простоте применения, быстром эффекте после введения препарата в вену, отсутствии стадии возбуждения. Если при ингаляционной анестезии скорость поступления того или иного количества анестетика в организм животного лимитируется режимом естественной или управляемой вентиляции, то при внутривенной анестезии скорость введения и доза анестетика определяется самим врачом, что обеспечивает возможность проведения быстрой индукции, но в этом же заключается и опасность «стремительного» развития депрессии с угрозой нарушения дыхания и кровообращения. Поэтому при любой неингаляционной анестезии надо иметь необходимые приспособления и аппаратуру для проведения вспомогательного дыхания и лечения нарушений деятельности сердечно-сосудистой системы.

Ослабленным и старым животным внутривенный анестетик вводится медленно и в меньшей концентрации

Барбитураты следует применять для проведения вводного этапа при общей анестезии. Как самостоятельные средства для общей анестезии они используются при кратковременных внеполостных операциях и при эндоскопических исследованиях. Вводят барбитураты медленно, используя обычно раствор 1%-ной концентрации. Чем ниже концентрация раствора, тем более плавно и медленно, с меньшими отрицательными влияниями на дыхание и кровообращение наступают стадии общей анестезии. Нельзя проводить внутривенную анестезию при отсутствии аппарата для управляемой или вспомогательной вентиляции легких.

Оценка глубины общей анестезии барбитуратами производится по

симптомам угнетения легочной вентиляции (признак передозировки анестетика) или по появлению рефлекторной активности (признак недостаточного обезболивания). Оптимальная глубина наркоза лежит где-то между этими двумя уровнями. Как следует из описания свойств барбитуратов, они обладают рядом достоинств: быстрота наступления анестезии и выхода из неё, простота употребления, отсутствие возбуждения при введении в анестезию. В то же время отрицательные свойства, присущие барбитуратам, резко ограничивают их применение: неблагоприятное влияние на сердечную деятельность, угнетение дыхания, нерегулируемость наркоза, опасность передозировки. Поэтому в настоящее время ведутся интенсивные поиски и появляются новые небарбитуровые внутривенные анестетики.

2.2.2 Ингаляционные анестетики и их свойства

Идеальный ингаляционный анестетик должен обладать следующими свойствами: быстрое поступление и выведение, хорошая управляемость, достаточная анальгезия и мышечная релаксация без токсических побочных действий. К сожалению, известные на настоящий момент ингаляционные анестетики не отвечают всем перечисленным требованиям. При любой ингаляционной анестезии в условиях проведения оперативного вмешательства могут возникнуть кардиопульмональные осложнения различной выраженности. Чем выше применяемая доза ингаляционного анестетика, тем выраженнее эти осложнения. Ниже будут рассмотрены в общих чертах основные свойства ингаляционных анестетиков, применяемых в ветеринарной медицине, и дана их сравнительная характеристика.

Характеристика распределения анестетиков в крови

Коэффициент распределения анестетиков в крови – это мера растворимости ингаляционного анестетика. Чем выше растворимость газа, тем по большей площади он распространяется, и чем больше этого вещества поступило в организм, тем выше его парциальное давление в крови. Чем выше растворимость ингаляционного анестетика, тем медленнее этап введения в

анестезию, соответственно анестезия при этом хорошо управляема и изменения её глубины незначительны. С практической точки зрения важно, что фторотан или метоксифлуран в противоположность изофлурану, севофлурану или дезфлурану обладают большей растворимостью в крови. Это свойство определяет медленное введение в сон, так как из-за быстрой растворимости в крови парциальное давление анестетика в альвеолах долго остается на низком уровне. Чтобы наступил необходимый для сна уровень равновесия анестетика между парциальным давлением в альвеолах и его напряжением в крови требуется большее время. По этой причине у метоксифлурана и фторотана этап введения в анестезию более длителен. Растворимость применяемых в настоящее время ингаляционных анестетиков находится в следующей последовательности:

Метоксифлуран>Фторотан>Изофлуран>Севофлуран>Закись азота
Закись азота >Дезфлуран

Характеристика распределения анестетиков в тканях

Эти два коэффициента являются мерой растворимости анестетика в жирах. С их помощью можно определить концентрацию анестетика в жировой ткани, соответственно и в головном мозге по достижении равновесия в распределении. Чем лучше растворимость ингаляционного анестетика в жирах (т.е. чем выше коэффициент распределения масло/газ), тем меньше концентрация анестетика, необходимая для поддержания анестезии.

Минимальная альвеолярная концентрация

Минимальной альвеолярной концентрации (МАС) – экспериментальная величина, которая для каждого животного должна определяться заново. Она отражает ту концентрацию ингаляционного анестетика в альвеолах (в конце выдоха), при которой 50% всех пациентов не реагируют на разрез кожи двигательной реакцией. Чем ниже МАС ингаляционного анестетика, тем выше его сила действия. Независимо от вида животного, по величине МАС принято располагать анестетики в следующем порядке:

Дезфлуран > Севофлуран > Изофлуран > Фторотан > Метоксифлуран.

Таким образом, при распределении равновесия для поддержания анестезии у животного требуется больше изофлурана, чем фторотана или метоксифлурана. Величина МАС снижается (т.е. пациенту требуется меньше ингаляционного анестетика) при одновременном использовании закиси азота, транквилизаторов или седативных средств, анальгетиков, у старых животных и с ухудшенным общим состоянием, уменьшенным объемом крови или с выраженной гипотонией, а также со сниженной температурой тела. Величина МАС повышается при использовании медикаментов, стимулирующих ЦНС, при гипертермии, при предшествующих операции стрессе или боли.

Для современного обезболивания широкое применение в ветеринарии нашли легкоиспаряющиеся галоген (хлор, фтор и бром)-содержащие анестетики. Поиски «идеального» ингаляционного анестетика идут по пути усовершенствования именно этих препаратов. Сравнительная характеристика севофлурана, изофлурана и фторотана представлена в таблице 8.

Как ингаляционный анестетик закись азота имеет ряд преимуществ:

- посредством своего анальгетического действия снижает величину МАС ингаляционного анестетика (т.е. требуется меньший расход анестетика);
- низкая растворимость в крови;
- практически отсутствует побочное действие на сердечно-сосудистую систему;
- ускоряет введение в анестезию посредством двойного газового и вентиляционного эффекта (объяснение см. ниже);
- отсутствие тормозящего действия на моторику желудочно-кишечного тракта;

К недостаткам относятся:

- распространяется в воздушное пространство;
- наступает диффузионная гипоксия в фазе выведения, то есть при

диффузии в альвеолах закись азота вытесняет остальной воздух, что приводит к дефициту кислорода;

- фракция O₂ при вдохе уменьшается.

Таблица 8

Сравнительная характеристика севофлурана, изофлурана и фторотана

Галоген-анестетики	Севофлуран	Изофлуран	Фторотан
Метаболизм	3%	0,2%	около 20%
Стоимость	Очень высокая	Высокая	Относительно невысокая
Побочное действие на ССС	Меньшее, по сравнению с фторотаном, угнетение ССС	Меньшее, по сравнению с фторотаном, угнетение ССС	Сенсибилизация миокарда к катехоламинам (аритмии), сильное угнетение ССС
Побочное действие на дыхание	Угнетает дыхание сильнее, чем фторотан	Угнетает дыхание сильнее, чем фторотан	Угнетение дыхания
Рекомендуемое применение	Животным до 2-3 мес. возраста, с печеночно-почечными недостатками, болезнями сердца (прежде всего, с нарушениями ритма)	Животным до 2-3 мес. возраста, с печеночно-почечными недостатками, болезнями сердца (прежде всего с нарушениями ритма)	Обычным пациентам в рутинной работе
Дополнительные сведения	Отсутствие послеоперационной анальгезии. Применять только со свежим поглотителем CO ₂ во избежание образования нефротоксических субстанций. Очень быстрая индукция и пробуждение, лучшее средство для масочного наркоза	Отсутствие послеоперационной анальгезии. Может использоваться с фторотановым испарителем	

Закись азота - N₂O (веселящий газ)

Применение закиси азота противопоказано в следующих случаях:

- пневмоторакс
- расширение/заворот желудка, подозрение на кишечную непроходимость
- пациенты в состоянии гипоксии (например, при диафрагмальной грыже)
- пациенты с выраженной анемией

- пациенты, не соблюдавшие голодную диету.

Двойной газовый эффект – закись азота применяется в концентрации до 60%. В начале анестезии имеется большая разница концентрации N_2O в крови и альвеолярном воздухе. Благодаря низкой растворимости закиси азота в крови, нарастает её парциальное давление в альвеолах и достигается быстрое введение в анестезию. Другие присутствующие в смеси ингаляционные анестетики «захватываются» закисью азота и концентрируются в альвеолярном воздухе.

Ксенон

Ксенон (Xe) – инертный газ без запаха, без цвета и вкуса, не горит, не детонирует и не поддерживает горение. Был открыт в 1898 г. Ramsay и Travers, в переводе с греческого означает «незнакомый». Мысль о наркотических свойствах инертных газов, ксенона в частности, возникла в связи с практикой освоения глубоководных погружений и появления у водолазов симптома «опьянения от больших глубин».

Как инертный газ он не вступает в химические реакции, в том числе и с адсорбером, не раздражает дыхательные пути, не подвергается биотрансформации в организме и быстро выделяется из него в неизменном виде через лёгкие и кожные покровы. Ещё одно существенное преимущество Xe перед галогенсодержащими анестетиками состоит в том, что он не приводит к развитию злокачественной гипертермии.

MAC ксенона была определена ещё в 1969 г. и составила 70%, но авторы применяли не чистый Xe, а его смесь с криптоном (95% Xe и 5% Kr). В настоящее время окончательная величина MAC ксенона до сих пор не установлена: предполагается, что она составляет 50 – 71%. В любом случае MAC ксенона значительно ниже, чем у N_2O (105%), поэтому хирургическая стадия наркоза может быть достигнута в условиях моноанестезии ксеноном без вдыхания гипоксических смесей, что в принципе невозможно при использовании N_2O . При применении ксенона отмечается чрезвычайно высокая скорость

индукции и пробуждения, а также лёгкое управление глубиной анестезии. Ксенон уже через 4-5 мин от начала ингаляции вызывает хирургическую стадию наркоза. Пробуждение происходит быстро, и через 2-3 минуты после прекращения ингаляции Xe наступает полное восстановление сознания.

Ксенон обеспечивает умеренную миорелаксацию и обладает достаточно выраженными анальгетическими свойствами. В малоинвазивной хирургии (грыжесечение, лапароскопическая овариоэктомия) наиболее травматичные этапы операции могут выполняться в условиях моноанестезии ксеноном без использования фентанила или других наркотических анальгетиков.

Ксенон, как и N_2O , в субнаркотических концентрациях незначительно повышает общий мозговой кровоток с развитием эйфории и двигательной активности. Гипервентиляция лёгких с умеренной гипокапнией способна нивелировать это свойство ксенона. Ксенон не повышает внутричерепное давление, но этот вопрос до конца не выяснен.

Наркоз ксеноном отличается стабильностью гемодинамики, которая близка к исходным параметрам, и отсутствием депрессии дыхания. В отличие от галогенсодержащих анестетиков ксенон не вызывает депрессии миокарда, не изменяет фазовую структуру сердечного цикла, не обладает аритмогенным эффектом и может применяться у пациентов с тяжёлой патологией сердечно-сосудистой системы.

Основные недостатки ксеноновой анестезии те же, что и при использовании N_2O . Во-первых, ксенон как и N_2O обладает высокой диффузионной способностью, заполняя замкнутые воздушные полости с резким увеличением их объёма, поэтому противопоказан при закрытом пневмотораксе, кишечной непроходимости, расширении желудка, воздушной эмболии. По этой же причине необходим контроль за степенью наполнения герметизирующей манжетки интубационной трубки (ларингеальной маски) во избежание её перераздувания по ходу анестезии. Во-вторых, в связи со стремительной элиминацией ксенона через лёгкие он быстро заполняет

альвеолярное пространство и создаёт феномен «диффузионной гипоксии», аналогично тому, что возникает после наркоза N_2O .

Ксенон не подвергается биотрансформации в организме, поэтому не оказывает токсического воздействия на органы и ткани. Случаев гепато- и/или нефротоксичности при мононаркозе ксеноном не зафиксировано. Ксенон не обладает ни тератогенным, ни эмбриотоксическим, ни аллергизирующим, ни канцерогенным действием, не влияет на свертывающую и противосвёртывающую систему крови и проявляет признаки иммуностимулирующего действия.

Таким образом, по сравнению со всеми известными средствами для наркоза, как ингаляционными, так и внутривенными, ксенон вплотную приблизился к понятию «идеальный анестетик». Считается, что это «...один из наиболее перспективных газовых анестетиков XXI века, который создан самой природой» (Буров Н.Е., 2000). Высокая стоимость ксенона сдерживает его широкое внедрение в повседневную анестезиологическую практику. Принято считать, что эта проблема будет благополучно разрешена в ближайшие годы, с усовершенствованием систем рециклинга ксенона.

2.2.3 Мышечные релаксанты

Для мышечной релаксации, обеспечивающей иммобилизацию животных при оперативных вмешательствах, длительное время применяли препараты, основным фармакологическим действием которых был гипнотический (эфир, барбитураты, фторотан), анальгетический (кетамин, буторфанол) или нейроплегический (седативные, производные бензодиазепинов) эффекты. Хорошая миорелаксация достигается введением больших доз этих препаратов, что ведет к неуправляемости компонентами общей анестезии (угнетение дыхания, саливация и другие побочные эффекты) и к осложнениям в послеоперационный период.

Мышечные релаксанты периферического действия

Классическая миорелаксация обеспечивается миорелаксантами периферического действия. Они обеспечивают управляемость только одним компонентом – расслаблением мышц. Мышечные релаксанты периферического действия препятствуют нервно-мышечной передаче в скелетной мускулатуре. Применение миорелаксантов периферического действия сопровождается параличом диафрагмы и вспомогательной дыхательной мускулатуры, поэтому при этом всегда необходимо проведение искусственной вентиляции легких. Блокада после введения недеполяризующих миорелаксантов периферического действия достигается посредством прекращения выработки антихолинэстеразы. Перед применением антихолинэстеразных препаратов необходимо всегда давать антихолинэргические средства. Это позволит избежать мускарино-подобных побочных эффектов неостигмина, таких как брадикардия, гипотензия или саливация.

В любом случае, мышечные релаксанты могут применяться животным только при выключенном сознании
--

Согласно механизму действия различают две группы периферических миорелаксантов:

Антидеполяризующие (недеполяризующие, конкурентные) мышечные релаксанты: они действуют путем блокады никотиноподобных холинорецепторов на двигательном окончании, деполаризации постсинаптической мембраны посредством ацетилхолина и никотина. В ветеринарной анестезиологии применяются такие препараты этой группы как атракуриум, векурониум, панкурониум. Сравнительная характеристика свойств этих трех медикаментов приведена в таблице 9.

Применяя любой миорелаксant периферического действия, необходимо осознавать, что релаксированное животное должно находиться под ИВЛ и при этом непросто оценить действительную глубину анестезии у животного. Чтобы было возможным оценить глубину анестезии, должно

регулярно проводится измерение ЧСС и АД. Нельзя забывать, что мышечные релаксанты не вызывают ни анальгезии, ни потери сознания. При использовании миорелаксантов без анестетиков животные находятся в полном сознании и чувствительны к боли, но при этом не могут двигаться. Для выполнения условий, гарантирующих адекватную глубину анестезии, применение миорелаксантов у животного целесообразно в следующих ситуациях:

- Когда операция у животного (например, диафрагмальная грыжа) требует ИВЛ и оно дышит несогласованно с работой дыхательного аппарата. В этом случае асинхронное движение грудной клетки неудобно для хирурга и создает большую нагрузку на кровообращение животного.

Таблица 9

Сравнительная характеристика свойств недеполяризующих мышечных релаксантов периферического действия

Препараты	Атракурий	Норкурон	Павулон
Действие	Зависимо от дозы, через 2-5 мин, длится 20-35 мин (больше - при ацидозе, меньше - при алкалозе)	Через 2 мин, длится 25 мин	Зависимо от дозы, через 2-3 мин, длится 30-45 мин
Метаболизм / Выделение	Экскреция зависит от функции печени и почек	Частично метаболизируется и выделяется с желчью и мочой	Частично выделяется почками, частично метаболизируется в печени
Побочные действия	Высвобождение гистамина (иногда)		
Противопоказания	Отсутствуют	Тяжелая почечная недостаточность	Почечно-печеночная недостаточность
Дозировка	Собаки: 0,2-0,5 мг/кг, в/в Кошки: 0,2 мг/кг, в/в Лошади: 0,05-0,2 мг/кг, в/в	Собаки: 0,1 мг/кг, в/в	Собаки: 0,03-0,04 мг/кг, в/в Кошки: 0,04-0,1 мг/кг, в/в Свиньи: 0,1 мг/кг, в/в

- При переломах с затрудненной репозицией, вследствие мышечной контрактуры.

- Внутриглазные операции требуют центрального, полностью спокойного положения глазного яблока. Это достигается только применением миорелаксантов периферического действия.

- В ситуациях, когда надо быть полностью уверенным в релаксации пациента, в сосудистой хирургии и микрохирургии, когда защитное движение пациента в ходе операции может иметь роковые последствия.

Деполаризующие релаксанты вызывают более продолжительную и стойкую деполаризацию, чем ацетилхолин. К этой группе препаратов относится сукцинилхолин (дитилин, листенон), который оказывает быстрое и кратковременное действие, кумулятивным эффектом не обладает.

После внутривенного введения в среднем через 10–20 сек у животных отмечается последовательная фибрилляция мимической мускулатуры шеи, конечностей, туловища, межреберных мышц и диафрагмы. У животных с хорошо развитой мускулатурой эти фибрилляции проявляются в виде судорожных движений. Ещё через 20–40 сек фибрилляция прекращается, наступает полное расслабление скелетной мускулатуры и выключение дыхания – апноэ. Полное расслабление (релаксация) мышц длится 3–7 мин. Затем быстро в течение 60–90 сек восстанавливается мышечный тонус и восстанавливается самостоятельное дыхание.

Мышечные релаксанты центрального действия

Мышечные релаксанты центрального действия приводят к расслаблению скелетной мускулатуры. Они отличаются от миорелаксантов периферического действия тем, что действуют на рецепторы в ЦНС, а не на двигательные окончания. Местом воздействия препаратов данной группы являются центры, ответственные за регуляцию мышечного тонуса. Характерным для мышечных релаксантов центрального действия является то, что они прежде всего подавляют полисинаптические рефлексy. Кроме того, они ведут к зависимой от дозы седации. Дыхание не угнетается (или в очень незначительной степени угнетается) и, как правило, можно обойтись без ИВЛ. Часто применяемыми в ветеринарной медицине миорелаксантами центрального действия являются гуаифенезин и бензодиазепины.

Гуаифенезин комбинируется у лошадей и жвачных с кетаминoм или

барбитуратами ультракороткого действия, часто применяется на этапе введения в общую анестезию. Это позволяет уменьшить потребность в анестетиках без выраженных побочных действий на сердечно-сосудистую и дыхательную систему. Очень благоприятной является комбинация кетамина и гуаифенезина. При использовании гуаифенезина в концентрации $>5\%$ возникает опасность гемолиза. Введение гуаифенезина чаще приводит к развитию тромбофлебита, чем применение всех других седативных/анестетиков.

Бензодиазепины применяются у мелких животных старого возраста с ухудшенным общим состоянием для предоперационной седации. У здоровых животных бензодиазепины могут вызвать противоположную реакцию (например, собаки становятся агрессивными, лошадь не может больше стоять) и в таких случаях не применяются. Бензодиазепины являются средством выбора у животных с эпилепсией или другими болезнями, сопровождающимися судорогами. Когда судороги не удается устранить бензодиазепинами, тогда применяются барбитураты.

Таким образом, применение миорелаксантов допустимо только на фоне седативного и гипнотического средств. После введения мышечных релаксантов должна быть начата искусственная вентиляция легких – ИВЛ. Компенсация дыхания должна продолжаться до полного восстановления самостоятельного дыхания.

2.2.4 Лекарственные средства для анальгезии

Анальгезия является ключевым компонентом при оказании анестезиологического обеспечения на всех этапах оперативного вмешательства.

В подготовительный период при медикаментозной подготовке (премедикации) введение анальгетиков снижает порог болевой чувствительности, и, следовательно, уменьшает количество анестетиков и их возможные отрицательные воздействия на животных.

Во время оперативных вмешательств применение анальгезирующих средств в наиболее травматичные моменты операции позволяет осуществлять поверхностную анестезию, сводя к минимуму угнетающее действие общих анестетиков на жизнеобеспечивающие системы организма.

В послеоперационный период использование анальгетиков позволяет раньше активизировать животных и тем самым предупредить развитие дыхательных и гемодинамических осложнений. Наблюдения показали, что несмотря на общую анестезию, происходит сенсбилизация болевых путей в ЦНС. Это приводит к сильным послеоперационным болям и обозначается как “*wind up*” феномен.

Для получения адекватной анальгезии необходимо учитывать, что защитная реакция организма животного на повреждение (ноцицепцию) носит индивидуальный характер, зависящий от места, степени, времени повреждения тканей, особенности нервной системы, воспитанности пациента, его эмоционального состояния в момент болевого раздражения. Формирование болевого синдрома происходит как на периферическом, так и центральном уровнях нервной системы.

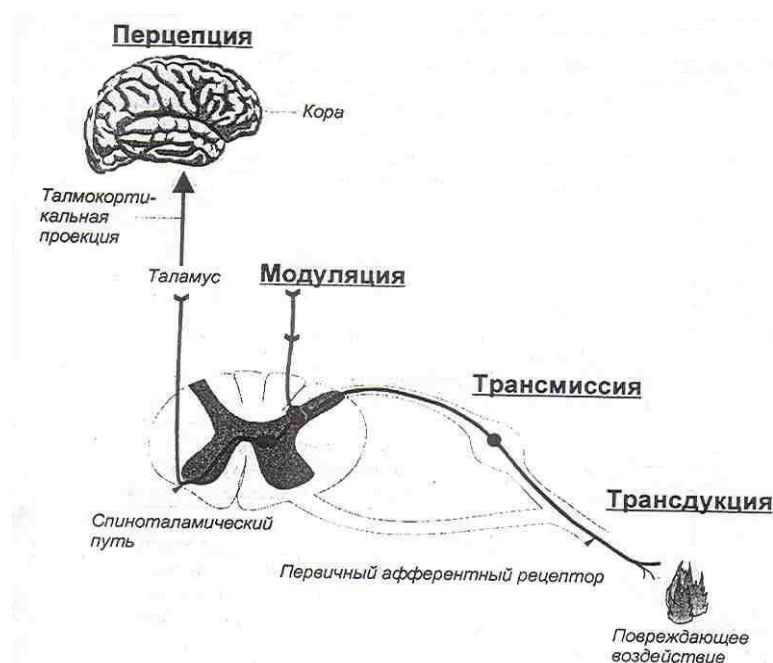


Рис.4. Возникновение и распространение болевых ощущений

Для того чтобы подобрать подходящий к каждому конкретному случаю вариант обезболивания необходимо вспомнить основные положения теории возникновения и распространения боли, механизмов ноцицепции и антиноцицепции.

Ноцицепция включает 4 основных физиологических процесса (рис.4):

1. *Трансдукция* – повреждающее воздействие трансформируется в виде электрической активности на окончаниях чувствительных нервов.
2. *Трансмиссия* – проведение импульсов по системе чувствительных нервов через спинной мозг в таламо-кортикальную зону.
3. *Модуляция* – модификация ноцицептивных импульсов в структурах спинного мозга.
4. *Перцепция* – финальный процесс восприятия передаваемых импульсов конкретным животным с его индивидуальными особенностями и формирование ощущения боли.

Антиноцицепция может быть предпринята на любом этапе распространения и восприятия повреждающих импульсов. Адекватная защита от боли достигается одновременным назначением анальгетиков периферического и центрального действия (табл.10).

Такое разделение средств обезболивания достаточно условно, но оправдано, так как знание механизма действия позволяет минимизировать побочные действия анальгезирующих средств и, используя их достоинства, достичь наиболее оптимального обезболивания.

«Малые» и «большие» анальгетики относятся к классическим парентерально применяемым средствам. Анальгетическими свойствами обладают α_2 – агонисты и кетамин. Местные анестетики также очень хорошо приспособлены к прерыванию болевых импульсов, но их применение ограничено из-за сложностей, связанных с их целенаправленным воздействием и относительно короткой длительностью действия.

«Малые» и «большие» анальгетики

Для лечения болевого синдрома применяются "малые" и "большие" анальгетики. "Малые" анальгетики (анальгин, ортофен и др.) не устраняют боли средней и сильной интенсивности. При использовании в чистом виде, но в различных комбинациях могут принести животному определенное облегчение. Кроме того, "малые" анальгетики обладают противовоспалительным и жаропонижающим действием, что может иметь значение при симптоматическом лечении в послеоперационном периоде.

Таблица 10

Анальгезирующие средства в ветеринарии

<i>Периферического действия</i>	<i>Центрального действия</i>
<p>I. Средства, предупреждающие образование медиаторов воспаления – «малые анальгетики»: Ненаркотические анальгетики и нестероидные противовоспалительные препараты (анальгин, амидопирин, аспирин, ортофен)</p> <p>2. Ингибиторы простагландиногенеза (кетопрофен, кеторолак, диклофенак)</p> <p>3. Ингибиторы кининогенеза (трасилол, контрикал)</p> <p>II. Местная анестезия</p> <p>1. Поверхностная (терминальная) - лидокаин, дикаин, смесь Гирша, хлорэтил</p> <p>2. Инфильтрационная – новокаин</p> <p>3. Регионарная: а) спинномозговая; б) эпидуральная; в) проводниковая (стволовая, плексусная, ганглионарная) - новокаин, лидокаин, тримекаин</p>	<p>1. Наркотические опиоидные анальгетики и их синтетические заменители – «большие анальгетики»: морфин, омнопон, промедол, пептазоцин, бупренорфин, буторфанол</p> <p>2. Стимуляторы (агонисты) центральных α_2-адренорецепторов: ксилавет, клофе-лин, ромифидин (седивет), детомидин (домоседан)</p> <p>3. Антагонисты NMDA-рецепторов: кетамин, тилетамин, фенциклидин</p>

"Большие" анальгетики (промедол, буторфанол и др.) на первых этапах применения могут устранить боли практически любой интенсивности, но при их длительном использовании постепенно развиваются толерантность и привыкание. "Большие" анальгетики, наряду с обезболивающими свойствами, обладают также снотворным и седативным действиями, что дает им определенные преимущества перед другими препаратами и объясняет их применение в клинической практике.

Чтобы достичь идеальной анальгезии, желательно комбинированно

применять различные группы анальгетиков, что обозначается как *мультимодальное обезболивание*. Таким образом, можно воздействовать на различные уровни возникновения и передачи болевых ощущений, что является наиболее благоприятным для пациента.

Современные нестероидные противовоспалительные средства, относящиеся к «малым анальгетикам», оцениваются согласно их способности предупреждать образование медиаторов воспаления (серотонина, циклооксигеназы, брадикинина и др.). По действию на циклооксигеназу (COX) выделяют изоэнзим COX₁ или COX₂. Теоретически избирательные COX₂ ингибиторы обладают меньшими побочными действиями. Однако клинически это не всегда так происходит. Если реагирует, например, животное рвотой или желудочно-кишечным кровотечением на прием какого-либо нестероидного противовоспалительного средства, должны быть проведены испытания с альтернативным препаратом. Часто переносит один пациент какой-то определенный препарат лучше, независимо от его COX избирательности. Нежелательные побочные действия представляют собой проблему прежде всего при длительном применении нестероидных противовоспалительных средств. К таким побочным действиям относятся:

- раздражения и изъязвления в желудочно-кишечном тракте;
- кровотечения с замедленным свертыванием крови;
- ухудшение функции почек из-за снижения почечного кровотока (опасно в контексте, связанном с операцией).

Ниже описаны некоторые нестероидные противовоспалительные средства с их специфическими свойствами для определенного вида животных. В комбинации с опиоидами возможно их применение перед операцией, что поможет успешно бороться с сильной болью. Первые четыре препарата уже очень давно присутствуют на рынке. Следующий за ними карпрофен относится к новому поколению нестероидных противовоспалительных средств.

Ацетилсалициловая кислота применяется редко. Лошадям (30-50 мг/кг 2 раза в день per os) для торможения агрегации тромбоцитов, например, при остром асептическом пододерматите

Метамизол (Novaminsulfonsäure) применяется внутривенно или внутримышечно, прежде всего для лошадей и продуктивных животных; назначается дополнительно к подходящему сильному анальгетическому или жаропонижающему компоненту благодаря хорошему спазмолитическому эффекту. Длительность действия около 4 час после внутривенного введения. Это идеальное средство для начального обезболивания при коликах у лошадей (20-30 мг/кг внутривенно или внутримышечно), хорошо подходит и для других видов животных, опасности, что боли «маскируются», нет. Очень хорошо действует при закупорке пищевода у КРС и лошадей. При многократном применении возможно угнетение функции костного мозга.

Фенилбутазон применяется внутривенно или внутримышечно прежде всего для лошадей и продуктивных животных. Вызывает продолжительное необратимое торможение циклооксигеназы в воспалительном экссудате и тем самым обладает очень хорошим жаропонижающим действием. Идеален при острых воспалительных заболеваниях двигательного аппарата у всех видов животных (собакам по 10 мг/кг перорально 3 раза в день, спустя 3 дня доза снижается; лошадям по 4 мг/кг перорально 2 раза в день, спустя 2 дня доза на половину уменьшается на 1 неделю). Анальгетическое действие препарата и его терапевтический эффект усиливаются при совместном применении с бонхареном. Не применяется кошкам, так как очень маленькая терапевтическая широта. Некоторые породы пони обладают повышенной чувствительностью к препарату.

Флуниксин (Flunixin) применяется внутривенно у всех видов животных. Это очень сильный анальгетик, действующий около 8 час, при болях, связанных с коликами прежде всего у лошадей (в дозе 1,1 мг/кг – внутривенно); анальгетик сильный, поэтому симптомы могут маскироваться, назначается только в случаях, если причина колик известна

Карпрофен (Rimadyl) применяется подкожно, внутривенно и per os всем видам животных. Это новый противовоспалительный, очень сильный длительно действующий анальгетик (18-24 часа, по силе сравнимый с опиоидами); прежде всего используется для собак и кошек (4 мг/кг – подкожно, внутривенно 1 раз в день) с острыми соматическими болями (переломы и так далее), послеоперационные боли снимаются карпрофеном перорально. Дозы лошадям – 0,7 мг/кг внутривенно 1 раз в день, продуктивным животным 1 – 2 мг/кг внутривенно (дорого), возможно также пероральное применение.

Мелоксикам (Metacam) применяется собакам и кошкам, перорально или внутривенно сначала 0,2 мг/кг, затем 0,1 мг/кг каждые 24 часа. Является современным противовоспалительным средством (высоко избирательный ингибитор COX₂); очень сильный, длительно действующий анальгетик. Очень хорошо приспособлен для длительного применения

Толфенамид (Tolfedine) применяется собакам и кошкам внутримышечно, подкожно, перорально в дозе 4мг/кг (не перед операцией), действует в течение 24 час, но курс только до 3-х дней, так как относительно токсичен. Идеален в случаях обострения хронического воспалительного процесса. Современное противовоспалительное средство, длительно действующим анальгетик.

Ведпрофен (квадрисол) применяется лошадям и собакам per os или внутривенно в дозе 0,5-2 мг/кг 2 раза в день. Современное противовоспалительное средство (высоко избирательный ингибитор COX₂)

Кетопрофен (Rometfen) применяется собакам, кошкам, лошадям, коровам, свиньям, верблюдам, крысам перорально в дозе 1,1 – 2,2 мг/кг прежде всего при хронических болях и как жаропонижающее. При операциях подкожно собакам и кошкам, внутривенно лошадям или внутримышечно жвачным и свиньям.

Наркотические анальгетики, их антагонисты и синтетические заменители

По анальгетическому действию наркотические анальгетики, включающие морфин и близкие к нему алкалоиды (опиаты) и синтетические соединения, обладающие опиатоподобными свойствами (опиоиды), по избирательности и характеру влияния на опиатные рецепторы разделяются на несколько групп. Одни из них (морфин, промедол, фентанил и др.) являются "чистыми" (полными) агонистами, то есть, воздействуя на рецепторы, оказывают анальгетическое действие. Другие (налоксон) блокируют связывание агонистов или вытесняют их из опиатных рецепторов. В третью группу входят препараты смешанного типа действия – агонисты-антагонисты (пентазоцин, буторфанол). Четвертую группу составляют частичные (парциальные) агонисты (бупренорфин). До сих пор выделялись 5 различных опиоидных рецепторов. Их свойства представлены в таблице 11.

Таблица 11

Классификация опиоидных рецепторов

Тип рецептора	Действия, включая побочные
μ (мю)	Супраспинальная анальгезия, эйфория; угнетение дыхания; миоз
κ(каппа)	Спинальная анальгезия, седация; миоз
λ(сигма)	Дисфория, галлюцинации; сердечно-сосудистая и респираторная стимуляция; мидриаз
δ(дельта)	Депрессия, седация
ε(эпсилон)	Функция неизвестна

Высокая плотность такого рода рецепторов имеется в лимбической системе, спинном мозге, таламусе, гипоталамусе, полосатом теле и среднем мозге. Они имеются также в желудочно-кишечном тракте, мочевыводящих путях и других органах с гладкой мускулатурой и в суставах.

Опиоиды могут обладать также следующими действиями:

- вначале рвотное действие, затем противорвотное
- повышается тонус сфинктеров мочевого и желчного пузыря
- стимуляция блуждающего нерва: периферическая вазодилатация, брадикардия
- противокашлевое действие
- часто вначале усиленная дефекация, затем запор.

Действие какого-либо опиоида определяется связыванием с различными рецепторами. Принципиально, что опиоидные агонист-антагонисты и частичные агонисты обладают не только наименьшими побочными действиями, но и менее выраженной анальгезией, чем чистые агонисты. Следовательно, при очень болезненных вмешательствах (торакотомия, операции на позвоночнике) целесообразно применять чистые агонисты, для рутинных вмешательств достаточно агонист-антагонистов или частичных агонистов. При выраженном угнетении дыхания, вызванном передозировкой агонистов, можно использовать агонист-антагонисты или частичные агонисты. Благодаря этому дыхание снова нормализуется при сохраняющейся анальгезии.

Различные виды животных могут по-разному реагировать на один и тот же опиоид, что возможно, связано с различным распределением рецепторов. Прежде чем ветврач применит опиоид, он должен подробно ознакомиться со специфическим действием и побочном действии препарата на тот или иной вид животного.

В большинстве своем опиоиды метаболизируются в печени. У животных с печеночной недостаточностью необходимо применять эти препараты в минимальных дозах. Опиоиды преодолевают плацентарный барьер и выделяются с молоком. При родах они должны применяться только при условии, если новорожденным будет введен налоксон (чистый опиоидный антагонист), иначе наступает угрожающее жизни угнетение дыхания.

Опиоидные агонисты

Морфин (Vendal) – классический эталонный анальгетик. Являясь "чистым" агонистом, он, связываясь с опиатными рецепторами, обладает выраженным анальгетическим действием. Одновременно оказывает седативный эффект, который не всегда постоянен и при повторных применениях может смениться двигательным возбуждением. Это ограничивает возможность его длительного применения. Морфин

стимулирует парасимпатическую систему, что проявляется в угнетении сердечных сокращений, в повышении тонуса гладкой мускулатуры и сфинктеров. Этим объясняется замедление эвакуации пищевых масс из желудка, затруднение мочеиспускания. При контроле за анестезией необходимо помнить, что сужение зрачков может зависеть не только от глубины анестезии, но и от действия морфина. Характерным для морфина является угнетение дыхательного центра.

Морфин быстро всасывается как при приеме внутрь, так и при подкожном введении. В организме в основном окисляется в печени (около 90%), остальные 10% без изменения выделяются из организма через почки и желудочно-кишечный тракт в неизменном виде. Выявлено достоверное повышение свободного морфина у ослабленных, молодых и животных старческого возраста. Этим объясняется их высокая чувствительность к препарату.

В комбинации с барбитуратами на этапе введения при общей анестезии возможно серьезное угнетение дыхания. Во время операции морфин можно применять в малых дозах для углубления анестезии, профилактики шока, потенцирования действия местных анестетиков. Для профилактики нарушения дыхания даже при проведении эндотрахеального наркоза с управляемой вентиляцией не рекомендуется вводить морфин позже, чем за 40-60 мин до конца операции.

Побочные действия:

- относительно сильное угнетение дыхания
- у всех видов животных возможен выброс гистамина после внутривенного введения, поэтому его применяют внутримышечно или подкожно
- седация собак, остальных видов животных: возможно возбуждение, действие препарата относительно короткое (около 2–4 час)
- рвота у кошек и собак
- гипотермия у собак, гипертермия у остальных животных
- зуд у собак

- вначале дефекация, сменяющаяся запором
- проходящее незначительное понижение кровяного давления
- может быть причиной спазмов желудочно-кишечного тракта.

Для уменьшения побочных явлений обязательно в премедикацию включать атропин, метацин или другие холинолитики. Для предупреждения дыхательных расстройств необходимо иметь аппаратуру для проведения искусственной вентиляции легких.

Оmnopон (пантопон) содержит 48–50% морфина и 29,9–34,2% других алкалоидов. Состав опнопона определяет в два раза меньшую анальгетическую активность, но за счет других алкалоидов препарат оказывает спазмолитическое и успокаивающее действие. Поэтому опнопон в меньшей степени вызывает характерные для морфина побочные действия.

Промедол (тримеперидин) в 5-6 раз менее активен, чем морфин при различных способах введения. Обладает сходной с морфином фармакокинетикой, но значительно слабее угнетает дыхание. Отсутствие спазмогенного эффекта уменьшает возможность задержки мочеиспускания и газов в кишечнике в послеоперационном периоде. Широко используется в анестезиологической практике. Для премедикации вводят под кожу или внутримышечно 0,1-0,3 мг/кг вместе с атропином (0,01 мг/кг) массы животного за 30-40 минут до операции. Для экстренной премедикации препараты вводят в вену. Во время операции введение дробных доз промедола по 3-5 мг усиливает анальгезию, позволяет обеспечить более поверхностную анестезию, уменьшая расход общих анестетиков с целью анальгезии и миорелаксантов. В послеоперационном периоде промедол следует вводить только после восстановления самостоятельного дыхания у животного. Препарат вводят подкожно, внутримышечно или внутрь в дозах 0,2 - 0,4 мг/кг.

Промедол можно рассматривать как средство выбора при обезболивании в акушерстве. Он дает некоторый родостимулирующий эффект, благоприятно влияет на кровообращение в матке. Для обезбоживания

родов вводят подкожно 0,5 - 1 мл 1% раствора при удовлетворительном состоянии плода.

При работе с премедолом необходимо иметь наготове аппарат для вспомогательного дыхания.

Фентанил (Durogesic) отличается очень высокой болеутоляющей активностью, превосходящей в 50-100 раз морфий. При разовом введении анальгезирующее действие развивается быстро (через 3-10 мин при внутримышечном введении) и кратковременно (15-30 мин), после чего фентанил разрушается (в основном печенью) и выводится с мочой. Сильный быстроразвивающийся, но кратковременный эффект препарата послужил основой нейролептанальгезии. Для нейролептанальгезии фентанил используется в сочетании с нейролептиками (дроперидол) - препарат таламонал.

Фентанил в зависимости от введенной дозы вызывает ту или иную степень угнетения дыхания (вплоть до полного апноэ). Анальгетическому эффекту фентанила сопутствует брадикардия (легко устранимая атропином) и повышение бронхиального сопротивления (частично корригируемое введением эуфиллина).

Для медикаментозной подготовки к общей анестезии (премедикации) фентанил вводится подкожно в дозе 0,5-1 мл 0,005% раствора за 30-40 мин до операции.

Новая форма применения: аппликация в форме пластыря (размер в зависимости от величины животного), чрезкожное поступление фентанила обеспечивает его действие несколько дней, идеально для мелких животных с сильной болью, дорого в применении для лошадей и продуктивных животных.

Применение фентанила противопоказано при кесаревом сечении (до извлечения плода) в связи с его угнетающим действием на дыхательный центр. При отсутствии условий для искусственной вентиляции легких использование фентанила недопустимо.

Петидин (Pethidin) оказывает действие, схожее с морфием, но короче (около 1 час). В противоположность морфию, скорее спазмолитик.

Мепадон (Heptadon, Polamivet) оказывает действие, очень схожее с морфием. Отсутствует выброс гистамина после внутривенного введения. Его введение не приводит к седации. Если вводится отдельно, возможно возбуждение. Внутривенное применение вызывает более сильное угнетение дыхания, чем морфий.

Антагонисты наркотических анальгетиков

При резком угнетении дыхания и других нарушениях функций организма животных, вызванных острым отравлением или передозировкой наркотических анальгетиков, либо повышенной чувствительностью к ним, применяются их антагонисты: "чистый" антагонист морфина – налоксон, а также налорфин и налтрексон. Их использование в ветеринарии открывает перспективу управляемой анальгезии.

Налоксон блокирует опиатные рецепторы, устраняет центральное и периферическое действие опиоидов, в том числе угнетение дыхания и артериальную гипотензию. Проникает через гематоэнцефалический и плацентарный барьер.

Показанием к применению является передозировка наркотических анальгетиков. В анестезиологии для ускорения пробуждения при общей анестезии, выхода из нейролептанальгезии, при угнетении дыхательного центра.

В случаях передозировки наркотических анальгетиков налоксон вводят внутривенно, внутримышечно или подкожно в дозе 0,01 мг/кг. Препарат обладает коротким действием (в 2 раза короче, чем большинство опиоидов), поэтому необходимо его последующее добавочное введение, при недостаточном эффекте через 2-3 мин применяют повторно в той же дозе. В анестезиологической практике налоксон должен дозироваться по действию, вводится внутривенно медленно. В случае необходимости при

каждом последующем введении с интервалом 2-3 минуты эта доза может быть увеличена на 0,1 мг.

Возможны побочные действия в виде аллергической реакции, тахикардии, дрожи.

Препарат может быть использован для дифференциальной диагностики отравления наркотическими анальгетиками. При угнетении дыхания и нарушении кровообращения, вызванных барбитуратами, этиловым эфиром налоксон антагонистического действия не оказывает. В этих случаях применяется бемегрид.

Поиск новых средств и методов обезболивания позволит эффективнее решать основную задачу ветеринарного врача при хирургическом лечении - борьбу с болью.

В последние годы привлекли к себе внимание пока малодоступные для широкого применения наркотические анальгетики, обладающие смешанным агонист-антагонистическим или частичным воздействием на опиатные рецепторы. Для этих препаратов характерно расширение диапазона между дозами, вызывающими обезболивание, и дозами, формирующими побочные эффекты, прежде всего угнетение дыхания.

Опиоидные агонист-антагонисты

Пентазоцин (Fortral) получен по принципу модификации молекулы морфина по типу молекулы налорфина, обладающей свойствами антагониста морфина.

Пентазоцин обладает меньшей анальгезирующей активностью, чем морфин и в значительно меньшей степени угнетает дыхательный центр. Продолжительность действия – до 3–4 час.

Пентазоцин хорошо всасывается при приеме внутрь и парентеральном введении. Пик концентрации в плазме крови наблюдается через 15–60 мин после внутримышечного введения и через 1–3 час после приема внутрь. Период полувыведения составляет 2–3 час.

Из побочных действий иногда встречается седативный эффект, тошнота, рвота.

Следует с осторожностью назначать при недостаточности печени и почек, функции дыхания. Не следует вводить в одном шприце с барбитуратами.

Буторфанол (стадол, Torbugesic, Butomidor). Активное вещество - буторфанол (в форме тартрата). По силе действия, скорости наступления эффекта и длительности действия близок к морфину, но эффективен в меньших дозах, чем морфин. После введения буторфанола наступает анальгезия (прежде всего висцеральная) на 2–4 часа. Препарат оказывает сильное противокашлевое действие, вызывает очень незначительное уменьшение ЧСС и АД, слегка снижает моторику ЖКТ (прежде всего при повторных введениях). Практически не имеет антагонистов.

Эффект после внутримышечного введения развивается через 10 мин и сохраняется в течение 3–4 час.

В анестезиологической практике применяют для премедикации, во время операции и в послеоперационном периоде. С целью премедикации вводят внутримышечно в дозе 0,2–0,8 мг/кг кошкам и в дозе 0,5 мг/кг собакам за 60 мин до операции. Эта доза дает эффект, эквивалентный седативному действию 10 мг морфина. Во время операции вводят 0,1–0,3 мг/кг внутривенно при общей дозе 4–10 мг. Исходная доза для престарелых животных составляет половину обычной дозы.

В качестве побочного действия наблюдается седативный эффект. Транквилизаторы потенцируют действие буторфанола.

Частичные опиоидные агонисты

Бупренорфин (Temgesic). Активное вещество - бупренорфин в форме гидрохлорида. Обладает сильным анальгезирующим эффектом, не уступающему морфину, обеспечивая хорошую соматическую анальгезию в течение 4–8 час. В 2–3 раза активнее пентазоцина, тормозит гемодинамические ноцицептивные реакции. Не угнетает дыхательный центр.

Не имеет антагонистов, так как обладает очень высоким сродством к μ (мю)-рецепторам.

Пик концентрации препарата в плазме отмечается через 30–60 мин после внутримышечного введения, период полувыведения 3–6 час. Метаболизируется в печени, метаболиты выделяются с желчью в кишечнике. Вводят из расчета 0,05–0,15 мг/кг.

Используют для седативного и обезболивающего эффектов при потенцировании наркоза и в послеоперационном периоде.

Пентазоцин, буторфанол, бупренорфин являются относительно новыми препаратами, область их применения и возможные побочные эффекты продолжают изучаться. Интересны исследования в области применения наркотических анальгетиков для регионарной анестезии, осуществляемой путем введения опиатов в эпидуральное пространство. При этом создается возможность концентрации опиатных анальгетиков непосредственно в структурах мозга, при уменьшении их общей дозы, а, значит, и снижении возможности развития побочных реакций.

Неопиатные «большие» анальгетики центрального действия

В последнее время внимание клиницистов и фармакологов обращено к неопиатной анальгезии. Установлено, что в реализации антиноцицептивной защиты организма животных наряду с опиатной принимают участие адренергическая, холинергическая и ГАМКергические системы.

Антагонисты NMDA-рецепторов

Кетамин (калипсол, кеталар) обладает выраженным анальгетическим эффектом, вызывает быстрый, но непродолжительный сон с недостаточным расслаблением мышц. Он увеличивает саливацию, повышает глоточный, гортанный и кашлевой рефлекс, но при этом сохраняется самостоятельная адекватная вентиляция. Под влиянием холино- и адренергических свойств препарата снижается уровень возбудимости ретикулярной формации. Одновременно по отношению к фронтальной коре головного мозга кетамин

проявляет свойства холино-адреномиметика, повышая возбудимость этого участка. Такое разновекторное влияние анестетика на различные отделы головного мозга именуется термином "диссоциативная анестезия".

Метаболизм кетамина в организме происходит путем деметилирования в печени. Основная часть продуктов выделяется в течение двух часов с мочой. Кумуляции при многократном введении препарата не отмечается.

Кетамин применяется как на этапе введения в общую анестезию, так и для её кратковременного поддержания. Он показан для собак с травматическими повреждениями, при эндоскопических и болезненных стоматологических манипуляциях.

Доза препарата определяется индивидуально. Вводят кетамин внутривенно (струйно одномоментно или капельно фракционно) или внутримышечно. Внутривенно вводят из расчета 0,5–4,5 мг, внутримышечно – 2–5 мг на 1 кг веса. Поддержание общей анестезии непрерывной внутривенной инфузией осуществляется путем капельного введения 0,1% раствора кетамина в изотоническом растворе глюкозы или натрия хлорида (20–40 капель в мин). После прекращения внутривенного введения кетамин действует в течение 10–15 мин. При внутримышечном введении эффект наступает медленно, но он более продолжителен и длится 20–30 мин. Анальгетический эффект кетамина развивается обычно при введении в вену в течение 10 мин и продолжается примерно 2-3 часа. Для поддержания анестезии повторно применяют исходную или половину исходной дозы.

При пробуждении возможно психомоторное возбуждение, дезориентация, гипертонус. Иногда отмечается слюнотечение, тошнота. В повторных случаях наблюдается гипертензия, тахикардия, расстройства дыхания. Повышается внутричерепное и внутриглазное давление. Один из немногих анестетиков, которые можно применять не только внутривенно, но и внутримышечно.

Кетамин должен применяться только опытным ветеринарным специалистом в условиях хорошо оснащенных отделений. Препарат следует

вводить медленно, так как при быстром введении возможно угнетение дыхания. Нельзя смешивать в одном шприце с барбитуратами, наркотическими и миорелаксирующими средствами. Для уменьшения побочных действий применяют нейролептики (рометар, диазепам) и вводят раствор атропина или метацина.

При передозировке возникает угнетение дыхания, при котором необходимо применение искусственной вентиляции легких, использование дыхательных analeптиков в таких случаях не рекомендуется.

Тилетамин – «диссоциативный анестетик» подобно кетамину. Входит в состав препарата Zoletil 50 и Zoletil 100 (тилетамин+золазепам).

Фенциклидин – производное циклогексиламина, вызывает "диссоциативную анестезию". Используют в ветеринарии для кратковременного обездвижения крупных животных.

Агонисты α_2 -адренорецепторов

α_2 -агонисты причисляют не только к анальгетикам, но и к седативным средствам, мышечным релаксантам и гипотензивным средствам.

Практика показывает, что в основном они применяются как успокоительные препараты (ксилавет, медетомидин) или как гипотензивные средства (клофелин). К препаратам этой группы, используемым в ветеринарной практике, обладающими выраженным седативным эффектом со слабым обезболивающим действием, относятся: домоседан и ромифидин (седивет). Их основными действиями являются:

- успокоение;
- вначале, после внутривенного введения на короткое время повышается кровяное давление (посредством периферической вазоконстрикции), затем следует длительное падение давления;
- брадикардия, брадиаритмия;
- очень хорошая висцеральная анальгезия, определенная соматическая анальгезия;

- незначительное угнетение дыхания;
- нарушение терморегуляции (гипотермия);
- угнетение моторики желудочно-кишечного тракта;
- мышечная релаксация;
- выраженное мочегонное действие;
- наличие антагонистов.

Продолжительность и выраженность действия препаратов этой группы зависит от вида животного.

Клофелин как активатор центральных адренергических структур вызывает торможение эмоционально-аффективных и гемодинамических проявлений боли.

К неспецифическим болеутоляющим препаратам относятся и анксиолитические средства (малые транквилизаторы). В ветеринарной практике часто применяются бензодиазепины, так как из всех седативных средств они обладают наименьшим побочным действием. Их действие различно в зависимости от вида, возраста и прежде всего от общего состояния животного. Их основными действиями являются следующие:

- мышечнорелаксирующее, противосудорожное;
- практически отсутствует угнетающее действие на ССС;
- вызывают незначительное угнетение дыхания;
- вызывают седацию у новорожденных, старых и травмированных животных, при этом почти не успокаивают здоровых животных;
- имеются антагонисты.

Учитывая указанные свойства, транквилизаторы в комбинации с различными анальгетиками нашли применение в ветеринарной практике в составе методики атаралгезии.

2.2.5 Нейролептики

Термин «нейролепсия» по классификации ВОЗ соответствует термину «нейроплегия» (греч. neuron–нерв, plege–удар). Нейролептические препараты

в терапевтических дозах в отличие от наркотических и снотворных сохраняют реакцию на внешние раздражители, не вызывают сон, однако способствуют его наступлению. Животные не испытывают чувства страха, тревоги, беспокойства, агрессивности. Кроме того, нейролептические средства обладают адрено- и холинолитическим, антигистаминным, противорвотным и гипотермическим действием. Многие из них потенцируют действие снотворных, наркотических, анальгетических, курареподобных и ганглиоблокирующих средств и частично изложены в соответствующих разделах. Все нейролептики по спектру действия делят на «большие» и «малые» транквилизаторы. Последние сейчас называют анксиолитическими средствами.

«Большие» транквилизаторы очень популярны в ветеринарной медицине. Производные фенотиазина (напр. ацепромазин) и бутирофенона (напр. дроперидол, азаперон) являются широко применяемыми группами. Их основными действиями являются следующие:

- седативно-гипнотическое, но беспокойные животные могут под воздействием внешнего раздражителя проснуться;
- вызывают периферическую вазодилатацию, падение артериального давления;
- защищают сердце от аритмогенного действия других медикаментов;
- не препятствуют дыханию;
- не имеют антагонистов;
- вызывают падение гематокрита вследствие разрушения эритроцитов в селезенке;
- вызывают повышенную склонность к кровотечениям;
- снижают порог чувствительности к судорогам;
- вызывают нарушение терморегуляции;
- обладают противорвотным действием;
- не обладают обезболивающим действием, но потенцируют действие анальгетиков;
- оказывают обратное адреналину действие.

Виды нейролептиков, их специфическое и побочное действие, показания к применению подробно описаны в [18], раздел 2 «Частная анестезиология».

Сочетание дроперидола и фентанила (комбинированный препарат – таламонал, иннован) позволяет получить выгодное с точки зрения анестезиолога состояние, обеспечивающее два из основных компонентов общего обезболивания. Отсюда возникло и название метода – нейролепт-анальгезия. Для достижения нейролептанальгезии предварительно вводят нейролептик, затем фентанил из расчета 0,15-0,2 мл 0,005% раствора на 1 кг массы тела. Применяют препарат внутривенно, медленно. Когда нейролептанальгезия проводится с сохранением самостоятельного дыхания его вводят из расчета 0,05-0,1 мл 0,005% раствора на 1 кг веса животного.

Для поддержания аналгезии вводят через каждые 10-30 мин 1/2 - 2/3 первоначальной дозы. Последний раз фентанил вводят за 20 - 30 мин до выведения из анестезии.

«Малые» транквилизаторы – анксиолитические средства в отличие от нейролептиков не способны купировать выраженное эмоциональное и двигательное возбуждение и не имеют побочных действий, связанных с гипотензией и экстрапирамидной симптоматикой.

Бензодиазепины (феназепам, диазепам, хлордиазепоксид, клоназепам) наиболее часто используются в ветеринарной медицине. Их свойства были изложены ранее и нашли применение как при медикаментозной подготовке в качестве седативных средств, так и при проведении многокомпонентного общего обезболивания в составе атаралгезии.

2.3 Виды местной анестезии

Основным достоинством местного обезболивания являются: быстрота и эффективность поступления аналгетического эффекта, простота и доступность методики и техники проведения анестезии, не требующая специальной аппаратуры.

Однако, одного местного обезболивания явно недостаточно при полостных операциях и тяжелых травмах. Местная анестезия не снимает отрицательный эмоциональный фон, не обеспечивает миорелаксации, а, следовательно, и безопасности для животного и врача, не исключает необходимости коррекции жизнеобеспечивающих систем организма животного на всех этапах оперативного вмешательства.

Местное обезболивание позволяет блокировать ноцицептивную импульсацию на этапах зарождения (трансдукции) или проведения (трансмиссии). Виды местной анестезии представлены на рис. 5.

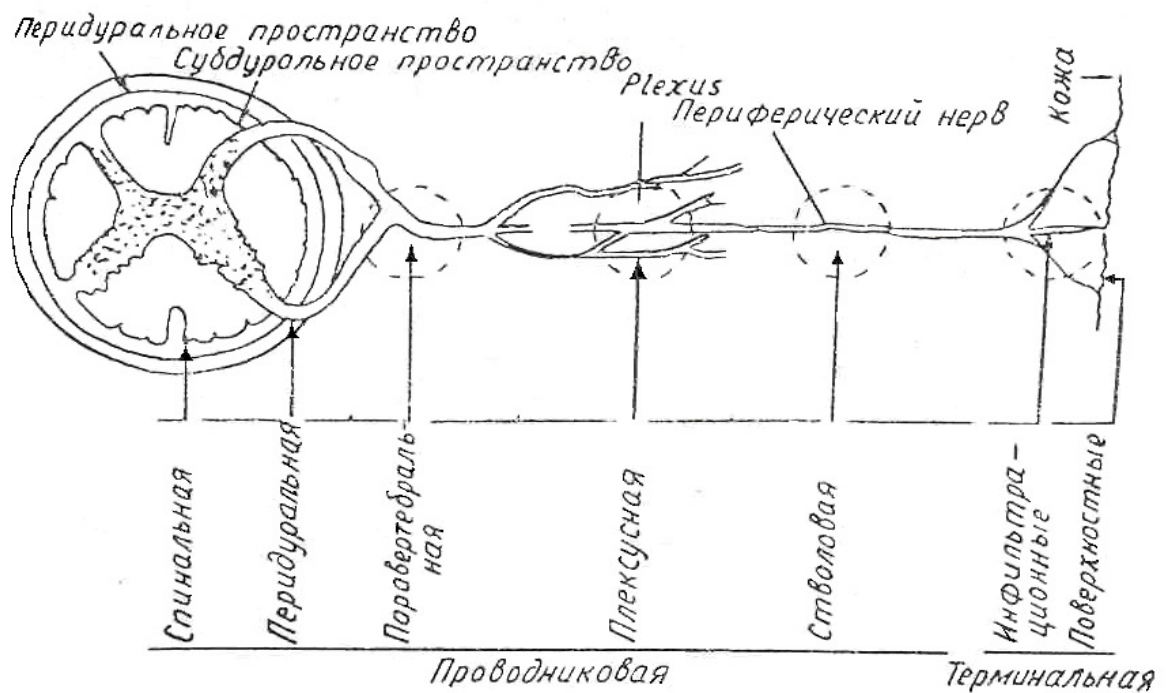


Рис. 5. Виды местной анестезии

В ветеринарной практике используются следующие виды местной анестезии:

1. *Терминальная (поверхностная) анестезия*

Местный анестетик наносится в форме спрея, раствора, мази или пудры на всасывающуюся поверхность (например, конъюнктивa, слизистые и серозные оболочки). Например, орошение гортани перед интубацией предотвращает ларингоспазм.

2. *Инфильтрационная анестезия*

Местно (подкожно, внутримышечно, внутривенно) определенный участок становится нечувствительным после инъекции местного анестетика, например обкалывание основания опухоли кожи перед её удалением оперативным путем.

3. Проводниковая анестезия

Местный анестетик вводится перинеурально и проводимость соответствующего нервного ствола прерывается. Вследствие этого наступает обезболивание во всей иннервируемой области (дистальнее места инъекции анестетика). Например, паравертебральная анестезия у крупного рогатого скота при предстоящей лапаротомии или диагностическая анестезия у лошадей при диагностике хромоты.

4. Внутривенная проводниковая (регионарная) анестезия

Посредством локального прерывания кровотока (наложение жгута) определенного участка конечности и последующим внутривенным введением местного анестетика устраняется болевое восприятие дистальнее места пережатия. Применяется прежде всего у крупного рогатого скота при операциях на копытах.

Местные анестетики обратимо блокируют управление потенциалом действия по нервным волокнам. Это приводит к местному обезболиванию без потери сознания. Чувствительность различных типов волокон по отношению к блокирующему действию местных анестетиков различна. Классификация нервных волокон по их чувствительности представлена в таблице 12.

Химическое строение местных анестетиков

Местные анестетики являются амино-соединениями сложных эфиров (например, новокаин, дикаин) или амидов (например, лидокаин). Эти соединения являются слабыми основаниями. Применяются местные анестетики в виде солей в растворах с кислой реакцией (в таком виде они хорошо растворимы и стабильны).

После инъекции местного анестетика в ткань возрастает её рН и часть соли

Классификация нервных волокон и последовательность их блокады

Тип волокна	A α	A β	A γ	A δ	C	B
Функция	Сомато-сенсорная	Давление, касание	Проприоцепция	Боль, температура	Боль	Сосуд. тонус
Признаки блокады	Парез, паралич	Потеря чувства касания и давления	Потеря проприоцепции	Потеря чувства боли и температуры		Повышена кожная температура
Последовательность блокады	5	4	3	2	2	1

введенного соединения становится свободным липофильным основанием. Так как последнее хорошо растворимо в жирах, оно может проникать в объект действия через клеточную мембрану, диффундировать в нейролемму. Этот процесс определяет скрытый период, то есть время до наступления действия. Затем часть местного анестетика снова ионизируется и стабилизирует нервную мембрану, в результате чего Na^+ больше не может проходить через натриевый канал клеточной мембраны. Вследствие этого предотвращается деполяризация нервной мембраны и распространение возбуждения больше невозможно. Сначала после абсорбции (всасывания) местного анестетика за счет имеющихся сосудов деполяризация нерва снова возможна. Чем сильнее кровоснабжение ткани, тем короче действие местного анестетика. Продолжительность действия и свойства различных местных анестетиков представлены в таблице 13.

В воспаленной ткани местный анестетик действует плохо или не действует совсем, так как воспаленная ткань имеет низкий pH и очень хорошо кровоснабжается. Вследствие этого только очень мало жирорастворимых оснований становятся свободными, соответственно освобожденные основания очень быстро абсорбируются.

Добавки к местным анестетикам

Гиалуронидаза добавляется к местному анестетику для лучшего распространения анестезии. Гиалуронидаза разрыхляет гиалиновую

соединительную ткань, межклеточное вещество между клетками и облегчает тем самым диффузию.

Таблица 13

Физические, химические и биологические свойства местных анестетиков

Медикамент	Жиро-раств-сть	Отн. анест. сила*	Действие	Связыв-е (%) протеина плазмы	Продолж-ть действия, мин
Новокаин	0,5	1	медленное	6	60 – 90
Лидокаин	3	2	быстрое	65	90 – 180
Мепивакаин	2	2	быстрое	75	120 – 180
Дикаин	80	8	медленное	80	180 – 360
Бупивакаин	28	8	среднее	95	180 – 500

* - сила относительно к новокаину (прокаину)

Адреналин местно вызывает вазоконстрикцию и тем самым уменьшает абсорбцию местного анестетика. Вследствие этого анестетик пребывает дольше в участке воздействия и местная анестезия более продолжительна. Кроме того добавление адреналина приводит к снижению рН смеси и её большая часть ионизируется. В результате чего Na^+ - каналы интенсивнее и дольше блокируются, соответственно наступление действия затягивается.

Бикарбонат является буфером H^+ -ионов и вследствие чего высвобождает больше липофильных оснований. Благодаря этому возможно усиление диффузии местного анестетика к участку воздействия. Действие наступает быстрее, но его продолжительность уменьшается.

Возможна комбинация нескольких различных добавочных веществ и добавление их к одному и тому же местному анестетику.

Передозировка, а также ошибочное внутрисосудистое применение местного анестетика может привести к таким токсическим явлениям, как состояние возбуждения, судороги, паралич дыхания. Терапия таких состояний симптоматическая. Относительная токсичность различных местных анестетиков пропорциональна их силе:

Дикаин > Бупивакаин > Мепивакаин > Лидокаин > Новокаин

Следует отметить, что различные виды животных реагируют на местные анестетики по-разному. Например, овцы очень чувствительны к лидокаину (доза не более 2мг/кг) и кошки переносят только минимальные количества бупивакаина. Очень редко наблюдается аллергия, терапия которой также проводится симптоматически.

Разобранные препараты действуют на уровне перцепции. Отсутствие идеального «моно»-средства для обезболивания, стремление упростить современное многокомпонентное анестезиологическое пособие сохраняют за местным обезболиванием право оставаться одним из практически важных средств борьбы с болью.

К сожалению, повреждающие импульсы при обширных операциях и травмах не могут быть ограничены четко очерченной зоной локализованной иннервации, а практический опыт ветеринарных хирургов убедительно доказывает, что на восприятие боли (перцепцию) оказывают влияние индивидуальные особенности нервной системы животного и его эмоциональная настроенность.

Для создания эмоциональной индифферентности к различным раздражителям, подавления активного поведения и получения полного двигательного и психологического покоя как самостоятельный компонент общей анестезии включается нейровегетативная блокада.

Г Л А В А 3

ИНГАЛЯЦИОННАЯ АНЕСТЕЗИЯ И СПОСОБЫ ЕЁ ПРОВЕДЕНИЯ

Ингаляционные и неингаляционные анестетики являются необходимыми составляющими общего обезболивания. Подход к ингаляционным и неингаляционным анестетикам не однозначен и отношение к их использованию меняется по мере развития анестезиологии. История общей анестезии начиналась с ингаляционных анестетиков и длительное время была связана с ними. На смену ингаляционной анестезии была предложена и до сих пор используется в отечественной ветеринарной медицине тотальная внутривенная общая анестезия (TIVA). Подобному отношению способствует тот факт, что все компоненты общей анестезии обеспечиваются, как правило, препаратами для внутривенного применения.

Появление новых менее токсичных ингаляционных анестетиков (изофлуран, энфлуран, севофлуран) и необходимость управляемого, надежного и безопасного метода анестезиологической защиты животных во время операции заставили вернуться к ингаляционной анестезии.

Следует помнить, что общая анестезия – это прежде всего **депрессия (угнетение) сложнейших процессов нейро-гуморальной реакции и различная степень токсического влияния анестетиков на органы и ткани организма животного. Эти "издержки" выражены тем слабее и меньше, чем правильнее и бережнее сама техника проведения общего обезболивания.** Поэтому анестезисту необходимо представлять, что клинические проявления общей анестезии разворачиваются не хаотично и не сразу, а в строгой последовательности. Это и составляет основу положения о стадийности течения общей анестезии.

3.1 Этапы и стадии общей анестезии и оценка её адекватности

Основные закономерности развития анестезии принято рассматривать на примере общего обезболивания с применением эфира (таблица 14).

В настоящее время эфир в чистом виде практически не применяется. Его вытесняет комбинированная анестезия с использованием выше описанных фармакологических веществ, значительно изменяющих клинику общей анестезии. 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.

По Гведелу IV стадией общего обезболивания является стадия асфиксии, но существует мнение, что передозировка анестетика является осложнением, поэтому более обосновано IV стадией наркоза считать пробуждение.

За основу оценки глубины общей анестезии берутся следующие клинические показатели: реакция на окрик, 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 гортанный рефлекс; изменение тонуса скелетных мышц; ритм, наполнение и частота пульса.

I. Стадия привыкания, или анальгезии

С начала действия паров эфира у животных теряется ориентация, наблюдается повышение двигательных рефлексов. Постепенно животное впадает в дремотное состояние, но на окрик реагирует. Продолжение ингаляции эфира вызывает через 1-3 мин анальгезию, но тактильная и температурная чувствительность сохраняется. Данная фаза общей анестезии называется еще рауш-наркозом, а возникающая в этой стадии анальгезия 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 усугубляется усилением секреции слюнных

и трахеобронхиальных желез. Резко возрастает частота и наполнение пульса, повышается мышечный тонус и все рефлексы. Зрачок во второй стадии расширен, глазные яблоки плавают, глазные рефлексы сохранены. В этой стадии общей анестезии может наступить остановка дыхания и сердца вследствие раздражения языкоглоточного и верхнегортанного нервов, которые связаны с дыхательным центром и ядрами блуждающих нервов.

Таблица 14

Стадии анестезии (эфирного мононаркоза, по Güdel A.E., 1920)

Стадии анестезии	Механизм	Клинический контроль	Прочие симптомы
I Аналь- гезии	Паралич чувствительности головного мозга	Чувствительность к боли снижена, сознание +/- моторика +	Эйфория, опьянение, нарушение координации движений, галлюцинации, гиперактузия
II Возбуж- дения	Торможение высших моторных центров, нарушение торможения низших моторных центров	Потеря сознания гиперкинез гиперрефлексия движения глаз +++ зрачки широкие	Рвота, мочеисп-е и дефекация, дыхание нерегулярное, тахикардия, кровяное давление повышено
III Хирурги- ческая 1 уровень	Торможение центров головного и спинного мозга, частичная потеря рефлексов	Расслабление скелет. мускул-ры, движения глаз ++, зрачки узкие рефлекс век – рогов. рефлекс +	Кровяное давление нормальное дыхание регулярное ЧСС в норме
	2 уровень Вегетативные функции поддерживаются	Движения глаз –, рефлекс век –, рогов. рефлекс +	
	3 уровень Начинается паралич вегетативных центров	Зрачки шире, глазные яблоки обращены вниз или в сторону, реакция зрачков на свет снижена	Дыхание поверхностное кровяное давление снижается
	4 уровень	Реакция зрачков на свет отсутствует	Цианоз, тахикардия, температура падает, потоотделение
IV Асфиксии	Вегетативные центры парализованы	Зрачки широкие	Дыхание и регуляция кровообращения отсутствуют

Рвота может появиться вследствие не только раздражения вышеназванных нервов, но и 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.

Критерии оценки общей анестезии:

- реакция на окрик, болевые раздражения
- глубина и характер дыхания
- глазные симптомы (величина зрачка, его реакция на свет, подвижность глазных яблок)
- глоточные и гортанные рефлексy
- изменение тонуса скелетных мышц
- ритм, наполнение и частота пульса

III. Хирургическая стадия

Она подразделяется по Гведелу на 4 уровня. Первый уровень хирургической стадии (III₁) 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 (III₂) 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 мононаркозе это оптимальный уровень анестезии для проведения оперативного вмешательства. Но при этом следует помнить, что манипуляции в рефлексогенных зонах (брыжейке, 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 запирающих мышечных жомов (пищеводно-желудочного и перстнеглоточного).

Третий уровень или глубокая анестезия (Ш₃) 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 её 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 прекращения сердечной деятельности. В отечественной анестезиологии принято рассматривать три уровня хирургической стадии. Четвертой стадией считается пробуждение. Четвертый уровень (Ш₄) и асфиксия (IV стадия) по Гведелу 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 анальгезия, которая называется вторичной. Вторичная анальгезия 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 нейро-гуморальной 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. Это "мерцающие звезды на небосклоне", которые зажигаются с той или иной яркостью и которые врач обязан вовремя заметить. По ним определяет свое местонахождение, то есть оценивает 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.

В клинической анестезиологии оценка глубины анестезии по рефлексам и изменениям мышечного тонуса отчасти отличается у различных видов животных (табл.15).

Усилия и поиски современной анестезиологической защиты у животных направлены на то, чтобы анестетики включались в естественные механизмы

функционирования нервной системы, действовали избирательно с учетом индивидуальной реакции животного в течение строго определенного времени и снимали только перенапряжение нервной системы.

Таблица 15

Признаки хирургической стадии ингаляционной анестезии

	Лошадь	Собака / кошка	КРС	МРС
Роговичный рефлекс	+	+	+	+
Рефлекс век	+	–	–	+
Глоточно-гортанный рефлекс	–	–	–	–
Положение глазного яблока	медиевентральное (медлен. нистагм)	медиевентральное центральное	вентральное (не явное)	слегка медиевентральное
Дыхание	глубокие вдохи, регулярное	глубокие вдохи, регулярное	регулярное	регулярное
Кровяное давление	↓ =	↓ =	↑ =	↑ =
ЧСС	=	=	=	=
Время наполнения капилляров	< 2 сек	< 2 сек	< 2 сек	< 2 сек
Тонус челюсти	не информативен	снижен, показатель информативен особо для кошек	не информативен	не информативен
Движения	–	–	–	–

= примерно, как в исходном состоянии (до анестезии); ↑ выше, чем в исходном состоянии; ↓ ниже, чем в исходном состоянии; + имеется в наличии; – отсутствует

3.2 Ингаляционная общая анестезия

Общая анестезия может быть достигнута введением анестетиков различными путями. В зависимости от пути введения выделяют ингаляционную и неингаляционную анестезию. При ингаляционной анестезии общие анестетики вводятся в организм животного через дыхательные пути. Если планируется хирургическое вмешательство продолжительностью более часа, то как правило, пациента оперируют под ингаляционной анестезией. Существует четыре вида дыхательных систем, осуществляющих доставку общих анестетиков к дыхательным путям животного.

3.2.1 Виды дыхательных систем

Открытая система

При открытой дыхательной системе на вдохе животному подают смесь воздуха с анестетиком, а выдох осуществляют в атмосферу. Открытая система может быть представлена в виде маски Шиммельбуша или «Эфирного колпака» (рис. 6) для лабораторных животных. Маска Шиммельбуша состоит из куска марли, которым накрывают рот и нос пациента. На марлю капают эфир, пациент вдыхает его пары вместе с окружающим воздухом.

Этот вид дыхательной системы имеет следующие преимущества:

- минимальное сопротивление дыханию;
- минимальный объем мертвого пространства;
- минимальный риск гиперкапнии;
- легкость и простота в эксплуатации, не требующей дорогостоящей аппаратуры.

Однако, есть и недостатки: значительная потеря тепла и влаги, а также большой расход анестетика, который, попадая в атмосферу операционной, загрязняет её.

Открытая система плохо управляема и негативна для персонала и окружающей атмосферы. По этой причине сейчас применяется открытая система очень редко. Единственная область применения открытой системы - в некоторых случаях у лабораторных животных.

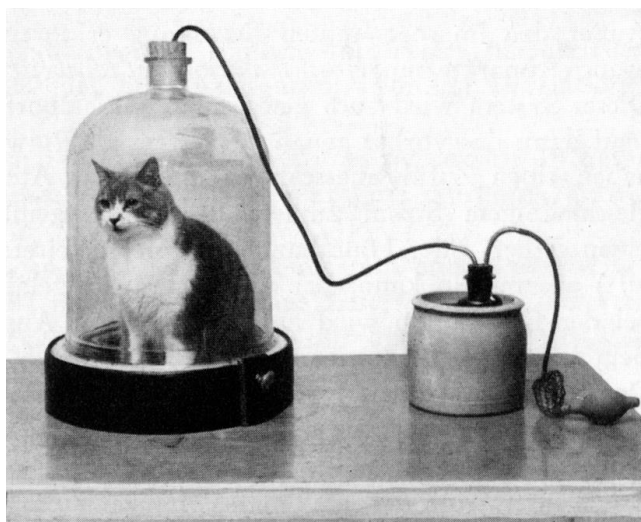


Рис.6. Открытая система ингаляционной анестезии

В то же время новые испарители «МИНИВАП» позволяют в полевых (некомфортных) условиях проводить неотложную анестезию по открытой системе, относительно точно дозируя современные ингаляционные анестетики маленьким и большим пациентам (рис. 15, 20, более подробно в главе 4).

Полуоткрытая система

По этой системе животному подают паро-газовую смесь (O_2 , N_2O , Хе + пары анестетика) изолированно от окружающей атмосферы (при необходимости можно добавить атмосферный воздух). Смесь поступает из аппарата, а выдох осуществляют в атмосферу. Кроме достоинств открытой системы, полуоткрытая позволяет насыщать организм кислородом. Поток газа для полуоткрытой системы составляет 100 (300) мл/(кг мин). Соотношение O_2/N_2O должно быть таким, чтобы избежать гипоксии и гиперкапнии при возвратном дыхании в реверсивном контуре (рис.7, 21). Должен быть резервный (дыхательный) мешок для накопления газа в фазе выдоха; в фазе вдоха дыхательная смесь поступает пациенту. При недостаточном спонтанном дыхании резервный мешок используют для ручной ИВЛ животного.

Основные преимущества и недостатки полуоткрытой системы такие же, как открытой. Отсутствие CO_2 адсорбера делает сопротивление системы минимальным. При этом имеются дополнительные возможности: ИВЛ и кислород.

Применяется, как правило, для животных массой $< 1-7$ кг.

Дополнительные подробности устройства и работы полуоткрытой системы – в главе 4.

Закрытая система

В закрытой системе «аппарат-пациент» газ не стравливается в окружающее пространство. Выдыхаемый газ очищается от CO_2 в адсорбере и вдыхается пациентом (рис.9).

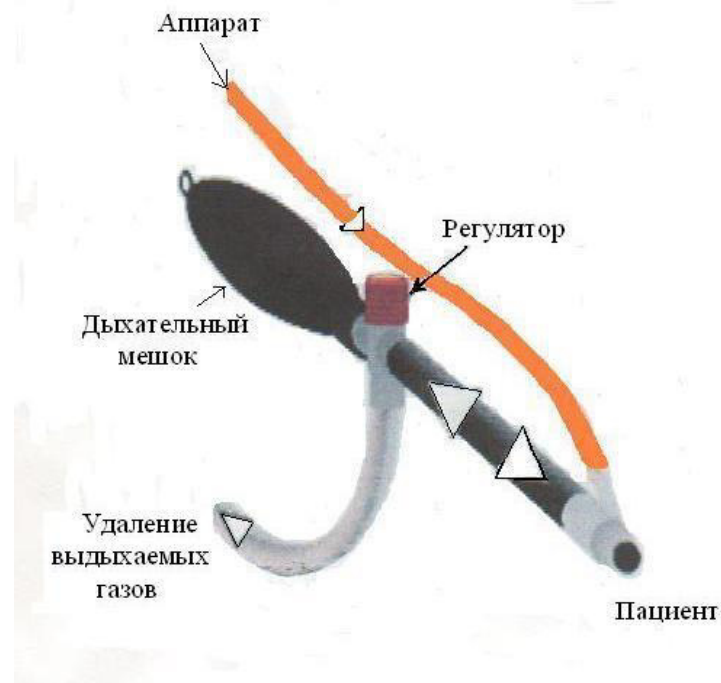
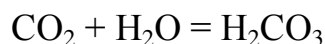


Рис.7. Полуоткрытая (маятниковая) система ингаляционной анестезии

Так как анестетик не выбрасывается в атмосферу, а циркулирует в закрытой системе, после насыщения им организма пациента не нужно подавать в дыхательный контур много кислорода и анестетика. Пациенту дозируется ровно столько, сколько необходимо организму. Метаболическая потребность спящего животного в кислороде составляет 5-10 мл/(кг/мин). По закрытой системе можно работать продолжительное время, но при условии, что будет измеряться концентрация O_2 , CO_2 и концентрация анестетика во вдыхаемой смеси. Повышение концентрации CO_2 и анестетика или снижение O_2 в дыхательной смеси должно быть замечено раньше, чем окажет вредное влияние на пациента. Чтобы избежать повышения концентрации в системе азота и других газов, которые образуются в организме, но не поглощаются CO_2 адсорбером, закрытую систему после многочасовой эксплуатации необходимо «проветривать». Для этого открывается предохранительный клапан и вся система полностью продувается большим потоком свежей газовой смеси. Адсорбция углекислого газа, выдыхаемого пациентом, основана на нейтрализации углекислоты натронной известью. Натронная известь (поглотитель, или сорбент) в виде гранул (с влажностью 12-19%)

обычно состоит из 80% гидроокиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 4% гидроокиси натрия (едкий натр) NaOH и красителя (окислы железа и алюминия).

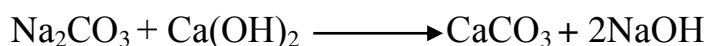
Углекислый газ, соединяясь с парами воды дыхательной смеси, превращается в углекислоту



Углекислота вступает в реакцию с гидроокисями кальция и натрия, образуя карбонаты и воду с выделением тепла:



Углекислый натрий, реагируя с гидроокисью кальция, вновь восстанавливается до гидроокиси натрия:



При работе поглотителя, вследствие химических реакций, выделяется тепло и адсорбер нагревается. Чрезмерный нагрев адсорбера не допустим. Если через 20–25 минут от начала работы адсорбер не становится теплым, то это свидетельствует о низком качестве поглотителя.

Закрытой системой можно пользоваться лишь при наличии аппарата с адсорбером CO_2 . Есть два типа закрытой дыхательной системы:

1 - Маятниковый, когда газовая смесь одним и тем же путем проходят через адсорбер на вдохе и выдохе («туда и обратно»), при этом адсорбер располагают как можно ближе к дыхательным путям пациента для уменьшения мертвого пространства. Двукратное прохождение газов через адсорбер способствует их хорошему очищению. Недостаток маятниковой системы - быстрый перегрев и истощение поглотителя (сорбента).

2 - Циркуляционный, адсорбер расположен в контуре, состоящем из шланга выдоха с клапаном, адсорбера и шланга вдоха с клапаном. В такой схеме нужно расположить клапан вдоха на минимальном расстоянии от тройника пациента также для сокращения объема мертвого пространства.

Преимущества закрытой дыхательной системы:

– экономичность (минимальный расход газов и анестетика);

- экология (анестетик не выбрасывается в атмосферу операционной);
- минимальные потери пациентом тепла и влаги.

Недостатки закрытой дыхательной системы:

- большое сопротивление дыханию;
- опасность накопления углекислоты (гиперкапния);
- возможность аспирации пыли натронной извести при плохом качестве последней;
- гипертермия пациента при перегреве адсорбера.

Из-за высоких требований к медицинскому персоналу и мониторингу пациента и аппаратуры закрытая система редко используется.

Полузакрытая система

В полузакрытой дыхательной системе часть выдыхаемого газа проходит через адсорбер с поглотителем углекислого газа и вновь поступает к пациенту вместе со свежей дыхательной смесью. Вторая часть выдыхаемого газа выбрасывается в атмосферу.

Полузакрытая система, как и закрытая, содержит дыхательный контур циркуляционного (с двумя направляющими клапанами - рис. 8) или маятникового типа с общим для вдоха и выдоха шлангом. Всегда должен быть в наличии CO_2 адсорбер, дыхательный мешок, а также предохранительный клапан избыточного давления. В полузакрытой системе избыточная часть выдыхаемого газа стравливается в атмосферу или вытяжку. Как правило, в низкопоточной (low flow anesthesia) полузакрытой системе расход смеси $\text{O}_2 / \text{N}_2\text{O}$ составляет 7 – 20 мл / (кг мин). В полузакрытой дыхательной системе меньше опасность возникновения гиперкапнии и гипертермии, чем в закрытой. Однако в первой системе при полузакрытом способе больший расход газов и анестетика.

Как правило, в низкопоточной (low flow anesthesia) полузакрытой системе расход смеси $\text{O}_2 / \text{N}_2\text{O}$ составляет 7 – 20 мл / (кг мин). В полузакрытой дыхательной системе меньше опасность возникновения гиперкапнии и

гипертермии, чем в закрытой. Однако в первой системе при полужакрытом способе больший расход газов и анестетика.

Открытый и полужакрытый способы лучше
применять
у ослабленных животных,
а полужакрытый и закрытый – у более крепких

Как в закрытой, так и в полужакрытой системах CO_2 адсорбер создает дополнительное сопротивление дыханию, поэтому такие дыхательные системы не должны использоваться для мелких животных. Полужакрытые системы применяют для животных массой > 5 кг, хотя современные системы циркуляции позволяют избежать проблем и для животных массой до 1 кг (раздел 4.4.2).

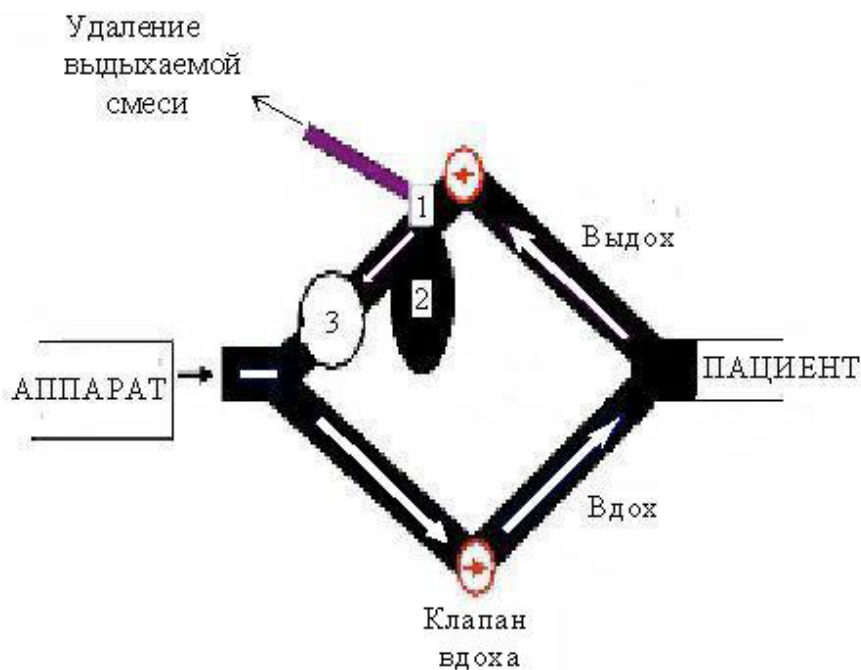


Рис.8. Полужакрытая система ингаляционной анестезии
1 – вентиль; 2 – дыхательный мешок; 3 – CO_2 -адсорбер

3.2.2 Техника и этапы ингаляционной анестезии

Ингаляционная анестезия может осуществляться масочным (как с аппаратами, так и без них) и интубационными методами.

Масочный метод

Капельный способ – это самый старый способ ингаляционной анестезии, не требующий сложной аппаратуры. В настоящее время такой способ, как и анестетик (эфир) почти не применяется. Достоинствами этого способа являются:

- простота в обращении;
- относительная дешевизна, многократность использования маски;
- меньше различных размеров, чем у эндотрахеальных трубок.

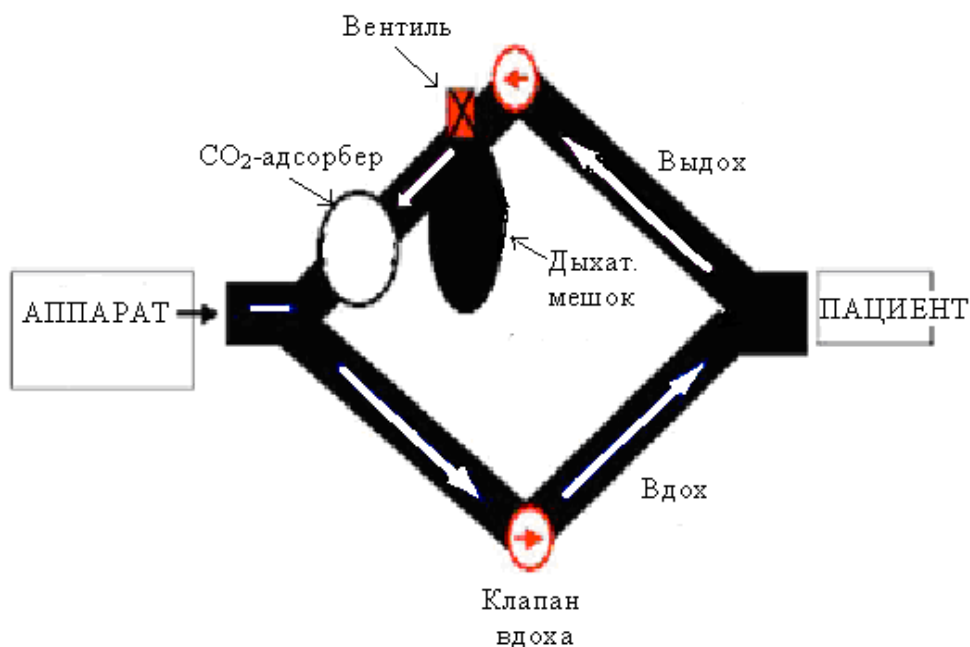


Рис.9. Закрытая система ингаляционной анестезии

К недостаткам относятся:

- длительное введение с выраженной стадией возбуждения;
- отсутствует защита дыхательных путей от аспирации при рвоте и регургитации;
- анестезиолог должен одной рукой удерживать маску и поддерживать челюсть, а другой капать анестетик, что сковывает его действия;
- невозможность создания определенной, желаемой концентрации анестетика;

- животное дышит атмосферным воздухом, а не кислородом (открытый вид дыхательной системы);
- отсутствие плотного прилегания маски приводит к попаданию анестетика в атмосферу операционной, что неприятно и вредно для здоровья персонала;
- объем мертвого пространства при использовании маски больше, чем при интубации;
- опасность накопления углекислоты (гиперкапнии).

Масочный способ с помощью аппарата (рис.10). Здесь используется маска, которую с помощью шлангов присоединяют к аппарату. Это дает возможность точной дозировки ингаляционного анестетика и кислорода по полуоткрытой, полузакрытой и закрытой системам. Любой аппарат для общей анестезии пригоден для масочного способа ингаляционной анестезии. С целью уменьшения мертвого пространства, размер маски должен быть минимальным.

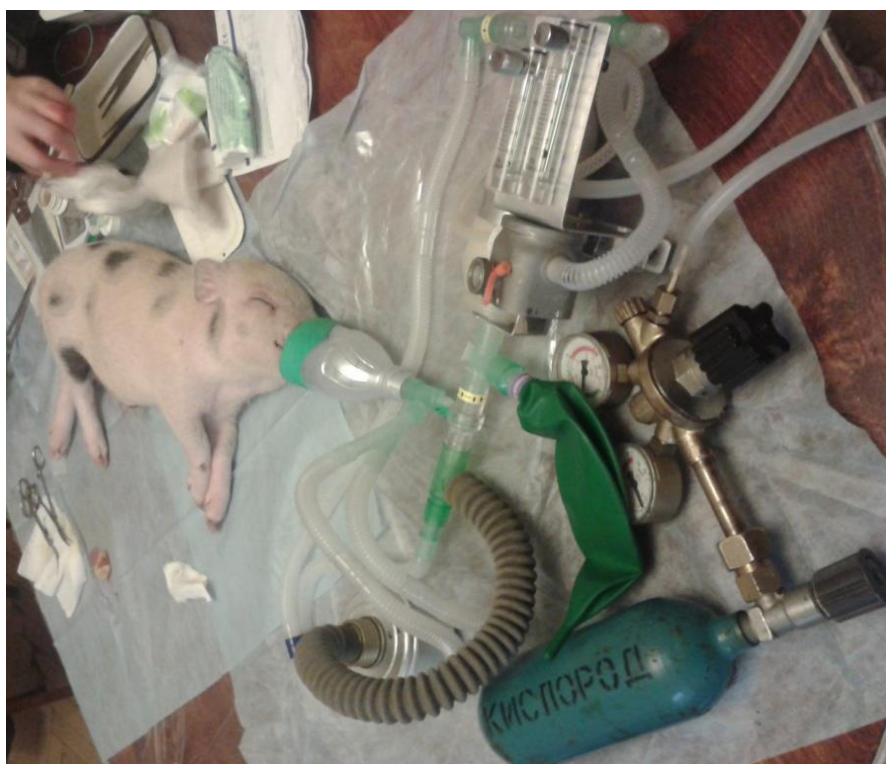


Рис.10. Масочный способ ингаляционной анестезии

Все осложнения, которые бывают при капельном способе, наблюдаются и при масочном методе с помощью аппарата. Возбуждение на стадии введения при ингаляционной анестезии – частое осложнение при этом методе.

Масочный способ с помощью аппарата применяется обычно у мелких животных при кратковременных манипуляциях, выполняемых в основном под закисно-кислородной анестезией и вытесняется в настоящее время интубационным методом ингаляционной анестезии.

Интубационный метод ингаляционной анестезии

При этом методе дыхательная смесь подается в легкие животного через трубку, введенную в трахею, минуя верхние дыхательные пути (рис. 11). Если конец трубки находится в трахее (над бифуркацией), то это эндотрахеальная ингаляционная анестезия, если в одном из бронхов, то – эндобронхиальная.

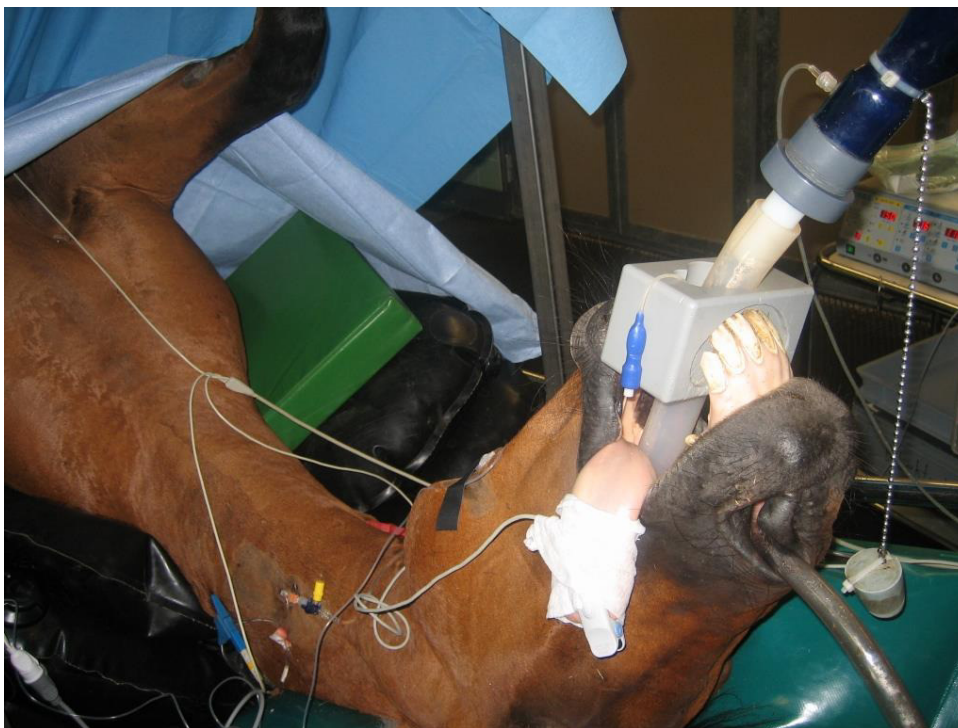


Рис 11. Эндотрахеальная ингаляционная анестезия лошади

Интубация трахеи – самое надежное обеспечение свободной проходимости дыхательных путей

Метод интубационной ингаляционной анестезии обладает следующими преимуществами:

- дыхательные пути остаются свободно проходимыми при любом положении больного (следует лишь следить, чтобы не перегнулась эндотрахеальная трубка);
- создается возможность постоянного отсасывания секрета из трахеи и бронхов;
- обеспечена возможность проведения управляемого дыхания и вспомогательной ИВЛ с большой эффективностью;
- исчезает опасность таких осложнений как западение языка, аспирация при рвоте или регургитация;
- значительно уменьшается анатомическое мертвое пространство (при соответствующем размере и длине эндотрахеальной трубки);
- меньшее, по сравнению с маской, сопротивление дыханию;
- анестезиолог не мешает хирургу при манипуляциях в области головы;
- при операциях с двусторонним пневмотораксом анестезиолог может проводить дыхание под повышенным давлением, а по завершении операции «раздуть» легкое, что является профилактикой пневмонии и ателектаза.

К недостаткам интубационного метода относятся:

- интубация у определенных видов и пород животных затруднена;
- чтобы подобрать оптимальный размер эндотрахеальной трубки для конкретного животного, необходимо иметь в наличии трубки различных диаметров и длины;
- даже при бережном использовании трубки часто должны быть заменены на новые;

Недостатком метода является его относительная сложность и необходимость в квалифицированном анестезиологе, чтобы избежать возможных осложнений.

Осложнения, связанные с интубацией:

- ошибочная интубация (в пищевод или в бронх);
- перегиб и перемещение трубки, закупорка секретом желез;
- повреждение манжеты при интубации, неплотное прилегание к трахее;

- случайная экстубация, например, при изменении положения пациента во время операции.

Тем не менее, интубационный метод ингаляционной анестезии является самым надежным и распространенным.

Противопоказаниями к интубации являются острые воспалительные заболевания верхних дыхательных путей и новообразования гортани.

Преимущества интубационного метода ингаляционной анестезии перед масочным:

1. Обеспечивается свободная проходимость дыхательных путей
2. Предупреждается попадание содержимого желудка в трахею
3. Возможность более эффективного проведения управляемой и вспомогательной вентиляции легких
4. Меньшее мертвое пространство

Этапы ингаляционной анестезии

Введение в анестезию: при введении в анестезию парциальное давление анестезирующих газов во вдыхаемой смеси наибольшее. Время, которое проходит до момента, когда в альвеолярном пространстве парциальное давление достигает такого же значения как в ингаляционной анестезирующей смеси, обозначается как «время роста». В течение этого времени имеющийся в легких воздух постепенно замещается поступающей газовой смесью. Из альвеол ингаляционный анестетик диффундирует в капиллярный кровоток легких. Диффундирующее количество анестетика зависит от парциального давления, расстояния диффузии, площади альвеолярной поверхности и кровообращения в легких. При этом время выравнивания парциального давления анестетика в легких и напряжения его в крови определяется, в значительной степени, растворимостью ингаляционного анестетика в крови. С кровотоком анестетик распределяется дальше по тканям. Определяющим фактором скорости, с которой анестетик на этом этапе поступает в различные ткани, является кровообращение. Так, головной мозг относится к органам с наилучшим кровообращением и в

период введения при общей анестезии анестетик поступает туда быстрее всего. Время введения может сократиться при начальной высокой концентрации ингаляционного анестетика и высокой скорости газотока.

Равномерное распределение анестетика: после выравнивания концентрации анестетика в различных тканях его распределение находится в состоянии равновесия. Поступающая к легким венозная кровь имеет теоретически такое же высокое напряжение анестетика, как и его парциальное давление во вдыхаемой газовой смеси. Но на практике напряжение анестетика в венозной крови немного ниже, так как ингаляционный анестетик частично метаболизируется (метоксифлуран около 50%, фторотан около 20%, изофлуран около 0,2%), незначительное количество анестетика теряется через слизистые, а также секреты желез.

Пробуждение: в конце анестезии поступление ингаляционного анестетика прерывается. Это ведет к выдыханию анестетика и падению его концентрации. Чем выше растворимость применяемого анестетика в крови, тем медленнее происходит пробуждение животного. В случае применения закиси азота необходимо в течение 5–10 мин (крупным животным в течение 30 мин) в конце анестезии обеспечить подачу чистого кислорода. Закись азота применяется в концентрации около 60%. В конце анестезии закись азота присутствует в альвеолах в значительной концентрации и вытесняет много кислорода. Поступление воздуха (около 21% O₂) вместо чистого кислорода может привести к так называемой диффузионной гипоксии.

3.3 Искусственная вентиляция легких

Искусственная вентиляция легких (ИВЛ) проводится у животных во всех случаях нарушения естественного (спонтанного) дыхания. Показанием для ИВЛ служат:

- применение миорелаксантов;
- нарушения дыхания в результате травмы грудной клетки (повреждение каркаса, пневмоторакс);

- апноэ, возникшее перед операцией или во время неё;
- нефизиологическое положение на операционном столе;
- острая дыхательная недостаточность как результат тяжёлого состояния животного;
- плохое восстановление спонтанного дыхания в послеоперационном периоде.

Возникновению расстройств спонтанного дыхания способствуют следующие факторы:

- использование для премедикации и общей анестезии фармакологических средств, угнетающих дыхание (морфин, барбитураты, нейроплегики);
- нарушение проходимости дыхательных путей у животных, находящихся под действием общих анестетиков (западение языка, ларингоспазм, обтурация слизью, рвотными массами и т.п.);
- применение наркозных аппаратов, увеличивающих, в случае их неисправности, сопротивление дыханию и размеры дыхательного «мертвого» пространства;
- механическое ограничение подвижности грудной клетки, легких и диафрагмы во время операции (давление инструментов, марлевых салфеток, рук хирурга и т.д.).

Перечисленные факторы особенно опасны у ослабленных животных, чьи защитные реакции недостаточны для компенсации нарушенного дыхания.

Об адекватности самостоятельного дыхания судят по клиническим данным и показателям газового состава крови. При нормальной функции легких и адекватной глубине анестезии вентиляция в большинстве случаев достаточна, чтобы напряжение кислорода в артериальной крови P_{aO_2} составляло более 75 мм рт.ст. (насыщение крови кислородом $SaO_2 > 80\%$) и обеспечивалось невысокое напряжение углекислого газа $P_{aCO_2} < 45$ мм рт.ст. (табл. 16).

Общая анестезия с сохранением спонтанного дыхания в настоящее время проводится всё реже и реже. Это связано не только с увеличением

числа тяжелых операций, но и с необходимостью создания хирургу максимально благоприятных условий для его работы и безопасности. При сохраненном самостоятельном дыхании у животного для обеспечения миорелаксации уровень общей анестезии должен быть глубже, поэтому возникает опасность гипоксии и гиперкапнии. Правильное проведение ИВЛ исключает возможность таких осложнений.

Но следует иметь в виду, что управляемое дыхание резко отличается от спонтанного по своему физиологическому механизму. Введение газов в легкие при управляемом дыхании осуществляется под положительным давлением, в то время как при спонтанном дыхании поступление газов в легкие во время вдоха происходит за счет отрицательного давления в легких.

Таблица 16

Основные клинические симптомы и лабораторные показатели гипоксемии и гиперкапнии при общей анестезии

Объект наблюд-я	ГИПОКСЕМИЯ			ГИПЕРКАПНИЯ		
	Умерен.	Выражен.	Тяжелая	Умеренная	Выражен.	Тяжелая
Видимые слизистые оболочки	Цианотичной окраски	Выраженный цианоз	Серые	Розовые периферич. вазодилатация	Розовые	Выраженная гиперемия
Мышеч. тонус	Немного повышен	Повышен	Тетанич. спазм, иногда судороги	Повышен	Мышеч. подергив-я	Тетанич. спазм, клонич. судороги
Дыхание	Частое удлинен. выдох	Нерегуляр. учащено	Редкое нерегуляр.	Учащено	Редкое	Угнетено
Пульс	Тахикардия выше 100	Тахикардия аритмия	Замедление до остановки, аритмия	Тахикардия	«Скачущий» аритмия	Гипоксич. остановка сердца при гиперкапнии
АД	Немного выше	Немного понижено	Сосудистый коллапс	Легкая гипертензия	Повышено	Падает
Насыщ. крови O ₂	80% и ниже	70% и ниже	60% и ниже	Нормальное	Понижено до 80%	Ниже 80%
PaO ₂ мм.рт.ст.	75 – 65	64 – 50	менее 50	76 – 90		
PaCO ₂ мм.рт.ст.	35 – 45			46 – 50	51 – 60	более 60

При самостоятельном дыхании выведение газов происходит в результате положительного давления в легких, при управляемом дыхании (с

активным выдохом) во время выдоха в легких создается отрицательное давление.

Следовательно, управляемое дыхание не физиологично, что может привести к некоторым осложнениям при неправильном его применении. Во время вдоха под положительным давлением затрудняется приток венозной крови к сердцу и объем выбрасываемой крови из левого желудочка сердца уменьшается. Сдавление легочных капилляров в результате повышенного давления в легких создает дополнительную нагрузку правому желудочку. Если положительное давление слишком велико, то кровь не оксигенируется в легких, а через анастомозы между легочными и бронхиальными артериями возвращается в правое предсердие. При слишком высоком положительном давлении возникает опасность разрыва легких, особенно при открытой грудной клетке и наличии патологических процессов в легких (бронхиальная астма, эмфизема).

Однако, все это не умаляет достоинств управляемого дыхания, так как при правильном подборе давления при вдохе и выдохе, а также соотношения длительности вдоха и выдоха их можно в значительной степени нивелировать.

В зависимости от соотношений давлений во время вдоха и выдоха выделяют несколько видов ИВЛ.

1. Дыхание с перемежающимся положительным давлением (IPPV):

- Легкие раздуваются под давлением через определенный интервал времени.
- Давление при этом должно составлять для здоровых пациентов 15-20 см H₂O. При объемном животе или груди возможно применение более высокого давления, чтобы обеспечить адекватную вентиляцию. Чем выше давление при дыхании, тем больше нагрузка на малый круг кровообращения. При открытой грудной клетке достаточно установить меньшее давление (10-15 см H₂O), так как сопротивление грудной стенки отсутствует.
- Выдох происходит пассивно по причине эластичности грудной клетки и легких.

- Временное соотношение вдох : выдох = 1:2.

2. *Дыхание с положительным давлением на выдохе (PEEP):*

- Давление при выдохе не падает до 0, а поддерживается на уровне 4–6 см H₂O.

- При острой левожелудочковой недостаточности с угрожающим отеком легких возможна экссудация плазмы в альвеолярное пространство и альвеолы поддерживаются открытыми. При открытой грудной полости таким путем предотвращают спадание легкого. Однако побочное действие на малый круг кровообращения выражено.

3. *Дыхание с положительным давлением при вдохе и отрицательным давлением при выдохе.* Отрицательное давление, создаваемое при выдохе, способствует притоку венозной крови к сердцу и облегчает его работу.

Управляемое дыхание при постоянном положительном давлении не физиологично и поэтому в настоящее время не применяется.

Управляемое дыхание с положительным давлением при вдохе проводится анестезиологом путем ритмичного сжатия меха или мешка аппарата.

С помощью современных аппаратов искусственного дыхания можно проводить управляемое дыхание данным способом. Если проводят ИВЛ с положительным давлением при вдохе, то давление при выдохе устанавливают равным нулю.

ИВЛ с применение аппаратов искусственного дыхания позволяет поддерживать заранее заданный минутный объем дыхания, давление при вдохе и выдохе и соотношение длительности фаз вдоха и выдоха (регулирование параметров зависит от типа аппарата).

Следовательно, для адекватного ИВЛ необходимо раннее и своевременное выявление начальных клинических и лабораторных проявлений дыхательной недостаточности. Для этого в большинстве случаев необходимы данные газового состава крови и кислотно-щелочного баланса.

3.4 «Сбалансированная» анестезия

Внедрение в практику большого количества новых препаратов специфического действия (анальгетики, нейролептики, миорелаксанты, ганглиоблокаторы, гипнотики, транквилизаторы и др.) позволило применять «сбалансированную анестезию» (*Balanced Anesthesia* – ВА). При такой анестезии каждый из компонентов выполняют отдельными медикаментами со строго определенными свойствами. Это позволяет, в зависимости от сложности оперативного вмешательства, тяжести состояния больного животного, этапа обезболивания и операции, обеспечить определенному компоненту решающее значение. Такая комбинация различных медикаментов, каждый из которых применяют в малых дозах, позволяет наиболее эффективно использовать положительные свойства фармакологических средств и свести к минимуму их побочные действия.

Пример. Собака породы боксёр, возраст 10 лет, вес 35 кг, диагноз: фолликулярная киста левого яичника. Клинические проявления болезни наблюдались у собаки в течение двух лет. Неэффективность гормональной терапии, крупные размеры кисты (около 12 см в диаметре), ухудшение общего состояния и возраст увеличивали риск оперативного вмешательства.

Премедикация внутримышечным введением буторфанола 0,2 мг/кг и ксилавета 1 мг/кг. Было налажено внутривенное капельное введение глюконата кальция 10% - 10.0, этамзилата 12,5% - 2.0 и витамина С 5% - 2.0 в 100 мл изотонического раствора натрия хлорида. Перед введением в анестезию внутривенно инъецировали 0,5 мл 0,1% атропина в 10 мл изотонического раствора. Вводная анестезия осуществлялась внутривенным введением кетамина 5 мг/кг и реланиума 1 мг/кг. После введения в вену листенона 2% - 2.0, ручной вентиляции лёгких и орошения ротоглотки 10% аэрозолью лидокаина сделали интубацию эндотрахеальной трубкой №10.

Поддержание анестезии проводилось фторотаном 0,5 – 1,0 об % и закисью азота с кислородом в соотношении 2:1 при газотоке 6 л/мин по полуоткрытому контуру. Для анестезии и ручной вентиляции лёгких

использовалось устройство для наркоза у животных (А. с. № 1251/99).

Операция продолжалась 30 мин. Дважды вводились миорелаксанты.

Проводилась ручная вентиляция легких с помощью меха. Осуществлялся ЭКГ-контроль. Анестезия протекала без осложнений. Восстановилось самостоятельное адекватное дыхание. Течение послеоперационного периода нормальное.

Включение буторфанола и ксилазина в премедикацию обеспечило снятие страха, тревоги и напряжённости у животного, позволило провести его фиксацию, наладить внутривенное капельное введение лекарственных препаратов, уменьшить дозы основных анестетиков. Введение атропина перед вводным наркозом обеспечило М-холинолитический эффект, угнетая секрецию слюнных и бронхиальных желёз, предупреждало бронхоспазм, подавляло вагусные рефлексy на сердце. Местная анестезия ротоглотки лидокаином снимает гиперчувствительность этой зоны и необходима в условиях применения кетамина.

Отдельные требования, предъявляемые к общей анестезии, обеспечивались в представленном примере следующим образом:

- 1) анальгезия – действием кетамина и закиси азота;
- 2) сон – назначением фторотана, закиси азота;
- 3) мышечная релаксация – введением миорелаксантов и действием фторотана;
- 4) вегетативное торможение на различных уровнях – совместным действием ксилазина, реланиума, закиси азота и фторотана;
- 5) адекватность лёгочного газообмена – проведением ИВЛ.

Настоящий пример иллюстрирует многокомпонентную «сбалансированную» анестезию с оптимальным эффектом при минимальных дозах.

ГЛАВА 4

ПОРТАТИВНЫЕ ИСПАРИТЕЛИ «МИНИВАП» И АППАРАТЫ ИН «КОЛИБРИ»

Главной частью аппарата ингаляционного наркоза (ИН) является испаритель анестетиков, определяя основной параметр – концентрацию анестетика во вдыхаемой газовой смеси, непосредственно связанную с глубиной анестезии. В портативном аппарате ИН «Колибри» количество элементов минимально и поэтому значимость испарителя соответственно возрастает. По сути, такой аппарат состоит из двух главных частей: испарителя «МИНИВАП» (генератора и регулятора концентрации анестетика) и дыхательного контура (средства доставки газовой смеси пациенту).

Глубина анестезии – сложный многофакторный показатель, но в любой ситуации анестезиолог должен быстро и легко **регулировать** концентрацию анестетика и эффективно **подавать** дыхательную смесь пациенту в процессе хирургической операции.

«Нерациональное использование анестетиков ослабляет компенсаторно-защитные механизмы функциональных систем животного (пациента) и способствует возникновению гомеостатических нарушений» – с. 9.
«Угнетение ... и токсическое влияние анестетиков на органы и ткани животного ... тем слабее и меньше, чем правильнее ... **техника** проведения общего (ингаляционного) обезболивания» - с. 62 [10].

Данная глава рассказывает о **технике и методике** ингаляционной анестезии с помощью портативных испарителей «МИНИВАП» и аппаратов «Колибри» для маленьких (птички, мышки) и больших (лошади) пациентов. Рассмотрены стандартные и новые схемы дыхательных контуров, методики ингаляционной анестезии при спонтанном дыхании и ИВЛ.

Учитывая возрастающую значимость ИВЛ в ветеринарии, подробно рассмотрены способы ее проведения с помощью простейшего аппарата ИВЛ – вентилятора SAVe.

«Усилия и поиски современной анестезиологической защиты у животных направлены на то, чтобы анестетики включались в естественные механизмы функционирования нервной системы, действовали избирательно с учетом индивидуальной реакции животного в течение строго определенного времени и снимали только перенапряжение нервной системы» - с.66 [10].

Практические примеры (методики и устройства) реализации этого программного тезиса приведены в разделе 4.4.3 «Аутоанальгезия при спонтанном дыхании».

4.1. Испарители высокого и низкого сопротивления

Мировой рынок насыщен стационарными аппаратами ИН на основе традиционных **испарителей высокого сопротивления (plenum vaporizers)**, работающих от сжатого газа давлением около 400 кПа (4 ати).

Существует дефицит в портативных аппаратах на основе **испарителей низкого сопротивления (draw-over vaporizers)**, функционирующих независимо от источников питания в некомфортных условиях и чрезвычайных ситуациях.

«Образовалась некая эволюционная брешь в релевантном оборудовании (для анестезиологии) после прекращения развития draw-over испарителей («This has left something of a generation gap in the equipment available since draw-over vaporizer development all but stopped some 2 decades ago») [45]. Однако, несмотря на нестабильность (по потоку газа), «наркозные системы draw-over изначально востребованы в мелких больницах» («draw-over anesthesia is the system of first choice for small hospitals») [38].

Общеизвестны требования к таким аппаратам ингаляционной анестезии [33]:
- портативность, эффективность, точность (стабильность дозирования), безопасность при транспортировании;

- совместимость с различными анестетиками;
- универсальность по газопитанию (не только сжатый кислород, но и атмосферный воздух).

Эти разные и противоречивые требования формулируются в одной фразе: **идеальный испаритель должен быть точным как «plenum» и простым как «draw-over».**

Несколько важных цифр об анестетиках и аппаратах.

Продажа Севофлюрана – более \$ 1 млрд/год, Изофлюрана – около \$ 200 млн/год (цена 1 мл анестетиков около 1\$).

При расходе 20 мл анестетика на одночасовую операцию (их более 50%) получается порядка **60 млн/год** ингаляционных анестезий.

В мире производят более 100 тыс. испарителей в год стоимостью \$800-5000.

Цена современного аппарата ИН (масса более 50 кг, включая мониторы и аппарат ИВЛ) – десятки тысяч долларов.

Появление на рынке релевантных мини-испарителей и аппаратов ИН на их основе, во-первых, ликвидирует указанный дефицит для удаленных и труднодоступных регионов, во-вторых, расширит область применения ИН в ситуациях, когда безальтернативно применяется технически более простая, но не всегда адекватная общая внутривенная анестезия (например, при массивной кровопотере) и, в-третьих, повысит эффективность традиционной ингаляционной анестезии.

Среди испарителей низкого сопротивления наиболее интересные модели производят английские фирмы: OMV 50 - для Галотана и Изофлюрана, **рис. 12**, табл. 17 и более новый Diamedica Vaporizer - для Севофлюрана, Изофлюрана и Галотана, **рис. 13** - вдвое тяжелей, но стабильней при больших концентрациях и расходах газа в интервалах температур 20-30 °С.

Популярные зарубежные испарители высокого сопротивления ВНЕ дыхательного контура (plenum Vaporizer OUT of Circuit - VOC) неидеальны по ряду параметров: масса и габариты, экономичность и универсальность по газопитанию (табл. 17). Они имеют два существенных недостатка:

Первый - во время низкопоточной анестезии (расход газа от 0,2 до 2 л/мин) вдыхаемая концентрация анестетика C_I существенно отличается от заданной по шкале испарителя C_S после переключения концентрации. Чем ниже поток свежей газовой смеси F , тем больше разница $C_S - C_I$, а также время стабилизации (запаздывания) вдыхаемой концентрации по формуле Conway's $T \geq V_k \cdot F^{-1}$, где V_k – объем дыхательного контура [34].

Второй недостаток – при минимальном свежем газотоке 250 мл/мин поступление паров анестетиков в дыхательный контур меньше их поглощения тканями взрослого человека даже на максимальной отметке шкалы (5 об.%) испарителя. Чем ниже поток, тем больше должна быть концентрация по шкале испарителя, чтобы поддержать необходимую глубину анестезии.

Таблица 17

**Сравнительные характеристики испарителей анестетиков
при атмосферном давлении 100 ± 5 kPa**

Параметры	Drager Vapor 2000	Penlon UK		Diamedica (UK)
		Delta	OMV	
Диапазон шкалы, об.%	0 - 6	0 - 6	0 - 4	0 - 5
Расход газа, л/мин	0.25 – 15	0.2 – 15	3 - 8	3 - 8
Температура, °C	10 – 40	15 – 35	18 - 22	20 - 30
Объем анестетика, мл	360	250	50	150
Потери анестетика на фитилях, мл	60	60	10	10
Сопrotивление, мм H ₂ O (10л/мин)	1100	1000	<10	<10
Наклон, град	30	10	30	
Масса испарителя, кг	6.5 – 8.5	5.7	1.3	2.6

Таким образом, анестезиолог практически не может даже оценить (без газоанализатора) вдыхаемую концентрацию анестетика, несмотря на высокую точность испарителя.

Пример 1. *Время стабилизации концентрации (запаздывания) пропорционально объему V_k дыхательного контура и обратно пропорционально подаче F свежей газовой смеси $T \geq V_k \cdot F^{-1}$.*

Так, при объеме $V_k=5$ л и подаче $F= 0.5$ л/мин время запаздывания больше 10 мин. Реальное время запаздывание существенно возрастает из-за сорбции

(десорбции) паров анестетика тканями пациента и неидеальной промывки дыхательного контура.

С другой стороны, испарители **низкого сопротивления** (**Vaporizer IN Circuit – VIC**, или **draw-over**) более эффективны (производительны по анестетику) при низкопоточной анестезии, так как вся дыхательная смесь (равная минутной вентиляции **MV**) проходит через испаритель (а не только низкий поток кислорода). Эти испарители с условной шкалой были популярны более 50 лет назад, но сейчас они имеют ограниченное распространение в военно-полевых условиях, удаленных и труднодоступных регионах, в ветеринарии, когда простота конструкции и независимость от источников сжатых газов (баллоны и концентраторы O_2) важнее их нестабильности дозирования.

Пример 2. Испаритель низкого сопротивления установлен на линии вдоха пациента между патрубком $M22$ мм и гофрированной трубкой аппарата ИИ или ИВЛ (т.е. **ВНУТРИ** дыхательного контура).

Тогда запаздывание на порядок меньше $T \approx V_k \cdot MV^{-1} = 1$ мин (вместо 10 мин по предыдущему примеру, если $MV = 5$ л/мин).

Рассмотренный в примерах простой параметр $T \geq V_k \cdot F^{-1}$ - время стабилизации концентрации (запаздывания) напрямую связан с качеством анестезии. Анестезиолог может вовремя увеличить или уменьшить концентрацию анестетика по шкале испарителя, но не достигнет быстрого эффекта (адекватной защиты от травмы, исключения передозировки) из-за реального запаздывания **T**. При этом уже на втором плане остаются экономические факторы (время и деньги).

В испарителях с делением потока газа-носителя **F** на две части посредством распределительного устройства – регулятора концентрации (большинство современных испарителей) первая часть **F_к** насыщается парами анестетика в испарительной камере (в идеале) до равновесной концентрации $C_s = P_A/P$ (где **P_A** – парциальное давление насыщенных паров анестетика, **P** –

атмосферное давление) и разбавляется второй (байпасной) частью потока $F_6 = F - F_k$ до заданной концентрации по шкале испарителя [9]

$$C = [1 + (P/P_A - 1) F/F_k]^{-1} \quad (1)$$

Из приведенной формулы следуют два главных условия стабильного дозирования при изменении общего расхода газа F :

1 - равновесное насыщение части потока газа F_k парами анестетика на выходе испарительной камеры;

2 - постоянство относительного расхода газа через камеру $F_k F^{-1}$ в широком диапазоне постоянных и пульсирующих (для «draw-over» испарителей) потоков газа.

То есть выходная концентрация испарителя C стабильна (постоянна), когда относительные переменные P_A/P , F/F_k^{-1} также постоянны.

При низких и средних концентрациях анестетика формулу (1) можно упростить (для стабилизированных испарителей)

$$C \approx (P/P_A - 1)^{-1} F_k F^{-1} = (P/P_A - 1)^{-1} K_C \quad (2)$$

где $K_C = F_k F^{-1}$ – конструктивный параметр, задаваемый регулятором концентрации со шкалой.

Формула (2) полезна для оценки выходной концентрации испарителя при изменении температуры и давления окружающей среды, а также при использовании ненормируемого анестетика (например, шкала испарителя отградуирована по Изофлюрану, а нужно использовать Севофлюран, или Энфлюран, или Галотан – Фторотан).

Особенность проектирования испарителя низкого сопротивления заключается в рациональном использовании его ограниченного сопротивления для стабильного деления потока газа-носителя. При этом необходимо свести к минимуму факторы, нарушающие упорядоченное (ламинарное) течение и распределение газа.

Так, лучшие зарубежные испарители низкого сопротивления «OMV», «Diamedica Vaporizer» и Ohmeda PAC при расходе газа-носителя менее 3 л/мин практически не дозируют анестетик (концентрация падает до нуля!).

Для выявления причины этого типичного недостатка не нужно подробно рассматривать схему и конструкцию подобных испарителей. Достаточно

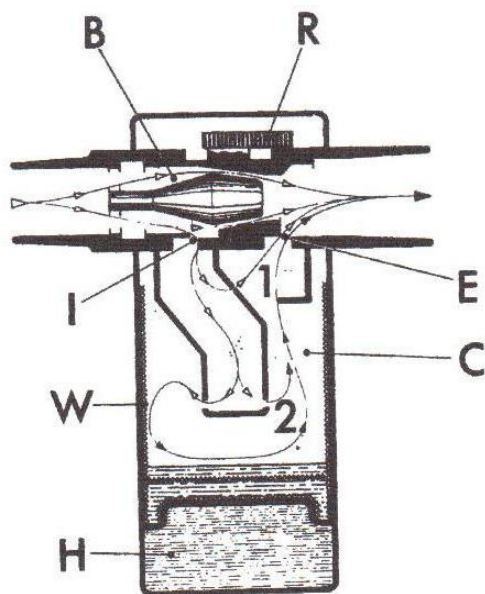
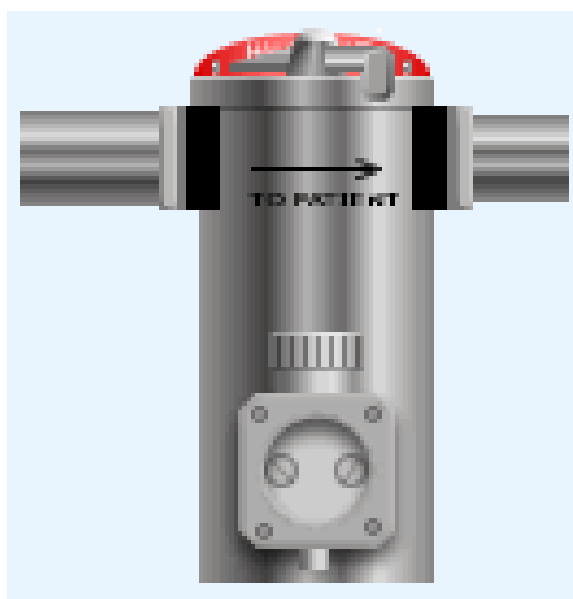


Fig. 7-56. Cross section of the Tri-Service draw-over vaporizer, which is used by the British armed forces. Air enters the vaporizer and a portion of the stream goes into the vaporizing chamber (C) through the inlet of the vapor chamber opening controlled by a sliding valve (R). The remainder of the air stream enters the bypass passage (B). Wicks (W) of stainless steel mesh increase the evaporation surface area inside the vaporizing chamber. A heat reservoir (H) filled with antifreeze liquid compensates for temperature changes. Air and anesthetic vapor pass out the vaporizing chamber outlet (E) to mix with the air coming through the bypass passage. Two different paths (1 and 2) through the vaporizing chamber provide a method of temperature and flow compensation. Photograph: Printed with permission of Penlon, Ltd, Abingdon, England.



W. CLAYTON PETTY. MILITARY ANESTHESIA MACHINES.
Chapter 7. Anesthesia and Perioperative Care of the Combat Casualty.
www.bordeninstitute.army.com.mil

Рис. 12. Penlon Oxford Miniature Vaporizer (OMV)

посмотреть на расположение регулятора концентрации относительно испарительной камеры (примерно на 50-70 мм выше) и вспомнить о разнице плотностей газа-носителя (плотность воздуха 1,21 г/л) и паров анестетика (плотность смеси насыщенных паров, например, Изофлюрана почти втрое больше). При низких расходах газа 1-2 л/мин сопротивление draw-over

испарителя (регулятора концентрации) падает до 1 Па, что сопоставимо с перепадом давления из-за разницы плотностей газа-носителя и паров анестетика. Поэтому газ просто не может войти в испарительную камеру и вытеснить тяжелые пары анестетика, из-за чего испаритель не подает анестетик в дыхательный контур пациента.

Таблица 18

Физические свойства современных ингаляционных анестетиков

Параметры	S	I	H (Ф)	E	D
Молекулярная масса	200	184	197	184	168
Плотность ρ_a , г/мл	1.52	1.5	1.87	1.52	1.46
$t_{\text{кипения}}$, °C	58.5	48.5	50.2	56.5	23.5
Давление паров, P_a , мм Hg (20 °C)	157	238	243	175	672
Равновесная концентрация P_a/P , об.%	20.6	31.3	32	23	88
Теплота испарения q_v , Дж/г (кал/г)		171 (41)	151 (36)	176 (42)	
МАС в 100% O ₂	2.05	1.15	0.75	1.8	6
МАС в 70% N ₂ O	0.66	0.56	0.29	0.57	2.5
Биотрансформация, %	3 - 5	0.2	20	2	0.1

S - Sevoflurane, I - Isoflurane, H - Halothane (Фторотан), E – Enflurane, D – Desflurane

The Diamedica Vaporiser is a low resistance vaporiser suitable for both drawover and continuous flow anaesthesia. Thermally stable, the vaporiser gives a consistent output over a wide temperature range.

This is a versatile low resistance vaporiser:

- suitable for drawover or continuous flow anaesthesia
- available in Halothane/Isoflurane, or Sevoflurane versions

It requires no maintenance unless thymol from Halothane builds up. This can be cleared within seconds using fresh Halothane. It is used successfully and reliably in over 50 countries worldwide.

- Stainless steel construction
- Scale 0 to 5%
- Capacity 150ml
- Weight 2.6kg dry
- Keyfill option available

Training and Support

Diamedica's commitment to our customers is:

- To provide, free of charge to all customers, ongoing after sales support via email or telephone for as long as the customer has their equipment
- To provide training for medical and technical personnel to enable them to maximise the potential of the equipment safely and economically

This vaporiser is supplied as part of the Diamedica Glostavent™, ECD2, and Portable anaesthesia machines.

Size: 16 x 10 x 15 cm
Weight: 2.6 kg



Diamedica (UK) Limited, Grange Hill Industrial Estate,
Bratton Fleming, Barnstaple, Devon, EX31 4UH, UK

Tel: +44 (0)1598 710066 Fax: +44 (0)1598 710055
Email: info@diamedica.co.uk www.diamedica.co.uk

© Copyright Diamedica (UK) Ltd

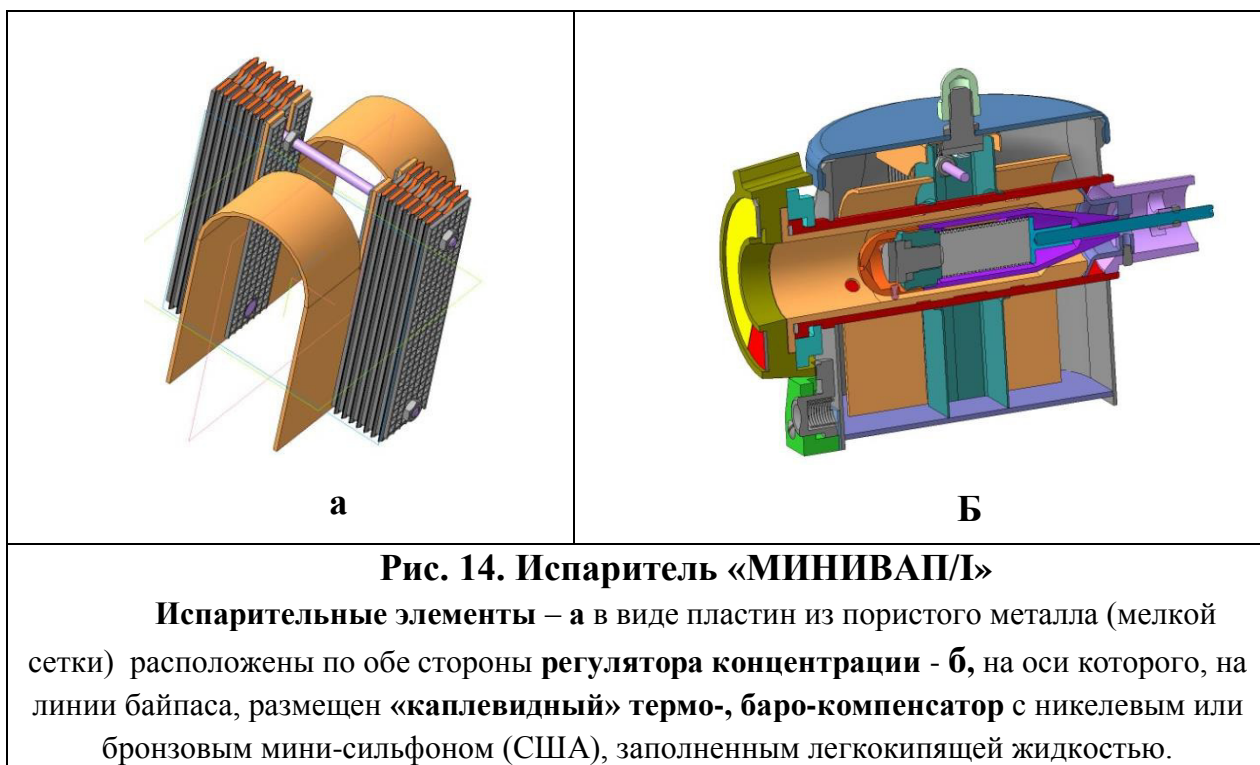
Рис. 13. Diamedica Vaporizer

Влияние обратного давления («pumping effect of back pressure»)

Выходная концентрация испарителя при пульсации давления во время ИВЛ может быть значительно выше, чем без нее. Эта разница тем больше, чем больше объем испарителя, меньше поток газа-носителя, выше амплитуда и частота пульсаций [7, формула 4].

4.1.1 Испарители «МИНИВАП»

Конструкция «карманного» (400 г из нержавеющей стали, 300 г – из Титана) испарителя «МИНИВАП/І» (рис. 14) подробно рассмотрена в [7].



Испаритель анестетиков **работает** следующим образом.

Поток газа-носителя (кислород, кислород + закись азота, атмосферный воздух) поступает в испаритель и делится регулятором концентрации на две части соответственно требуемой концентрации анестетика. Первая часть газа растекается по параллельным каналам между испарительными элементами (**рис. 14а**) и насыщается до равновесной концентрации $P_{ан} / P$ (десятки об.%). Затем проходит к выходу испарителя, где разбавляется до требуемой

клинической концентрации второй частью газа, проходящего параллельно вокруг «каплевидного» термо-, баро-компенсатора (рис. 14б).

Расход анестетика во время индукции и поддержания анестезии рассчитывают из соотношения

$$V_A \approx k_A (C_1 F_1 \tau_1 + C_2 F_2 \tau_2) \quad (3)$$

где для Севофлюрана $k_S = 0,055$; для Изофлюрана $k_I = 0,051$; C_V – концентрация анестетика на выходе испарителя, F – расход газа, τ_1, τ_2 – соответственно длительность индукции и поддержания анестезии.

Стандартные примеры расхода Севофлюрана и Изофлюрана приведены ниже (табл.19).

Таблица 19

Расход Севофлюрана и Изофлурана

C _v , об.%		F, л/мин	τ ₁ , мин		τ ₂ , мин		τ ₂ , час	
			2	5	0	0	2	3
S	8	6	5.3					
	2	1			3.3	6.6	13.5	20
I	5	6		7.7				
	1.5	1.5			3.4	6.9	14	21

Пример 3. Индукция Изофлюраном при концентрации 5 об.% и расходе кислорода 6 л/мин продолжалась 5 мин, а во время операции (60 мин) средняя концентрация была на уровне 1.5 об.% при среднем расходе кислорода 1.5 л/мин.

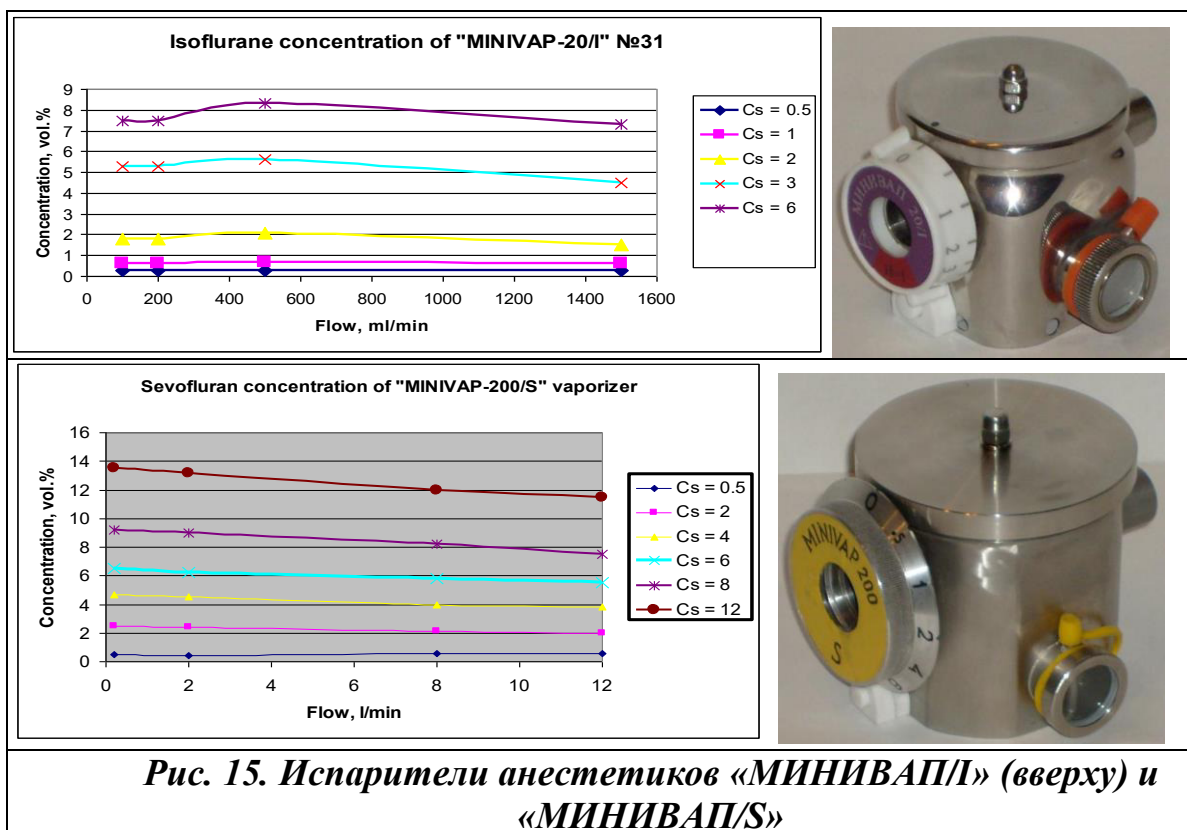
Тогда общий расход Изофлюрана составил, согласно табл. 19, около 15 мл ($V_A = 7.7 + 6.9 = 14.6$).

В экстренных ситуациях, при поддержании анестезии по полуоткрытому контуру расход кислорода (воздуха) во время операции остается на уровне 6 л/мин. Тогда расход Изофлюрана увеличится до 35 мл.

При средних и больших расходах газа (4 л/мин и более) и отметках шкалы (2 об.% и более) температура и выходная концентрация «карманного» испарителя «МИНИВАП/И» (рис. 15, вверху) уменьшаются вследствие интенсивного испарения анестетика (через 3-5 мин). Это нужно учитывать

при планировании и выборе анестезии: предпочтительно работать в режиме низкотоочной анестезии или использовать более мощный испаритель. В особых случаях можно заметно увеличить максимальную концентрацию «карманного» испарителя (раздел 4.5.1 книги).

Более мощный (в 5 раз, по сравнению с «МИНИВАП/Л») универсальный испаритель «МИНИВАП/S» рассчитан для пациентов с массой до 300 кг и стабильно дозирует анестетики в широком диапазоне расхода газа (**рис. 15**, внизу).



Конструкция испарителя анестетиков «МИНИВАП-20/S» также подробно рассмотрена в [7].

*Испаритель анестетиков **работает** следующим образом.*

Газ от внешнего источника высокого (баллоны) или низкого давления (оксигенатор, аппарат ИВЛ с ручным или механическим приводом) поступает в испаритель и разделяется на две части. Первая часть газа последовательно проходит через испарительную камеру, где насыщается парами анестетика до равновесной концентрации (порядка 20 и 30 об.% для Севофлюрана и Изофлюрана соответственно), а затем разбавляется

до требуемой клинической концентрации второй частью газа, которая проходит через байпас.

Тепло для испарения анестетика поступает из окружающей среды и от жидкого парафина в микро-баллонах, расположенных внутри камеры. При этом температура в камере не опускается ниже 17 °С даже при максимальной концентрации и газотоке за счет тепла затвердевания парафина. При поддержании анестезии тепловая нагрузка, пропорциональная произведению концентрации на газоток, падает на порядок (примерно в 20 раз). При этом парафин вновь расплавляется и нагревается до комнатной температуры.

При нулевой концентрации закрываются вход и выход камеры и весь поток газа проходит через байпас.

Технические характеристики испарителей «МИНИВАП» представлены в таблице 20. Из таблиц 18 и 20 видно, что испарители «МИНИВАП» сопоставимы по стабильности дозирования с лучшими *plenum!* аналогами, а по портативности и экономичности в разы их превосходят.

Таблица 20

Технические характеристики испарителей «МИНИВАП»

Параметры	«МВ-20/Л»	«МВ-20/S»
Диапазон концентраций, об. %	0 - 6	0 - 10
Окружающая температура, °С	от 5 до 35	от 15 до 30
Атмосферное давление, кПа	70 – 110 ¹⁾	70 - 110
Расход газа, л/мин	0.2 - 6	0.2 - 15
Сопротивление, мм Н ₂ О при 10 л/мин	≈20	≈10
Объем для анестетика, мл	40	100
Остаток анестетика после слива, мл	3	5
Допустимый угол наклона	180°	90°
Масса, кг не более	0.4	1.5
Вход/выход	15F/15M	22F/22M

¹⁾3 км над уровнем моря

По сравнению с лучшими *draw-over* испарителями OMV, Diamedica, Ohmeda, PAC, испарители «МИНИВАП» миниатюрней, стабильнее по концентрации и экономичнее по анестетикам. Эти преимущества проявляются не только в неотложных ситуациях и некомфортных условиях, но и в современной низкопоточной (*mini & low flow*) анестезии, а также при использовании испарителей ВНУТРИ дыхательного контура (VIC). Так, диапазон рабочих расходов у «МИНИВАП» начинается с **0,2 л/мин**, у лучших *draw-over* аналогов – с **3 л/мин**, что исключает использование последних при меньшем постоянном или пульсирующем потоке газа (выходная концентрация падает до **нуля!**). При этом максимальная концентрация севофлурана у «МИНИВАП/S» составляет 10 об.%, у лучшего аналога Diamedica – не больше 5 об.

4.2. Портативные аппараты ИН «Колибри»

Стандартные схемы и методики

4.2.1 ОТКРЫТЫЙ контур – неотложная анестезия (*draw-over anesthesia*)

При **спонтанном** дыхании вход испарителя открыт, а выход подключен через нереверсивный клапан и рото-носовую маску к пациенту (**Рис. 20а**).

Воздух, вдыхаемый пациентом, насыщается парами анестетика до установленной на шкале испарителя концентрации, а выдыхаемый газ через патрубков нереверсивного клапана отводится из операционного поля в атмосферу.

При **ИВЛ** **вручную** мешок Амбу подключен к входу испарителя (**Рис. 20б**).

4.2.2 ПОЛУОТКРЫТЫЙ дыхательный контур

Полуоткрытый дыхательный контур Маплесона А (**Рис. 21**, наиболее эффективен при **спонтанном** дыхании): тройник с мешком и гофрированной трубкой присоединяют к выходу испарителя, а к его входу подключают ротаметр кислорода. Во время выдоха газ «мертвого пространства» проходит вместе с кислородом в дыхательный мешок, а альвеолярный газ с высоким содержанием CO₂ стравливается через предохранительный клапан

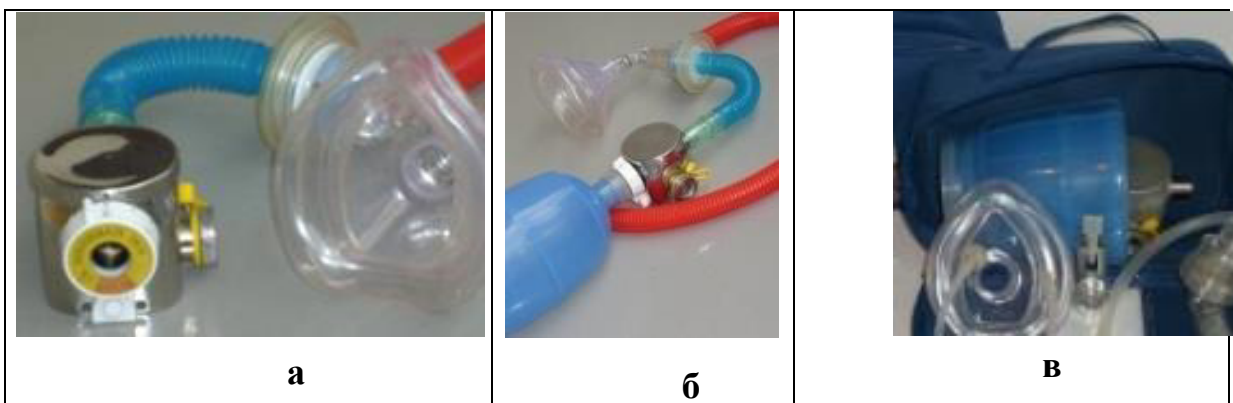


Рис. 20. Аппарат ИИ «Кolibри» для неотложной анестезии
а - испаритель МВ/І или МВ/S с нереверсивным клапаном и маской;
б – плюс мешок Амбу; в – комплект в сумке 250х150х100 мм
Масса: 1 кг с испарителем МВ/І; 2 кг с испарителем МВ/S

(расположен у маски) в атмосферу. Если установить расход кислорода по ротаметру на треть меньше минутной вентиляции пациента и отрегулировать предохранительным клапаном периодическое наполнение и опорожнение дыхательного мешка без раздувания и слипания, тогда экономится до трети расхода анестетиков и кислорода.

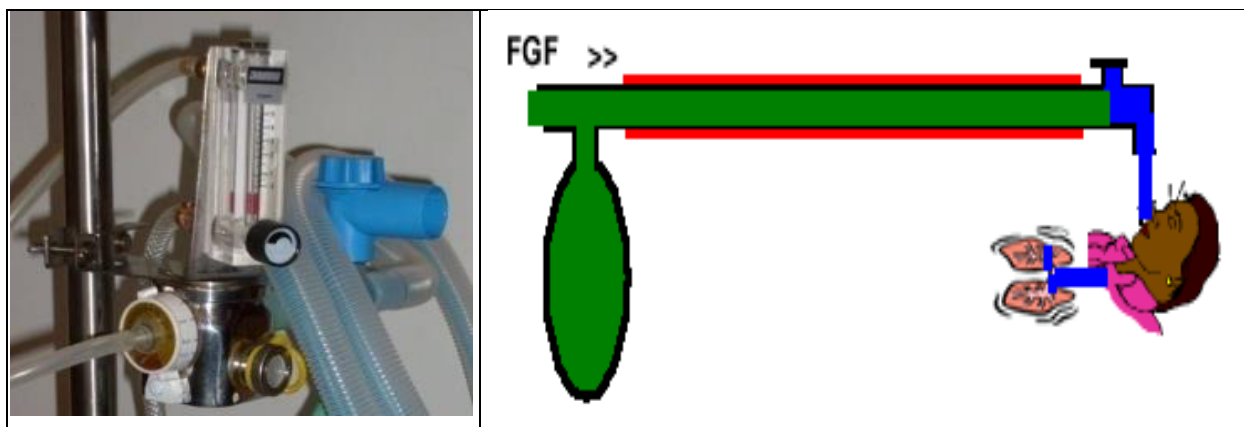


Рис. 21. Аппарат ИИ «Кolibри» с контуром Mapleson:
 испаритель МВ/І или МВ/S, ротаметр кислорода, кронштейн (1,5 – 2,5 кг)

4.2.3 ПОЛУЗАКРЫТЫЙ контур VOC (испаритель **ВНЕ** дыхательного контура): часть выдыхаемого газа возвращается в аппарат и очищается в стерилизуемом абсорбере (**Рис. 22а**) или в абсорбере Clear-Flo «Intersurgical» (**Рис. 22б**) аппарата «Кolibри», после чего вдыхается пациентом вместе с новой газовой смесью.

Вдыхаемая концентрация со временем приближается к концентрации по шкале VOC испарителя $C_I \rightarrow C_V$.

Аналогичным образом для комбинированной анестезии могут быть использованы серийные дозаторы кислородно-закисной смеси. Для этого между выходом дозатора и дыхательным контуром пациента устанавливают испаритель «МИНИВАП», практически не влияющий, благодаря низкому сопротивлению, на функциональные параметры дозатора.



Еще один дешевый способ газопитания – воздушный компрессор от детского ингалятора Vega «Китенок Samy» (рис. 23в, синий «китенок» под зеленым резервным мешком). В этом случае расход кислорода по его ротаметру поддерживают на уровне 2 л/мин в первые 15 мин (для пациента 60 кг), концентрацию кислорода C_{O_2} доводят до 30 об.%, после чего открывают ротаметр для воздуха, включают компрессор ингалятора, устанавливая расход воздуха на уровне 2-2,5 л/мин. При этом количество стравливаемого газа через предохранительный клапан регулируют так, чтобы в конце вдоха мешок не «слипался», а в конце выдоха – не переполнялся.

Концентрация кислорода не должна опускаться ниже 21 об.% [10].

На рис. 24 показан вариант комплекса, состоящий из дозатора МЕДПРОМ-а и испарителя «МИНИВАП/И», подключенного к полузакрытому



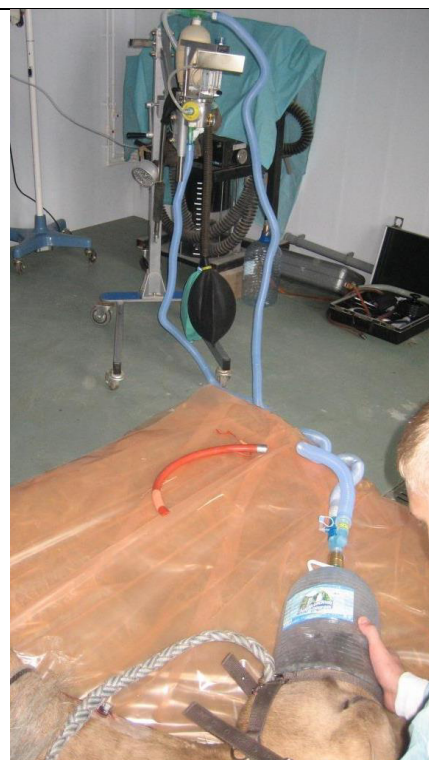
а



б



в



г

Рис.23. Анестезии д.в.н. Нечаева А.Ю. аппаратом «Колибри» ВОС

(С. - Петербургская Академия Ветеринарной Медицины):

а, б, в – испаритель «МИНИВАП/Г», г - «МИНИВАП/С» (лошадь)

дыхательному контуру Ø15 мм со стерилизуемым абсорбером 300/600 мл (смонтирован по просьбе директора ООО «АнестХелп» анестезиолога-реаниматолога Логунова А.В.).

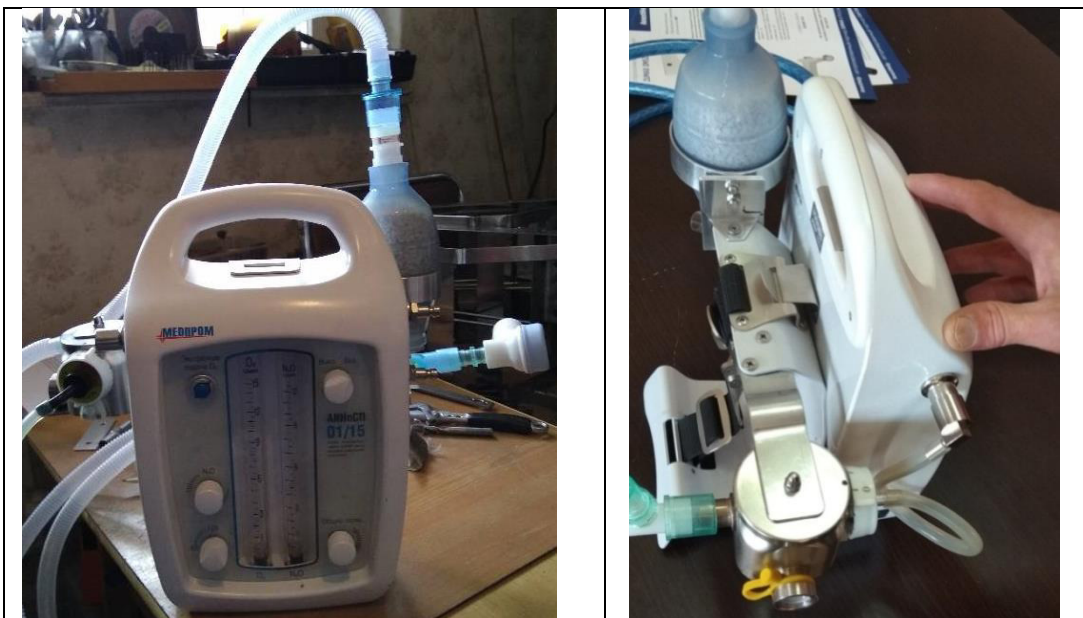


Рис. 24. Дозатор кислородно-закисной смеси МЕДПРОМ с испарителем «МИНИВАП/І» (полузакрытый дыхательный контур)

4.3. Портативный комплекс ИН/ИВЛ «Колибри» & SAVe

«Общая анестезия с сохранением спонтанного дыхания в настоящее время проводится все реже и реже» [10, с. 80].

Как правило, для проведения автоматической искусственной вентиляции легких (ИВЛ) необходимо использовать достаточно сложные аппараты ИВЛ с реверсивным дыхательным контуром, стоимость которых в 5-10 раз превышает стоимость портативных аппаратов ИН.

В то же время широкое распространение получили более простые аппараты ИВЛ для реанимации и интенсивной терапии, которые не позволяют проводить низкопоточную ингаляционную анестезию из-за отсутствия реверсивного дыхательного контура (в этих аппаратах выдыхаемый пациентом газ выбрасывается в атмосферу).

Примеры ниже показывают, как с помощью простых приспособлений из стандартных элементов расширить область применения таких аппаратов ИВЛ. Рассмотрим варианты построения портативных комплексов ИН/ИВЛ на основе двух главных составляющих: **испарителей «МИНИВАП»** и вентилятора **SAVe** (аппарат ИВЛ Simplified Automated Ventilator).

Вентилятор SAVe - наверное, наиболее подходящий аппарат для такого портативного комплекса, однако на практике может быть использован **любой** другой аппарат ИВЛ.

SAVe вентилятор спроектирован для военно-полевой медицины и экстренных ситуаций:

Минутная вентиляция $0,6 \text{ л} \times 10 \text{ мин}^{-1} = 6 \text{ л/мин}$

Максимальное давление на вдохе – 38 см H₂O

Электропривод 100/240 VAC + Аккумулятор на 5.5 час

Масса 1,4 кг / Габариты 63x159x165 мм (помещается на ладони!).

Дополнительная информация о вентиляторе SAVe – на сайте

www.automedx.biz

4.3.1. Открытый и полуоткрытый контур

Открытый контур – самый простой вариант. Выходной штуцер Ø22 мм аппарата SAVe напрямую подключен к входу испарителя «МИНИВАП» через стандартный угловой переходник 22F-15M или 22F-22M, а вход гофрированного шланга аппарата SAVe с нереверсивным клапаном присоединен к выходу испарителя (**Рис. 25**).

Концентрация анестетика на выходе испарителя «МИНИВАП» измерялась газоанализатором FI-21 фирмы RIKEN с погрешностью $\pm 3\%$ (или 0.15 об.% на концентрации 5 об.%).

Минутная вентиляция SAVe составила $MV = 4,6-4,7 \text{ л/мин}$ и практически не зависела от эластичности резервного мешка – «пациента»: сравнивались показания для свободного и нагруженного мешков (нагрузка с помощью эспандера – от 0.8 до 2.3 кг по касательной к стенкам мешка). При этом максимальное давление на вдохе поднималось до 250 и 300 мм H₂O для максимально нагруженного и свободного мешка соответственно.

Минутная вентиляция MV аппарата SAVe оценивалась, с учетом частоты дыхания, по ламинарному датчику расхода газа F_{MV} (пакет поперечных дисков Ø15 мм из нержавеющей сетки с ячейкой 30x30мкм),

Таблица 21

Выходная концентрация «С» испарителя «МИНИВАП-20/S»

В качестве пациента использован резервный мешок 1 л; температура окружающей среды 18,5 °С, влажность воздуха 69%, в испаритель залито 50 мл Севофлюрана, после работы слито 35 мл, вентилятор SAVe работал в стандартном режиме «6 л/мин» (тревожная сигнализация не срабатывала). Перед началом работы испаритель был помещен на 15 мин в водяную баню с температурой воды 36 °С.

Время, мин	0	1 3	4 6	7 8	9 10	11 12	12 13
$C_{\text{шкала}}$	0	10	8	6	3	1	0
$C_{\text{ГА}}$, об. %	0.01	10.5 8.94	7.92 7.41	5.87 5.54	4.02 3.96	1.89 1.9	0.07 0.06

градуированному по ротаметру Dwyer ($\pm 3\%$) и дифманометру Minihelic Dwyer.

При сбросе воздуха W_i из вентилятора SAVe минимальная вентиляция составила $MV = 1.35$ л/мин (29% от максимальной, $P_{\text{max}}=40-50$ мм H_2O), при этом $W_i = 2.7$ л/мин ($MV + W_i = 1.35+2.7=4.05$). Сброс воздуха W_i также оценивался по 2-му ламинарному датчику расхода газа F_{W_i} (пакет поперечных дисков $\varnothing 20$ мм из нержавеющей сетки с ячейкой 30x30мкм).

Таблица 22

Расходные характеристики датчиков минутной вентиляции MV и сброса воздуха W_i

ΔP , мм H_2O	2	4	6	8	10	15	20	25
F_{MV} , л/мин	1.3	2.6	3.8	5	6.2	9	11.9	14.4
F_{W_i} , л/мин	2	4	5.9	7.9	9.9	14.4	18.2	21.9

Полуоткрытый контур. При необходимости, до 6 л/мин дополнительного кислорода можно подать на вход вентилятора SAVe (тогда концентрация O_2 достигнет 62%). Для этого кислородную трубку нужно соединить со штуцером на верхней панели вентилятора, под шляпкой « O_2 » (в правом верхнем углу **рис. 25а**).

4.3.2. Полузакрытый контур

Разделительная камера («Bag in Vessel») [7] соединяет два простых аппарата (вентилятор SAVe и испаритель «МИНИВАП») в эффективный



а - «карманный» испаритель для Изофлюрана



б - универсальный испаритель для Севофлюрана, слева
газоанализатор FI-21 фирмы RIKEN

Рис. 25. SAVe + испаритель «МИНИВАП» (открытый контур)

мини-комплекс для проведения современной анестезии (включая низкопоточную) и ИВЛ в районных больницах и удаленных регионах, а также в экстренных ситуациях (военно-полевые условия, природные и техногенные катастрофы).

Разделительная камера выполнена в виде мешка Амбу из полупрозрачного

силикона объемом 0.6 л, внутрь вставлен стандартный дыхательный мешок объемом 0.5 л, полость между ними сообщена с выходом аппарата ИВЛ через отверстие 22 мм (рис. 26).

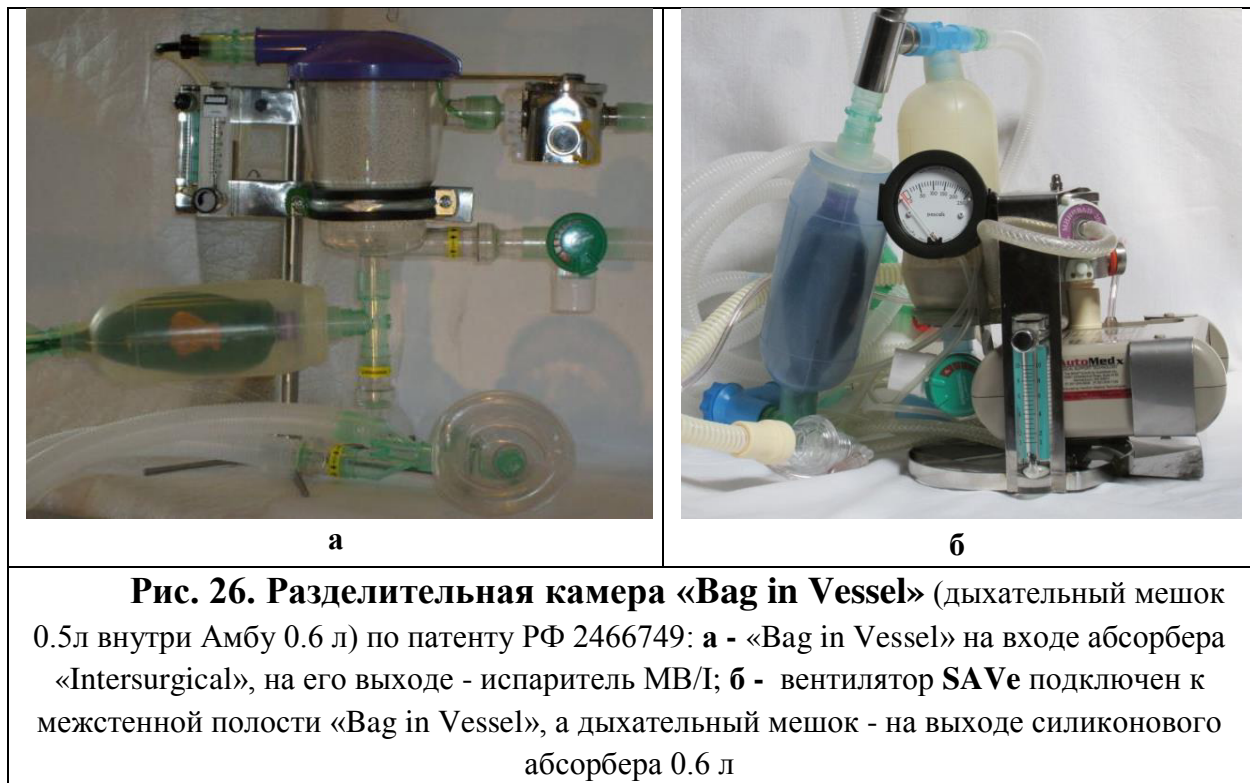


Рис. 26. Разделительная камера «Bag in Vessel» (дыхательный мешок 0.5л внутри Амбу 0.6 л) по патенту РФ 2466749: **а** - «Bag in Vessel» на входе абсорбера «Intersurgical», на его выходе - испаритель МВ/І; **б** - вентилятор SAvе подключен к межстенной полости «Bag in Vessel», а дыхательный мешок - на выходе силиконового абсорбера 0.6 л

Во время фазы вдоха газ (атмосферный воздух) от аппарата ИВЛ поступает в межстенную полость и вытесняет дыхательную смесь из мешка пациенту. В фазе выдоха дыхательная смесь возвращается в дыхательный мешок, а газ из полости выходит в атмосферу. Вентилятор SAvе выполняет здесь роль «пневматических рук» относительно дыхательного мешка. При этом исключается инфицирование дыхательного контура аппарата ИВЛ и соответственно необходимость его обеззараживания.

С учетом патента РФ №2466749, рассмотрим диапазон регулирования минутной вентиляции аппарата SAvе в полузакрытом контуре.

(1) Полузакрытый контур Ø 22 мм с абсорбером Intersurgical (рис. 27).

Разделительная камера (мешок Амбу) объемом 0,6 л с дыхательным мешком 0.5 л, «пациент» - резервный мешок 1 л, объем дыхательного контура аппарата около 3 л. Частота вентиляции составляла, как правило, 10-11 мин⁻¹ во всех режимах. При необходимости, дополнительную подачу газа пациенту

можно осуществить вручную, если в фазе «выдоха» SAVe вентилятора сжимать резервный мешок через эластичные стенки Амбу, тем самым повышая частоту вентиляции пациента.



Рис. 27. SAVe + «Колибри»
п/з контур 22 мм (испаритель МИНИВАП/S и абсорбер «Intersurgical»)



Рис. 28. SAVe + «Колибри»
п/з контур 15 мм (МИНИВАП/I и силиконовый абсорбер 0.6 л)

Во всех режимах тревожная сигнализация вентилятора SAVe не срабатывала. При этом сброс воздуха W_i также оценивался по 2-му ламинарному датчику расхода воздуха F_{W_i} (табл. 21).

Максимальная минутная вентиляция составила $MV = 3.7$ л/мин ($P_{\max} = 260-270$ мм H_2O).

Минимальная вентиляция составила $MV = 0.9$ л/мин (24% от максимальной, $P_{\max} = 40-50$ мм H_2O), при этом $W_i = 3.1$ л/мин ($MV + W_i = 0.9 + 3.1 = 4$).

При средней установке $MV = 1.9$ л/мин ($P_{\max} = 230$ мм H_2O), при этом $W_i = 2$ л/мин.

(2) Уменьшение объема дыхательного мешка в разделительной камере дополнительно снижает минутную вентиляцию. Например, при минимальном объеме дыхательного мешка **0.1** л минимальная вентиляция составила в среднем $MV \approx 0.4$ л/мин ($P_{\max} \approx 1$ мм H_2O), при этом $W_i \approx 3.6$ л/мин.

ВЫВОДЫ:

1) Вентилятор (аппарат ИВЛ) SAVe может быть эффективно применен при

проведении **ингаляционной анестезии по открытому и полузакрытому** дыхательным контурам, включая низкопоточную анестезию:

- по **открытому** контуру выходной штуцер Ø22 мм аппарата SAVe прямо подключают ко входу испарителя МИНИВАП через стандартный угловой переходник 22F-15M или 22F-22M, а вход гофрированного шланга аппарата SAVe с нереверсивным клапаном присоединяют к выходу испарителя.

При этом необходимо использовать нереверсивный клапан Рубена со штуцером выдоха, чтобы отводить пары анестетика за пределы операционного поля;

- по **полузакрытому** контуру используют разделительную камеру «Bag in Vessel» (мешок Амбу объемом 0,6 л со сменными резервными мешками).

2) «Фиксированная» (по паспорту 6 л/мин) минутная вентиляция аппарата SAVe при совместной работе с аппаратами ИН «Колибри» и испарителями МИНИВАП может регулироваться (уменьшаться до 0.4 и 1.3 л/мин соответственно).

Такая регулировка расширяет область применения аппарата SAVe относительно пациентов, включая маленьких детей и животных.

3) Испарители «МИНИВАП» и разделительная камера «Bag in Vessel» служат основными модулями, вместе с аппаратом ИВЛ реанимационного типа (без линии выдоха), портативных комплексов ИН/ИВЛ для любого дыхательного контура.

4) Полузакрытый дыхательный контур изолирован от вентилятора SAVe и сводится к **минимуму**. Благодаря этому:

- **исключается инфицирование** дыхательного контура вентилятора SAVe;
- снижаются риски гипоксии и гиперкапнии;
- повышается скорость управления концентрацией анестетика (сокращается время индукции и пробуждения);
- снижается расход дефицитных анестетиков (Севофлурана, Изофлурана и/или Ксенона - Хе).

5) Стоимость мини-комплексов «вентилятор SAVe + аппарат ИН «Колибри»

и «вентилятор SAVE + испаритель МИНИВАП», в зависимости от комплектации, составляет \$ 4000-5000.

В ветеринарии, при применении б/у вентиляторов SAVE (со сроком гарантии полгода), стоимость таких комплексов может снижаться до \$ 2000-3000.

б) Аппарат ИН «Колибри» (испаритель «МИНИВАП») совместим с любым аппаратом ИВЛ.

4.4. Портативные аппараты ИН «Колибри»

Новые схемы и методики

4.4.1. Полузакрытый контур VIC (испаритель «МИНИВАП» ВНУТРИ дыхательного контура) – при этом вся дыхательная смесь проходит через испаритель, обеспечивая максимальную подачу паров анестетика пациенту (рис. 29).



Вдыхаемая концентрация, в зависимости от соотношения подачи кислорода и минутной вентиляции F_{O_2}/MV , устанавливается на уровне [7]

$$C_I \approx C_V MV(1 - C_{as}) / F_{O_2} \quad (4)$$

где C_V - отметка шкалы испарителя, C_{as} - равновесная концентрация.

Это соотношение соблюдается при малых и средних концентрациях анестетика, а при больших справедлива более сложная формула (кривые на **рис. 30**), учитывающая концентрацию анестетика на входе в испаритель

$$C_I = C_V / [(C_V/C_{as}) + F_{O_2} (1 - C_V) / MV(1 - C_{as})] \quad (5)$$

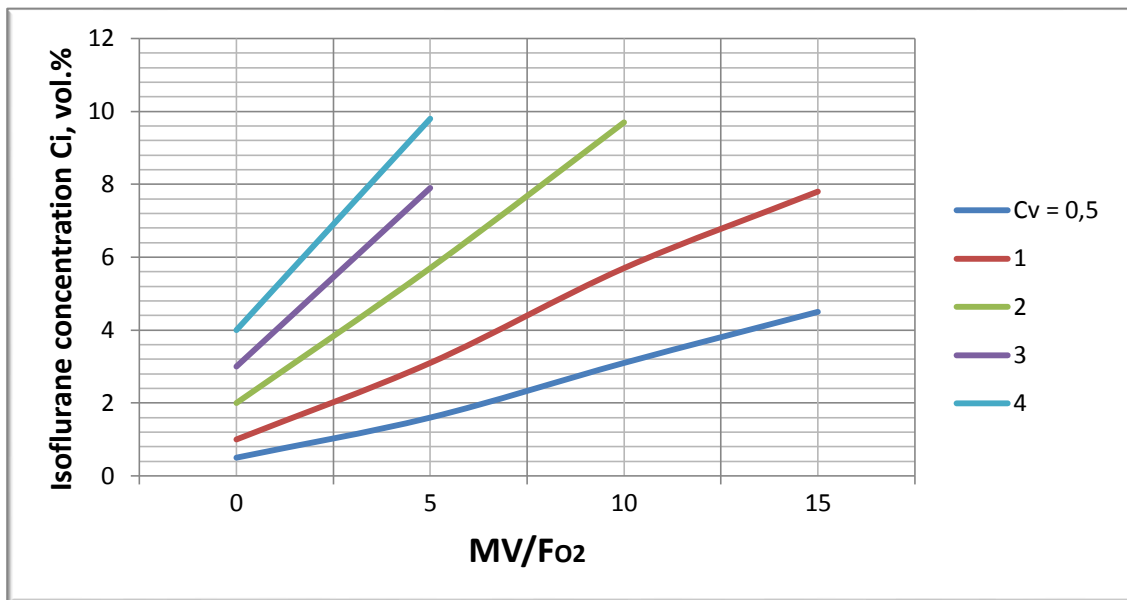


Рис. 30. Вдыхаемая концентрация Изофлюрана в аппарате «Колибри» VIC в зависимости от соотношения минутной вентиляции и подачи кислорода MV/ F_{O_2} (без учета тканевого поглощения)

Вдыхаемая концентрация может быть **значительно выше!** концентрации по шкале испарителя C_V при большой (относительно подачи кислорода F_{O_2}) минутной вентиляции MV , так как дыхательная смесь многократно проходит через испаритель.

Например, при подаче кислорода $F_{O_2} = 1.3$ л/мин и вентиляции $MV = 4$ л/мин, расчетная вдыхаемая концентрация C_I на отметке шкалы $C_V = 4$ об.% Изофлюрана может достигнуть 7.5 об.% ($MV/F_{O_2} = 3$, верхняя кривая **рис. 30**). При повышении подачи кислорода F_{O_2} до 2 л/мин вдыхаемая концентрация C_I снизится примерно до 6 об.%. Это непривычно для обычной методики с испарителем ВНЕ контура (VOC), когда вдыхаемая концентрация со временем только приближается к концентрации по шкале испарителя $C_I \rightarrow C_V$.

На практике, особенно во время индукции, реальная вдыхаемая концентрация будет меньше расчетной из-за тканевого поглощения анестетика.

При пробуждении пациента и выключении испарителя, как обычно, следует увеличить подачу кислорода.

ВНИМАНИЕ: Испаритель ВНУТРИ дыхательного контура (VIC) требует наличия газоанализатора анестетиков и высокой квалификации анестезиолога!

4.4.2 Аппараты «Колибри» VIC для мелких животных

Эта тип аппаратов важен и интересен [7]:

- из-за массовости применения и количества таких пациентов;
- особенно важно минимизировать объем дыхательного контура для эффективного воздействия ингаляционных средств;
- габариты маленьких пациентов требуют соответствующих размеров и, можно сказать, изящества внешних форм.

На **рис. 31** показаны несколько простых моделей таких аппаратов с минимальными техническими средствами: испаритель, вариативный дыхательный контур и нержавеющая подставка, одновременно служащая операционным «столом».

В учебной демонстрации на **рис. 31г** использован простой и безопасный полуоткрытый контур, который, однако, не отличается экономичностью по расходу анестетиков и кислорода.

Опытные врачи-ветеринары при массовом и регулярном применении ингаляционной анестезии могут обеспечить многократную экономию анестетиков и кислорода за счет варьирования элементов дыхательного контура, что требует, конечно, всесторонней экспериментальной и аналитической проверки.

Важная особенность таких аппаратов – быстрое повышение вдыхаемой концентрации анестетика за счет циркуляции дыхательной смеси внутри

дыхательного контура (рис. 30, уравнения (4) или (5)).



а – реверсивный контур VIC с мешком Амбу 300 мл для подачи воздуха и обратными клапанами вдоха и выдоха



б – реверсивный контур VIC с мешком Амбу в виде маски, ротаметром для O₂ и абсорбером (вертикальный Амбу)



в – реверсивный контур VIC с мешком Амбу в виде маски и 2-м Амбу для подачи воздуха



г - полуоткрытый контур VOC: Изофлюрановая анестезия крысы 02.11.2018 (Нечаев А.Ю.)

Рис. 31. Аппарат «Колибри» VIC для мелких животных (до 3 кг)

По новой методике [7, 17] дополнительная (к минутной вентиляции) циркуляция газа добавляется мешком Амбу в виде маски (рис. 31б, 31в). В этом случае, для достижения **максимальной** вдыхаемой концентрации анестетика, нужно установить шкалу испарителя на максимум, закрыть предохранительный клапан и с максимальной частотой и амплитудой сжимать мешок Амбу, присоединенный к пациенту.

Скорость изменения вдыхаемой концентрации анестетика (рис. 32) пропорциональна отметки шкалы испарителя C_v и скорости циркуляции

дыхательной смеси F_C , но обратно пропорциональна объему дыхательного контура V_C и подачи кислорода F_{O_2} (газа F_G).

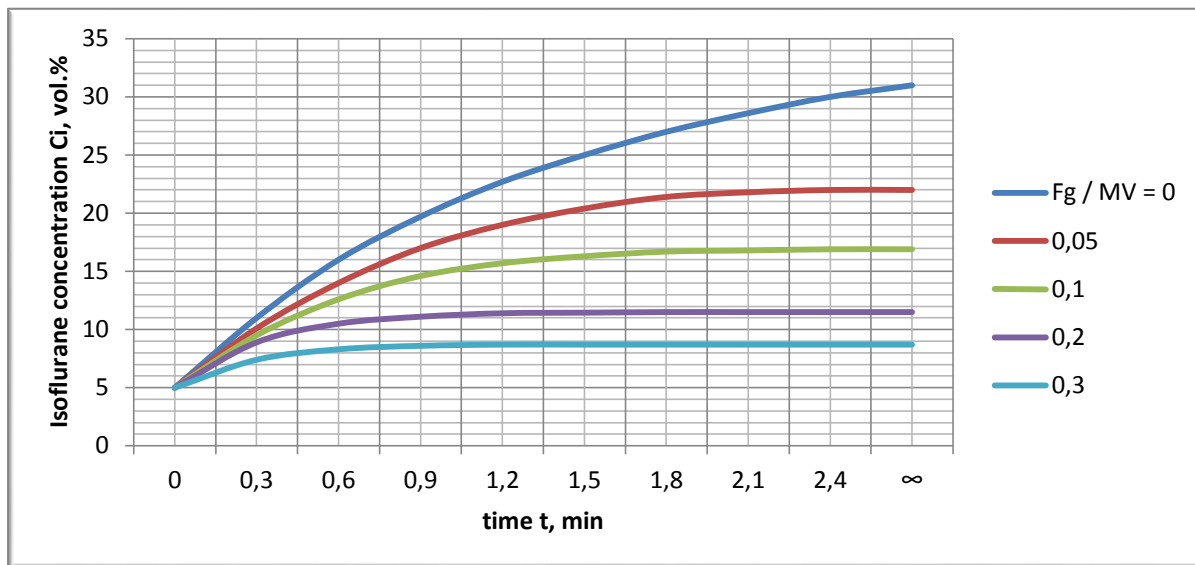


Рис. 32. Динамика изменения вдыхаемой концентрации Исофлюрана в аппарате «Колибри» VIC (без учета тканевого поглощения) в зависимости от отношения подачи O_2 к минутной вентиляции (или циркуляции F_C) F_{O_2}/MV ($C_V = 5$; $MV = F_C = \Delta V \times f = 6$ л/мин, где ΔV - изменение объема мешка Амбу, л; f - частота, мин^{-1} ; объем контура аппарата около 1 л)

Пример 4. Если сжимать мешок Амбу объемом 300 мл с частотой 6 циклов/мин, то циркуляция газа через испаритель составит около 1,5 л/мин, тогда вдыхаемая концентрация Исофлюрана C_I в контуре объемом около 1 л достигнет через 1 мин 8 об.% на отметке шкалы $C_V = 5$ при подаче 0,5 л/мин кислорода через ротаметр (рис. 32, $F_{O_2}/MV \approx 0.3$ - нижняя кривая).

Обычно приходится дополнительно подавать кислород или воздух в дыхательный контур аппарата из-за негерметичного соединения маски с пациентом - животным даже при закрытом предохранительном клапане.

При кратковременных операциях с животными до 3 кг в реверсивный дыхательный контур аппарата «Колибри» без абсорбера (рис. 31а, 31в) необходимо подавать не менее 200 мл/мин воздуха (сжать мешок Амбу 300 мл 1 раз/мин) для предотвращения гиперкапнии ($P_a CO_2 = 50$ мм рт.ст. или 7 об.%, ср. табл. 15 с. 85) и гипоксии («потребность животного в кислороде составляет от 3 до 10 мл/(кг мин)») [10].

Для **уменьшения** вдыхаемой концентрации нужно уменьшить концентрацию по шкале испарителя и циркуляцию газа в контуре.

Пример 5. На отметке шкалы $C_V = 1$ вдыхаемая концентрация в предыдущем примере составит $C_I = 2$ об.%. Если уменьшить частоту циркуляции до 1 л/мин, то вдыхаемая концентрация дополнительно снизится до 1,3 об.% (уравнение 4).

Для **прекращения** подачи анестетика пациенту шкалу испарителя нужно установить на нуль, открыть полностью предохранительный клапан и продуть дыхательный контур аппарата.

Нужно сказать, что рассмотренные выше аппараты для мелких животных появились после варианта доктора Элины Берчанской (ее э-письмо 26.01.2017 с рис. 33 [7 – Приложение 10.5]).



Рис. 33. Модель Элины Берчанской
Ветеринарная Клиника «Бетховен» г. Нагария, Израиль

Позднее (28.04.2017) на сайте www.minivap.net опубликована совместная «рукописная» заявка на изобретение.

4.4.3 Аутоанальгезия при спонтанном дыхании

Поддержание **адекватной глубины анестезии**, с учетом **травматического воздействия**, во время хирургических манипуляций требует оперативного регулирования вдыхаемой концентрации анестетика. Сложнейший аппарат - анестезиологическая станция PhysioFlex™ идеально по времени и

концентрации решает эту задачу [47], но его использование в массовой практике нереально (цена 1 аппарата более \$100.000).

В то же время большинство хирургических вмешательств в ветеринарии, стоматологии, гинекологии и при амбулаторных процедурах осуществляют при спонтанном дыхании, когда **минутная вентиляция пациента зависит от глубины анестезии и травматического воздействия.**

Минутная вентиляция (частота и глубина дыхания) рефлекторно возрастает при увеличении травматического воздействия и снижении глубины анестезии [8, 48].

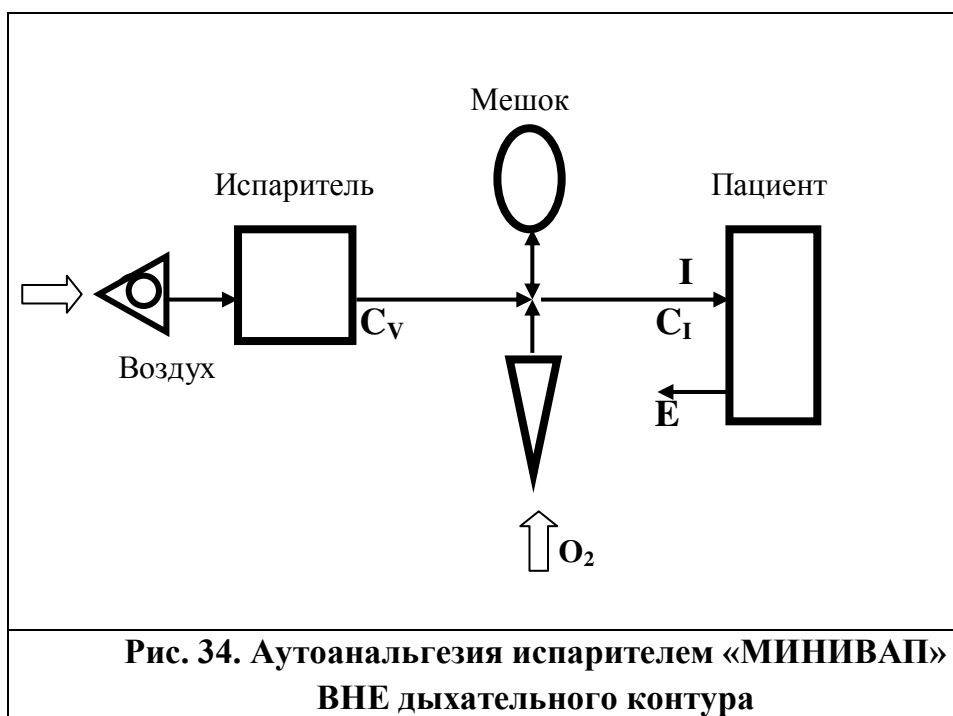
Севофлюран и Изофлюран угнетают дыхание животных еще сильнее, чем Галотан (Фторотан) [10]. Эта взаимосвязь используется для простого и оперативного регулирования вдыхаемой концентрации C_I анестетика, когда стабилизированный (по потоку газа) draw-over испаритель находится **ВНЕ** или **ВНУТРИ** дыхательного контура [7].

Когда испаритель **ВНЕ** дыхательного контура (**рис. 34**), поток кислорода F_{O_2} устанавливают на уровне, например, 60% (3.6 л/мин) от начальной минутной вентиляции пациента $MV_0=6$ л/мин, а шкалу испарителя – вблизи максимума ($C_v=5$ об. %).

После индукции и достижения адекватной глубины анестезии минутная вентиляция пациента снижается, например, до 80% от начального уровня (4.8 л/мин). Во время вдоха пациент сначала вдыхает чистый кислород из резервного мешка, а когда мешок слипается, одновременно подсасывает через обратный клапан на входе испарителя атмосферный воздух. При этом вдыхаемая концентрация [7, 8]

$$C_I \approx C_v [1 - (F_{O_2}/MV)] = 0.05 (1 - 3.6/4.8) = 0.0125, \text{ или } 1.25 \text{ об. \%} \quad (6)$$

При недостаточной глубине анестезии (при хирургических манипуляциях) минутная вентиляция пациента рефлекторно увеличивается, соответственно повышая вдыхаемую концентрацию анестетика. И, наоборот, при чрезмерной глубине анестезии минутная вентиляция пациента и вдыхаемая концентрация анестетика снижаются.

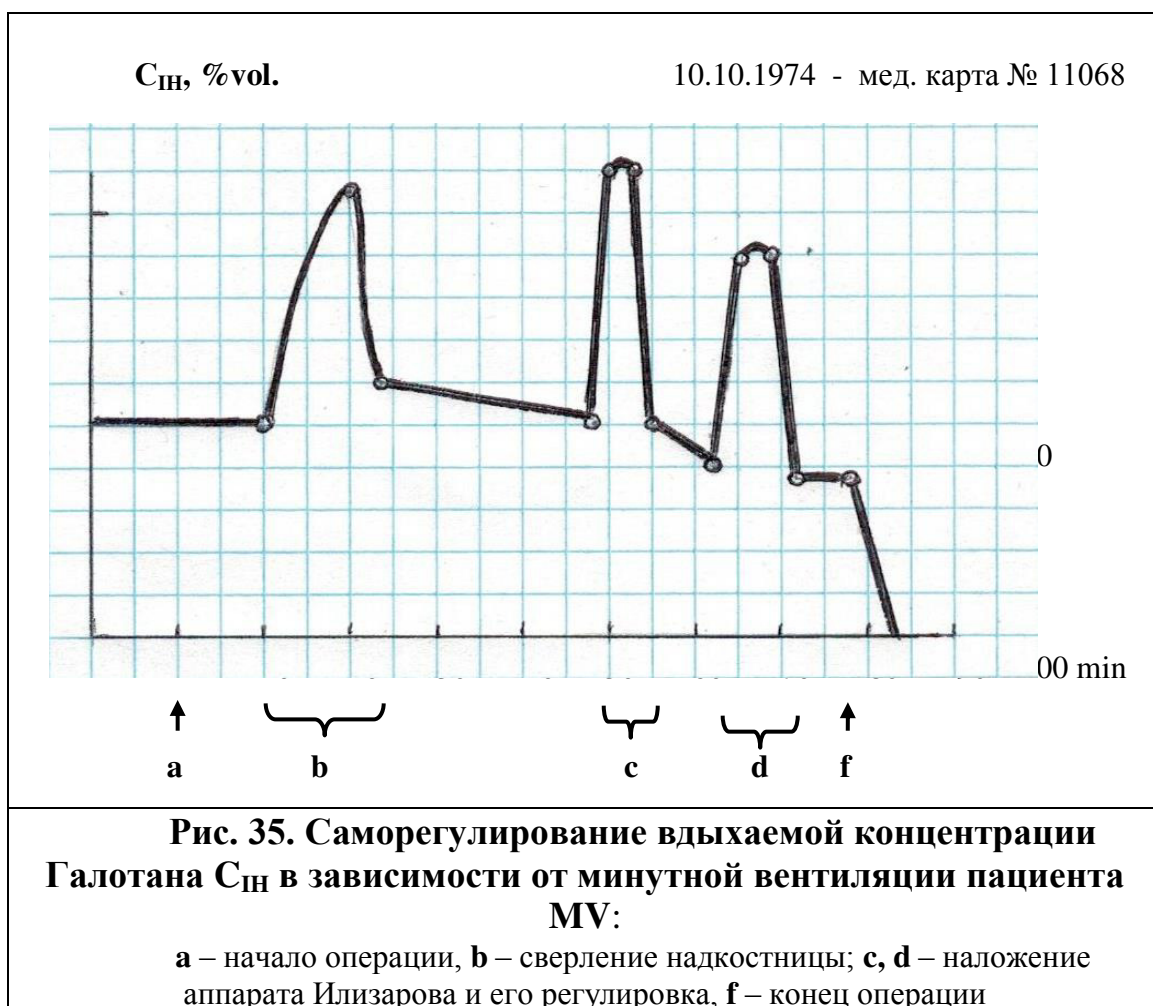


В конце операции увеличивают поток кислорода до первоначального значения минутной вентиляции, автоматически отключая испаритель от пациента.

В такой схеме регулирования (рис. 34), когда минутная вентиляция MV становится ниже критического (безопасного) уровня, пациент вдыхает только чистый кислород.

Пример 6. В начале анестезии подача кислорода больше или равна начальной минутной вентиляции пациента $MV_0 = 6$ л/мин. После индукции Галотаном подачу кислорода уменьшают до 4 л/мин (60-70% от MV_0), шкалу испарителя устанавливают на отметку «4», при этом минутная вентиляция снижается до 5-5.5 л/мин, так что пациент подсасывает через испаритель ≈ 1.3 л/мин атмосферного воздуха с концентрацией $C_v = 4$ об.%, которая разбавляется 4 л/мин кислорода до вдыхаемой $C_I \approx 1$ об.% (рис. 35). В процессе хирургического вмешательства (сверление надкостницы), минутная вентиляция пациента рефлекторно увеличивается почти до 9 л/мин, так что вдыхаемая концентрация Галотана возрастает до 2.2 об.%. Примерно через 1.5 мин. происходит депрессия дыхания (до 5.5-6 л/мин), а

вдыхаемая концентрация снижается до 1-1.2 об. %. В процессе наложения аппарата Илизарова и его регулирования минутная вентиляция и вдыхаемая концентрация аналогично возрастают. В конце операции увеличивают подачу кислорода до 6 л/мин и испаритель отключается от пациента. Операция продолжалась 68 мин., анестезия - 88 мин. В течение всей операции расход кислорода был не ниже 4 л/мин, что исключает возможность передозировки (испаритель отключается при $MV \leq 4$ л/мин).



Таким образом, аппарат дублирует действия анестезиолога в процессе поддержания анестезии при спонтанном дыхании пациента. В любой момент времени анестезиолог может вручную скорректировать концентрацию по шкале испарителя.

Исследование саморегулирования вдыхаемой концентрации анестетика при

спонтанном дыхании также выполнено в Northwick Park Hospital (UK), однако был использован менее эффективный и нестабильный (по потоку газа) Komesaroff испаритель [49].

Эффективное саморегулирование вдыхаемой концентрации получается, когда испаритель «МИНИВАП» **ВНУТРИ** дыхательного контура (VIC, раздел 4.4.1). При этом вдыхаемая концентрация анестетика пропорциональна минутной вентиляции **MV**, согласно уравнению (4), $C_I \approx C_V MV(1 - C_{as}) / F_{O_2}$.

Пример 7. Магнитно-резонансная томография (МРТ) пациента (собака 10 кг, 8 лет) при поверхностной анестезии Изофлюраном. Задаем вдыхаемую концентрацию анестетика $C_I = 1.7$ об.% (1.5 МАС изофлюрана), исходя из подачи кислорода $F_{O_2} = 0.2$ л/мин и спонтанной минутной вентиляции в состоянии покоя $MV = 1$ л/мин, устанавливая шкалу испарителя, согласно соотношению (4), на отметку $C_V = 1.7 \times 0.2 / 1 \times (1 - 0.31) \approx 0.5$.

На 15 мин МРТ минутная вентиляция увеличилась до $MV = 1.6$ л/мин и вдыхаемая концентрация возросла до $C_I \approx 2.8$ об.%. На 18 мин увеличились альвеолярная концентрация и глубина анестезии с одновременным снижением спонтанной минутной вентиляции до исходного уровня $MV = 1$ л/мин, так что вдыхаемая концентрация автоматически снизилась до заданной величины $C_I \approx 1.7$ об.%.

В этом случае обратная связь « $C_I / C_V \leftrightarrow MV$ » в VIC контуре по уравнению (4) существенно выше, чем в VOC контуре по уравнению (6), а именно $MV(1 - C_{as}) / F_{O_2} > 1 - (F_{O_2} / MV)$.

Так, при численных значениях Примера 7 левая сторона данного неравенства $1(1 - 0.31) / 0.2 = 3.4$ в 4 раза больше правой $(1 - 0.2) = 0.8$.

Однако такой VOC контур много-много безопасней, чем VIC контур, с точки зрения передозировки анестетика!

Рассмотренные схемы регулирования вдыхаемой концентрации анестетика с «активной» обратной связью «Пациент – Аппарат» практически могут быть

использованы только со стабильными испарителями низкого сопротивления «МИНИВАП».

При использовании старых draw-over испарителей Галотана с большой (≥ 1 л) испарительной камерой ВНУТРИ контура, очень опасна передозировка при резком углублении дыхания, когда относительно большой объем паров (соразмерный дыхательному объему) с очень высокой концентрацией анестетика поступает пациенту [48].

Высокая вдыхаемая концентрация и последующая передозировка возможна и при бесконтрольном (без газоанализатора) применении даже низкоэффективных draw-over испарителей ВНУТРИ полузакрытого дыхательного контура при многократной циркуляции выдыхаемого газа с парами анестетика. С другой стороны, такие популярные draw-over испарители, как Goldman, PAC, Ohmeda и Diamedica Vaporizer будут неработоспособны (непредсказуемы!) для маленьких и средних по массе пациентов с минутной вентиляцией **меньше 3 л/мин** из-за своей нестабильности.

4.5 Требования безопасности и подготовка к работе аппаратов «Колибри»

Подробная информация о работе аппаратов дана в предыдущих разделах книги (4.2 – 4.4) и в инструкции по эксплуатации аппаратов «Колибри». Здесь приведем только главные рекомендации, которые необходимо выполнять перед каждой анестезией.

Следует подчеркнуть, что дыхательные контуры аппаратов «Колибри» составлены из стандартных **разъемных** элементов (мешки, шланги, клапаны, переходники и т.п.). Это, с одной стороны, повышает мобильность и эффективность аппаратов (минимальная масса и объем), но, с другой стороны, не исключает **риск неправильного соединения** элементов дыхательного контура.

(1) Проверьте правильность **сборки** аппарата (перед началом работы или, например, после обеззараживания элементов дыхательного контура).

Установите аппарат на стойку для переливания или на стол на оптимальном расстоянии от пациента и источника кислорода.

(2) Проверьте плотность соединения элементов и **герметичность** дыхательного контура. Закройте предохранительный клапан. Надуйте дыхательный мешок (кислородом через ротаметр или воздухом через тройник пациента). Если аппарат герметичен, мешок не должен быстро спадать (не более 1/3 объема мешка за 1 минуту) при закрытом тройнике и ротаметре.

(3) Проверьте **движение газа при вдохе и выдохе пациента**.

Сделайте пару выдохов и вдохов через тройник пациента: при выдохе мешок, присоединенный к абсорберу, наполняется, при вдохе – опорожняется; соответственно открываются однонаправленные клапаны (по указательной стрелке) на линиях выдоха и вдоха.

(4) **Заливку анестетика** производите с помощью шприца (например, 20 мл, в комплект не входит) и гибкой трубки. Наберите в шприц из флакона через трубку необходимое количество анестетика, затем присоедините свободный конец трубки к патрубку заливки-слива испарителя и опорожните шприц (**рис. 36а**). При заливке следите за уровнем анестетика по смотровому стеклу – **не превышайте максимальную отметку в горизонтальном** положении испарителя. Отсоедините трубку от шприца в вертикальном положении и дайте стечь анестетику из трубки в испаритель. Отсоедините трубку от патрубка испарителя и закройте его пробкой.

Для Севофлурана предварительно наверните на горловину флакона фирмы Abbot адаптер анестетика (**рис. 36 б**), затем наберите в шприц из флакона через трубку необходимое количество анестетика и залейте его в испаритель как в предыдущем случае.

При необходимости повторите заливку анестетика (обычно емкость шприца меньше емкости испарителя) и **закройте** патрубков заливки-слива.

Использование шприца привычно для медперсонала и позволяет заправлять испаритель, **не вдыхая паров анестетика**.



«Карманный» испаритель «МИНИВАП/Л» (рис. 36 в, справа) во время **транспортирования** пациента (носилки, автомашина, вертолет) может работать кратковременное время при любом наклоне (даже **вверх дном** – табл. 20), но при этом необходимо заливать **не более 20 мл** анестетика.

В случае перелива анестетика и его попадания в выходное отверстие испарителя, необходимо продуть испаритель вместе с дыхательным контуром аппарата потоком газа ≥ 10 л/мин в течение 3 -5 мин (при открытом

патрубке заливки и слива анестетика, шкала испарителя на максимальной отметке) до полного исчезновения запаха.

ВНИМАНИЕ: Не забудьте закрыть патрубок заливки и слива анестетика пробкой.

(5) **Слив анестетика** из испарителя производят аналогично заливке с помощью шприца. При этом можно наклонить испаритель в сторону уровнемерного стекла. Отсасывайте анестетик пока его уровень не опустится до дна. Не более 3 мл анестетика остается в камере испарителя после слива. Слейте использованный анестетик в соответствующий флакон. Закройте обратно патрубок заливки и слива пробкой.

(6) **Концентрация анестетика.** Требуемое значение шкалы концентраций устанавливают напротив отметки на крышке испарителя. Чтобы **повернуть** шкалу против часовой стрелки от «0», необходимо **нажать кнопку фиксатора** под шкалой (рис. 36 в).

В особых случаях, при использовании одного испарителя «МИНИВАП» для разных анестетиков необходимо делать поправку шкалы концентраций с помощью пересчетного коэффициента (помните, что при этом вносится дополнительная погрешность).

Пример 8. Испаритель «МИНИВАП/І» со шкалой для Изофлюрана используют для Севофлюрана S. Тогда все отметки шкалы **делят** на коэффициент 1,5.

Так, на отметке «1» концентрация Севофлюрана составит 0,7 об.%, на отметке «6» - соответственно 4 об.%

Испаритель «МИНИВАП/S» с шкалой для Севофлюрана S используют для Изофлюрана І. Тогда все отметки шкалы **умножают** на коэффициент 1,5.

Так, на отметке «1» концентрация Изофлюрана составит 1,5 об.%, на отметке «4» - соответственно 6 об.%

Соблюдайте особую осторожность при использовании очень мощного испарителя «МИНИВАП/S» для Изофлюрана во избежание передозировки.

Не превышайте отметку «5» шкалы Севофлюрана (концентрация Изофлюрана может тогда превысить 8 об.%).

4.5.1 Эксплуатация «карманного» испарителя «МИНИВАП/Г» в нестандартных условиях

(1) высокий расход газа и низкая температура

Как было сказано в разделе 4.1.1, при средних и больших расходах газа (3 л/мин и более) и отметках шкалы (2 об.% и более) температура и выходная концентрация «карманного» испарителя «МИНИВАП/Г» уменьшаются вследствие интенсивного испарения анестетика (через 3-5 мин).

Таблица 23

Выходная концентрация «карманного» испарителя «МИНИВАП-20/Г»

«Пациент» - резервный мешок 1 л; температура 19 °С, в испаритель залито 20 мл Изофлюрана, после работы слито 12 мл, вентилятор SAVe работал в стандартном режиме «6 л/мин» (рис. 25а). В конце работы (14-17 мин) испаритель перевернут **вверх дном**.

Время, мин	0	3	6	8	9	11	13	15	18
	3	5	7		11	13	15	17	19
С _{шкала}	6	3	1	0	1	3	6	6	0
С _{анализ} об. %	4.5	2.6	1.6	0.05	1.6	3.0	-	-	0.2
	3.4	2.4	1.6		-	2.5	3.7	3.7	0.05

Из табл. 23 видно, что на максимальной отметке шкалы и пульсирующем потоке воздуха 6 л/мин концентрация анестетика быстро падает (на 3-й мин 3.4 %, на 15-17 мин 3.7 % вместо 6%) из-за охлаждения испарителя (его масса 400 г).

Для стабилизации выходной концентрации «карманный» испаритель «МИНИВАП» был помещен на «водяную грелку» (рис. 37а, резервный мешок 0.5 л, наполненный стаканом горячей воды - около 80° на 1-й минуте, 37 °С в конце эксперимента). В начале эксперимента в испаритель залито 30 мл анестетика, на 23-й мин. – еще 15 мл. В конце работы, на 36-й мин, на дне испарителя не было анестетика.

Усредненная по времени максимальная концентрация С_{ГА} (табл. 24) составила 5.4 об.%, что в 1.5 раза больше максимальной концентрации Изофлюрана «карманного» испарителя «МИНИВАП-20/Г» без обогрева.

Максимальная концентрация Изофлюорана карманного испарителя «МИНИВАП-20/І» (отметка шкалы «б») с «водяной грелкой»

В качестве пациента использован резервный мешок 1 л; окружающая температура 18 °С, влажность воздуха 70%, вентилятор SAVe работал в стандартном режиме «6 л/мин».

Время, мин	2 7	8 10	11 13	15 18	20 23	25 27	28 30	31 32	34 36
С анализ об.%	5.8 7.0	7.6 6.9	6.4 6.3	6.1 5.2	2.8 1.6	4.6 4.3	4.3 4.2	3.9 3.9	3.6 2.7

Пример 9. Количество тепла, необходимое для испарения $V_A=15$ мл Изофлюорана в примере 3,

$$Q = q_v V_A \rho_a = 41 \times 15 \times 1.5 = 922 \text{ кал } (\approx 1 \text{ ккал}),$$

где q_v – теплота испарения, ρ_a – плотность жидкого Изофлюорана (табл. 17).

Часовая операция по полуоткрытому контуру потребует примерно 2.2 ккал (2.2 ккал/ч = 2.6 Вт) для испарения 35 мл Изофлюорана. Для сравнения, нагрев стакана воды 220 мл всего на 10 °С требует также 2.2 ккал.

С другой стороны, при охлаждении стакана горячей воды выделяется достаточно тепла для термостабилизации «карманного» испарителя «МИНИВАП» в таких ситуациях (табл. 24, **рис. 37а**).

Эквивалентное тепло может также подводиться к такому испарителю от стандартной пальчиковой батарейки или аккумулятора 1.5 В, например, с помощью нержавеющей сетки (60x60 см, ячейка 30x30 мкм), подогревающей его дно (через фторопластовую пленку толщиной 50 мкм) при прохождении тока 2.5 А ч при напряжении 1.2 В (именно такие параметры стандартного пальчикового аккумулятора GP 2700).

Таким образом, в экстремальных и даже рядовых ситуациях можно существенно увеличить (в 1,5 раза) максимальную выходную концентрацию анестетика «карманного» испарителя «МИНИВАП/І» за счет использования «водяной грелки» или эквивалентного подогрева с помощью обычной пальчиковой батарейки 1.5 В (удобно использовать 2 батарейки, которые

вписываются в дно испарителя – рис. 37в).

Интересно вспомнить, что в ветеринарии существует практика использования «водяной грелки» во время операций.

«Все пациенты (птицы), подвергаемые хирургическим операциям, должны быть помещены на обогревательную подушку, где циркулирует горячая вода» [10], с. 188. Так что, при необходимости, найдется место «бхб» см для такой термостабилизации «карманного» испарителя.



Еще один известный способ увеличения максимальной концентрации анестетика – последовательное соединение испарителей (Tri-Service Anaesthetic Kit BSS, Penlon UK). При этом общая концентрация будет несколько меньше суммы из-за уменьшения скорости испарения анестетика во втором, по ходу движения газа, испарителе.

Так работает с двумя «карманными» испарителями «МИНИВАП» анестезиолог-реаниматолог Логунов А.В. (ООО «АнестХелп»).

(2) высокогорье и высокая температура

По мнению военных анестезиологов Левшанкова А.И. и Полушина Ю.П., «отечественная (российская) военная ингаляционная анестезия потеряла свой приоритет в Афганистане (1980-88 г.г.) и осталась совсем невостребованной в Чечне (1994-96 г.г.)» из-за несоответствия наркозной аппаратуры и

штатных методик анестезии экстремальным климатическим условиям (низкое атмосферное давление и высокая температура) [5].

Так, на высоте 3 км атмосферное давление падает до 70 кПа (525 мм рт.ст.) и Эфир закипает при 24 °С, а Изофлюран и Фторотан (Галотан) – при 48 °С, так что концентрация анестетиков на выходе испарителя опасно и неконтролируемо возрастает у этих границ.

Влияние температуры и давления на выходную концентрацию испарителя определяется равновесной концентрацией анестетика P_a/P (табл. 18) и зависит от схемы и конструкции испарителя.

В испарителях высокого сопротивления можно достаточно точно рассчитать зависимость выходной концентрации испарителя от этих факторов [испаритель «Анестезист-1», 9]. В испарителях низкого сопротивления, из-за дестабилизирующих факторов (раздел 4.1) точный расчет практически невозможен, особенно для сложных конструкций.

Но в испарителях «МИНИВАП» с квази-ламинарным режимом течения газа можно примерно рассчитать выходную концентрацию Изофлюрана в диапазонах температур от 10 до 30 °С и атмосферного давления от 70 (высота 3 км) до 100 кПа с использованием формулы (3), где конструктивный параметр $K_C = F_k F^{-1}$ регулятора концентрации вычисляется для конкретной отметки шкалы концентрации.

Таблица 25

Оценка концентрации Изофлюрана (об.%) «карманного» испарителя «МИНИВАП» (шкала на отметке «1» об. %) в диапазонах температур от 10 до 30 °С и атмосферного давления от 70 (высота 3 км) до 100 кПа (термо-, баро-компенсатор зафиксирован)

Температура, °С	10	20	30
Давление, кПа			
70	0.7	1.2	2.2
100	0.6	«1»	1.8

Использование термо-, баро-компенсатора в испарителях «МИНИВАП» сглаживает дестабилизирующее влияние температуры и давления.

Приведенные данные призваны помочь анестезиологам при составлении соответствующих методик работы испарителей при нестандартных температуре и давлении окружающей среды.

Нужно сказать, что с высокой температурой «справиться» проще, используя затраты тепла на испарение анестетика.

Достаточно охладить испаритель с термостабилизатором перед операцией, а во время анестезии испаритель будет охлаждаться за счет испарения анестетика (для теплоизоляции от окружающей среды можно прикрыть корпус испарителя). Так, при такой методике испаритель «МИНИВАП/S» имеет дополнительный аккумулятор холода в виде застывшего парафина (надо охладить испаритель ниже температуры 17°).

Можно также напомнить, что старые испарители «Анестезист-1» и «Анестезист-2» (в 70-80 г.г. изготовлены десятки тысяч экземпляров, что-то могло сохраниться на гражданских и военных складах) имеют водяную рубашку – значительный полезный тепловой аккумулятор (при высокой температуре можно залить холодную воду и даже положить лед, а при низкой - залить теплую воду).

(3) пересчетный коэффициент шкалы концентраций для разных анестетиков также рассчитывается по формуле **(3)**, исходя из конструктивного параметра $K_C = F_k F^{-1}$ для конкретной отметки шкалы. Так, если испаритель «МИНИВАП» с шкалой для Севофлюрана **S** используют для Изофлюрана **I** или Галотана **H**, все отметки шкалы нужно **умножить** на расчетный коэффициент **1,6**. Экспериментальная оценка немного меньше и равна «1.5» - раздел 4.5, п. (6).

4.5.2. Влияние влаги на работу испарителей «МИНИВАП»

При установке испарителя ВНУТРИ контура (**VIC**) циркулирующая дыхательная смесь содержит пары воды, которые могут осаждаться внутри

испарителя. Этому способствует более низкая температура из-за испарения анестетика.

Конденсация влаги на объемных (более 50мл) матерчатых фитилях старых «draw-over» испарителей прошлого века блокировала испарение анестетика и требовала их регулярной просушки.

Испарители «МИНИВАП» имеют испарительные элементы в виде тонкой нержавеющей сетки (ячейка 30x30 мкм) с минимальным объемом (≈ 1 мл).

Проверка влияния конденсации влаги в новых испарителях проводилась сравнением выходной концентрации испарителя при продувке атмосферного воздуха (влажность около 50%) и 100% увлажненного воздуха:

- на отметке «3» об.% Изофлюрана при расходе воздуха 4 л/мин для «карманного» испарителя «МИНИВАП»;
- на отметках «3» и «8» об.% Энфлюрана при расходе воздуха 8 л/мин для универсального испарителя.

Одновременно проверялось наличие воды внутри испарителей.

В результате установлено:

- (1) **выходная концентрация анестетика не зависит от влажности (до 100%)** прокачиваемого через испаритель воздуха;
- (2) вода конденсируется на входе и выходе испарителей; в то же время в испарительной камере не было видно воды (через уровнемерное стекло).

При этом, несмотря на большое количество водяных паров в прокаченном воздухе (в 1.5 раза), в универсальном испарителе сконденсировалось на порядок (в 10 раз) меньше воды.

Это объясняется более высокой, благодаря парафиновому стабилизатору, температурой (≥ 18 °C) универсального испарителя, по сравнению с карманным испарителем. В приведенных экспериментах температура карманного (400 г) испарителя опускается ниже 15 °C несмотря на меньшие (в 2-3 раза) затраты тепла на испарение анестетика, по сравнению с универсальным испарителем.

ГЛАВА 5

ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ И СПОСОБЫ ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

Причины осложнений при проведении общей анестезии могут быть обусловлены неправильной оценкой анестезиологического риска, нарушением техники проведения анестезии, особенностью реакции организма животного на назначаемые фармакологические средства для премедикации и анестезии, неисправностью аппаратуры и неумелым её использованием.

Возможные неисправности анестезиологической аппаратуры:

- отсутствие кислорода в баллоне
- перегибы газоподводящих шлангов
- негерметичность в системе аппарат – легкие
- ошибочное присоединение баллона N₂O к кислородному дозиметру
- неисправность редуктора или дозиметра

Успешный исход оперативного вмешательства и выбранного вида общей анестезии во многом зависит от профилактических мероприятий, проводимых до, во время и непосредственно после анестезии. Основой предупреждения возможных нарушений со стороны дыхательной и сердечно-сосудистой систем является осуществление наблюдения за клинической симптоматикой и проведение контроля за их функцией путем мониторинга на всех периодах общего обезболивания и ближайшего послеоперационного периода.

Вероятность возникновения осложнений и их характер меняется, в зависимости от основных этапов общей анестезии: введения, поддержания и пробуждения.

Осложнения при введении в анестезию часто связаны с респираторными нарушениями и приводят к гипоксии со свойственной ей клинической картиной.

Гипоксия – кислородное голодание, редко встречающееся в чистом виде; в большинстве случаев недостаток насыщения крови кислородом (гипоксемия)

сочетается с накоплением углекислого газа и гиперкапнией.

Причины гипоксии:

- неисправность аппаратуры
- нарушение свободной проходимости дыхательных путей
- угнетение дыхания анестезией и кровопотеря

Основные клинические и лабораторные показатели гипоксемии и гиперкапнии представлены в табл. 16.

Гипоксия и гиперкапния приводят к нарушению кислотно-щелочного баланса в крови, что, в свою очередь, может привести к более тяжелым последствиям на уровне ферментативных реакций и микроциркуляции.

Причиной гипоксии и гиперкапнии может быть нарушение проходимости дыхательных путей, которое обусловлено закупоркой дыхательных путей, желудочным содержимым при рвоте и регургитации, ларингоспазмом, бронхоспазмом.

**Признаки нарушения свободной проходимости
дыхательных путей:**

- признаки гипоксии и гиперкапнии
- усиленные экскурсии грудной клетки
- втягивание при вдохе межреберных промежутков
- резкое смещение трахеи книзу при каждой попытке вдоха
- отсутствие или уменьшение объема вдоха контролируется по заполнению и спаданию дыхательного мешка
- свистящие или хрипящие звуки при дыхании или полное молчание, если животное совсем перестало дышать

Рвота – активное выбрасывание содержимого желудка в полость рта.

Регургитация – пассивное затекание желудочного содержимого. И в том, и в другом случаях желудочное содержимое может аспирироваться в

дыхательные пути. Поэтому необходимой принадлежностью при общей анестезии должен быть отсос.

Ларингоспазм – смыкание голосовых связок, вызывающее закрытие просвета гортани. Ларингоспазм является следствием раздражения слизистой трахеи и гортани при поверхностной анестезии слизью, рвотными массами, парами анестетиков, грубой интубацией. Кроме того, ларингоспазм может возникнуть рефлекторно при болезненных манипуляциях, не обеспеченных достаточной анальгезией. Предрасполагает к ларингоспазму гипоксия и введение тиобарбитуратов.

Для предупреждения ларингоспазма необходимо включение в премедикацию антихолинергических средств (атропин, гликопирролат) и анальгетиков. Перед интубацией после введения миорелаксанта животному необходима кислородная ингаляция.

Бронхоспазм – остро возникающий спазм бронхиол. Вызывается теми же причинами, что и ларингоспазм. Он сопровождается признаками гипоксии и увеличением сопротивления дыханию (значительно увеличивается давление в системе аппарат-легкие). Для его профилактики у животных, склонным к аллергическим реакциям, в премедикацию включают антигистаминные и гормональные препараты.

При признаках нарушения проходимости эндотрахеальной трубки необходимо проверить её положение в ротоглотке, завести в трубку катетер и через него отсосать содержимое.

Фиксация интубационной трубки

после прослушивания дыхания в обоих легких –
необходимое условие для предупреждения осложнений

В период введения в анестезию, в результате воздействия фармакологических препаратов и развития гипоксии, могут возникнуть нарушения гемодинамики – тахикардия, аритмия и угнетение дыхания.

Поэтому необходима симптоматическая терапия и компенсация дыхания больного повышенным содержанием кислорода.

Осложнения при поддержании анестезии могут быть связаны с угнетением дыхания, нарушением кровообращения, отсутствием синхронности взаимодействия системы «легкие животного – аппарат ИВЛ», аллергической реакцией.

Дыхание животного под действием анестетиков изменяется по мере углубления общей анестезии.

Причины угнетения дыхания:

- раздражающее действие анестетика на вводимом этапе, угнетающее действие тиопентала натрия
- угнетение дыхания глубокой анестезией
- рефлекторное угнетение в травматические моменты операции при поверхностном обезболивании
- передозировка наркотических веществ
- недостаток в организме углекислоты (гипокапния)
- избыток углекислоты (гиперкапния)
- действие мышечных релаксантов
- снижение температуры тела

Действие анестетиков на миокард и неадекватность легочного газообмена могут проявляться нарушениями сердечного ритма.

Причины тахикардии:

- нарушение дыхания, гипоксия и гиперкапния
- большие дозы атропина
- возбуждение
- кровопотеря
- недостаточное обезбоживание

С учетом причин для предупреждения тахикардии, необходимы:

- нормализация газообмена (вспомогательная вентиляция легких, смена химического поглотителя);
- своевременное и полное возмещение кровопотери крове- замещающими растворами;
- введение анальгетиков, седативных препаратов.

Для профилактики брадикардии, как и тахикардии, требуется, в первую очередь, проведение коррекции легочной вентиляции (увеличение кислорода в газовой смеси, обеспечение свободной проходимости дыхательных путей, проведение вспомогательной или управляемой вентиляции легких). При использовании в качестве основного анестетика фторотана необходимо уменьшить его концентрацию.

Обобщая причины, ведущие к нарушению сердечной деятельности, необходимо отметить, что основным профилактическим мероприятием является нормализация легочного газообмена.

Анализ осложнений, основанный на патофизиологических механизмах нарушений внешнего дыхания, представлен в табл. 26. В ней отражены профилактические и лечебные мероприятия на различных этапах общего обезболивания при ингаляционной и неингаляционной анестезии.

Правила кислородной терапии:

- давать только увлажненный кислород, подогретый до температуры тела
- концентрацию кислорода увеличивать постепенно, иначе возможно угнетение дыхания
- не следует подавать больше, чем 40% кислорода
- высокие концентрации кислорода могут угнетать дыхание, вызвать ателектаз, бронхит, у новорожденных слепоту

Осложнения при пробуждении: при выведении из анестезии наиболее частым осложнением является затянувшееся пробуждение, апноэ, дрожь, нарушения дыхания и кровообращения.

Затянувшееся пробуждение может быть следствием продолжения действия

анестетиков, особенно у животных, перенесших эпизоды гипоксии.

Таблица 26

**Нарушения легочного газообмена у животных
и возможные осложнения при общей анестезии**

НАРУШЕНИЯ ГАЗООБМЕНА		ВЕРОЯТНОСТЬ ОСЛОЖНЕНИЙ НА ЭТАПАХ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ			ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ И ЛЕЧЕБНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ	
ВИДЫ	ПРИЧИНЫ	ВВЕ- ДЕНИЕ	ПОДДЕР- ЖАНИЕ	ПРОБУЖ- ДЕНИЕ		
В Н Е Л Е Г О Ч Н Ы Е	О Б С Т Р У К Т И В Н Ы Е	западение языка	—	0	0	использование воздуховода, языкодержателя, интубация
			—	—	0	
		саливация	—	0	—	атропинизация, санация и отсасывание из рот. полости
			—	—	—	
		рвота	—	0	—	подготовка к операции, инту- бация, зондирование желуд- ка, удаление содержимого
			—	—	—	
	регургита- ция	—	0	0	подготовка к операции, интубация, зондирование жел- удка, удаление содержимого	
		—	—	0		
	сопротив- ление эндо- трахеальной трубки, дых. клапанов	—	I	—	подбор наибольших по размеру эндотрахеальных трубок, использование полу- открытого контура и бескла- панных дыхательных систем	
		0	0	0		
	Р Е С Т Р И К Т И В Н Ы Е	вздутие желудка, кишечника	—	0	—	исключение за сутки до анестезии приема пищи, зондирование желудка
			—	—	—	
увеличение «мертв. про- странства»		—	I	—	применение маятниковых систем и бесклапанных контуров	
0	0	0				
Л Е Г О Ч Н Ы Е	несоответст- вие легочн. кровотока и вентиляции	I	I	I	изменение положения тела, вспомогательное дыхание воздушнокислородной смесью	
		I	I	I		
	бронхоспазм	—	0	—	устранение гипоксии, пере- ход на галогенсодержащий анестетик, спазмолитики	
		—	—	—		
	увеличение секреции бронх.желез	—	0	—	атропинизация, санация ч/з эндотр.трубку чередуется с ингаляцией кислорода	
		—	—	—		
	потеря влаги	—	I	I	наличие в контуре увлажни- теля, маятниковая система	
—		—	—			
ларинго- спазм	—	0	—	устранение гипоксии, введение атропина, миорелаксантов, интубация		
	—	—	—			

Обозначения возможности осложнений при:

□ - ингаляционной анестезии

■ - неингаляционной анестезии

0 -исключены

— -вероятны

I -имеют место

Гипоксия, гипотония, метаболический ацидоз нередко приводят к отеку мозга. Нарушение мозгового кровообращения (кровоизлияние, тромбоз), наступившие во время операции, вначале проявляется так же, как и затянувшееся пробуждение, но далее могут быть судороги, анизокория, односторонний паралич. При таких осложнениях надо продолжить ИВЛ, медикаментозную и кислородную терапию.

Апноэ может быть результатом угнетения дыхательного центра при гипокапнии, гипоксии, передозировке анальгетиков и анестетиков. Продолжение ИВЛ, стимуляция диуреза, введение антидотов, анальгетиков – необходимые меры для лечения этих осложнений.

Дрожь и озноб могут быть в конце любого обезболивания, но особенно часто встречаются при фторотановой анестезии, нейролептанальгезии. Согревание больного электрическим матрацем, потоком теплого воздуха из кондиционера, постепенный перевод на самостоятельное дыхание купирует это осложнение.

Экстубацию следует проводить, когда у животного восстановилось адекватное спонтанное дыхание и глоточные рефлексы. Перед экстубацией сперва проводят туалет ротовой полости, а затем спускают надувную манжетку и удаляют эндотрахеальную трубку.

Об эффективности проводимых профилактических мероприятий и их рациональности на всех этапах анестезии судят по клиническим данным и физиологическим параметрам, получаемым при мониторинге.

ГЛАВА 6

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ЖИВОТНЫХ ПРИ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ

Развитие ветеринарной анестезиологии, базирующейся на теоретических и клинических дисциплинах, обеспечивает индивидуальный подход при хирургической патологии, выбор эффективных фармакологических средств на каждом этапе анестезиологической защиты с учетом объема оперативного вмешательства и функциональных резервов жизнеобеспечивающих органов и систем животного.

При анестезиологическом обеспечении на животное воздействуют множество повреждающих факторов, связанных с основным и сопутствующим заболеванием, стрессом, хирургическим вмешательством, побочными действиями применяемых медикаментов, изменением привычной среды обитания и т.д. Таким образом, любое оперативное вмешательство является многофакторным повреждением для организма животного и требует значительного напряжения функциональных систем, обеспечивающих его жизнедеятельность.

Благодаря современным методам клинической физиологии, можно получить информацию о состоянии животного в режиме on-line, что позволяет вести контроль за динамикой функциональных изменений во все периоды анестезии. Основы проведения мониторинга во время общей анестезии, некоторые методы и мониторы представлены в данном учебном пособии (см. гл.1).

Практика применения методов функциональной диагностики при клинических исследованиях и анестезиологическом обеспечении определяется:

- реакцией нарушенной системы или органа на дозированный по длительности и интенсивности повреждающий фактор;
- выбором методов, которые наиболее отчетливо характеризуют исследуемую систему или орган;

– различием в реакциях здоровых и нарушенных систем или органов на повреждающие факторы одинаковой интенсивности и длительности;

В связи с тем, что у большинства здоровых животных должные (нормативные) физиологические показатели (с учетом вида, породы, веса, пола, возраста и т.д.) ещё не отработаны, сравнительная оценка реакций систем или органов проводится по исходным величинам. Некоторые нормативные физиологические показатели для различных видов животных представлены в Приложении 4.

Внедрение методов, позволяющих дать количественную оценку, не только объективизирует динамику функциональных изменений, происходящих в различные периоды анестезии, но и дает возможность оценить правильность выбранного метода обезболивания и вовремя провести коррекцию выявленных функциональных нарушений.

Одним из важнейших показателей, характеризующих степень устойчивости (резистентности) функциональных систем и способность животных сохранять постоянство внутренней среды при воздействии физических, химических, стрессовых и других повреждающих факторов, является величина рН крови. Унифицированная и распространенная в анестезиологии методика исследования рН крови позволяет по полученным показателям кислотно-щелочного баланса (микрометод Аструпа) установить наличие и определить степень функциональной недостаточности органов и систем, обеспечивающих постоянство этого показателя.

Обобщение результатов исследований при оказании анестезиологического обеспечения свидетельствует, что наиболее выраженные сдвиги в показателях кислотно-щелочного баланса (КЩБ) происходят на этапе введения.

В порядке демонстрации практического применения показателей КЩБ при проведении многокомпонентной «сбалансированной анестезии», приводим следующий пример.

Операция – кастрация хряка. Возраст животного (1,5 год), крупный вес (200 кг), выраженное возбуждение увеличивали сложность подготовки и риск операции.

Премедикация осуществлялась внутримышечным введением атропина 0,1% в дозе 0,05 мг/кг, ветранквила 2% в дозе 0,04 мг/кг и буторфанола 1% в дозе 0,1 мг/кг.

При исследовании исходных показателей КЩБ патологических сдвигов не было выявлено: $pH = 7,40$; $pCO_2 = 40$ мм рт.ст.; $BE = -2,2$ мэкв/л. Произведена катетеризация периферической вены.

Введение в анестезию осуществлялась 5% раствором тиопентала натрия внутривенно в дозе 10 мг/кг. Попытка использовать тиопентал натрия для основной анестезии, ввиду клинических проявлений угнетения дыхания на фоне недостаточности анестезии, была оставлена после его введения (35 мл).

На этом этапе отмечались следующие показатели КЩБ: $pH = 7,39$; $pCO_2 = 33,2$ мм рт.ст.; $BE = -5,5$ мэкв/л. Полученный результат оценивался как компенсированное расстройство КЩБ (pH в норме), при котором наблюдались две противоположно направленные формы сдвигов: метаболический ацидоз и дыхательный алкалоз. Так как сдвиг метаболического компонента BE выражен больше, чем дыхательного показателя pCO_2 , то в этом наблюдении имеется метаболический ацидоз, компенсированный дыхательным алкалозом. Причина такого нарушения связана с угнетающим действием тиопентала натрия на дыхание и последующей гипоксией, вызвавшей накопление в тканях кислых продуктов. Компенсация метаболического ацидоза в сложившейся ситуации осуществлялась функциональными системами, обеспечивающими постоянство pH крови, за счет гипервентиляции, то есть за счет избыточного выведения CO_2 .

Поставленный функциональный диагноз определил дальнейшую тактику проведения анестезиологического обеспечения.

Хряк был подключен к наркозному аппарату для мелких животных Komesaroff Mark 5, и на фоне масочной ингаляционной анестезии изофлураном 2 об% с подачей кислорода 4 л/мин после углубления анестезии до уровня Ш₁₋₂ была произведена интубация трахеи.

Поддержание анестезии осуществлялось изофлураном в концентрации 1,5 – 2 об % при газотоке кислорода 4 л/мин на спонтанном дыхании по полузакрытому контуру. Ограниченный объем мероприятий позволил на самостоятельном дыхании привести показатели КЩБ к исходному уровню (рН = 7,42; рСО₂= 37,1 мм рт. ст.; ВЕ= -2,4 мэкв/л). Операция продолжалась 40 мин. Клинических данных о нарушении легочного газообмена не отмечалось. Экстубация была произведена по окончании операции при появлении глотательных движений. Двигательная активность животного восстановилась через 3 мин после экстубации. Послеоперационный период протекал без осложнений.

Приведенный пример подтверждает положение, что готовых шаблонов для проведения обезболивания быть не может, но в любой операции при необходимости должны быть представлены все компоненты общей анестезии.

Применение функциональных методов исследования при оказании анестезиологического обеспечения животных, оказавшихся в чрезвычайной ситуации (хирургическое вмешательство), позволяет правильно оценить меру компенсаторных возможностей и, следовательно, выбрать наиболее адекватный метод анестезии, с учетом индивидуальных особенностей систем и органов пациента.

Практика применения функциональных методов при оперативных вмешательствах показывает, что своевременное распознавание и коррекция компенсированных форм функциональных нарушений систем и органов животных дает наилучшие результаты.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Правила работы с наркотическими средствами, психотропными и сильнодействующими веществами

Практически все лекарственные средства, используемые для животных на подготовительных стадиях, на всех этапах общей анестезии и в ближайший послеоперационный период при хирургических и диагностических манипуляциях, подлежат контролю. Работа с ними строго регламентирована и определяется следующими нормативно-правовыми актами:

1. Федеральный закон "О наркотических средствах и психотропных веществах" от 8 января 1998г. №3 - ФЗ, регламентирующий их использование в ветеринарии (ст. 33), а также в научных и учебных целях (ст. 34).

2. Списки сильнодействующих и ядовитых веществ (по состоянию на 29 декабря 2007г.).

3. Об утверждении Правил хранения лекарственных средств для ветеринарного применения (Приказ МСХ РФ от 15 апреля 2015г. №145).

4. Положение «Об использовании наркотических средств и психотропных веществ в ветеринарии», утверждено Постановлением Правительства РФ от 3 сентября 2004г. № 453.

5. Положение «О порядке хранения наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров», утверждено Постановлением Правительства РФ от 31 декабря 2009г. №1148.

В зависимости от государственных мер контроля, используемые для общей анестезии лекарственные вещества внесены в следующие списки:

- список наркотических средств и психотропных веществ, оборот которых в Российской Федерации ограничен и в отношении которых устанавливаются меры контроля в соответствии с законодательством Российской Федерации и международными договорами Российской Федерации (далее Список II);

- список психотропных веществ, оборот которых в Российской Федерации ограничен и в отношении которых допускается исключение некоторых мер контроля в соответствии с законодательством Российской Федерации и международными договорами Российской Федерации (далее Список III);

- списки сильнодействующих и ядовитых веществ.

Из Списка II в ветеринарной анестезиологии для обезболивания у животных на различных этапах оперативного вмешательства и при травматических повреждениях могут быть использованы: морфин, омнопон и фентанил.

Из психотропных веществ Списка II в качестве гипнотиков и средств для общей анестезии у животных применимы: амобарбитал (барбамил), этаминал натрия кетамина гидрохлорид (калипсол, кеталар, имальжен).

Из Списка сильнодействующих веществ наиболее часто находят применение:

1. Нейролептики с преимущественно седативным действием
тизерцин (левомепромазин).

2. Транквилизаторы (антиксиолитики) – лекарственные средства, способные уменьшать у животных чувство тревоги, страха, эмоционального напряжения и обладающие, в

зависимости от дозы, седативным, миорелаксирующим, снотворным, вегетостабилизирующим, противосудорожным и антифобическим действием: диазепам (сибазон, седуксен, реланиум),

клоназепам, мидазолам (дормикум), оксазепам (нозепам), хлордиазепоксид (элениум).

3. Снотворные (гипнотики): нитразепам, фенобарбитал, барбитал, бензонал.

4. Средства для общей и местной анестезии: хлороформ, хлорэтил, эфир для наркоза, тиопентал натрия, гексенал.

Нарушение нормативно-правовых актов при работе с наркотическими средствами, психотропными, сильнодействующими и ядовитыми веществами в условиях активного распространения наркомании и роста преступлений, связанных с их незаконным оборотом, предусматривает уголовную ответственность в соответствии с Уголовным Кодексом РФ:

– незаконные приобретение, хранение, перевозка, изготовление переработка наркотических средств, психотропных веществ или их аналогов (ст. 228); предусматривает наказание штрафом в размере до 40 тыс. руб или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до трех месяцев, либо исправительными работами на срок до двух лет, либо лишением свободы на срок до трех лет; за те же деяния, совершенные в особо крупном размере, предусматривается наказание лишением свободы на срок от 3 до 10 лет со штрафом в размере до 500 тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до трех лет либо без такового;

– хищение либо вымогательство наркотических средств или психотропных веществ (ст. 229) наказываются лишением свободы на срок от 3 до 7 лет;

– незаконная выдача либо подделка рецептов или иных документов, дающих право на получение наркотических средств или психотропных веществ (ст. 233); предусматривает наказание штрафом в размере до 80 тыс руб или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до 6 месяцев, либо обязательными работами на срок до 180 час, либо исправительными работами на срок до 1 года, либо лишением свободы на срок до 2 лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 3 лет или без такового;

– незаконный оборот сильнодействующих или ядовитых веществ в целях сбыта(ст.234) незаконные изготовление, переработка, приобретение, хранение, перевозка или пересылка в целях сбыта, а равно незаконный сбыт сильнодействующих или ядовитых веществ, не являющихся наркотическими средствами или психотропными веществами, либо оборудования для их изготовления или переработки - наказываются штрафом в размере до 40 тыс руб или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до 3 месяцев, либо обязательными работами на срок до 180 час, либо исправительными работами на срок до 1 года, либо лишением свободы на срок до 3 лет (ст.234.1);

– нарушение правил производства, приобретения, хранения, учета, отпуска, перевозки или пересылки сильнодействующих или ядовитых веществ, если это повлекло их хищение либо причинение иного существенного вреда (ст. 234.4), предусматривает наказание штрафом в размере до 200 тыс. руб или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до 18 мес, либо исправительными работами на срок до 2 лет, либо ограничением свободы на срок до 3 лет, либо лишением свободы на срок до 2 лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 3 лет или без такового.

На списки лекарственных средств А и Б действие УК РФ не распространяется, а при нарушениях применяются административные меры наказания. Незнание нормативно-правовых актов, регулирующих работу с наркотическими средствами, психотропными, сильнодействующими и ядовитыми веществами, не освобождает от административной и уголовной ответственности.

При необходимости определить, относится ли препарат к наркотическим средствам, психотропным, сильнодействующим и ядовитым веществам, следует обратиться к Спискам Постоянного комитета по контролю наркотиков (**ПККН**). Другие заключения, разъяснения по данному вопросу юридической силы не имеют. Во всех случаях, когда возникает вопрос о данном конкретном веществе, отсутствующем в изданных Списках на определенный период времени, вопрос решается экспертно путем получения **заключения Президиума ПККН**.

Одним из необходимых условий права работы с конкретным наркотическим средством, психотропным, сильнодействующим веществом является наличие **лицензии**. Для получения лицензии необходимо оборудовать помещение (типовое здание, подвал института и т.п.) системой охранно-пожарной сигнализации согласно требованиям, изложенным в приказе Минздрава РФ от 12 ноября 1997г. №330 и иметь разрешение местных органов МВД, ВОХР и ОНОН.

О количестве израсходованных наркотических средств и психотропных веществ делается запись в специальном журнале регистрации операций, связанных с оборотом наркотических средств и психотропных веществ (далее - журнал регистрации), который должен быть пронумерован, прошнурован, опломбирован и скреплен подписью руководителя юридического лица в установленном порядке.

Учет ведется в журнале регистрации в соответствии с Правилами ведения и хранения специальных журналов регистрации операций, связанных с оборотом наркотических средств и психотропных веществ, утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2000 г. N 577 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2000, N 33, ст. 3397; 2004, N 8, ст. 663; 2004, N 47, ст. 4666). В журнале регистрации рекомендуется предусматривать графу, в которой указываются данные владельца животного - фамилия, имя, отчество (для физического лица) или наименование юридического лица, ИНН, адрес.

Остатки наркотических средств и психотропных веществ, не пригодные к дальнейшему применению, а также использованная упаковка от них подлежат уничтожению, что подтверждается составлением акта (см. ниже) и проводится комиссионно в установленном порядке. Все документы по предметно-количественному учету, хранению и отпуску наркотических средств и психотропных веществ хранятся 3 года. Первичным документом их количественного учета является протокол анестезии (Приложение 2).

Образец на уничтожение использованной упаковки от наркотических средств и психотропных веществ:

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель юридического лица _____

"__" _____ 20__ г.

АКТ

на уничтожение использованной упаковки от наркотических средств и психотропных веществ (утв. Приказом Минсельхоза России от 18 февраля 2005 г. №19)

Комиссия в составе (не менее 3-х человек)

Ф.И.О., место работы и должность _____

число, месяц, год _____

произвела уничтожение использованной упаковки от наркотических средств и психотропных веществ за период с __ по __ в количестве (прописью) __ штук.

Препараты использованы при проведении операций на _____

животных (истории болезни N _____).

Упаковка уничтожена путем раздавливания.

Председатель (подпись)

Члены комиссии: (подписи)

Акт хранится в течение 3 лет

ПРОТОКОЛ АНЕСТЕЗИИ

Клиника _____ Дата _____
 Диагноз _____ Вмешательство _____
 Вид животного, порода _____ возраст _____ пол _____ вес _____
 в/в катетер поставлен накануне / нуждается в постановке в/в катетера
 Хирург _____ Анестезиолог _____
 Состояние перед операцией ASA 1 2 3 4 5 N

ЧСС	Гематокрит	Другие изменения:
ЧД	Общий белок	
Цвет слизистых	Альбумин	
Время наполнения капилляров	Мочевина	
Температура	Креатинин	

Премедикация				Вводная анестезия			
Медикамент	Доза	Путь введения	Время	Медикамент	Доза	Путь введения	Время

Изофлуран *Дыхат. контур:* полуоткрытый *Метод:* маска
 Севофлуран **ВРЕМЯ** полузакрытый интубация, р-р трубки

	00	15	30	45	00	15	30	45	00
4,0									
3,5									
3,0									
2,5									
2,0									
1,5									
1,0									
O ₂ л/мин									

S _o 2 %									
120									
100									
80									
60									
40									
30									
20									
10									
5									
0									
Температура									
Растворы, мл									

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С КИСЛОРОДОМ

1. Перед эксплуатацией баллонов с кислородом убедиться в их надёжной фиксации.
2. Открывать штуцер центральной подачи кислорода плавно, без резких усилий чистыми руками.
3. Не смазывать руки и участки тела, соприкасающиеся с кислородом, а также маски и интубационные трубки смесями, содержащими масло.
4. Предохранять от масла части газовой аппаратуры, соприкасающиеся с кислородом.
5. Для подачи кислорода использовать шланги из антистатических материалов.
6. Избегать нахождения в операционной в одежде из синтетических тканей.
7. Не допускать нахождения баллона с кислородом вблизи нагревательных приборов и под воздействием прямых солнечных лучей.
8. Не пользоваться электроприборами и не курить вблизи источника кислорода.
9. Не допускать падения баллонов и их ударов о другие предметы.
10. По окончании работы с кислородом закрыть штуцер центральной подачи кислорода.

Физиологические показатели здоровых животных: температура, пульс и дыхание

Вид животного	Температура тела, °С	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
Поросята	39,0 – 40,5	205 – 250	70 – 88
Собаки: крупные средние мелкие	37,5 – 39,0	70 – 80	10 – 20
	38,0 – 38,6		
	38,0 – 39,5	80 – 120	15 – 30
Щенята		180 – 200	40 – 50
Кошки	38,0 – 39,5	110 – 130	20 – 30
Котята		230 – 260	50 – 60
Кролики	38,5 – 39,5	120 – 200	50 – 60
Крольчата		280 – 300	
Морские свинки	37,8 – 39,5		100 – 150

Показатели кровяного давления у здоровых животных

Вид животного	Кровяное давление			
	Артериальное давление, мм рт. ст.			Венозное, мм вод. ст.
	максимальное	минимальное	пульсовое	
Крупный рогатый скот	110 – 140	30 – 50	90	80 – 130
Овцы и козы	100 – 120	50 – 65	50 – 55	80 – 115
Лошади	110 – 120	35 – 50	65 – 70	80 – 130
Собаки	120 – 140	30 – 40	90 – 110	80 – 110
Свиньи	135 – 155	45 – 55	90 – 100	90 – 110

**Метаболическая потребность спящего животного в O₂
5-10 мл/(кг мин)**

**Минутная вентиляция в покое
10-12 мл/кг x масса (кг) x частота дыхания (мин⁻¹)**

Краткий словарь терминов

Анальгезия – отсутствие болевой чувствительности при сохранении тактильной и температурной

Анестезия – отсутствие всех видов чувствительности

Анестетик (классический) – медикамент, приводящий к наступлению 4-х классических признаков общей анестезии: анальгезия, сон, мышечная релаксация и угнетение рефлексов, например тиопентал натрия

Анестетик (не классический) – анестетик, который не обязательно приводит к наступлению всех 4-х признаков общей анестезии, например кетамин

Аспирация – попадание инородных тел в бронхиальное дерево

Атарактики – медикаменты с анксиолитическим и психически подавляющим действием, например бензодиазепины

Атаралгезия (ataralgia: *атарактики* + греч. *algēsis* ощущение боли) — состояние угнетения сознания и болевой чувствительности, вызванное сочетанным действием анальгезирующих средств и транквилизаторов

Вспомогательное дыхание – искусственное дыхание, которое проводится при сохранении самостоятельного дыхания. Необходимым условием его эффективности является синхронизация с дыханием животного

Газоток – количество свежего газа, поступающего в аппарат в единицу времени

Гиперкапния – чрезмерное накопление углекислоты в организме животного

Гипнотики – снотворные средства, приводящие в высоких дозах к потере сознания, например барбитураты

Гипоксемия – значительное снижение содержания кислорода в крови

Гипоксия – кислородное голодание тканей организма

Мертвое пространство:

- *анатомическое мертвое пространство* – объем газа, расположенный между носовыми отверстиями и входом в альвеолы
- *физиологическое мертвое пространство* – не участвующий в альвеолярном газообмене объем газа

- *анестезиологическое мертвое пространство* – объем газа, заключенный между дыхательным контуром (или клапаном вдоха) и местом подключения больного к аппарату

Нейролептанальгезия – комбинация нейролептика и анальгетика, благодаря которой наступает состояние, подобное анестезии с анальгезией (например, ацепромазин и морфин). Разновидностью нейролептанальгезии является атаралгезия

Нейролептики – медикаменты, обладающие антипсихотическим и тормозящим на ЦНС действием без выключения сознания (например, ацепромазин)

Общая анестезия – обратимая потеря сознания, ощущений боли и страха фармакологическими средствами. Наркоз – старое обозначение общей анестезии. В современной анестезиологии практика применения этого термина ограничена, за рубежом не используется.

Регургитация – пассивное затекание желудочного содержимого в ротовую полость

Рéфлюкс (от лат. *refluo* течь назад) — передвижение содержимого полых органов в противоположном естественному направлении.

Седативные – “успокоительные”, приводящие к притуплению чувствительности, вегетативному и двигательному торможению. Высокие дозы приводят к наступлению сна (т.е. действуют гипнотически), но не к анестезии

Спонтанное дыхание – самостоятельное дыхание животного

Управляемое дыхание – искусственное дыхание, которое проводится с целью замещения выключенного самостоятельного дыхания

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алиев А.А.* Выбор и правовое регулирование применения лекарственных средств для анестезиологической защиты животных / А.А. Алиев, А.В. Яшин, А.Ю. Нечаев. – СПб, 2005. – 26 с.
2. *Альшинецкий М.В.* Анестезия приматов / М.В. Альшинецкий // Вопросы прикладной приматологии: Межвед. сб. науч. и науч.-метод. тр./ Московский зоопарк. – 2004. – С.157 – 167.
3. *Андреев Г.М.* Анестезия при кесаревом сечении у собак / Г.М. Андреев, А.Ю. Нечаев // Ветеринария. – М., 2001. – №7. – С. 54 – 56.
4. *Андреева Н.Л.* Фармакологическое воздействие на адренореактивные системы и применение стимулятора α_2 -адренорецепторов ксилазина в ветеринарной анестезиологии / Н.Л. Андреева, А.Ю. Нечаев. – СПб: СПбГАВМ, 2001. – 22 с.
5. Анестезиологическая и реанимационная помощь раненым на войне. *Под ред. Полушина ЮС.* ЭЛБИ-СПб. 2003.
6. *Арипов У.А.* Практическая анестезиология / У.А. Арипов, П.М. Постолов. – Т.: Медицина, 1967. – 136 с.
7. *Берлин А.* Портативные аппараты и испарители для ингаляционной анестезии. LAMBERT / 2018. – 75 с.
8. *Берлин А.З., Кубряков Г.П.* Способ проведения ингаляционного наркоза при спонтанном дыхании. А.с. СССР 602 187, 1978 г.
9. *Берлин А.З., Мещеряков А.В.* Наркоз и дозирование анестетиков. М. Медицина. 1980. – 112 с.
10. *Бетшарт-Вольфенсбергер Р.* Ветеринарная анестезиология: учебное пособие / Р. Бетшарт-Вольфенсбергер, А.А. Стекольников, К.В. Племяшов, А.Ю. Нечаев. – СПб.: СпецЛит, 2010. – 270 с.
11. *Буров Н.Е.* Ксенон в анестезиологии / Н.Е. Буров, В.Н. Потапов, Г.Н. Макеев // Клинико-экспериментальные исследования. – М. Пульс, 2000.
12. *Женило В.М.* Основы современной общей анестезии / В.М. Женило, В.Г. Овсянников, А.Д. Белявский, П.А. Азнаурьян. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 1998. – 352 с.
13. *Корнюшенков Е.А.* Общие вопросы анестезиологии и интенсивной терапии мелких домашних животных: учебное пособие / Е.А. Корнюшенков. – М.: Сам Полиграфист, 2017. – 243 с.
14. *Костюченко А.Л.* Внутривенный наркоз и антинаркотики / А.Л. Костюченко, П.К. Дьяченко. – СПб.: «Деан», 1998. – 240 с.
15. *Маневич А.З.* Основы наркоза / А.З. Маневич, В.А. Михельсон. – Л.: Медицина, 1968. – 232 с.

16. *Молчанов И.В.* Применение стабилизированных мини-испарителей внутри и вне дыхательного контура/ И.В. Молчанов, А.З.Берлин, Н.Е. Буров, С.В.Горбачев, А.И.Королев//Клиническая Анестезиология и Реаниматология. – т. 4. – 2007. – № 5. – С. 66-71.
17. *Нечаев А.Ю.* Аппарат ингаляционного наркоза /А.Ю.Нечаев, А.З.Берлин, К.В. Племяшов // Патент РФ № 2676654. – 2019. – Бюл. № 1 – 09.01.2019.
18. *А. Нечаев, А. Берлин.* Ингаляционная анестезия в ветеринарии. LAMBERT / 2019. – 349 с.
19. *Павлюченко А. Ю.* Нормативно-правовая база оборота наркотических средств и психотропных веществ в ветеринарии / А.Ю. Павлюченко. – Москва: МГАВМиБ им. К.И.Скрябина, 2015. – 33 с.
20. *Полатайко О.Р.* Ветеринарная анестезия: практ. пособие / О.Р. Полатайко. – Киев: «ВД «Перископ», 2009. – 408 с.
21. *Пульняшенко П.Р.* Анестезиология и реаниматология собак и кошек / П.Р. Пульняшенко. – Киев: «Фауна-сервис», 1997. – 191 с.
22. *Руководство по анестезиологии /* Под ред. А.А. Бунятына. – М.: Медицина, 1997. – 656 с.
23. *Семенов Б.С.* Правовое регулирование при работе с наркотическими средствами, психотропными и сильнодействующими веществами в ветеринарной анестезиологии / Б.С. Семенов, А.Ю. Нечаев, Н.П. Бацанов. – СПб, 2000. – 16 с.
24. *Семенов Б.С.* Устройство для наркоза у животных / Б.С. Семенов, В.И. Страшнов, М.К. Учваткина, А.Ю. Нечаев. – Авторское свидетельство № 1251/99. – СПб: СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, 1999.
25. *Сидоров В.А.* Ингаляционная анестезия в педиатрии / А.В. Сидоров, Л.Е. Цыпин, В.А. Гребенников. – М. ООО «Медицинское информационное агентство». 2010. – 184 с.
26. *Стекольников А.А.* Местное и общее обезболивание животных: Учебное пособие / А.А. Стекольников, В.А. Лукьяновский, И.Б. Самошкин, С.В. Тимофеев. – СПб.: Лань, 2004. – 208 с.
27. *Стекольников А.А.* Применение препаратов для наркоза при хирургических операциях у лошадей / А.А. Стекольников, А.В. Лебедев, М.А. Нарусбаева // Ветеринария. – 1999. - №1. – С. 37 – 39.
28. *Терентьева Л.М.* Анестезиология и реаниматология / Л.М. Терентьева, Е.Г. Островерхова. – Л.: Медицина, 1989. – 176 с.
29. *Федеральный закон "О наркотических средствах и психотропных веществах" от 08.01.1998г. №3 - Ф3.*
30. *Чижев М.М.* Иммобилизация диких животных / М.М. Чижев. – СПб.: Ленинградский зоопарк, 1992. – 176 с.

31. *Шебиц Х.* Оперативная хирургия собак и кошек/ Х.Шебиц, В.Брасс. – М.: Аквариум, 2005. – 512 с.
32. *Юревич В.М.* Наркоз и наркозные аппараты/ В.М.Юревич, А.С. Перельмутр. – М. Медицина. 1973. – 288 с.
33. Anesthesia Equipment. US Department of Defense. 2002. [http://www.vnh.org/EWSurg/ch15/15Anesthesia Equip.html](http://www.vnh.org/EWSurg/ch15/15AnesthesiaEquip.html)
34. *Baum JA.* Low Flow Anesthesia. Drager 2004.
35. *Benson G.J.* Principles and Practice of Veterinary Anesthesia / G.J. Benson, J.G. Thurmon. – Baltimore: Williams & Wilkins, 1987. – 237 p.
36. *Bettschart-Wolfensberger R.* Allgemeine Anästhesiologie / R. Bettschart-Wolfensberger, S. Kästner. – Zürich, 2006.
37. *Bettschart-Wolfensberger R.* Spezielle Anästhesiologie / R. Bettschart-Wolfensberger, Annette Kutter, Karin Kalchofner, Simone Ringer. – Zürich, 2007.
38. *Dobson MB.* Anaesthesia at the district hospital. 2nd edn. 2001.
39. *Erhardt W.* Anästhesie und Analgesie beim Klein- und Heimtier / W. Erhardt, J. Henke, J. Haberstroh. – 2004.
40. *Fedde M.R.* Avian respiratory physiology / M.R. Fedde – Proc 8th Annual Vet Mid West Anesthesiology Conf, 1992.
41. *Ludders J.W.* Anesthesia and immobilization of specific species: birds in Veterinary Anesthesia /J.W. Ludders –Williams &Wilkins, 1996, pp. 645–670.
42. *Lumb W.V.* Veterinary Anesthesia / W.V. Lumb, E.W. Jones. – Philadelphia: Lea & Febiger, 1984. – 360 p.
43. Mellor D.J. Galloping colts, fetal feelings, and reassuring regulations: putting animal-welfare science into practice / J Vet Med Educ 37(1), 2010. – P. 94 – 100.
44. *Muir W.W.* Handbook of veterinary anesthesia / W.W. Muir, J.A. Hubbel, R.T. Skarda. – St. Louis: C V Mosby Co, 1989. – 520 p.
45. *Nunn GF.* Draw-over vaporizers. Association for Low Flow Anaesthesia. 1999. www.alfanaes.freeserve.co.uk/alfainfo.htm
46. *Sinn L.C.* Anesthesiology in Avian Medicine: Principles and Applications / L.C. Sinn – Wingers Publishing, 1997, pp. 589 – 600.
47. *Suzuki A., Bito H., Sanjo Y et al.* Evaluation of the PhysioFlexTM Closed-circuit Anaesthesia Machine. Eur J Anaesthesiol, 2000. **17**, 6, 359-363.
48. *Watney G.* In- and Out of Circuit Vaporizers. Anesthesia Equipment Resources ASE 2007. www.asevet.com/resources/circuits/circle.htm
49. *White D, Royston B.* Respiratory feedback effects on vaporizers in circle systems. Anaesthesia, 1998; 53: 555-9.