

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

**«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»**

Кафедра нормальной и патологической физиологии

**ФИЗИОЛОГИЯ МОЧЕВЫДЕЛЕНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

(учебно-методическое пособие)

Витебск-2003

Авторы: Мотузко Н.С., кандидат биологических наук, доцент
Гусаков В.К., доктор биологических наук, профессор

Рецензенты: Карпуть И.М. доктор ветеринарных наук, профессор,
член-корреспондент НАН Беларуси
Машеро В.А., кандидат ветеринарных наук, доцент

Учебно-методическое пособие

Одобрено на заседании учебно-методической комиссии факультета ветеринарной медицины Витебской государственной академии ветеринарной медицины, протокол № 4 от 24.06. 2003 г.

Разрешено к печати редакционно-издательским Советом академии, протокол № 1 от 11.09. 2003г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	4
1. Строение почек	4
2. Кровоснабжение почек	5
3. Иннервация почек	6
4. Образование мочи	6
4.1. Первая фаза мочеобразования	6
4.2. Вторая фаза мочеобразования	7
5. Нервная регуляция мочеобразования	8
6. Гуморальная регуляция почечной деятельности	9
7. Состав мочи	10
8. Методы изучения функции почек	12
8.1. Получение мочи в естественных условиях	12
8.2. Изучение мочеотделения в хроническом опыте	12
7.3. Наблюдение за мочеотделением в остром опыте	13
7.4. Влияние водной нагрузки, хлористого натрия, мочевины на мочеотделение	14
7.5. Исследование физических свойств мочи	15
7.6. Химическое исследование мочи	16
9. Контрольные вопросы	17
10. Литература	19
Приложение	20

ВВЕДЕНИЕ

Выделение - это освобождение организма от конечных продуктов обмена, чужеродных веществ, избытка воды, солей и органических соединений, поступающих с пищей или образующихся в ходе метаболизма.

Выделение этих соединений, называемых конечными продуктами является последним этапом обмена веществ организма с окружающей средой.

В процессе обмена веществ в организме образуется ряд таких химических продуктов, которые для организма являются при известной концентрации вредными. Организм прибегает при этом или к обезвреживанию этих продуктов, или же к их выведению наружу. Кроме этого в кровь поступают и накапливаются вещества неопасные для организма (вода, соли), но при их избытке изменяется состав крови, ее осмотическое и онкотическое давление, что ведет к нарушению функций организма.

Расстройство процессов выделения ведет к гораздо более быстрой гибели высших животных и человека, чем голодание. Человек при полном голодании, но достатке воды погибает через 55-65 дней, а при полном прекращении выделительной функции почек приводит к гибели за 4-7 суток.

Органы выделения участвуют в регуляции гомеостаза - относительного постоянства внутренней среды организма; осмотического давления крови и тканевой жидкости; кислотно-щелочного равновесия; регулируют выделение конечных продуктов азотистого обмена и чужеродных веществ; экскреции избытка органических веществ, поступивших с пищей или образовавшихся в ходе обмена; регулируют обмен белков, липидов и углеводов; артериальное давление; участвуют в регуляции гемопоеза; регулируют секрецию ферментов и физиологически активных веществ, принимают участие в терморегуляции.

К органам выделения относятся почки, легкие, печень, желудочно-кишечный тракт, кожа. Через легкие удаляются углекислый газ, вода, аммиак, ацетон, алкоголь.

Печень и желудочно-кишечный тракт удаляют из крови гормоны (тироксин, фолликулин), продукты обмена гемоглобина, азотистого метаболизма, соли, лекарственные вещества, воду и др.

Через кожу выделяются вода, соли, мочевины.

Особое место среди органов выделения занимают сальные и молочные железы. Выделяемые ими продукты кожное сало и молоко не являются конечными продуктами обмена веществ, но имеют определенное физиологическое значение: молоко - продукт питания, а кожное сало для смазывания кожи.

СТРОЕНИЕ ПОЧЕК

Основным органом выделения являются почки.

Между органами выделения (почки, легкие, печень, желудочно-кишечный тракт, кожа) имеются функциональные и регуляторные взаимосвязи и поэтому они могут быть объединены понятием «выделительная система организма»

У всех сельскохозяйственных животных и человека мочевыделительная система состоит из двух почек с их выводящими протоками - мочеточниками, через которые моча поступает в мочевой пузырь. Почки расположены по бокам от позвоночника в поясничном отделе.

Почка состоит из коркового и мозгового слоев. Корковое вещество образовано капсулами Шумлянского - Боумана и извитыми мочевыми канальцами. Мозговое вещество находится внутри почки и состоит в главной своей массе из прямых канальцев. Функциональной единицей почки является нефрон. Нефрон состоит из капсулы Шумлянского - Боумана, которая имеет форму двухстенной чаши, внутри капсулы находится клубочек капилляров - мальпигиев клубочек. Стенка капилляров и стенка капсулы представлены двумя слоями клеток, толщина их не превышает один микрон. В каждой почке крупного рогатого скота содержится 8 млн, у свиней около 1,4 млн, а у собак – 700 000 нефронов. Подсчитано, что на 1 м² поверхности тела теплокровного животного приходится довольно постоянное количество нефронов порядка 2000000. Капсула у животных переходит в короткую шейку, а последняя в извитой каналец первого порядка, который доходит до мозгового слоя почки и образует нисходящую часть петли Генле. Восходящая часть петли поднимается до коркового слоя, где образует извитой (дистальный) каналец второго порядка, впадающий в собирательную трубку. Собирательные трубки проходят через мозговой слой почки и открываются в почечную лоханку. При наполнении лоханка сокращается, моча направляется в мочеточники и по ним продвигается в мочевой пузырь.

Длина канальцев одного нефрона составляет 30-50 мм, а длина всех извитых канальцев достигает 80-100 км.

КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ ПОЧЕК

Кровоснабжение почек отличается от кровоснабжения других органов тем, что втекающая в почку кровь последовательно проходит две сети артериальных капилляров, капилляры мальпигиевых клубочков и капилляры, оплетающие почечные канальцы.

К каждой капсуле Шумлянского - Боумана подходит артериально-приносящий сосуд, который разветвляется и образует мальпигиевый клубочек, состоящий из 50 капиллярных петель. Давление крови в этих ка-

пиллярах 70-90 мм рт. ст., что значительно выше, чем в других капиллярах. Так как приносящий сосуд широкий и короткий, выносящий сосуд узкий. Выносящий сосуд вновь разветвляется и образуется вторая сеть почечных капилляров, которые оплетают проксимальные и дистальные извитые каналы. Давление крови в капиллярах канальцев 10-20 мм рт. ст. Через почку проходит примерно 20% крови, которая выбрасывается в аорту, у свиньи мясной 90-100 кг в течение суток через почки протекает до 1,5 тыс. литров крови. Такой обильный кровоток обеспечивает интенсивный процесс образования мочи.

Особенность почечного кровотока состоит и в том, что в условиях изменения системного артериального давления в широких пределах (от 90 до 190 мм рт. ст.) он остается постоянным. Во время мышечной работы сосуды почек суживаются и через них крови протекает меньше на 10-20%, чем при покое.

Между корковым и мозговым слоями почки имеется интермедуллярная (юкстамедуллярная зона), в которой расположены крупные клубочки. Приносящая артерия в них по диаметру равна выносящей. Эфферентная артериола не распадается на околоканальцевую капиллярную сеть, а образует прямые сосуды, спускающиеся в мозговое вещество. Считается, что это обходной путь для прямого прохождения крови из артериальной системы в венозную.

В этих нефронах имеются клетки юктагломерулярного комплекса обладают внутрисекреторной функцией, выделяя при уменьшении почечного кровотока, ренин. Ренин вступает во взаимодействие с белком плазмы - гипертензиногеном, который превращается в активный гипертензин, вызывающий резкое сужение кровеносных сосудов.

ИННЕРВАЦИЯ ПОЧЕК

Почки иннервируются нервными волокнами, которые идут в составе большого и малого чревных нервов и частично в составе блуждающего нерва. Входят в почку через ее ворота вместе с сосудами и оплетают все сосуды почек, а так же иннервируют эпителий канальцев. Рецепторный аппарат почек главным образом находится в капсуле у начала мочеточников и воспринимает болевое раздражение. Возникают сильные боли при закупорке мочеточника камнями. В почках мочеобразование и мочеотделение происходит непрерывно и регулируется рефлексно.

ОБРАЗОВАНИЕ МОЧИ

В настоящее время является общепризнанными теории мочеобразования Собьеранского, Кешни, Ричардса - фильтрационно-реабсорбционная. Мочеобразование протекает в две фазы: фильтрационная и реабсорбционная.

ПЕРВАЯ ФАЗА МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

В эту фазу из плазмы крови, протекающей по мальпигиеву клубочку, отфильтровывается вода со всеми растворенными в ней веществами. Процессу фильтрации способствует высокое давление крови в мальпигиевых клубочках. Эндотелий капилляров и прикрывающая их капсула служат полупроницаемой мембраной функционирующей как фильтр - пропускает одни вещества и задерживает другие. Через поры из мальпигиевых клубочков не проходят вещества, молекулярная масса которых больше 70000. В здоровой почке через поры капсулы проникает в каналцы 1% альбумина, а при гемолизе крови в клубочках - до 5% гемоглобина.

Препятствует фильтрации онкотическое давление крови и величина давления жидкости, находящейся в полости капсулы. В моче здоровых животных могут обнаруживаться и некоторые низкомолекулярные белки.

Фильтрация происходит до тех пор пока капиллярное давление крови в клубочках будет больше онкотического давления крови и давления мочи в капсуле $70 \text{ мм} - (30+20) = 20$. Снижение кровяного давления в почечной артерии или повышение его внутри капсулы прекращает фильтрацию. Первичная моча отличается от плазмы крови только отсутствием белков. Элементы почечной ткани активного участия в фильтрации не принимают. Для фильтрации, используется энергия, сообщаемая крови сердцем.

ВТОРАЯ ФАЗА МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

В обычных условиях у овец образуется за сутки 150-180 л первичной мочи, у коров 900-1800 л, а выделяется у овец только 1-1,5 л, у коров - 6-20 л мочи. Образующийся в клубочках, в результате фильтрации безбелковый ультрафильтрат плазмы проходит по системе почечных канальцев, изменяется и превращается в конечную мочу. Анализ первичной мочи, плазмы крови и конечной мочи показал (табл.), что первичная моча образуется в очень больших количествах, что связано с обильным кровоснабжением. У коров за сутки проходит через почки около 18000 л крови, из каждых 6-10 л крови образуется примерно 1 л фильтрата.

Таблица

Состав мочи

	Содержится (г)			
	в 90 л плазмы	в первичной моче	всасывается обратно в кровь	в 1 л мочи

Вода	83 л	83 л	82 л	0,99 л
Коллоиды	6750	-	-	-
Глюкоза	90	90	90	-
Натрий	270	270	266,5	3,5
Хлориды	333	333	327	6
Мочевина	27	27	7	20
Мочевая кислота	3,6	3,6	3,1	0,5
Калий	18,0	18,0	16,5	1,5
Фосфаты	8,1	8,1	6,6	1,5
Сульфаты	1,8	1,8	-	1,8

В проксимальном отделе нефрона происходит полная реабсорбция глюкозы, аминокислот, витаминов, белков, микроэлементов, около 80% натрия, хлоридов и воды. Реабсорбция происходит при затрате большого количества энергии.

Вещества, которые находятся в первичной моче, не в одинаковой мере подвергаются обратному всасыванию. Наиболее полно происходит реабсорбция низкомолекулярных белков, глюкозы и аминокислот. В норме в конечной моче их нет (высокий порок выведения).

Некоторые вещества - мочевины, сульфаты, а также все чужеродные организму вещества (в т.ч. и лекарственные) переходят из крови в фильтрат, как бы мало их не содержалось в крови. Их обратное всасывание происходит в очень малой степени, поэтому они всегда содержатся в моче в большей концентрации, чем в плазме. Эти вещества получили название веществ с низким порогом выведения (или беспороговые). Кровь от таких веществ освобождается на 90%.

Существует активный и пассивный механизм всасывания в канальцах. Активный механизм связан с деятельностью цилиндрического эпителия почечных канальцев. Пассивный механизм реабсорбции связан с разностью осмотического давления.

Регулирует осмотическое давление первичной мочи и крови так называемая “поворотной-противоточная система”.

Эпителий нисходящего колена петли Генле пропускает воду, но не проходят ионы натрия, $\frac{6}{7}$ всасывается воды до начала петли Генле, а $\frac{1}{7}$ поступает в нисходящую часть петли.

Эпителий восходящего отдела петли Генле реабсорбирует ионы натрия и не пропускает воду из просвета канальцев в тканевую жидкость.

В извитых канальцах второго порядка идет дальнейшее всасывание ионов натрия, калия, воды и др. веществ. Однако всасывание натрия и калия зависит от их концентрации в крови. Реабсорбция натрия в проксимальном отделе прекращается, когда его концентрация в первичной моче падает до $\frac{1}{2}$ концентрации в плазме. В дистальном отделе он может всасываться почти полностью, до 0,01% натрия в моче.

После реабсорбции процесс мочеобразования не окончен. В канальцах происходит процесс секреции, синтеза и экскреции. Благодаря активной секреции выделяется большая часть введенных в организм лекарственных веществ, красок. В канальцах происходят процессы синтеза глутаровой кислоты из гликокола и бензойной кислоты. При экскреции из крови удаляются продукты белкового обмена: мочевины, креатин, аммиак, мочевиновая кислота.

Таким образом, моча образуется в результате фильтрации, реабсорбции, секреции, синтеза и экскреции. Все эти процессы обеспечивают не только выделение продуктов обмена веществ, но и направлены на сохранение относительного постоянства внутренней среды организма - гомеостаза.

НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

Процесс мочеобразования регулируется весьма сложным нейро-гуморальным механизмом. Многочисленные исследования показали, что центр мочеобразования находится в продолговатом мозгу на дне четвертого желудочка. Центр водного обмена расположен в промежуточном мозге, который управляет центром мочеобразования. Укол в дно четвертого желудочка и особенно в серый бугор промежуточного мозга вызывает усиленный диурез.

При раздражении ветвей блуждающего нерва отмечается усиление выделения воды и задерживает выделение органических веществ.

Раздражение симпатических нервов уменьшает выделение воды и повышает выделение хлористого натрия. Вопрос о механизме влияния автономной нервной системы не доказан. Одни авторы считают, что автономная нервная система влияет на просвет кровеносных сосудов почки, что изменяет кровяное давление, а другие - нервная система влияет на деятельность почек изменяя проницаемость почечного эпителия.

Нанесение сильного болевого раздражения животному задерживает мочеобразование, что указывает на нервное влияние в регуляции мочеобразования. Однако необходимо отметить, что пересаженная почка на шею (денервированная почка) продолжает нормально функционировать и отвечать на болевые раздражения.

В опытах на собаках В.М.Бехтерев показал, что раздражение одних точек коры больших полушарий вызывает увеличение мочеобразования, других - уменьшение. Если людям в гипнотическом состоянии внушить питье воды, то у них увеличивается мочеобразование.

К.М. Быков и его сотрудники доказали участие коры головного мозга в регуляции мочеобразования путем выработки условных рефлексов. Собакам в одной и той же комнате вводили в прямую кишку воду, что вызывало у них усиленный диурез. Если такой опыт проводить с условным раздражителем (метроном, лампочка, свисток), то через несколько сочета-

ний один только условный раздражитель, увеличивал мочеобразование. Условный рефлекс можно выработать и на торможение мочеобразования, сочетание болевого раздражения с условным.

Однако условно-рефлекторную анурию можно получить и при денервации почки. Из этого следует, что регуляция корой больших полушарий почечной деятельности может идти двумя путями:

1) прямой, когда первые импульсы от коры мозга доходят до самой почки и изменяют ее деятельность;

2) нейрогуморальный, когда импульсы от коры больших полушарий передаются на гипофиз, где изменяется секреция вазопрессина, который через кровь поступает в почку, изменяя ее работу. В пользу последнего свидетельствуют факты с денервацией гипофиза. При наложении на ножку гипофиза полукольца - денервированная почка не отвечает на болевое раздражение.

ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ПОЧЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Наряду с нервной регуляцией функции почек принимает участие и гуморальная система. Гормон задней доли гипофиза вазопрессин (антидиуретический, АДГ) стимулирует активную реабсорбцию воды и угнетает реабсорбцию натрия и хлора. При усиленном выделении этого гормона уменьшается мочеобразование, и, наоборот, при недостатке АДГ - мочеобразование возрастает.

При патологии у овцы, вследствие задержки выработки гормона, выделяется до 25 л мочи в сутки, при норме 1,0-1,5 л.

Образование и выделение антидиуретического гормона происходит рефлекторно. Импульсы поступают как от центра мочеобразования (продолговатый мозг, кора больших полушарий) так и от хеморецепторов кровеносных сосудов, которые раздражаются повышенным содержанием солей и продуктами азотистого обмена.

Гормоны коры надпочечников поддерживают определенный уровень фильтрации. Альдостерон угнетает реабсорбцию воды, стимулирует реабсорбцию натрия и понижает обратное всасывание калия. Кортикоиды обеспечивают постоянство ионного состава плазмы.

Адреналин - гормон мозгового вещества надпочечников в малых дозах суживает капилляры мальпигиевого клубочка, в результате чего фильтрация увеличивается. Адреналин в больших дозах приносящий сосуд суживает, кровоснабжение нефрона уменьшается, процесс фильтрации снижается.

Паратгормон увеличивает реабсорбцию кальция, способствует выделению его из костной ткани, содержание кальция в плазме крови повышается. Под влиянием паратгормона резко усиливается выведение фосфатов с мочой.

Гормоны щитовидной железы изменяют обмен веществ в организме и уменьшают реабсорбцию воды.

Ренин вырабатывается в юктагломерулярных комплексах, повышает кровяное давление в почках и увеличивает фильтрацию.

СОСТАВ МОЧИ

В моче содержится около 4% сухого вещества и 96% воды.

В моче имеются продукты белкового обмена: мочевины - 90% от общего количества азота мочи, а также мочевиная кислота, аммиак, креатин, гипуровая кислота. Продукты гниения белка (индол, скатол, крезол, фенол), пигменты (уробилин, урохром и др.). Неорганические вещества: соли натрия, калия, сернокислые, фосфорнокислые и др.

При исследовании мочи определяют ее физические свойства: количество выделяемой мочи за сутки, цвет, прозрачность, консистенцию, запах и плотность.

У жвачных моча бывает от светло-желтого до светло-коричневого цвета, у лошадей - от бледно- до буро-желтого, у свиней и у собак - светло-желтого цвета.

При патологии цвет мочи меняется: при сахарном диабете - бесцветная, при гематурии, гемоглобинурии, миоглобинурии - от темно-коричневого до кроваво-красного, при увеличении количества желчных пигментов - от желто-зеленого до темно-коричневого. Цвет мочи может меняться и после применения лекарственных веществ, а также при кормлении красной свеклой.

Свежая моча от здоровых животных прозрачная. У копытных животных моча мутная от присутствия кристаллов углекислого кальция.

Помутнение свежеполученной мочи обусловлено присутствием в ней крови, бактерий, слизи, капелек жира. У крупного рогатого скота, свиней, овец моча жидкая, водянистая, у лошадей моча слизистой консистенции вследствие примеси муцина. Запах мочи специфичен для каждого вида животного и зависит от ее концентрации. Чем концентрированнее моча, тем сильнее ее аммиачный запах. При длительном хранении мочи на воздухе запах ее аммиачный, гнилостный - при распаде тканей мочевого пузыря, фруктовый запах мочи у коров бывает при кетозе.

У здоровых животных плотность мочи колеблется в пределах (г/мл или кг/л) у крупного рогатого скота - 1,015-1,045; свиней - 1,010-1,030, лошадей - 1,020-1,050, собак-1,020-1,050.

При протеинурии, глюкозурии, поносах, сильной рвоте, длительном потении, плотность мочи увеличивается, при хронических нефритах, нефросклерозе - уменьшается.

При химическом исследовании мочи определяют pH, содержание белка, сахара, кетоновых тел, пигментов, желчных кислот.

Реакция мочи у животных может быть кислой, щелочной или нейтральной в зависимости от вида, пола животного и корма. При поедании животными корма, богатого белками, реакция мочи становится кислой,

моча травоядных животных щелочная, у всеядных и плотоядных - слабощелочная. рН мочи лошади составляет 8,7-7,1, у крупного рогатого скота 7,7-8,7, у телят-сосунов моча кислая (5,7), а с возрастом постепенно переходит в щелочную; у свиней -6,0-7,5; овец - 7,4-8,5; собак -5,2-7,0.

Почки образуют мочу непрерывно, однако выделяется она периодически. Образовавшаяся моча по собирательным канальцам поступает в почечную лоханку. При наполнении лоханки она сокращается и моча переходит в мочеточники, откуда в мочевой пузырь. Мочевой пузырь состоит из трех слоев гладкой мускулатуры мышц: наружный и внутренний продольный; средний слой из кольцевых мышц, расположен между продольными.

В месте выхода мочеиспускательного канала имеется внутренний сфинктер мочевого пузыря. По ходу мочеиспускательного канала имеется наружный сфинктер. Мускулатура сфинктеров находится в тонусе (сфинктеры закрыты), что препятствует постоянному выходу мочи из пузыря.

Объем мочевого пузыря, при его наполнении, может увеличиваться в несколько раз без значительного повышения давления - пластический тонус.

По мере наполнения пузыря давление в нем в начале не меняется, а затем резко увеличивается - возникает позыв к мочеиспусканию. Это связано с тем, что в мочевом пузыре раздражаются рецепторы, которые возбуждаются и сигналы передаются в центр мочеиспускания, который расположен в пояснично-крестцовом отделе спинного мозга. Этот центр находится под контролем продолговатого, среднего мозга и больших полушарий, о чем свидетельствуют данные о произвольном мочеиспускании.

Процесс мочеиспускания это сложный рефлекторный акт, заключающийся в одновременном сокращении мышц мочевого пузыря и расслабления сфинктеров.

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ФУНКЦИИ ПОЧЕК

Выделительная функция почек и физико-химические свойства мочи зависят от количества потребляемой воды, температуры внешней среды, выполняемой работы, физиологического состояния организма, состояния ЦНС и автономного отдела нервной системы, функции желез внутренней секреции и др. Определение основных показателей физико-химических свойств мочи находит широкое применение в клинике для диагностических целей. Поэтому ученых давно привлекает внимание разработке различных методов получения мочи.

Работа № 1 Получение мочи в естественных условиях.

Метод наблюдения за процессом мочеобразования и выведения мочи животными, находящимися в естественных условиях. Мочу можно получить, если животное поместить в станок, пол которого покрыт водонепроницаемым материалом, в центре которого имеется отводящая трубка,

по которой собирают мочу, в специальный сосуд. Если животному подвязать прорезиновый фартук, с отводной трубкой, мочу можно собрать полностью, поместив животное в станок.

Быстрое получение мочи у крупного рогатого скота и лошадей возможно при массаже мочевого пузыря, раздражении устья мочеиспускательного канала у самок, катеризацией.

Собирание мочи у крупного рогатого скота производится так же, как и у лошади, с той лишь разницей, что катеризация возможна только у самок, причем необходимо учитывать при введении катетера подуретральный мешок, препятствующий нормальному введению катетера.

Чтобы избежать попадания катетера в слепой мешок, в него предварительно вводят палец левой руки, после чего, придерживаясь дорзальной стенки уретры, осторожно вводят катетер. Такой прием исключает возможность попадания катетера в слепой мешок.

Работа № 2 Изучение мочеотделения в хроническом опыте.

Хронические опыты проводятся на животных с фистулами мочевого пузыря, мочеточников и при выведении уретры. Опыты можно проводить на собаках, овцах, свиньях, телятах, которым за 5-8 дней до начала занятий животных оперируют.

Цель работы: Ознакомиться с основными хирургическими приемами по наложению фистульной трубки на мочевой пузырь, мочеточники или выведение уретры.

Материалы и оборудование: набор хирургических инструментов, дезинфицирующие и наркотические вещества, антибиотики, физиологический раствор, стерильные халаты, простыня, салфетки, тампоны, шовный материал, собака (для опыта подбирают спокойную собаку, желательно самку), фистульную трубку для мочевого пузыря.

а) Наложение фистулы на мочевой пузырь.

Ход работы: После суточной голодной диеты наркотизированное животное зафиксировать на операционном столе в спинном положении и, подготовив операционное поле, в стерильных условиях на вентральной стенке живота по белой линии сделать разрез и вскрыть брюшную полость. Извлечь мочевой пузырь, на серозно-мышечный слой пузыря наложить кисетный шов, в разрез стенки ввести внутренний диск фистульной трубки и зафиксировать кисетным швом. Обмытый теплым физиологическим раствором с антибиотиками мочевой пузырь погрузить в брюшную полость, а наружный конец фистульной трубки вывести в прокол сбоку от белой линии и навинтить на него наружный диск. После этого послойно зашить рану брюшной стенки. Для лучшего соприкосновения серозной оболочки мочевого пузыря с брюшной под наружный диск фистулы подвести марлевую салфетку, смазанную эмульсией стрептомицина или синтомицина. Уход за животными после операции проводить по общепринятым методам.

б) Выведение мочеточников на кожную поверхность брюшной стенки.

Ход работы: Собаку фиксируют на столе в спинном положении и, подготовив операционное поле в стерильных условиях по белой линии живота сделать разрез ниже пупка и вскрыть брюшную полость. Кишечник отодвигают в сторону, и тогда на задней стенке под брюшиной хорошо виден мочеточники в виде бело-розовых шнуров. Мочевой пузырь опорожняют через стерильную иглу. Вытаскивают из полости мочевого пузыря, находим место впадения мочеточника, выкраиваем лоскут величиной с двухкопеечную монету вместе с мочеточником. Мочевой пузырь зашивают, а мочеточник вместе с лоскутом через прокол брюшной стенки выводят наружу, предварительно срезав кожу в месте прокола. Лоскут распрямляют и пришивают. Мочевой пузырь обмывают физиологическим раствором с антибиотиком и погружают в брюшную полость. Рану послойно зашивают. Уход за животным после операции проводят по общепринятым методам. Опыт можно начинать проводить через две недели.

в) Выведение уретры

Ход работы: Собаку под наркозом фиксируют в спинном положении. Вскрывают брюшную полость по белой линии живота. Через стерильную иглу освобождают мочевой пузырь от мочи. Извлекают мочевой пузырь. Как можно ближе к наружным половым органам накладывают кишечный шов. Уретру перерезают рядом с кистным швом. Кистный шов затягивают и культю зашивают двумя-тремя узловыми швами. Уретру, идущую к мочевому пузырю, через прокол выводят наружу предварительно срезав кожу. Уретру пришивают к брюшной стенке. Выхаживают животное по общепринятым методам. Для получения мочи резиновый катетер вводят в мочевой пузырь через уретру. Моча в период между опытами не вытекает наружу, так как при выходе из мочевого пузыря имеется сфинктер.

Работа № 3 Наблюдение за мочеотделением в остром опыте.

При отсутствии крупных животных процесс мочеотделения на практических занятиях можно изучить в остром опыте на собаке или кролике.

Цель работы: Изучить механизм мочеотделения и выявить влияние различных факторов на мочеобразование.

Материал и оборудование: собака или кролик, наркотическое вещество, операционный столик, две канюли для мочеточников, тампоны, хирургический набор инструментов, резиновая трубка, 10% раствор натрия хлорида, 40% -ая мочеви́на, 5%-ая синька метиленовая на физиологическом растворе.

Ход работы: Животное фиксируют на операционном столе в спинном положении. Вскрывают брюшную полость по белой линии живота ниже пупка. Кишечник отодвигают в сторону, и тогда на задней стенке под брюшиной хорошо видны мочеточники в виде бело-розовых шнуров. Подводят под мочеточник две лигатуры. Мочеточник перевязывают и пе-

перезаают в нижней части, затем делают надрез мочеточника, в который по направлению к почке вводят тонкую стеклянную канюлю и второй лигатурой фиксируют ее. На открытый конец канюли надевают резиновую трубку, через которую и собирают мочу во время опыта. Таким же способом ввязывают канюлю и во второй мочеточник. После этого несколько раз определяют количество мочи, выделенное за 3-5 минутные промежутки. Сравнивают выделение мочи из правого и левого мочеточников. Затем вводят в полость кишки теплую воду (35-37°) из расчета 10-20 мл на 1 кг массы тела животного и определяют количество отделяемой мочи. Диурез нарастает через 5-10 минут в результате всасывания воды и затем вскоре приходит к норме. В бедренную или ушную вену вводят 10 мл 10%-ого раствора поваренной соли, после чего наступает усиление диуреза. Через некоторое время, когда отделение мочи приблизится к норме, наблюдаемой в начале опыта, в вену вводят 5 мл 40%-ого раствора мочевины, при этом вновь наблюдается усиление диуреза. После того как диурез придет к норме, в вену вводят 3 мл 1%-ого метиленовой синьки, и через некоторое время начинает выделяться окрашенная моча.

Работа № 4 Влияние водной нагрузки, хлористого натрия, мочевины на мочеотделение.

Влияние водной нагрузки на мочеотделение.

Почки работают непрерывно, моча же из организма выводится периодически. По мере наполнения мочевого пузыря до определенного предела давление в нем не изменяется (пластический тонус). Дальнейшее наполнение мочевого пузыря вызывает резкое возрастание в нем давления и наступает рефлекторный акт мочеиспускания. Двигательными нервами мочевого пузыря являются парасимпатические и симпатические. Раздражение симпатического нерва сопровождается расслаблением гладкой мускулатуры мочевого пузыря и сокращение его сфинктеров, что происходит при наполнении мочевого пузыря. Повышение давления в нем вызывает раздражение парасимпатических нервов, что приводит к сокращению гладкой мускулатуры пузыря и расслаблению сфинктеров – происходит акт мочеиспускания.

Спинальные и бульбарные центры мочеиспускания подчинены импульсам, идущим от коры больших полушарий, о чем свидетельствует произвольное мочеиспускание.

Частота мочеиспускания у животных составляет: у крупного рогатого скота – 6-10 раз, лошадей – 4-8, овец, коз и свиней – 2-3 раза в сутки.

Цель работы: выяснить влияние водной нагрузки на величину диуреза.

Материалы и оборудование: вода, подогретая до 25-40°С, воронка, носопищеводный зонд, секундомер, градуированная посуда для сбора мочи, собака с фистулой мочевого пузыря.

Ход работы. Собаку поставить в станок и снять пробку с фистульной трубки. К фистуле подвязать колбочку, в которую собирать мочу через

каждые 10 мин на протяжении получаса. Затем через зонд в желудок ввести теплую воду из расчета 30 мл на 1 кг массы животного. Учет количества выделяемой мочи производить в такие же отрезки времени в течение 1 часа. Нарастание мочевыделения, как правило, наступает в первые 15-20 мин после введения воды и достигает максимума через 30-60 мин. В дальнейшем величина диуреза постепенно снижается и к 2-3-му часу возвращается к исходному уровню.

Влияние хлористого натрия на мочеотделение. В желудок вводят 3%-ный подогретый раствор хлористого натрия из расчета 0,8-1,2 г на 1 кг массы тела животного (более концентрированные растворы вызывают рвоту). Увеличение количества мочи начинается через 40-50 минут и достигает максимума в течение 2-3-го часа.

Влияние мочевины на мочеотделение. В желудок собаки вводят 20-25%-ный раствор мочевины из расчета 0,8-1,0 г сухого вещества на 1 кг массы тела животного. Увеличение мочеотделения наступает через 15-20 минут и достигает максимума в середине первого часа, в течение второго часа выделение мочи возвращается к исходному положению.

Данные, полученные в опытах, вычерчивают в виде кривых: на вертикали указывают количество мочи (в мл), на горизонтали – время.

Работа № 5. Исследование физических свойств мочи.

Цель работы: приобрести навыки по определению физических свойств мочи.

Материалы и оборудование: свежеполученная моча, мерный цилиндр на 100 мл, вата, урометр, секундомер, термометр.

Ход работы. *Определение количества мочи.* Собрать мочу у животного за 1 ч, а если есть возможность, то и за больший промежуток времени. Количество мочи измерить в мерном цилиндре и рассчитать выделение ее за сутки.

Здоровые животные за сутки выделяют: лошади - 3-6 л, крупный рогатый скот - 5-12, овцы и козы - 0,5-1, свиньи - 2-4, собаки - 0,3-1 л мочи. Увеличение выделения ее за сутки называется полиурией, уменьшение - олигоурией, прекращение образования - анурией.

Цвет мочи лучше определять в цилиндре на белом фоне. Моча большинства животных прозрачная, желтого цвета.

У жвачных моча бывает светло-желтого до светло-коричневого цвета; у лошадей - от бледно - до буро-желтого; у свиней - светло-желтого; у собак - светло-желтого цвета. При патологии цвет мочи меняется: при сахарном диабете - бесцветная, при гематурии, гемоглобинурии, миоглобинурии - от темно-коричневого до кроваво-красной, при увеличении количества желчных пигментов - от желто-зеленой до темно-коричневой. Цвет мочи может меняться и после применения лекарственных веществ, а также при кормлении красной свеклой.

Прозрачность мочи лучше определять при дневном свете в прозрачной посуде. Свежая моча от здоровых животных прозрачна. У однокопыт-

ных животных моча мутная от присутствия кристаллов углекислого кальция.

Помутнение свежеполученной мочи обусловлено присутствием в ней крови, бактерий, слизи, капелек жира.

Консистенцию мочи определяют путем переливания ее из сосуда в сосуд. У крупного рогатого скота, свиней, овец она жидкая, водянистая, у лошадей - слизистая вследствие примеси муцина.

Запах мочи специфичен для каждого вида животного и зависит от ее концентрации. При длительном хранении мочи на воздухе запах у нее становится аммиачным; при распаде тканей мочевого пузыря, опухолей - гнилостным; фруктовый запах мочи у коров бывает при кетозе.

Плотность мочи определяется урмометром со шкалой 1,000-1,060.

Для определения плотности мочи цилиндр емкостью 100 мл осторожно заполнить мочой, в которую медленно опустить урмометр, следя за тем, чтобы он не соприкасался со стенками цилиндра. Отметить деление урмометра, внести поправку на температуру исследуемой мочи.

При этом на каждые 3° выше 15° следует прибавить, а ниже - отнять 0,001 от показания шкалы урмометра. Например, если показания урмометра при 18° будет 1,015, то с температурной поправкой плотность мочи составит 1,016.

У здоровых животных плотность мочи колеблется в пределах (г/мл или кг/л): у крупного рогатого скота - 1,015-1,045, свиней - 1,010-1,030, лошадей - 1,020-1,050, собак - 1,020-1,050.

При протеинурии, глюкозурии, поносах, сильной рвоте, длительном потении плотность мочи увеличивается, при хронических нефритах, нефросклерозе - уменьшается.

Результаты и их оформление. Записать физические свойства мочи: количество, цвет, прозрачность, консистенцию, запах и относительную плотность.

Проанализировать результаты и сравнить их с нормой. Сделать выводы.

Работа № 6 Химическое исследование мочи.

Цель работы: овладеть методами химического исследования мочи.

Материалы и оборудование: индикаторная бумага, рН-метр, реактивы для определения белка, сахара, кетоновых тел, свежеполученная моча.

Ход работы. рН мочи следует определять с помощью рН-метра или индикаторной бумаги. Для определения реакции мочи взять универсальную бумажку и смочить ее мочой. По цветной шкале универсальной бумаги определить рН мочи.

Исследование мочи на содержание белка. В пробирку налить 1-2 мл концентрированной азотной кислоты. Затем медленно по стенке добавить равный объем мочи. Слои между жидкостями не перемешивать. На их границе появляется коричневое кольцо как следствие взаимодействия мочевых пигментов с азотной кислотой.

Моча, содержащая белок, на границе жидкостей дает мутноватое кольцо. Проба с азотной кислотой является очень чувствительной, благодаря чему обнаруживается незначительное количество белка- до 0,033%.

Определение сахара в моче. В пробирку отмерить 4 мл реактива Ниландера (цитрат висмута-2 г, сегнетова соль-4 г, 10%-ный раствор гидроксида натрия-100 мл), добавить 2 мл свежей мочи и нагреть смесь в течение 3-4 мин. При наличии сахара в моче смесь мутнеет и приобретает окраску от коричневой до черной. Проба выявляет 0,1 г сахара в 100 мл мочи. Для контроля провести аналогичную реакцию, но вместо мочи к реактиву Ниландера добавить 2 мл H_2O .

Результаты и их оформление. Полученные данные по химическим свойствам мочи записать в тетради. Проанализировать результаты и сравнить их с нормой. Сделать выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные органы выделения и их физиологическое значение.
2. Нефрон и его значение.
3. Процесс образования первичной мочи.
4. Вторая фаза мочеобразования.
5. Механизм регуляции мочеобразования.
6. Методы изучения получения мочи.
7. Состав мочи.
8. Роль почек в поддержании гомеостаза.
9. Величина диуреза у разных животных.
10. Физические свойства мочи.
11. Химические свойства мочи.
12. Какие органы участвуют в процессе выделения?
13. Какое физиологическое значение имеют органы выделения?
14. Какие функции выполняют почки?
15. Что является морфофункциональной единицей почки?
16. Каковы особенности кровообращения почек?
17. Чему равно давление крови в капиллярах клубочков почки?
18. Чему равно фильтрационное давление и как рассчитать его величину?
19. Чем отличается состав клубочкового фильтрата от состава плазмы крови?
20. Сколько клубочкового фильтрата (первичной мочи) образуется в почках за одни сутки?
21. Какие вещества реабсорбируются в почках?
22. Какие вещества секретируются в почках?
23. В каких отделах нефрона происходит реабсорбция и секреция веществ?

24. Какие вещества клубочкового фильтрата называют пороговыми?
25. Что такое облигатная и факультативная реабсорбция?
26. Какие процессы происходят в дистальном извитом канальце нефрона?
27. Каков механизм действия антидиуретического гормона (АДГ)?
28. Каково физиологическое значение ренина?
29. Какие физиологические механизмы участвуют в регуляции деятельности почек?
30. Как осуществляется рефлекторная регуляция деятельности почек?
31. Как осуществляется гуморальная регуляция деятельности почек?
32. Каково участие почек в регуляции осмотического давления крови?
33. Каково участие почек в поддержании уровня рН крови?
34. Каково участие почек в поддержании ионного состава крови?
35. Какова роль почек в регуляции кроветворения?
36. Почему организм погибает при поражении или удалении обеих почек?
37. Какие нервы иннервируют мочевой пузырь и его сфинктер?
38. Как действует симпатический нерв на мышцы мочевого пузыря и его сфинктер?
39. Как действует парасимпатический нерв на мышцы мочевого пузыря и его сфинктер?
40. Каков механизм мочеиспускания?
41. Какую роль в выделительных процессах играет кожа?
42. В чем заключается выделительная функция легких?
43. Какова роль желудочно-кишечного тракта в выделительных процессах?

ЛИТЕРАТУРА

1. Практикум по физиологии сельскохозяйственных животных под редакцией П.Н. Катуранова.- Минск, : Ураджай, 2000.
2. Георгиевский В.И. Физиология сельскохозяйственных животных. – Москва, : Агропромиздат, 1990.
3. Георгиевский В.И. Практическое руководство по физиологии сельскохозяйственных животных. – Москва, : высшая школа, 1976.
4. Физиология сельскохозяйственных животных под редакцией А.И. Голикова, - Москва, 1991.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Объем мочи, выделяемой животными

Животные	Выделяется в сутки (л)		В сутки, мл/кг массы тела
	в среднем	колебания	
Корова лактирующая	7	6-20	17-40
Лошадь	5	3-13	10-20
Свинья	4	2-6	20-40
Овца, коза	1	0,5-2	10-40
Собака (крупная)	0,6	0,4-1,5	20-80
Кошка	0,15	0,1-0,2	10-20
Кролик	0,10	0,05-0,2	25-50
Курица	0,10	0,05-0,15	25-70