

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

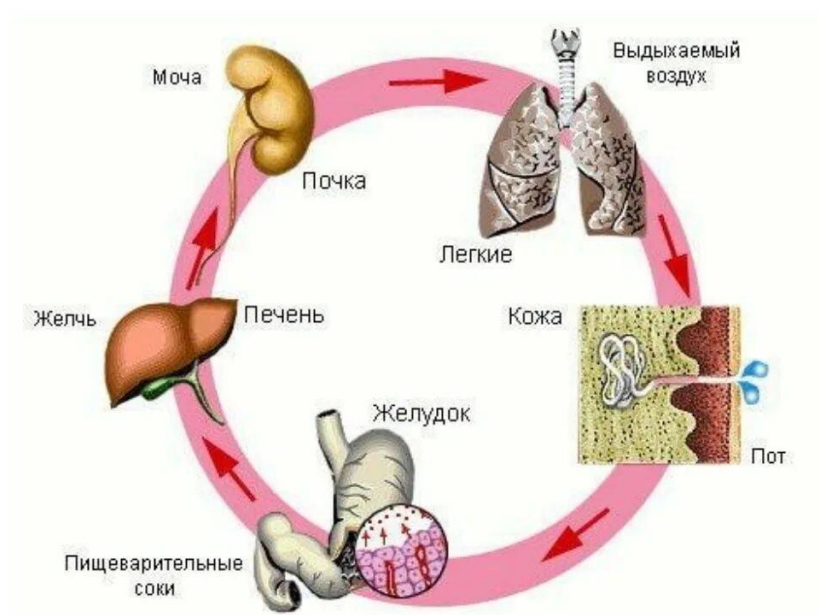
Институт ветеринарной медицины и биотехнологии

Кафедра нормальной и патологической морфологии  
и физиологии животных

Горшкова Е.В., Овсенко Ю.В.

## «ФИЗИОЛОГИЯ ОРГАНОВ ВЫДЕЛЕНИЯ»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
по изучению дисциплины «Физиология животных»  
для студентов очной и заочной формы,  
обучающихся по специальности 36.05.01 – «Ветеринария»



Брянская область, 2024

УДК 612.46:591.1 (076)

ББК 28.673

Г 70

Горшкова, Е. В. Физиология органов выделения: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Физиология животных» для студентов очной и заочной формы, обучающихся по специальности 36.05.01 – «Ветеринария» к лабораторным занятиям и самостоятельной работе / Е. В. Горшкова, Ю. В. Овсеенко. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2024. - 42 с.

В учебно-методическом пособии представлен краткий теоретический материал по вопросам выделительной функции кожи, легких, желудочно-кишечного тракта, почек, а так же изложены методики определения некоторых клинических показателей мочи у животных.

**Рецензенты:** кандидат ветеринарных наук, заведующий кафедрой эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы **Черненко В.В.;**

начальник ГБУ Брянской области «Выгоничская районная ветеринарная станция по борьбе с болезнями животных»  
**Козов В.И.**

*Рекомендовано к печати методической комиссией института ветеринарной медицины и биотехнологии Брянского ГАУ, протокол № 8 от 29 мая 2024 года.*

© Брянский ГАУ, 2024

© Горшкова Е.В., 2024

© Овсеенко Ю.В., 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Выделительная функция кожи.....	6
Вопросы для самоконтроля.....	10
2. Выделительная функция легких .....	10
Вопросы для самоконтроля.....	12
3. Выделительная функция желудочно-кишечного тракта.....	12
3.1. Выделительная функция желудка.....	12
3.2. Выделительная функция печени.....	13
Вопросы для самоконтроля.....	14
4. Выделительная функция почек.....	14
Правила сбора мочи у животных.....	25
Правила хранения мочи.....	27
Исследование физических свойств мочи.....	27
Работа 1. Определение удельного веса мочи.....	29
Работа 2. Определение рН мочи.....	30
Работа 3. Определение белка.....	31
Работа 4. Определение глюкозы в моче. Проба Бенедикта.....	33
Работа 5. Определение кетоновых (ацетоновых) тел.....	34
Работа 6. Определение билирубина.....	35
Работа 7. Определение желчных кислот.....	36
Работа 8. Определение уробилина.....	36
Вопросы для самоконтроля.....	37
Литература.....	38
Приложения.....	39

## ВВЕДЕНИЕ

В процессе жизнедеятельности в организме образуются конечные, ядовитые продукты обмена, которые должны выводиться. На различных уровнях организации организма животного выведение конечных и ядовитых продуктов обмена происходит в виде трех физиологических процессов: экскреции, секреции и дефекации.

**Экскреция** - это выведение из организма ненужных ему продуктов обмена, накопление которых мешало бы поддержанию стационарного состояния внутренней среды. Из организма выводятся также многие вещества, которые не являются отходами, и вещества, не образующиеся в самом организме; в первом случае речь идет о секреции, а во втором - о дефекации.

**Секреция** - это пассивное или активное выделение молекул из клеток во внеклеточное пространство (кровеносное русло, пищеварительный тракт) или в окружающую среду. Эти молекулы образуются в самом организме, как, например, гормоны или ферменты, поэтому их следует рассматривать как продукты метаболизма, но при этом они не являются отходами. Секреция может быть также составной частью процесса экскреции.

**Дефекация** - это удаление из организма балластных веществ (главным образом непереваренных остатков пищи).

### Значение экскреции

1. Удаление отходов метаболизма, которые нередко бывают побочными продуктами главных метаболических путей. Оно необходимо для сохранения нужного равновесия биохимических реакций.

2. Удаление таких отходов, которые в случае накопления отрицательно влияли бы на метаболическую активность организма. Многие из этих веществ токсичны, так как подавляют активность ферментов.

Потенциальным местом экскреции может быть любая проницаемая поверхность, которая напрямую связывает участок, содержащий экскрет, с внешней средой. К таким поверхностям относятся наружная мембрана одноклеточных организмов, эпидермис низших позвоночных, трахеи членистоногих, жабры и кожа рыб и амфибий, легкие и кожа высших позвоночных. Клетки организмов, имеющих относительно простое строение, обычно прямо контактируют с окружающей средой, и их экскреты сразу же удаляются путем диффузии. По мере усложнения организации животных у них развиваются выделительные органы, осуществляющие выделение отходов из организма в окружающую среду через протоки и поры прямым или непрямым путем.

У высших позвоночных имеются специализированные органы выделения, к которым отходы метаболизма доставляются из всех клеток кровеносной системой.

К органам выделения относятся: легкие, кожа, желудочно-кишечный тракт и почки.

Значение органов выделения заключается не только в удалении из организма конечных продуктов обмена, но участие их в регуляции осмотического давления крови, поддержании ионного состава, кислотно-щелочного равновесия, регуляции артериального давления, регуляции обмена веществ, выработке биологически активных веществ (участвующих в различных физиологических процессах).

## 1. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ КОЖИ

Кожа – это орган, образующий плотную и очень прочную наружную оболочку тела животного. Производные кожного покрова: потовые, сальные, молочные и слюнные железы, чешуйки, волосы, перья, мякиши, когти, ногти, копыта, копытца, рога, а также различные складки, роговые оболочки и другие образования.

В состав кожи входит: коллаген, липиды (2%), нейтральные жиры и жирные кислоты (5 %), холестерин, вода (70-72 %), присутствует значительное количество щелочных металлов – натрий, калий, магний, кальций; металлоидов – бром, фтор, йод, фосфор, мышьяк, 1/3 хлористого натрия от общего объема в организме.

Толщина кожи и её масса зависят от вида, породы, возраста, продуктивности, кормления и содержания животных. Так, у лошади ее толщина составляет в среднем 2,6 мм при разбросе от 1 до 7 мм; у крупного рогатого скота – 3-5 мм, у свиньи – 3-4 мм (со шпиком до 7 см).

Гистологически в коже выделяют три части (слои): **эпидермис** или надкожица; основа кожи - **дерма** или собственный слой кожи и гиподерма - **подкожная жировая клетчатка**.

Эпидермис - многослойный плоский, ороговевший эпителий, лежит на базальной мембране. Его толщина зависит от того - покрыта кожа волосами или безволосая.

В эпидермисе нет кровеносных и лимфатических сосудов, много рецепторов: тактильные, термо- и барорецепторы и болевые.

Основа кожи или дерма составляет около 84% толщины всей кожи. Она имеет два слоя: **сосочковый** и **сетчатый**.

Сосочковый слой расположен непосредственно под базальной мембраной, образует сосочки различной формы и высоты. В нем расположены рыхлая соединительная ткань, нервы, сосуды, сальные железы, корни волос, пигментные клетки (в мошонке, половых губах, околососочковые кружки молочной железы). Этот слой называют еще трофическим. В нем расположены мышцы (подниматели волос, выдавливающие кожное сало и сдерживающие выделение пота).

Сетчатый слой придает прочность кожи, так как пучки коллагеновых волокон переплетаются, образуя вязь, обеспечивающая прочность, кроме белой линии живота. В этом слое расположены корни волос и сосуды. Из него изготавливают кожевенные изделия.

Подкожная жировая клетчатка - гиподерма, связывает кожу с поверхностной фасцией и подкожными мышцами. Содержит рыхлую соединительную, жировую ткани, сосуды, нервы. Могут быть потовые железы, луковицы волос.

Кожа – как орган выделения (удаляет шлаки с потом), усиливает функциональную активность при заболевании почек.

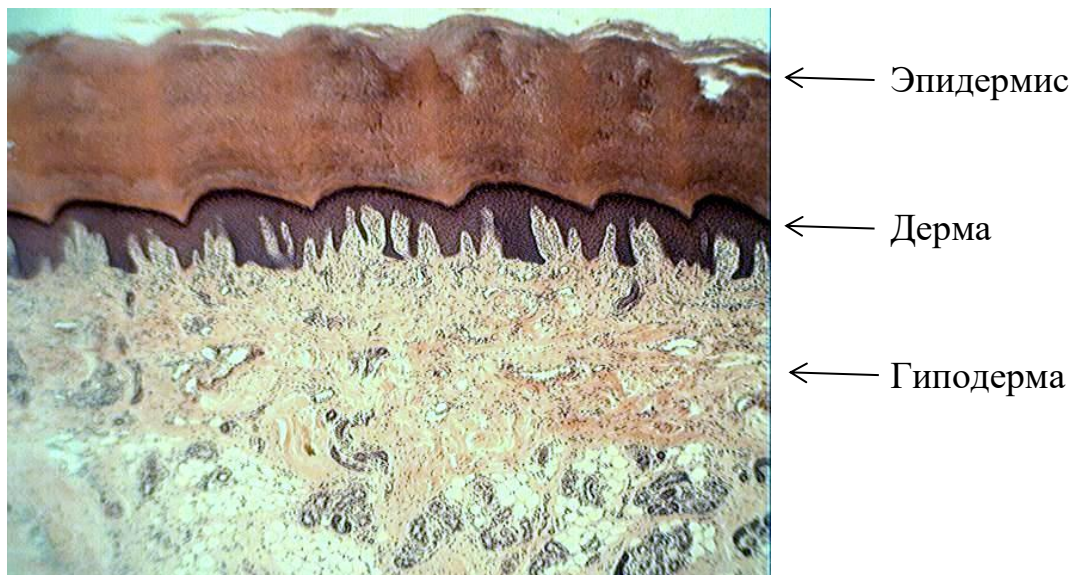


Рис. 1. Общий план строения кожи

Экскреторная деятельность кожи связана с деятельностью потовых, сальных и молочных желез.

**Потовые железы** расположены на поверхности тела неравномерно. У собак и кошек они расположены только на безволосых участках (подушечках лап, нос), у птиц они отсутствуют. У крупного рогатого скота на 1 см<sup>2</sup> расположено 700 -1000 шт. Потовые железы особенно хорошо развиты у лошадей до 1500 см<sup>2</sup>. Через кожу (при физическом покое) у лошадей выделяется 2,5-3 литров пота, у КРС до 4-5, у человека 0,5-0,7.

Потовые железы по типу секреции подразделяются на апокриновые (в подмышечных областях, в больших половых губах, вокруг ануса) и мерокриновые (в остальных областях тела). Это простые трубчатые железы.



Рис. 2. Потова́я желе́за. Окраска: гематоксилин-эозин

Секреторные отделы находятся в сетчатом слое дермы. Они спирально закручены и имеют вид клубочков. Выводные протоки открываются на поверхность эпидермиса.

В процессе секреции пота железы выполняют следующие функции: терморегуляция, экскреция, коррекция водно-солевого обмена, выделение феромонов.

Пот (человека) содержит 98–99 % воды и 1-2 % сухих веществ.

В **состав пота** входят конечные продукты водно-солевого (хлорид натрия 0,3 % , калий, кальций и др., фосфаты сульфаты и др. анионы), и белкового обмена (мочевина 0,1 % мочевая кислота, креатинин, аммиак, некоторые аминокислоты, летучие жирные кислоты, молочная кислота др.)

Реакция **пота** кислая (рН 3,8-6,2).

Легко проникают через кожу внутрь организма пептоны, полипептиды и аминокислоты, а сахара – наружу. Краски проникают в обоих направлениях. Трудно проникают электролиты, а вода почти не проникает. Кожа проницаема для спирта, эфира, хлороформа, ацетона, кислорода, сероводорода.

Вода, мочевина, соли, в том числе и тяжелых металлов, активно выводятся из кожных капилляров в протоки потовых желез. Так же, с потом, на поверхность кожи выделяются некоторые антибиотики, например пенициллины.

Потоотделение, рефлекторный процесс, возникающий вследствие раздражения тепловых рецепторов кожи. Секреторными нервами являются симпатические нервы (усиливают потоотделение). Центр регуляции потоотделения расположен в продолговатом мозге. На потоотделение оказывает влияние кора больших полушарий (эмоции, стресс, испуг и т. д.).

Гормон адреналин усиливает потоотделение.



**Сальные железы** – экзокринные простые альвеолярные железы голокринового типа секреции. Их эмбриональное развитие тесно связано с формированием волоса, поэтому они присутствуют только на волосистой части кожи. На ладонях и подошвах их нет.

Секреторные (концевые) отделы сальных желез лежат на границе сосочкового и сетчатого слоев дермы. Они состоят из трех видов клеток: экзокриноцитов (секреторные клетки), миоэпителиоцитов (сократительные клетки, способствуют выдавливанию секрета) и камбиальных малодифференцированных клеток (обеспечивают регенерацию). Выводные протоки железы открываются в волосяную воронку волосяного фолликула.

Экзокриноциты желез синтезируют и накапливают в своей цитоплазме липиды. Вблизи выводного протока происходит разрушение секретирующих клеток и окончательное формирование секрета железы – кожного сала. Оно обладает бактерицидными свойствами и служит жировой смазкой для волос и эпидермиса кожи.

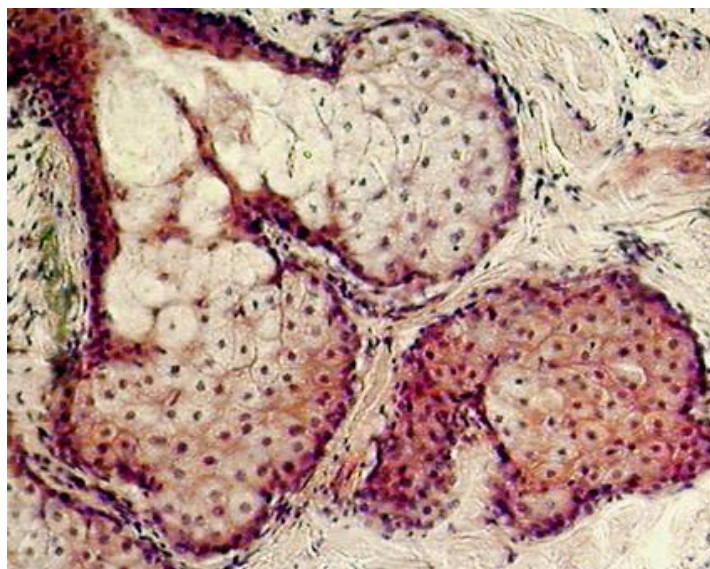


Рис. 3. Сальная железа

Ультрафиолетовые лучи и ионы калия, увлажнение кожи, обработка раздражающими веществами, усиливающими кровоток, приводит к усилению проницаемости кожи. Проницаемость для водорастворимых веществ усиливается также при наличии у растворов свойства смачивать поверхность кожи. Рентгеновское же излучение и ионы кальция понижают проницаемость.

Кожа является важнейших органов выделительной системы, поэтому при перегрузке других дренажных систем (желудочно-кишечного тракта, печени, почек, легких) могут возникнуть проблемы в виде образования на коже высыпаний, экземы, крапивницы или гипергидроза (избыточное потоотделение).

## Вопросы для самоконтроля

1. Каково строение кожи?
2. Каковы функции кожи как органа выделения?
3. Каково строение и расположение потовых желез?
4. Назовите состав и функции пота.
5. Каков механизм и регуляция потоотделения?
6. Каково строение и расположение сальных желез?

## 2. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ ЛЁГКИХ

Процессы газообмена, происходящие в легких, обеспечивают удаление из внутренней среды организма летучих метаболитов.

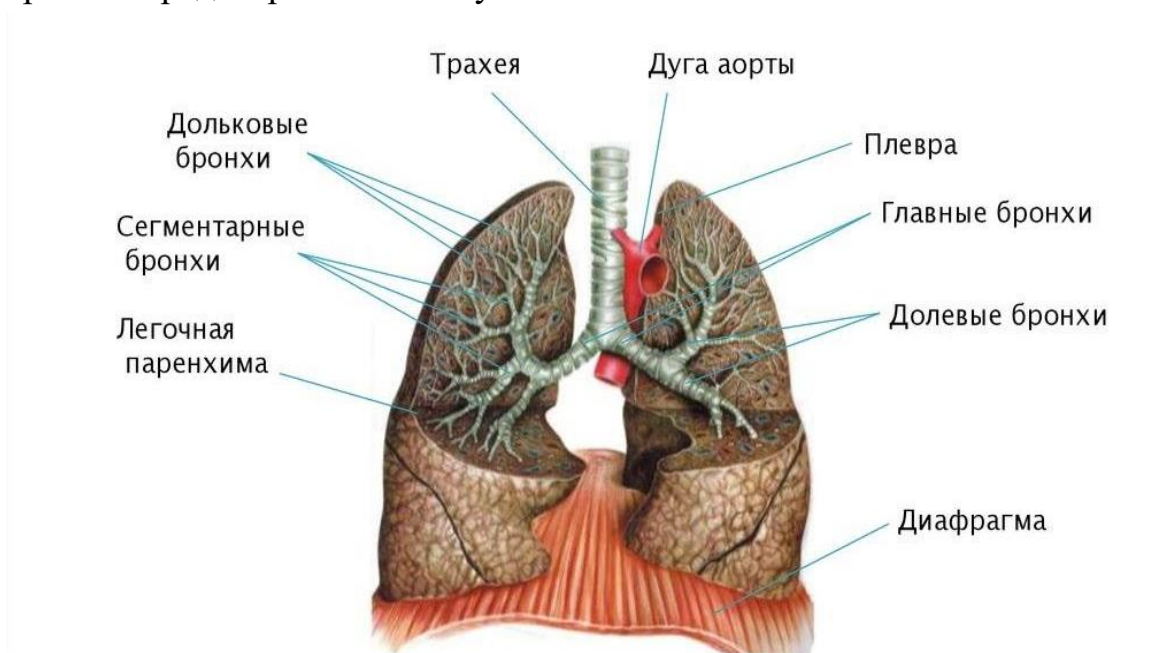


Рис. 4. Общий план строения легких

Легкие у млекопитающих - единственный орган выделения углекислого газа, около 99%. Часть воды, испаряющейся в легких, представляет собой метаболическую воду, т.е. продукт клеточного дыхания. Через легкие удаляются из организма аммиак, ацетон, этанол, никотин, анестетики, а также слизь.

**Элиминация** (процесс, приводящий к снижению концентрации веществ в крови, органах и тканях) осуществляется путем:

1. Экскреции - выведения вещества из организма в окружающую среду;
2. Биотрансформации - химических превращений молекул **ксенобиотика** (чужеродных химических веществ не входящих в биотический круговорот), его метаболизма.

Биотрансформация сопровождается либо усилением, либо потерей веще-

ством биологической активности. Если токсичность метаболита ниже токсичности исходного агента, говорят о детоксикации или инактивации вещества, если токсичность повышается - токсификации или активации токсиканта. В любом случае исходный действующий агент элиминируется.

Основной механизм – диффузия вещества, циркулирующего в крови, через альвеолярно-капиллярный (аэрогематический) барьер.

## Аэрогематический барьер

- **Аэрогематический барьер** – альвеолярно-капиллярная мембрана, через которую происходит диффузия газов в легких (газообмен).
- **Состоит из:** сурфактанта, альвеолоцитов, базальной мембраны (общая для альвеолоцитов и эндотелия капилляров) и эндотелий капилляров

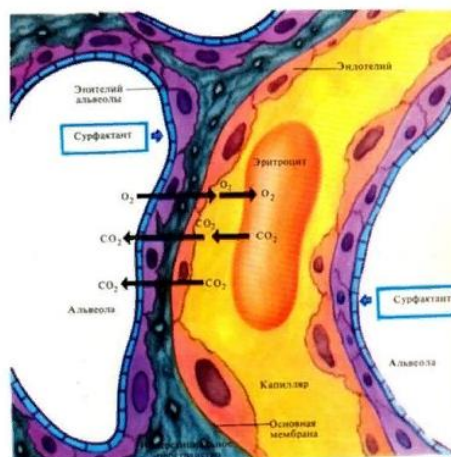


Рис. 5. Общий план строения аэрогематического барьера

Переход летучего вещества из крови в воздух альвеол определяется градиентом концентрации или парциального давления между средами.

Парциальное давление – это давление одного газа, входящего в состав газовой смеси. Диффузия газов происходит из области более высокого давления в область более низкого.

Решающими факторами, влияющими на элиминацию, являются:

- объем распределения ксенобиотика;
- растворимость в крови;
- эффективность легочной вентиляции;
- величина легочного кровотока.

Определяющим показателем скорости диффузии газообразных и летучих соединений через альвеолярно-капиллярный барьер является разница их парциальных давлений в крови и альвеолярном воздухе.

Растворимость газов и летучих веществ в значительной степени влияет на легочную элиминацию. Чем меньше растворимость, тем быстрее выделяется вещество.

Легочная элиминация также зависит от величины эффективности вентиляции легких и интенсивности кровотока (минутного сердечного выброса).

Величина объема вентиляции существенно сказывается на выведении ве-

ществ хорошо растворимых в крови (эфир). Интенсивность кровотока в легких влияет на скорость элиминации плохо растворимых в крови веществ (этилен, закись азота). Основываясь на этом, с помощью некоторых препаратов (дыхательных аналептиков – лекарственные средства, оказывающие сильное возбуждающее действие на дыхательный и сосудодвигательный центры продолговатого мозга; или стимуляторов сердечной деятельности) можно ускорить выведение летучих и газообразных веществ из организма.

Через легкие из организма выделяются летучие анестетики, летучие органические растворители.

Другой способ легочной экскреции реализуется с помощью альвеолярно-бронхиальных транспортных механизмов. В просвет дыхательных путей секретуруется жидкость, сурфактанты, макрофаги, содержащие ксенобиотики. Более 90% частиц выводится из дыхательных путей в гортань в течение часа после ингаляции. Из гортани вещества поступают в желудочно-кишечный тракт.

Через слизистую оболочку дыхательных путей испаряется значительное количество воды (в сутки от 400 мл в покое до 1 л при усиленном дыхании), а при повышении проницаемости аэрогематического барьера из крови могут в избытке выделяться пурины, аденозин- и гуанозинмонофосфаты.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Каково строение легких?
2. Каковы функции легких как органа выделения?
3. Каковы пути элиминации?
4. Перечислите факторы, влияющие на элиминацию.
5. Каково строение аэрогематического барьера?
6. Каков механизм легочной экскреции с помощью альвеолярно-бронхиальных транспортных механизмов?

## **3. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА**

Через желудочно-кишечный тракт (в составе соков) выделяются чужеродные вещества, минеральные вещества, особенно соли тяжелых металлов, кислые и щелочные продукты обмена веществ, желчные кислоты и пигменты, холестерин, лекарственные вещества, вода.

**3.1. Выделительная функция желудка** обеспечивает выведение в составе желудочного сока продуктов метаболизма (мочевина, мочевая кислота, креатин, креатинин) и вещества, поступившие в организм извне (соли тяжелых ме-

таллов, йода, ряд фармакологических препаратов) с дальнейшим удалением из организма.

Интенсивность экскреции в желудке зависит от концентрации экскретуемого субстрата в крови, состояния кровоснабжения органа, наличия и целостности слизи на поверхности слизистой оболочки.

Существует специфичность экскреторной функции желудка по отношению к некоторым веществам. Пилорический отдел в большом количестве выделяет мочевины, фундальные железы ее не выделяют.

Клетки желудка при длительном голодании организма способны выделять в просвет желудка значительное количество белка (альбумины, глобулины крови), превращающегося под влиянием ферментов желудочного сока в аминокислоты, которые, всасываясь, используются клетками и тканями для энергетических и синтетических процессов.

Стимулирующее влияние на экскреторную функцию желудка осуществляется посредством парасимпатической, а угнетающее – симпатической иннервации.

Серотонин оказывает активирующее влияние на экскрецию в желудке.

**3.2. Выделительная функция печени** реализуется за счет образования и секреции желчи. Печень - самая крупная железа пищеварительной системы. За сутки гепатоциты секретируют от 500 до 2000 мл желчи, но большая часть ее объема затем реабсорбируется в желчном пузыре и кишечнике.

Желчь - сложный водный раствор органических и неорганических веществ с осмотическими свойствами, близкими к таковым плазмы. Основными органическими компонентами печеночной желчи являются желчные кислоты (холевая, хенодзоксихолевая и др.), фосфолипиды (лецитин), холестерин и желчные пигменты (билирубин). Желчные кислоты синтезируются из холестерина, на что расходуется около 40% его содержания в организме.

С желчью из организма экскретируются конечные продукты обмена гемоглобина и других порфиринов в виде желчных пигментов, конечные продукты обмена холестерина — в виде желчных кислот. Несмотря на всасывание в кишечнике и обратный транспорт в печень с кровью воротной вены, часть этих веществ покидает организм с фекальными массами.

В составе желчи из организма выделяются тироксин, мочевины, кальций и фосфор, а также вещества, поступающие в организм: лекарственные препараты, ядохимикаты и др. В желчном пузыре происходит обратное всасывание в кровь воды и растворенных в ней веществ, прежде всего электролитов. Этот процесс приводит к концентрированию желчи и регулируется гормоном вазопрессинем, повышающим проницаемость стенки желчного пузыря.

## Вопросы для самоконтроля

1. Каково строение желудочно-кишечного тракта?
2. Каковы особенности выделительной функции желудка?
3. Каковы особенности выделительной функции печени?
4. Какие вещества выделяются с желчью?
5. Каков механизм регуляции экскреции желчи и продуктов обмена?

## 4. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ ПОЧЕК

Почки выделяют до 75 % конечных продуктов обмена веществ. Почки выводят с мочой конечные продукты распада белков - азотистые шлаки (мочевину, мочевую кислоту, аммиак, креатин и др.), избыток воды и солей, чужеродные вещества (лекарства - только свободная фракция лекарства, не связанная с белками, краски и др.), кетоновые тела. В норме в крови 20-40 мг % азотистых шлаков, а при заболевании почек до 100 мг %.

### Функции почек

**Экскреторная.** Выделение конечных продуктов азотистого обмена, чужеродных веществ, избытка органических и минеральных веществ.

**Поддержание осмотического давления,** объема жидкости в организме, ионного состава крови и кислотно-щелочного равновесия.

**Регуляция артериального давления.** Вырабатывают сосудосуживающие и сосудорасширяющие вещества (ренин, брадикинин, простагландины) регулирующие кровоснабжение почек и артериальное давление.

**Регуляция кроветворения** (гемопоеза). Синтезируют и выделяют эритрогенин, превращающий плазменный эритропоэтиноген в эритропоэтин.

**Участвуют в процессах свертывания крови.** Вырабатывают факторы гемостаза (тромбопластин) и фибринолиза (плазминоген).

**Инкреторная** функция. Вырабатывают биологически активные вещества (простагландины А<sub>2</sub> и Е, обладающих сосудорасширяющим действием, эритропоэтин - стимулирует образование эритроцитов в красном костном мозге, ренин (вазоконстрктор) и брадикинин – (вазодилататор) регулируют почечный кровоток и выделение Na). В почках происходит превращение витамина D в наиболее активную форму 1,25 дигидрооксихолекальциферол D<sub>3</sub>.

**Метаболическая** функция (регуляция обмена веществ).

По строению различают следующие типы почек:

- **множественные**, состоит из множества отдельных маленьких почек, от каждой из них отходит полный стебелек, соединяющийся в крупные ветви, впадающие в общий мочеточник. Эти почки характерны для дельфинов, медведей.



- **бороздчатые многососочковые**, отдельные почки срослись своими средними участками. Снаружи разделена бороздами на отдельные доли, а на разрезе видны многочисленные сосочки. Стебельки почек открываются в два основных хода, а последние образуют общий мочеточник. Характерны для КРС.

- **гладкие многососочковые**, поверхность гладкая, на разрезе видны почечные пирамиды с сосочками. Из почечной лоханки выходит мочеточник. Характерно для свиньи и человека.

- **гладкие однососочковые**, корковый и мозговой слои сливаются с одним общим сосочком, впадающим в почечную лоханку. Имеются у лошади оленя, кошки, собаки, кролика. У лошади – правая почка сердцевидной формы, а левая – бобовидной.

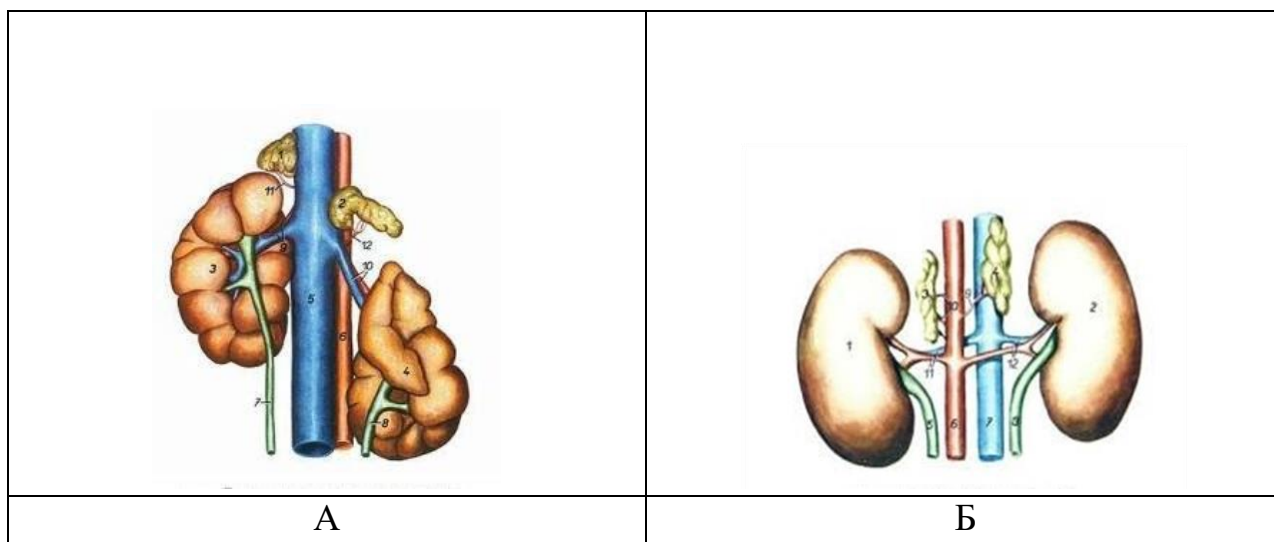


Рис. 6. Анатомическое строение почек крупного рогатого скота (А) и свиньи (Б)

Почки обильно снабжаются кровью и гомеостатически регулируют состав крови. Благодаря этому поддерживается оптимальный состав тканевой жидкости, а следовательно, и внутриклеточной жидкости омываемых ею клеток, что обеспечивает их эффективную работу.

Кровь поступает в почки через почечные артерии, отходящие от аорты, а оттекает от них по почечным венам в нижнюю полую вену. Образующаяся в почках моча стекает по двум мочеточникам в мочевой пузырь, где накапливается до тех пор, пока не будет выведена через мочеиспускательный канал.

На поперечном разрезе почки видны две ясно различимые зоны: лежащее ближе к поверхности **корковое вещество** и внутреннее **мозговое вещество**. Корковое вещество почки покрыто фиброзной капсулой и содержит клубочки, едва видимые невооруженным глазом. Мозговое вещество состоит из канальцев, собирательных трубок и кровеносных сосудов, собранных вместе в виде почечных пирамид. Вершины пирамид, называемые сосочками, открываются в

почечную лоханку, образующую расширенное устье мочеточника. Через почки проходит множество сосудов, образующих густую сеть капилляров.

Основной структурной и функциональной единицей почки является **нефрон** вместе с его кровеносными сосудами. Количество нефронов в одной почке человека около 1млн., коров - 4 млн., свиней 1,5 млн., овец 1 млн., у собак – 700 тыс.

Каждый нефрон включает шесть отделов, различающихся по строению и физиологическим функциям:

1. почечное тельце (мальпигиево тельце), состоящее из боуменовой капсулы и клубочка;
2. проксимальный извитой каналец;
3. нисходящее колено петли Генле;
4. восходящее колено петли Генле;
5. дистальный извитой каналец;
6. собирательная трубка.

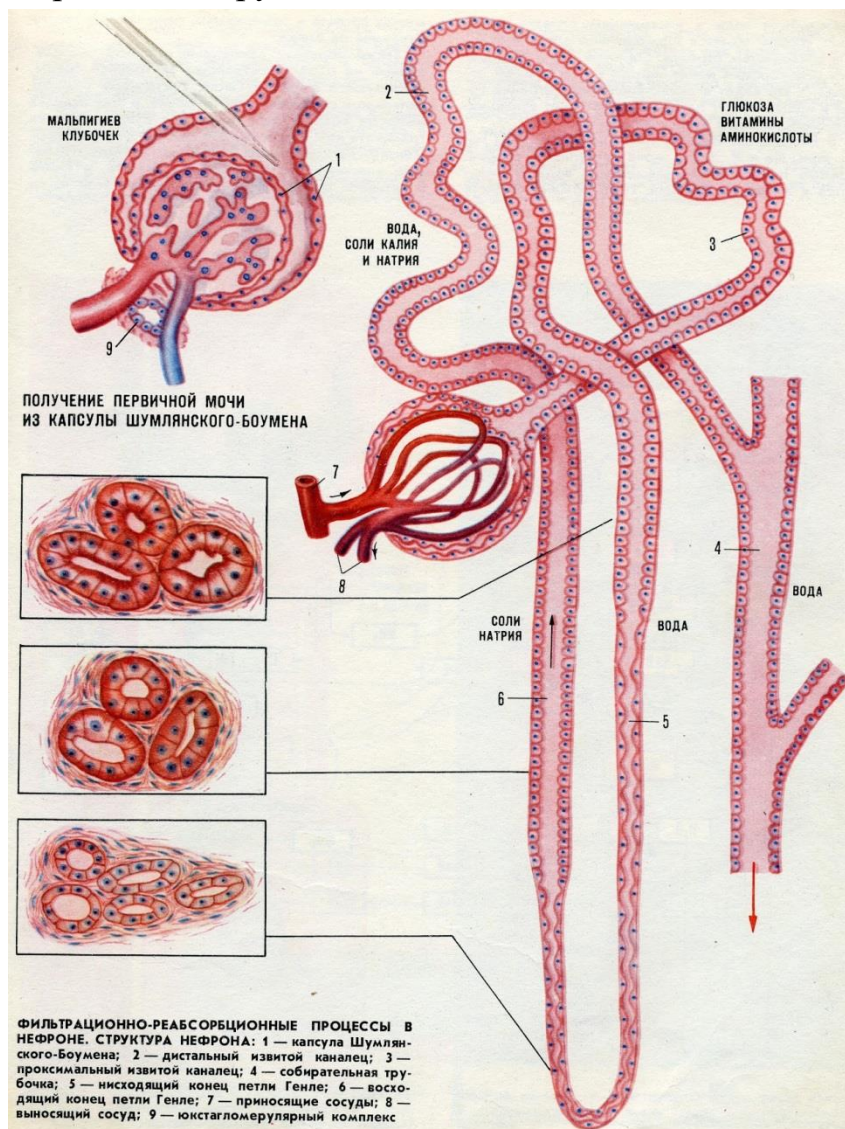


Рис. 7. Строение нефрона



**Особенности кровообращения в почках.** Кровь поступает в почку по почечной артерии, которая разветвляется сначала на междольевые, а затем на дуговые и междольковые артерии; от последних отходят приносящие артериолы, снабжающие кровью клубочки. Из клубочков кровь, объем которой уменьшился, оттекает по выносящим артериолам. Далее она течет по капиллярам коркового вещества и окружающих проксимальные и дистальные извитые канальцы всех нефронов и петли Генле корковых нефронов. От этих капилляров отходят прямые сосуды, идущие в мозговом веществе параллельно петлям Генле и собирательным трубкам. Функция обеих описанных сосудистых сетей - возвращение ценных для организма веществ из первичной мочи в кровеносную систему. Через прямые сосуды протекает значительно меньше крови, благодаря чему в интерстициальном пространстве мозгового вещества поддерживается высокое осмотическое давление, необходимое для образования концентрированной мочи.

Недостаток воды или избыточное ее потребление, чрезмерное потоотделение, нехватка или избыток солей - все это имело бы серьезные последствия для организма, если бы почка не могла приспособлять свою деятельность к этим изменениям. При этом только в двух последних отделах нефрона - в дистальном извитом канальце и собирательной трубке - изменяется функциональная активность с целью регуляции состава жидкостей тела. Остальная часть нефрона вплоть до дистального канальца функционирует при всех физиологических состояниях одинаково. Конечным продуктом деятельности почек является моча, объем и состав которой варьируют в зависимости от физиологического состояния организма. В норме отделяется большое количество разведенной мочи, но при недостатке в организме воды образуется концентрированная моча.

### **Основные принципы работы почек**

Образование мочи и поддержание постоянства внутренней среды организма - динамичный процесс, включающий перенос веществ из одной части нефрона в другую, например из собирательной трубки в восходящее колено петли Генле и из нефрона в окружающие его капилляры.

Процессы, происходящие в почках: **ультрафильтрация** - в клубочке все низкомолекулярные вещества, такие как глюкоза, вода и мочевины, переходят в фильтрат, заполняющий боуменову капсулу и поступающий затем в каналец нефрона. **Избирательная реабсорбция** - все вещества, которые могут быть использованы организмом или нужны для поддержания водно-солевого состава жидкостей тела, всасываются из фильтрата в кровеносные капилляры; например, глюкоза всасывается в проксимальном извитом канальце. **Секреция** - до того как фильтрат покинет нефрон в виде мочи, в него могут секретироваться

ненужные организму вещества; например, избыток ионов калия, водорода секреторируются клетками дистального извитого канальца.

### **Механизмы**

**1. Активный транспорт.** Молекулы и ионы активно секреторируются в фильтрат или всасываются из него. Например, так осуществляется всасывание глюкозы в капилляры, окружающие проксимальный каналец и NaCl в толстом восходящем колене петли Генле.

**2. Избирательная проницаемость.** Различные участки нефрона обладают избирательной проницаемостью для ионов, воды и мочевины. Например, проксимальные канальца относительно мало проницаемы по сравнению с дистальными.

**3. Пассивная диффузия и осмос.** Ионы натрия, хлора и молекулы мочевины будут диффундировать в фильтрат и из него по концентрационному градиенту в тех участках нефрона, которые проницаемы для них. А молекулы воды в проницаемых для них участках нефрона будут выходить путем осмоса из фильтрата в тканевую (интерстициальную) жидкость почки там, где эта жидкость гипертонична.

**4. Гормональная регуляция.** Водный баланс организма и экскрецию солей регулируют антидиуретический гормон, альдостерон.

По химическому составу клубочковый фильтрат сходен с плазмой крови. Он содержит глюкозу, аминокислоты, витамины, некоторые гормоны, мочевину, мочевую кислоту, креатинин, электролиты и воду. Лейкоциты, эритроциты, тромбоциты и белки плазмы крови: альбумины и глобулины, не могут выходить из капилляров - они задерживаются базальной мембраной, которая выполняет роль фильтра. Кровь, оттекающая от клубочков, обладает повышенным онкотическим давлением, поскольку в плазме повышена концентрация белков, но ее гидростатическое давление снижено.

Ультрафильтрация - процесс совершенно пассивный и неизбирательный (в отношении ценных для организма веществ). Вместе с отходами из крови удаляются и вещества, необходимые для жизнедеятельности. Обратное всасывание веществ, которые могут быть использованы организмом или нужны для поддержания постоянства внутренней среды, происходит в извитых канальцах.

**Избирательная реабсорбция.** Большая поверхность проксимальных извитых канальцев - это приспособление для реабсорбции веществ из клубочкового фильтрата. Здесь всасывается обратно более 80% веществ, в том числе вся глюкоза, все аминокислоты и гормоны и около 85% солей и воды.

#### **Механизм всасывания:**

1. Глюкоза, аминокислоты и ионы диффундируют из фильтрата в

клетки проксимального извитого канальца, отсюда активно переносятся транспортными системами мембраны (ионными каналами) в межклеточные пространства.

2. Из межклеточного пространства они диффундируют в проницаемые капилляры и выводятся из нефрона.

3. В результате непрерывного удаления всех этих веществ из клеток проксимального извитого канальца создается диффузионный градиент между находящимися в просвете канальца фильтратом и клетками, и по этому градиенту в клетки переходят все новые молекулы, которые затем активно транспортируются из клеток в межклеточные пространства.

4. В результате активного поглощения натрия и сопровождающих его анионов осмотическое давление фильтрата снижается, и в капилляры путем осмоса переходит эквивалентное количество воды. Основная масса растворенных веществ и воды извлекается из фильтрата с довольно постоянной скоростью. В результате этого процесса в канальце образуется фильтрат, изотоничный плазме крови.

Из фильтрата путем диффузии реабсорбируется около 50% мочевины, которая поступает в капилляры и возвращается в общую систему кровообращения, а оставшаяся мочевина выводится с мочой.

Белки с молекулярной массой менее 68 000, поступающие в процессе фильтрации в просвет канальца, извлекаются из фильтрата путем пиноцитоза, происходящего у основания микроворсинок. Они оказываются внутри пиноцитозных пузырьков, к которым прикрепляются первичные лизосомы. Гидролитические ферменты лизосом расщепляют белки до аминокислот, которые либо используются самими клетками канальца, либо переходят путем диффузии в капилляры. В этом отделе нефрона происходит активная секреция креатинина и «чужеродных тел». Эти вещества транспортируются из межклеточной жидкости, омывающей канальцы, в канальцевый фильтрат и выводятся с мочой.

### **Образование мочи**

Моча образуется в результате обмена растворенными веществами и водой между фильтратом, покидающим проксимальный извитой каналец, и всеми последующими отделами нефрона.

Способность к образованию гипертонической мочи характерна только для позвоночных, у которых имеется петля Генле (птицы и млекопитающие). Концентрация образующейся мочи в прямой зависимости от длины петли Генле и толщины слоя мозгового вещества по сравнению с корой. Оба показателя возрастают с увеличением дефицита воды в зоне обитания. Например, у бобра - полуводного млекопитающего - имеется тонкий слой мозгового вещества, со-

стоящего из коротких петель Генле, и выделяется большой объем разведенной мочи, тогда как обитатели пустынь - кенгуровая крыса и тушканчик - обладают толстым слоем мозгового вещества и длинными петлями Генле и выделяют не большое количество сильно концентрированной мочи.

Петля Генле вместе с капиллярами прямых сосудов и собирательной трубкой создает и поддерживает продольный градиент осмотического давления в мозговом веществе по направлению от коркового вещества к сосочку за счет повышения концентраций NaCl и мочевины. Благодаря этому градиенту возможно удаление все большего количества воды путем осмоса из просвета канальца в интерстициальные пространства мозгового вещества, откуда она переходит в прямые сосуды. В конечном счете, в соединительной трубке образуется гипертоническая моча.

Движение ионов, мочевины и воды между петлей Генле, прямыми сосудами и собирательной трубкой можно описать следующим образом:

1. Короткий и относительно широкий (30 мкм) верхний сегмент нисходящего колена непроницаем для солей, мочевины и воды. По этому участку фильтрат переходит из проксимального извитого канальца в более длинный тонкий сегмент нисходящего колена, свободно пропускающий воду.

2. Благодаря высокой концентрации NaCl и мочевины в тканевой жидкости мозгового вещества создается высокое осмотическое давление, вода отсасывается из фильтрата и поступает в прямые сосуды.

3. В результате выхода воды из фильтрата его объем уменьшается на 5 % и он становится гипертоничным. В верхушке мозгового вещества (в сосочке) нисходящее колено петли Генле изгибается в виде шпильки для волос и переходит в восходящее колено, которое по всей длине проницаемо для воды.

4. Нижний участок восходящего колена - тонкий сегмент - проницаем для NaCl и мочевины. NaCl диффундирует из него, тогда как мочевина диффундирует внутрь.

5. В следующем, толстом сегменте восходящего колена эпителий состоит из уплощенных клеток, в которых происходит активный перенос ионов натрия и хлора из фильтрата.

6. Вследствие выхода ионов натрия и хлора из восходящего колена в дистальные извитые канальцы поступает гипотоничный фильтрат.

Разность концентраций фильтрата в восходящем и нисходящем коленах приводит к тому, что конечная концентрация фильтрата у изгиба петли оказывается намного больше, чем у ее концов. Чем длиннее петля, тем больше разность концентраций. Выход NaCl из фильтрата в восходящем колене приводит к повышению его концентрации в тканевой жидкости мозгового вещества, в связи с чем, из восходящего колена отсасывается вода. Эта вода сразу поступа-

ет в прямые сосуды, благодаря чему в тканевой жидкости и в фильтрате сохраняется высокая концентрация растворенных веществ. В процессе продвижения фильтрата по петле противоточный обмен продолжается. Непрерывная пассивная и активная циркуляция растворенных веществ обеспечивает постоянную высокую концентрацию NaCl в мозговом веществе. Параллельно существует другая система - система **противоточного обмена** в прямых сосудах, и эти два противоточных механизма, работая сообща, обеспечивают градиент осмотической концентрации в мозговом веществе.

**Прямые сосуды как противоточный обменник.** Узкий нисходящий и более широкий восходящий капилляры прямых сосудов на всем протяжении идут параллельно друг другу и образуют на разных уровнях ветвящиеся петли. Эти капилляры проходят очень близко к канальцам петли Генле, однако прямого переноса веществ из фильтрата петли в прямые сосуды не происходит. Вместо этого растворенные вещества выходят сначала в интерстициальные пространства мозгового вещества, где мочевины и NaCl задерживаются из-за малой скорости кровотока в прямых сосудах, и осмотический градиент тканевой жидкости сохраняется. Клетки стенок прямых сосудов свободно пропускают воду, мочевины и соли, а поскольку эти сосуды идут рядом, они функционируют как система противоточного обмена. При вступлении нисходящего капилляра в мозговое вещество из плазмы крови вследствие прогрессирующего повышения осмотического давления тканевой жидкости выходит путем осмоса вода, а обратно входят путем диффузии мочевины и NaCl. В восходящем капилляре происходит обратный процесс: в связи с уменьшением осмотического давления тканевой жидкости вода вновь переходит в плазму, а NaCl и мочевины выходят из нее. Адаптивное значение этого механизма состоит в том, что благодаря ему осмотическая концентрация плазмы, выходящей из почек, остается стабильной независимо от концентрации плазмы, поступающей в них. Особенно важно, что все перемещения растворенных веществ и воды происходят пассивно, противоточный обмен в прямых сосудах происходит без всяких затрат энергии.

**Дистальный извитой каналец** подходит к мальпигиеву тельцу и весь лежит в корковом веществе. Клетки дистальных канальцев имеют щеточную каемку и содержат много митохондрий, и именно этот отдел ответственен за тонкую регуляцию водно-солевого баланса и pH крови. Гормональный контроль проницаемости клеток дистального извитого канальца для воды связан с таким же контролем собирательных трубок.

**Собирательная трубка** начинается в корковом веществе от дистального извитого канальца и идет вниз через мозговой слой, где объединяется с несколькими другими собирательными трубками в более крупные протоки, называемые протоками Беллини. Проницаемость стенок собирательной трубки для

воды и мочевины регулируется антидиуретическим гормоном (АДГ), и благодаря этой регуляции собирательная трубка участвует вместе с дистальным извитым канальцем в образовании гипертонической или гипотонической мочи в зависимости от потребности организма в воде.

Относительно стабильное осмотическое давление крови поддерживается за счет баланса между поступлением воды с питьем и пищей и потерей воды с выдыхаемым воздухом, потом, калом и мочой. Однако за тонкую регуляцию осмотического давления ответственно в основном воздействие антидиуретического гормона - АДГ на проницаемость дистальных извитых канальцев и собирательных трубок.

При недостаточном потреблении воды, сильном потоотделении или после приема большого количества соли осморепторы, находящиеся в гипоталамусе, регистрируют повышение осмотического давления крови. Возникают нервные импульсы, которые передаются в заднюю долю гипофиза и вызывают освобождение АДГ. АДГ повышает проницаемость для воды стенок дистального извитого канальца и собирательной трубки, воды выходит из фильтрата в тканевую жидкость коркового и мозгового вещества, и почки выделяют меньший объем более концентрированной мочи.

АДГ повышает также проницаемость собирательной трубки для мочевины, которая диффундирует из мочи в тканевую жидкость мозгового вещества. Здесь мочевина повышает осмолярность, что приводит к увеличению выхода воды из тонкого сегмента нисходящего колена петли Генле.

После приема большого количества воды, напротив, осмотическое давление крови снижается, и секреция АДГ прекращается. Стенки дистального извитого канальца и собирательной трубки становятся непроницаемыми для воды, реабсорбция которой при прохождении фильтрата через мозговое вещество уменьшается и, как следствие, выводится большой объем гипотонической мочи.

При недостаточности АДГ возникает заболевание, называемое **несахарным диабетом**, при котором выделяются очень большие количества гипотонической мочи. Потерю жидкости с мочой приходится при этом возмещать обильным питьем.

Поддержание стабильной концентрации ионов натрия в крови контролируется гормоном **альдостероном**, который вторично влияет также на реабсорбцию воды. Уменьшение объема крови, вызванное потерей натрия, стимулирует группу клеток, расположенных между дистальным извитым канальцем и приносящей артериолой - **юкстагломерулярный аппарат**. Эти клетки высвобождают при стимуляции фермент **ренин**. Ренин воздействует на содержащийся в плазме глобулин (ангиотензиноген), синтезируемый печенью, который при этом превращается в активный гормон **ангиотензин**. Этот гормон побуждает

кору надпочечников выделять альдостерон, а он в свою очередь стимулирует активный перенос натрия из фильтрата в плазму капилляров. Это поглощение ионов натрия сопровождается также реабсорбцией осмотически эквивалентного количества воды.

#### Гомеостатический контроль содержания воды и натрия в плазме

Когда организм имеет свободный доступ к воде и получает нормальное количество натрия с пищей, АДГ и альдостерон не секретируются, в этом случае эпителий дистального извитого канальца и собирательной трубки остается непроницаемым для солей, мочевины и воды и образуется обильная, сильно разведенная моча.

#### Контроль водного баланса в организме

Водный баланс организма определяется отношением потребления и потери воды. Прием воды регулируется механизмом жажды. Выведение воды в значительной мере определяется механизмом контроля почек. Питьевая мотивация обеспечивается взаимодействием многих факторов, среди которых осмотическое давление внутриклеточной и экстраклеточной жидкости, а также температура наиболее существенно влияют на механизмы жажды. Потеря воды, соответствующая 0,5-0,8% массы тела, увеличение осмотического давления на 1-2% или повышением температуры являются сильными стимулами приема воды. Ряд других факторов также вызывает жажду, например подсыхание слизистой оболочки рта или поедание сухой пищи. Стимуляция или повреждение определенных пунктов гипоталамуса вызывает отказ от приема воды (адипсия) или увеличение поглощения воды (полидипсия). Электрическая стимуляция или введение небольшого гипертонического раствора в переднюю медиальную часть гипоталамуса (центр жажды) вызывает у животных полидипсию, они за сутки поглощают количество воды, составляющее до 25% массы тела, а разрушение - приводит к адипсии (длительное прекращение или значительное сокращение приема воды в силу ослабления или утраты чувства жажды).

Таким образом, моча (урина) - это биологическая жидкость, которая образуется в органах мочевыделительной системы в результате фильтрации крови. На 91-96 % моча состоит из воды и 4-9 % сухого вещества. Сухое вещество представлено органическими компонентами: мочевиной, мочевой и гиппуровой кислотами, креатинином, ксантином, уробилином, индиканом, а также неорганическими компонентами – преимущественно сульфатами, фосфатами и хлоридами.

**Мочевина** – один из важнейших конечных продуктов белкового обмена, и ее содержание в моче изменяется в зависимости от количества принятых с кормом белков. При сбалансированном белковом питании абсолютное количество мочевины, выделяемое за сутки с мочой, составляет у коров 60 - 100 г, у лошадей 75 - 150, у собак 3 - 10 г.

Содержание мочевины в моче повышается при усилении функции щито-

видной железы, надпочечников, гипофиза, обильном потреблении воды, лихорадочных состояниях. Выделение мочевины уменьшается у животных в состоянии покоя, после приема богатого углеводами корма, при отравлении фосфором, мышьяком и некоторыми другими ядами, действующими на печень, при циррозе и жировом перерождении печени.

**Мочевая кислота** содержится в моче, как в свободном состоянии, так и в виде калиевых и натриевых солей (уратов) в среднем от 0,05 до 0,2 мг%.

**Креатин** является составной частью мышечной ткани и частично может выделяться с мочой. Большая его часть в тканях превращается в креатинин. Оба эти вещества всегда обнаруживаются в моче сельскохозяйственных животных. Образование креатина и выделение с мочой креатинина возрастает при напряженной работе, тренинге, состязаниях. Количество креатина в моче может увеличиваться у беременных и растущих животных, при пониженной температуре тела. Появление креатина в моче называется креатинурией. К креатинурии приводят многие болезни мышц (миопатия, миозит, астения, флегмона).

**Гиппуровая кислота** – продукт обезвреживания бензойной кислоты глицином. Лошади за сутки выделяют с мочой около 160 г гиппуровой кислоты, коровы около 150, овцы 30, собаки 0,05-0,2 г.

**Пигменты мочи** представлены урохромом, урохромогеном, уроэритрином, уробилиногеном и уробилином. Повышение количества уробилина в моче наблюдается при интенсивном распаде гемоглобина и служит показателем нарушения обмена веществ.

**Минеральные вещества.** Больше всего в моче хлористого натрия. Кроме хлоридов, в моче содержится одно- и двузамещенный фосфорнокислый натрий, гидрокарбонат натрия и аналогичные соли калия, кальция, магния.

**Патологические составные части мочи** - продукты, которые в нормальной моче не содержатся (белки, сахар, ацетоновые тела, желчные и кровяные пигменты). Моча здорового животного содержит лишь следы белка, При нефритах, расстройствах сердечной деятельности, беременности и в некоторых других случаях в крови могут появиться сывороточные белки, главным образом альбумины.

Наличие в моче крови называется гематурией. Оксигемоглобин и форменные элементы появляются в моче при повреждении мочеполовых путей (ранение слизистой острыми краями мочевого камня), а также при нефритах. Такое явление называют гематурией. Моча при гематурии непрозрачна и окрашена в темно-красный цвет. Если в моче есть гемоглобин, но отсутствуют форменные элементы, то такое явление называют гемоглобинурией. Моча при этом окрашена в красный или в кофейно-бурый цвет. Кровяные пигменты появляются в моче при усиленном разрушении эритроцитов в результате тяжелых отравлений, при ожогах, тяжелых инфекциях и в некоторых других случаях.

Глюкоза в моче здоровых животных не определяется, но может появлять-



ся в ней на непродолжительное время в небольших количествах (до 10-30 г на литр) после приема больших количеств легко перевариваемых углеводов, при стрессовых ситуациях. Стойкая глюкозурия свидетельствует о заболевании организма сахарным диабетом. При обильном кормлении животных углеводами в моче может появиться фруктоза, галактоза, пептозы, лактоза.

### Правила сбора мочи у животных

Собирать мочу для анализа необходимо только в чистую тару. Как правило, для точного определения состава жидкости, достаточно объема в 25 мл. Для удобства в ветеринарных аптеках можно приобрести специальные наборы для сбора мочи у животных.

Моча собирается в день передачи ее в лабораторию. Если нет возможности сразу отвезти анализы в клинику, хранить собранный материал необходимо в холодильнике.

Выделяют три основных способа сбора мочи на анализ:

- при помощи катетера;
- вследствие прокола мочевого пузыря;
- естественным путем.

Наиболее опасной с точки зрения инфицирования и требующей специальной подготовки является катетеризация мочевого пузыря. При данном методе в мочеиспускательный канал вставляется гибкая трубка (катетер), который делает прохождение мочи беспрепятственным.

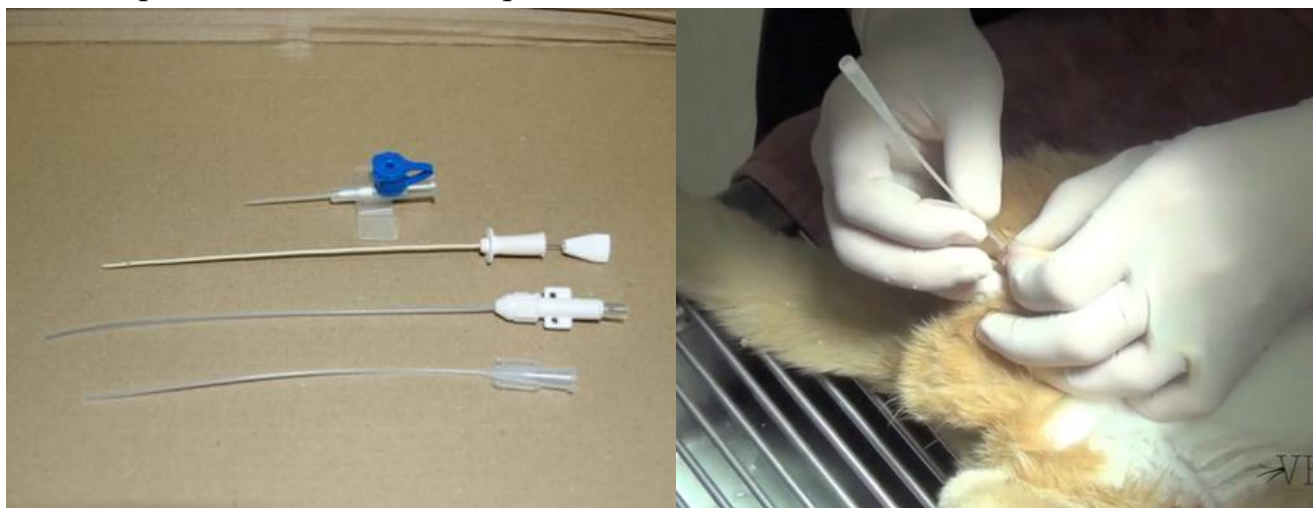


Рис. 8. Виды катетеров и катетеризация мочевого пузыря

**Прокол мочевого пузыря** проводится при переполнении мочевого пузыря и невозможном его опорожнении его через уретру. Однако, при этом часто в мочу подмешивается кровь, выделяемая при повреждении стенки пузыря.



Рис. 9. Прокол мочевого пузыря

**Сбор мочи при естественном процессе мочеиспускания**, пожалуй, наиболее прост в исполнении. Наиболее точная картина получается в результате исследования мочи, взятой примерно в середине процесса мочеиспускания.

У *крупного рогатого скота, лошадей* пробу мочи обычно получают при естественном акте мочеиспускания. У коров отделение мочи можно вызвать рефлекторно: поглаживая участок кожи, лежащий ниже вульвы; у быков - если к отверстию препуция приложить на 30...40 с ватный тампон, смоченный теплой водой. У лошадей применяют такой способ: создают слабый шум, например, пересыпают овес. Процесс мочеиспускания так же можно вызвать путем массажа мочевого пузыря через стенку прямой кишки.

У *мелкого рогатого скота* получить пробу мочи при естественном акте мочеиспускания чаще всего не удастся, так как у этих животных прекращается выделение мочи в случае приближения к ним человека. Надежным способом получения пробы служит рефлекторное воздействие на мочевой пузырь путем создания временного апноэ. Животное надежно удерживают, одной рукой фиксируют ему шею, а ладонью другой закрывают носовые отверстия на 15...20 с. В течение указанного времени наступает мочеиспускание вслед за незначительным беспокойством животного.

У *свиней* пробу мочи можно получить при естественном акте мочеиспускания. Легче всего это удастся, когда животное встает после длительного лежания. У тяжелобольных крупных свиноматок и хряков отделение мочи можно вызвать, сильно надавив ладонью на мочевой пузырь через стенку прямой кишки. У свиноматок, кроме того, нетрудно катетеризировать мочевой пузырь.

Для получения мочи у *собак* их выводят на коротком поводке и в момент мочеиспускания подставляют предварительно подготовленный сосуд. Когда невозможно получить мочу при естественном мочеиспускании, ее берут путем катетеризации.

Для того чтобы получить мочу у *кошек* необходимо тщательно вымыть «кошачий туалет» и после мочеиспускания перелить содержимое в чистый стеклянный сосуд. При расстройствах мочеиспускания у данного вида животных, когда они мочатся часто, небольшими порциями и не на «своем месте», мочу для исследования можно собрать с пола шприцом или пипеткой (о способе сбора мочи необходимо информировать врача-исследователя). Не следует собирать мочу ватой или тряпочкой, так как клеточные и минеральные компоненты будут задерживаться на них, и полученные результаты не отразят истинной картины. При невозможности получения мочи при естественном мочеиспускании у данного вида животных также применяют катетеризацию.

### **Правила хранения мочи**

Длительное хранение мочи при комнатной температуре приводит к изменению физических свойств, разрушению клеток и размножению бактерий. Моча может храниться при комнатной температуре до 2 часов. Если невозможно быстрое исследование мочи, то её можно хранить в закрытой посуде в холодильнике (24 часа) или подвергнуть консервации. Наиболее часто применяют консервацию толуолом (покрывают тонким, слоем поверхность мочи), тимолом (1-2 кристаллика на 200-250 мл мочи) или хлороформом (1-2 капли), формальдегидом (2 капли 40% раствора на 25 мл мочи). Можно консервировать 1% борной кислотой. При консервации антибиотиком его разводят и добавляют в мочу из расчета 50-100 тыс. ед. на 100 мл мочи. Консервации не подлежит моча, предназначенная для бактериологического исследования. Необходимо помнить, что при консервации мочи лучшим и наиболее распространенным методом является применение толуола. Хлороформ растворяет жиры и затрудняет определение сахара. Тимол затрудняет определение белка кольцевой реакцией. Формальдегид делает невозможным проведение большей части химических исследований.

### **Исследование физических свойств мочи**

**Количество** выделяемой за сутки мочи (диурез) в норме у разных видов животных колеблется в следующих пределах: крупный рогатый скот 6 - 12 литров (максимально 25 литров), овцы и козы 0,5 - 1, свиньи 2 - 4, лошади 3 - 6, крупные собаки 0,5 - 1, мелкие собаки 0,04 - 0,2, кошки 0,1 - 0,2 литра.

При определении физических свойств мочи необходимо исследовать точное количество, относительную плотность (удельный вес), цвет, прозрачность, консистенцию, запах. Все эти свойства могут находиться в прямой зависимости от количества, качества и состава корма, температуры окружающей среды, приема воды, физической нагрузки, функции потовых желез, состояния сердечнососудистой системы, кишечника, секреторной активности почек и т. д.

**Цвет.** Окраска мочи в норме зависит от содержания пигментов: урохрома, уроэритрина, уророзеина, уробилина и др. Интенсивность окраски меняется в зависимости от удельного веса, количества выделенной мочи, принятого корма. Концентрированная моча имеет насыщенно желтый цвет, высокий удельный вес и выделяется в небольшом количестве. Бледная моча чаще имеет низкий удельный вес (наблюдается при полиурии). У жвачных моча от светло-желтого до светло-коричневого цвета. У лошадей от бледно- до буро-желтого цвета. Свиньи выделяют светло-желтую мочу. У плотоядных моча имеет желтый или светло-желтый цвет.

При ряде патологий цвет мочи меняется. В присутствии желчных пигментов моча меняет цвет от зеленовато-желтого до коричневого. Появление в моче гемоглобина и миоглобина проявляется окрашиванием её в красный, бурый и красновато-желтый цвет; янтарный цвет моче придает уробилин; темно-бурый и черный появляется при меланозах; белая моча свидетельствует о наличии в ней гноя или солей.

**Прозрачность.** Определяют чтением текста через толщу мочи. У всех животных, кроме однокопытных, свежевывущенная моча чистая, прозрачная, без осадка. Через несколько часов в ней появляется помутнение в виде облачка, состоящее из мукоида - слизи из мочевыводящих путей и щелочных фосфатов. Моча у здоровых лошадей из-за содержания одноосновной углекальциевой соли  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и фосфатов мутная.

При аммиачном брожении в результате разложения углекальциевой соли с образованием углекислого нерастворимого кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) поверхность мочи покрывается тонкой пленкой. Мутная моча у других видов животных указывает на патологию в мочеточниках, мочевом пузыре, почках и при исследовании осадка обычно содержит эпителиальные ткани, бактерии, гной, слизь, капельки жира, форменные элементы крови. Вместе с тем характерные для того или иного вида животного прозрачность и цвет мочи еще не показатель, что она нормальная.

**Запах.** Запах свежей мочи специфичен для животных каждого вида, и сила его зависит от концентрации летучих жирных кислот в ней. На открытом воздухе со временем она быстро приобретает аммиачный запах вследствие щелочного брожения. Характерный запах бывает при даче внутрь скипидара, тимола, камфоры, различных эфирных масел; при ацетонемии крупного рогатого скота и сахарном диабете собак. Фруктовый запах наблюдается при кетозе у коров и кетонурии у овец; аммиачный - при циститах, параличах мочевого пузыря, что указывает на аммиачное брожение в мочевом пузыре. Специфический запах моча приобретает после вдыхания ментола, эвкалиптового или миртового масел, приема чеснока, скипидара, спаржи и др.

**Консистенция.** Определяют переливанием мочи из сосуда в сосуд. У домашних животных всех видов (кроме однокопытных) моча жидкая и водянистая. У лошадей и других непарнокопытных из-за большого содержания муцина она слизистая и при переливании тянется нитями. Жидкая моча у лошадей бывает при полиуриях. При патологии в мочевых путях, уменьшении диуреза наблюдается сгущение мочи (становится вязкой и желеобразной).

**Реакция мочи.** Показатель pH устанавливают только в свежеполученной моче, так как при хранении мочи pH изменяется. Наиболее просто можно определить его с помощью индикаторной бумаги (Рифан, Phан, универсальная). Более точное определение может быть проведено с помощью pH метра.

Показатель pH мочи зависит от состава кормов. У травоядных моча щелочной или нейтральной реакции, у плотоядных - кислая.

Во время голодания моча становится кислой. Обнаруживают такую мочу при тяжелых ацидозах, поносах, лихорадке, а у плотоядных - при алкалозе. В результате фосфатурии pH мочи сдвигается в щелочную сторону. Щелочная моча бывает при уроцистите, гематурии, пиелите.

**Удельный вес** (относительная плотность) мочи зависит от количества растворенных в ней веществ, он определяется при помощи ареометра (урометра). Удельный вес нормальной мочи колеблется в пределах (г/мл, кг/л): у крупного рогатого скота 1,015 - 1,045; у овец и коз 1,015 - 1,05; у свиней 1,01 - 1,03; у лошадей 1,02 - 1,05; у собак 1,02 - 1,05; у кошек 1,01 - 1,04; у кроликов 1,01 - 1,015.

## **Работа 1. Определение удельного веса мочи**

**Цель работы.** Определение удельного веса мочи.

**Посуда и оборудование.** Стекланный цилиндр на 50-100 мл, урометр.

**Ход определения.** Мочу наливают в цилиндр, избегая образования пены. Урометр осторожно погружают в жидкость: верхняя часть урометра должна оставаться сухой. Когда урометр перестанет погружаться, его слегка толкают сверху, иначе он опускается меньше, чем следует. После прекращения колебаний отмечают удельный вес по положению нижнего мениска мочи на шкале урометра. Урометр не должен касаться стенок цилиндра, поэтому диаметр цилиндра должен быть несколько шире расширенной части урометра.

Измеряя удельный вес мочи, нужно учитывать окружающую температуру, так как урометры калиброваны для температуры 15°C. При температуре выше 15 °C объем мочи увеличивается, концентрация и удельный вес понижаются. Температура ниже 15°C ведет к обратным явлениям. Колебания температуры в пределах 3°C в ту или другую сторону значения не имеют. При больших

колебаниях, измеряя удельный вес, следует вносить поправку: на каждые 3°C выше 15 °C необходимо прибавить 0,001 и на каждые 3°C ниже 15°C вычесть 0,001. Иногда встречаются урометры, калиброванные при температуре 20 и 22°C, поэтому, прежде чем определять удельный вес, нужно знать, на какую температуру рассчитан урометр.

Если мочи доставлено мало, ее разводят в 2-3 раза дистиллированной водой, измеряют удельный вес, последние две цифры полученного удельного веса умножают на степень разведения.

Удельный вес *незначительных количеств мочи* (например, несколько капель полученных катетером) можно определить с помощью смеси жидкостей. В цилиндр наливают смесь хлороформа и бензола и добавляют в нее каплю исследуемой мочи. Если капли идут ко дну, то удельный вес мочи выше удельного веса смеси; если капля остается на поверхности, то ниже. Прибавлением хлороформа (если капля идет ко дну) или бензола (если капля остается на поверхности) регулируют смесь, чтобы капля осталась посередине жидкости. В таком случае удельный вес мочи равен удельному весу смеси, который определяют урометром.

**Клиническое значение.** Удельный вес дает представление о концентрации растворенных в моче веществ. Для нормально функционирующих почек характерны широкие колебания удельного веса в течение суток, что связано с периодическим приемом пищи, воды и потери жидкости организмом (потоотделение, дыхание).

Низкие цифры удельного веса – **гипостенурия** – указывают на нарушение концентрационной функции почек: хронический нефрит (сморщенная почка), алиментарная дистрофия, обильное питье и др. Высокий удельный вес, как правило, имеет место при олигурии (острый нефрит, образование в полости экссудата и др.

### **Химические свойства мочи**

При исследовании химических свойств мочи определяют следующие показатели: рН мочи, содержание белка, глюкозы, кетоновых тел, желчных пигментов (билирубина, уробилина и желчных кислот), гемоглобина и скрытой крови, индикана.

## **Работа 2. Определение рН мочи**

**Цель работы.** Определение рН мочи.

**Посуда и оборудование.** Стеклоцилиндр на 50 - 100 мл, рН-метр, индикаторная бумага (Рифан, Фан, универсальной) или синяя и красная лакмусовая бумажка.

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

У плотоядных моча кислая, у травоядных щелочная, у всеядных щелочная или кислая. рН мочи у лошади 7,1 - 8,7, у крупного рогатого скота - 7,7 - 8,7; у молочных телят - ближе к кислой, у плотоядных 5,7 - 7,0; у свиней 6,5 - 7,8; у коз 8,0 - 8,5.

Реакция мочи во многом зависит от состава корма. Большое содержание в кормах белка или голодание вызывает кислую, растительный корм — щелочную реакцию.

**Щелочной моча (алкалоз)** становится при длительной рвоте, инфекциях мочевых путей (циститы, пиелиты), рассасывании экссудатов и трансудатов, имеющих щелочную реакцию, значительной гематурии, при заболеваниях, сопровождающихся учащением дыхания (респираторный алкалоз), введении некоторых лекарственных препаратов (альдостерон, ацетазоламид, адреналин, никотинамид, цитрат натрия, бикарбонаты).

**Кислую мочу (ацидоз),** обнаруживают при голодании, белковой диете, сахарном диабете (кетацидоз), низком содержании натрия в кормах (метаболический ацидоз), при содержании животных в помещениях с высоким содержанием углекислого газа, длительных поносах, заболеваниях, сопровождающихся лихорадкой, после тяжелой физической нагрузки, а также при приеме хлорида аммония, аскорбиновой кислоты, метионина, кортикотропина.

### **Работа 3. Определение белка**

Моча здоровых животных не содержит белка, за исключением некоторых случаев физиологической и функциональной протеинурии. Появление белка в моче свидетельствует о тяжелом поражении почек. Белок в моче выявляют качественными и количественными пробами. Перед исследованием мутную мочу следует просветлить путем фильтрования или центрифугирования.

**Проба с кипячением.** К 2-3 мл мочи добавляют несколько капель 30% раствора уксусной кислоты, затем кипятят. В присутствии белка появляется муть, переходящая в течение нескольких минут в хлопьевидный осадок. При низкой относительной плотности мочи к 5-10 мл её прибавляют 1-2 мл насыщенного раствора хлорида натрия и 3-6 капель 30% раствора уксусной кислоты, далее - все как было описано выше. Такой пробой выявляют белок в содержании 0,4%.

**Проба с сульфосалициловой кислотой.** Эта проба наиболее широко используется в клинической практике из-за своей простоты, высокой чувстви-

тельности и надежности. К 2-3 мл мочи прибавляют 6-8 капель 20% раствора сульфосалициловой кислоты, к щелочной моче необходимо прибавлять большее количество реактива. При наличии белка образуется муть и выпадает хлопьевидный осадок. Эта проба считается полуколичественной, после отстаивания по соотношению осадка и надосадочной жидкости можно приблизительно судить о содержании белка. Оценка результатов:

- а) осадок занимает 2/3 объема - это приблизительно соответствует 2030 г/л белка или. при учете в крестах - (++++);
- б) осадок занимает 1/2 объема - 10 г/л или (+++);
- в) осадок занимает 1/4 объема - 3-5 г/л или (++);
- г) осадок занимает 1/8 - 1/10 объема - 0,5-1,0 г/л или (+);
- д) помутнение мочи без образования осадка - 0,1 г/л и менее или «следы».

Проба с сульфосалициловой кислотой дает положительную реакцию также при наличии альбумоз. Дифференциация белка от альбумоз проводится путем кипячения. При кипячении белок коагулирует и выпадает в осадок, муть, обусловленная альбумозами, исчезает, а при охлаждении появляется вновь.

**Качественная проба с азотной кислотой.** В пробирку с 1 - 2 мл 50% раствора азотной кислоты осторожно приливают по стенке мочу так, чтобы эти две жидкости не смешивались. В случае присутствия белка в моче на границе между жидкостями появляется белое кольцо (диск), представляющее собой слой белка, свернувшегося под воздействием азотной кислоты. Кольцо может появиться также при реакции кислоты с другими составными частями мочи. Например, моча, богатая уратами, также дает кольцо, состоящее из мочевой кислоты и уратов, но оно появляется не на границе азотной кислоты и мочи, а выше. При легком подогревании уратное кольцо исчезает. Кроме того, кольцо образуется в результате осаждения муцина, но значительно выше границы между мочой и реактивом, и оно не так резко выражено.

**Клиническое значение.** В нормальной моче содержится незначительное количество белка, которое не обнаруживается качественными пробами, поэтому принято считать, что нормальная моча белка не содержит. При ряде заболеваний в моче появляется белок – **протеинурия**. Протеинурии делятся на две группы – внепочечные и почечные. При внепочечных источником белка могут быть мочевыводящие пути, а также влагалище, предстательная железа и др.

Внепочечные протеинурии наблюдаются при заболеваниях мочевыводящих путей и половых органов (циститы, простатиты, уретриты и др.). При этих заболеваниях в мочу попадает жидкость белкового характера - экссудат. Примесь белка не бывает большой, как правило, не более 1 %.

Почечные протеинурии делятся на две подгруппы – функциональные и ор-



ганические. При функциональных протеинуриях отсутствует органическое поражение почечной паренхимы. Белок в моче появляется вследствие повышения проницаемости почечного фильтра в ответ на сильные внешние раздражения (например, холодное купание, физические и психические напряжения и пр.).

Органические протеинурии - результат органического поражения паренхимы почки и увеличения проницаемости клубочковых капилляров. Наблюдаются при острых и хронических гломерулонефритах, нефрозах, инфекционных и токсических состояниях, застойных явлениях в почках.

Почечные альбуминурии в зависимости от их продолжительности делят на транзиторные и длительные.

К транзиторным относятся функциональные, лихорадочные, токсические, а к длительным – протеинурии при нефритах, нефрозах и других органических поражениях почек.

Количество белка при почечных протеинуриях больше, чем при внепочечных, цифры могут колебаться от 2 до 20 % и более. Нефрозы протекают, как правило, с наиболее выраженной протеинурией (10-20 %).

Большая часть белков при почечной протеинурии плазменного происхождения, что доказано электрофоретическим методом исследования. Белки имеют тот же качественный состав, что и белки плазмы.

#### **Работа 4. Определение глюкозы в моче. Проба Бенедикта**

**Принцип.** Реакция основана на свойстве глюкозы восстанавливать в щелочной среде гидрат окиси меди в гидрат закиси меди (желтый цвет) или закись меди (красный цвет).

**Материалы и оборудование.** Приготовление реактива. В мерную колбу емкостью 1 л наливают 700 мл воды, добавляют 173 г цитрата натрия, 100 г безводного (или 200 г кристаллического) карбоната натрия. Нагревают до растворения. Отдельно растворяют 17,3 г сульфата меди в 100 мл воды. Смешивают оба раствора, непрерывно взбалтывают, после охлаждения доливают водой до 1 л.

**Ход определения.** В пробирку наливают 5 мл реактива и прибавляют 8–10 капель мочи. Пробу нагревают 2 мин на пламени или 5 мин в кипящей водяной бане. Дают пробирке остыть 5 - 7 мин. Учет производится в крестах:

- 1) цвет реактива не изменился, стал сине-зеленым или зеленым, но осадок отсутствует - глюкозы в моче нет;
- 2) цвет реактива зеленый, на дне небольшой желтый осадок - содержание глюкозы 0,05 - 0,5 % (0,003 - 0,03 ммоль/л) или (+);
- 3) цвет реактива желто-зеленый, на дне желтый осадок - содержание глюкозы 0,5 - 1,0 % (0,03 - 0,05 ммоль/л) или (++);

4) цвет реактива красновато-желтый, на дне ярко-желтый осадок содержание глюкозы 1,0 - 2,0 % (0,05 - 0,1 ммоль/л) или (+++);

5) цвет реактива кирпично-красный, на дне обильный желто-красный осадок содержание глюкозы 2,0 - 5,0 % (0,1 - 0,3 ммоль/л) или (+++++).

Проба Бенедикта является самой надежной, так как при большом разведении мочи восстанавливающее действие других редуцирующих веществ в моче выражено слабо.

**Клиническое значение.** Моча здоровых животных не содержит глюкозы. Появление глюкозы в моче называется глюкозурией. Она может возникать по двум основным причинам: 1) вследствие превышения порогового уровня сахара в крови, когда излишек его выделяется почками; 2) в результате потери извиными канальцами способности к реабсорбции глюкозы (почечная глюкозурия).

Глюкозурия бывает **физиологическая** и **патологическая**. **Физиологическая** обычно наблюдается в течение короткого времени при избыточном поступлении ее с кормом, при испуге, перед родами и после них, при отнятии сосунов от маток.

Ярко выраженная **патологическая** глюкозурия наблюдается при сахарном диабете. При этом она сопровождается полиурией, повышением относительной плотности мочи, а в некоторых случаях - кетонурией. Отмечается глюкозурия также при стрессе, сильных болях, воспалительных процессах в головном мозге, при бешенстве, чуме плотоядных, черепно-мозговых травмах, остром пиело- и гломерулонефрите, кроме того, при дегенеративных изменениях в почках (часто при липоидном нефрозе).

Токсическая глюкозурия возникает при отравлении хлороформом, фосфором, окисью углерода, адреналином.

Положительная реакция на глюкозу может вызываться не только присутствием глюкозы в моче, но и большим содержанием в ней аскорбиновой кислоты, кетоновых тел, билирубина.

## **Работа 5. Определение кетоновых (ацетоновых) тел**

К кетоновым телам относятся ацетон, ацетоуксусная и  $\beta$ -оксимасляная кислоты. Кетоновые тела в моче встречаются совместно, поэтому отдельное определение их клинического значения не имеет.

**Принцип.** Качественные реакции на кетоновые тела основаны на их взаимодействии с нитропруссидом натрия в щелочной среде и появлением цветной реакции (образованием комплексных соединений красно-коричневого цвета).

### **Проба Легала**

**Материалы и оборудование.** Реактивы: 1) свежеприготовленный 5%-й

водный раствор нитропруссид натрия; 2) 10–15%-й раствор едкого натра; 3) уксусная кислота ледяная.

**Ход определения.** К 5–6 мл мочи прибавляют несколько капель реактива 1 и 0,5 мл реактива 2. Получается красное окрашивание. Добавляют 0,5–1 мл реактива 3. Если красный цвет исчезает, проба отрицательная, если сохраняется – положительная. Если получается слабо-розовая окраска, то проба считается также положительной.

### **Определение кетоновых (ацетоновых) тел с помощью сухого реактива**

**Материалы и оборудование.** Приготовление сухого реактива: нитропруссид натрия – 1 г, сульфата аммония – 20 г, карбоната натрия безводного – 20 г. Отвешенные реактивы тщательно растирают в ступке до получения мелкого однородного порошка. Порошок хранят в хорошо закупоренной стеклянной банке в сухом месте.

**Ход определения.** Предметное стекло кладут на лист фильтровальной бумаги. На стекло помещают небольшое количество сухого реактива и наносят на него 2 - 3 капли мочи. При наличии кетоновых тел получается окрашивание от розового до темно-фиолетового.

**Клиническое значение.** В нормальной моче содержится минимальное количество кетоновых тел, которое не обнаруживается обычными качественными пробами. Положительные реакции на кетоновые тела появляются чаще всего при тяжелом сахарном диабете. Присутствие их наблюдается также при голодании, безуглеводной диете, лихорадке.

### **Работа 6. Определение билирубина**

**Принцип.** Большинство качественных проб на билирубин основано на превращении его в зеленый биливердин под воздействием окислителей (йод, азотистая кислота, трихлоруксусная кислота и др.).

#### **Проба Розина**

**Материалы и оборудование.** Реактивы: раствор Люголя (1 г йода, 2 г йодида калия и 300 мл дистиллированной воды) или 1%-й спиртовой раствор йода.

**Ход определения.** На 4 - 5 мл мочи наслаивают один из реактивов. При положительной реакции на границе между жидкостями появляется зеленое кольцо.

**Клиническое значение.** Билирубин в моче появляется в основном при обтурационных желтухах, а также при паренхиматозном поражении печени

(хронический гепатит, цирроз печени и др.). При гемолитической желтухе билирубин в моче не обнаруживается.

### **Работа 7. Определение желчных кислот**

**Материалы и оборудование.** 10%-й раствор сахара, концентрированная серная кислота.

**Ход определения. Проба Петтенкофера.** К 10 мл мочи прибавляют небольшое количество 10% раствора сахара и взбалтывают до образования пены. Затем добавляют по каплям концентрированную серную кислоту. При наличии желчных кислот пена становится пурпурно-красной.

**Клиническое значение.** В норме в моче содержится минимальное количество желчных кислот. При механической желтухе оно постоянно повышено; часто отмечается увеличение его и при паренхиматозной желтухе. При гемолитической желтухе количество желчных кислот не увеличено.

### **Работа 8. Определение уробилина**

В настоящее время известны 4 уробилиногеновые и 4 уробилиновые фракции. Разграничение их еще не получило широкого практического применения. Групповой характер этих реакций не уменьшает их клинического значения. Уробилиногенурия и уробилинурия имеют одинаковое клиническое значение, т.е. речь идет об одних и тех же основных веществах, которые встречаются в двух формах.

**Материалы и оборудование.** Реактивы: 1) концентрированная серная кислота; 2) эфир; 3) концентрированная соляная кислота.

**Ход определения. Проба Флоранса.** 8 - 10 мл мочи подкисляют несколькими каплями серной кислоты, взбалтывают и приливают несколько миллилитров эфира. Закрывают пробирку плотно пробкой и осторожно смешивают жидкости, катая пробирку по столу. В другую пробирку наливают 2 - 3 мл концентрированной соляной кислоты. Пипеткой отсасывают из первой пробирки эфирный слой и наслаивают его на соляную кислоту. На границе двух жидкостей в присутствии уробилина образуется розовое кольцо, окраска которого может быть различной интенсивности. В отличие от других проб на уробилин, дающих отрицательную реакцию при нормальном содержании уробилина, проба Флоранса дает положительный результат и в норме. Поэтому ее применяют для выявления полного отсутствия уробилина в моче.

**Клиническое значение.** Определение уробилина имеет большое клиническое значение. Присутствие его, превышающее норму, может быть при гемо-

литических состояниях, при заболевании печени, при кишечных заболеваниях и лихорадочных состояниях, что связано с токсическим поражением печени. Полное отсутствие уробилина указывает на обтурационную желтуху.

### Вопросы для самоконтроля

1. Нефрон и его значение.
2. Процесс образования первичной мочи.
3. Вторая фаза мочеобразования.
4. Механизм регуляции мочеобразования.
5. Методы получения мочи.
6. Состав мочи.
7. Роль почек в поддержании гомеостаза.
8. Величина диуреза у разных животных.
9. Физические свойства мочи.
10. Химические свойства мочи.
11. Какие органы участвуют в процессе выделения?
12. Какое физиологическое значение имеют органы выделения?
13. Какие функции выполняют почки?
14. Что является морфофункциональной единицей почки?
15. Каковы особенности кровообращения почек?
16. Чему равно давление крови в капиллярах клубочков почки?
17. Чему равно фильтрационное давление и как рассчитать его величину?
18. Чем отличается состав клубочкового фильтрата от состава плазмы крови?
19. Какие вещества реабсорбируются в почках?
20. Какие вещества секретируются в почках?
21. В каких отделах нефрона происходит реабсорбция и секреция веществ?
22. Какие вещества клубочкового фильтрата называют пороговыми?
23. Что такое облигатная и факультативная реабсорбция?
24. Какие процессы происходят в дистальном извитом канальце нефрона?
25. Каков механизм действия антидиуретического гормона (АДГ)?
26. Каково физиологическое значение ренина?
27. Какие физиологические механизмы участвуют в регуляции деятельности почек?
28. Как осуществляется рефлекторная регуляция деятельности почек?
29. Как осуществляется гуморальная регуляция деятельности почек?
30. Почему организм погибает при поражении или удалении обеих почек?
31. Каков механизм мочеиспускания?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Клинические лабораторные исследования мочи: учеб.-метод. пособие / В.В. Черненко, Л.Н. Симонова, Ю.И. Симонов, Ю.Н. Черненко. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2014. 52 с.
2. Лабораторные методы исследования мочи животных: учеб. пособие по части курса для студентов по специальности 36.05.01 Ветеринария / Я.П. Масалыкина, В.В. Дронов, И.Н. Яковлева и др. Белгород: Изд-во Белгородский ГАУ, 2020. 73 с.
3. Лея Ю.Я. Оценка результатов клинических анализов крови и мочи. М.: МЕДпресс-информ, 2000. 184 с.
4. Медведев В.В., Волчек Ю.З. Клиническая лабораторная диагностика. СПб.: Гипократ, 2007. 386 с.
5. Медведева М.А. Клиническая ветеринарная лабораторная диагностика: справочник для ветеринарных врачей. М.: ООО «Аквариум-Принт», 2008. 416 с.
6. Мотузко Н.С., Гусаков В.К. Физиология мочевого выделения сельскохозяйственных животных: учеб.-метод. пособие. Витебск, 2003. 20 с.
7. Сравнительная физиология животных / А.А. Иванов, О.А. Войнова, Д.А. Ксенофонов и др. СПб.: Лань, 2014. 416 с.
8. Физиология выделительной и дыхательной систем: метод. указ. к лабораторным занятиям / сост.: Н.В. Ефанова, Л.М. Осина, С.В. Баталова; Новосиб. гос. аграр. ун-т, Биол.-технол. факультет. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. 39 с.
9. Черненко В.В., Симонова Л.Н. Диагностика болезней мочевой системы у животных: учеб. пособие по изучению дисциплин «Клиническая диагностика» «Инструментальные методы диагностики» и «Внутренние незаразные болезни» для студентов очной и заочной формы, обучающихся по специальности 36.05.01 - «Ветеринария». Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 46 с.
10. Черненко В.В. Клиническое исследование животных: учеб.-метод. пособие. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. 30 с.
11. Овсеенко Ю.В. Физиология и этология животных: учеб. пособие для самостоятельной работы для студентов 2-го курса института ветеринарной медицины и биотехнологии по специальности 36.05.01 «Ветеринария» очной и заочной формы обучения. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. 294 с.

# **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Физические свойства мочи

Показатель	Лошадь	Крупный рогатый скот	Овца	Коза	Свинья	Собака	Кошка
Частота мочеиспускания	5–8	5–10	5–8	5–8	3–4	3–4	4–5
рН	6,8–8,4	7,2–8,6	6,4–8,9	6,4–8,9	6–7	4,8–6,2	5–7
Удельный вес (относительная плотность)	1,025–1,060	1,013–1,030	1,015–1,045	1,015–1,045	1,015	1,016–1,060	1,032
Количество мочи в сутки (л)	3–6 (до 10)	6–12	0,5–1,5	0,5–1,5	2–4	0,2–2	0,1–0,2
Прозрачность	мутноватая	+	+	+	+	+	+
Цвет	зеленоватый	желтый	желтый	желтый	белесый	желтый	желтый



**Организованный осадок мочи**

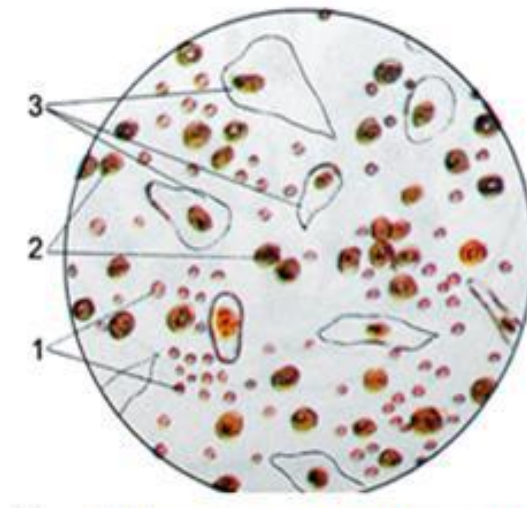


Рис. 1. Элементы организованного осадка  
1 – эритроциты; 2 – лейкоциты; 3 – клетки эпителия мочевого пузыря

Учебное издание

Горшкова Е.В., Овсеенко Ю.В.

## ФИЗИОЛОГИЯ ОРГАНОВ ВЫДЕЛЕНИЯ

Учебно-методическое пособие  
для лабораторных занятий  
и самостоятельной работы студентов  
факультета ветеринарной медицины и биотехнологии  
очной и заочной форм обучения,  
обучающихся по специальности 36.05.01 – «Ветеринария»

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 21.06.2024 г. Формат 60x84. 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 6,74. Тираж 25 экз. Изд. № 7692.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ