

**Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий
Институт ветеринарной медицины и биотехнологии**

**ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ И
ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ**

Лабораторный практикум

Новосибирск 2026

УДК 591.121(075)
ББК 28.073.3, Я73
Ф 504

Кафедра анатомии и физиологии

Составители: канд. биол. наук, доц. *С.В. Баталова*
канд. ветеринар. наук, доц. *М. В. Лазарева*,
канд. ветеринар. наук, доц. *Е. И. Земляницкая*

Рецензент: канд. ветеринар. наук., доц. *Новик Я. В.*

Ф 504

Физиология выделительной и дыхательной систем : лабораторный практикум / Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, Институт ветеринарной медицины и биотехнологии ; составители С. В. Баталова, М. В. Лазарева, Е. И. Земляницкая. – Новосибирск : ИЦ Университета биотехнологий «Золотой колос», 2026. – 40 с.

Лабораторный практикум предназначен для студентов всех форм обучения по направлениям подготовки: 36.05.01 Ветеринария, 36.03.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза, 36.03.02 Зоотехния, 06.03.01 Биология, 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Утвержден и рекомендован к изданию учебно-методическим советом Института ветеринарной медицины и биотехнологии (протокол № 1 от 26 января 2026 г.).

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум предназначен для изучения физиологии выделительной и дыхательной систем. Практикум состоит из двух разделов. Каждый раздел соответствует изучаемой теме и представлен комплексом лабораторно-практических работ, позволяющих студентам приобретать навыки в проведении экспериментов, выполнении лабораторных работ и развивать аналитические способности при обработке полученных результатов. Каждое задание подкреплено контрольными вопросами, способствующими лучшему усвоению изучаемого материала.

Настоящий практикум составлен в соответствии с новыми учебными требованиями, предъявляемыми к изучению следующих дисциплин: «Физиология и этология животных» по направлению подготовки 36.05.01 Ветеринария; «Основы физиологии» по направлению 36.03.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза; «Физиология животных» по направлениям 06.03.01 Биология, 36.03.02 Зоотехния, 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

РАЗДЕЛ I. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Основными органами, участвующими в выделительной функции организма, являются почки. Они выводят с мочой из организма излишки воды, минеральных солей и прочие конечные продукты белкового обмена, регулируют водно-солевой обмен, поддерживают осмотическое давление и кислотно-щелочное равновесие крови, образуют биологически активные вещества, контролирующие артериальное давление и эритропоз. Строение почки представлено в приложении 1.

Моча животных содержит 96 % воды и 4 % сухого вещества. Среди органических веществ мочи основное место занимают азотистые соединения (мочевина, мочевая кислота), пуриновые основания, креатинин, гиппуровая кислота, продукты гниения белков, пигменты (урохром, уробилин). В отличие от плазмы крови, из которой образуется моча, в ней отсутствуют глюкоза, белок и непостоянны осмотическое давление и рН.

Образование энергии для жизнедеятельности аэробов происходит на основе окислительных процессов. Во время окисления расходуется кислород и образуется углекислый газ и другие продукты. Поступление кислорода и выведение углекислого газа обеспечивается дыхательной функцией организма.

Совокупность процессов, благодаря которым осуществляется доставка в организм кислорода и удаление углекислого газа, называется дыханием.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЧИ

Количество выделяемой за сутки мочи (диурез) в норме у разных видов животных колеблется в следующих пределах: крупный рогатый скот – 6–2 литров (максимально – 25 литров), овцы и козы – 0,5–1,0 свиньи – 2,0 – , лошади – 3,0–6,0 крупные собаки – 0,5–1,0 мелкие собаки – 0,04–0,20, кошки – 0,1–0,2 литра. Увеличение суточного количества мочи называют **полиурией**. Диурез увеличивается при приеме большого количества жидкости и употреблении пищевых веществ, его повышающих. Ограничение приема жидкости, усиленное потоотделение, понос, рвота ведут к уменьшению диуреза. Снижение суточного количества мочи называют **олигурией**. Олигурия наблюдается при заболеваниях почек (острые диффузные нефриты, нефрозы), недостаточности кровообращения, задержке натрия в тканях и др. Прекращение выделения мочи называют **анурией**. Анурия может быть следствием тяжелого поражения почечной паренхимы, а также вследствие изменения почечного кровотока из-за сильного обезвоживания организма, развития перитонита, тяжело протекающего гломерулонефрита, отравления ртутью, свинцом, мышьяком. Выделение мочи может прекратиться и при нарушении проходимости мочевых путей – мочекаменной болезни.

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 (мутность). Нормальная свежесвыпущенная моча прозрачна. Мутность может быть вызвана солями, клеточными элементами, бактериями, жиром (**липурия**). У лошадей из-за наличия в моче $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ при хранении образуется нерастворимый карбонат кальция (CaCO_3) и поверхность мочи

покрывается тонкой пленкой.

Причины помутнения мочи определяют следующими пробами.

Нагревают 2–3 мл мочи. Исчезновение помутнения указывает на наличие уратов, усиление – на наличие фосфатов. Последние растворяются после добавления 2–3 капель 10%-й уксусной кислоты. Если помутнение исчезает после добавления уксусной кислоты, но сопровождается шипением, это указывает на присутствие карбонатов. Если помутнение не исчезает от добавления уксусной кислоты, а исчезает после добавления разведенной соляной кислоты, это свидетельствует о наличии щавелевокислых солей. Исчезновение помутнения от добавления щелочи говорит о присутствии кристаллов мочевой кислоты. Исчезновение помутнения от добавления эфира (несколько миллилитров эфира на 2–3 мл мочи) указывает на жир. Если помутнение не исчезает при использовании указанных выше проб, значит, оно зависит от присутствия клеточных элементов или бактерий, что распознается при микроскопическом исследовании.

Консистенция. У всех видов животных (кроме однокопытных) моча жидкая, водянистая. У лошадей, мулов, ослов моча слизистая вследствие примеси муцина и при переливании растягивается длинными нитями. Жидкой и водянистой моча становится при полиурии. При воспалении мочевых путей и уменьшении диуреза моча вязкая.

Запах. Свежевыпущенная нормальная моча без запаха. При стоянии мочи появляется аммиачный запах. В свежевыпущенной моче аммиачный запах наблюдается при циститах, пиелитах, пиелонефритах. В случае появления кетоновых тел в моче больных диабетом отмечается «плодовый» или «яблочный» запах.

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

Показатель рН 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 рН мочи сдвигается в щелочную сторону. Щелочная моча бывает при уроцистите, гематурии, пиелите.

Удельный вес 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 – 1,015–1,050; 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. Стеклянный 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° С. При температуре выше 15° С объем мочи увеличивается, концентрация и удельный вес понижаются. Температура ниже 15° С ведет к обратным явлениям. Колебания температуры в пределах 3° С в ту или другую сторону значения не имеют. При больших колебаниях, измеряя удельный вес, следует вносить поправку: на каждые 3° С выше 15° С необходимо прибавить 0,001 и на каждые 3° С ниже 15° С – вычесть 0,001. Иногда встречаются урометры, калиброванные при температуре 20 и 22° С, поэтому, прежде чем определять удельный вес, нужно знать, на какую температуру рассчитан урометр.

Белок повышает удельный вес мочи, но только при содержании его выше 3–5 %. Поэтому на каждые 3 % белка к удельному весу прибавляют 0,001. 1 % сахара повышает удельный вес на 0,004. При необходимости вносят соответствующую поправку (например, при исследовании функционального состояния почек больных сахарным диабетом необходимо корректировать цифры удельного веса).

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

остаётся 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 даёт представление о концентрации растворённых в моче веществ. Для нормально функционирующих почек характерны широкие колебания удельного веса в течение суток, что связано с периодическим приёмом пищи, воды и потерей жидкости организмом (потоотделение, дыхание).

Низкие цифры удельного веса – **гипоизостенурия** – 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.). Высокий удельный вес при полиурии характерен для сахарного диабета.

БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЧИ

Работа 2. Качественные пробы на белок

Принципы определения белка в моче. Качественные пробы на белок основаны на коагуляции его химическими реактивами или физическими методами (например, нагреванием). Наличие белка в моче характеризуется её помутнением или выпадением белого хлопьевидного осадка.

Условия определения белка в моче.

1. Моча должна иметь кислую реакцию. Мочу щелочной реакции подкисляют несколькими (2–3) каплями уксусной кислоты (5–10 %). Излишек уксусной кислоты (а также других кислот) вызывает образование растворимых ацидальбуминов, что ведёт к превращению положительной пробы в отрицательную.

2. Моча должна быть прозрачной. Помутнение устраняется фильтрованием через бумажный фильтр. Если помутнение не исчезает, добавляют инфузорию земли, тальк или жженую магнезию (около 1 чайной ложки на 100 мл мочи), взбалтывают и фильтруют.

3. Качественную пробу следует проводить в двух пробирках, одна из них контрольная.

4. Реакции исследуют на черном фоне в проходящем свете.

2.1. Проба с сульфосалициловой кислотой

Цель работы. Определение белка в моче.

Материалы и оборудование. Реактив– 20%–й раствор сульфосалициловой кислоты.

Ход определения. К 3–4 мл профильтрованной мочи прибавляют 4–6 капель реактива. При положительной пробе появляется помутнение. Избыток сульфосалициловой кислоты может привести к растворению белка, проба из положительной становится отрицательной. Проба с сульфосалициловой кислотой считается одной из самых чувствительных.

2.2 Кольцевая проба (проба Геллера)

Материалы и оборудование. Реактив – азотная кислота концентрированная (можно 50%–й раствор) или реактив Ларионовой. Насыщенный раствор хлорида натрия: 20–30 г соли растворяют в 100 мл воды при подогревании, дают отстояться до охлаждения. Надосадочную жидкость сливают, фильтруют. К 99 мл фильтрата прибавляют 1 мл крепкой азотной кислоты. Вместо азотной кислоты можно добавить 2 мл концентрированной соляной.

Ход определения. В пробирку наливают 1,0–1,5 мл азотной кислоты или реактива Ларионовой и пипеткой осторожно по стенке пробирки наслаивают мочу, стараясь не взбалтывать жидкость. При наличии белка на границе двух жидкостей появляется белое кольцо.

Беловатые кольца, появляющиеся выше границы наслоения, образуются за счет выпадения солей. Эти кольца исчезают при осторожном подогревании. Проба с реактивом Ларионовой имеет ряд преимуществ: 1) на границе наслоения не бывает пигментных колец, которые часто образуются при наслаивании мочи на азотную кислоту и мешают распознаванию белкового кольца; 2) кольца получаются более четкие, чем с азотной кислотой; 3) экономится азотная кислота; 4) реактив более удобен в работе, попадая на ткань, не прожигает ее.

Работа 3. Количественное определение белка

Способ Брандберга (Робертса – Стольников)

Принцип работы. Используют кольцевую пробу, на реактив наслаивают мочу, разведенную в определенное количество раз. Проба дает положительный результат при содержании белка выше 33 мг%. Ниже этой концентрации проба отрицательна. Если при наслаивании мочи на азотную кислоту на границе двух жидкостей появляется тонкое белое кольцо между 2-й и 3-й минутой, то в исследуемой моче содержится 0,033 % белка.

Материалы и оборудование. Реактив Ларионовой, вода, пробирки, пипетки.

Ход определения. В пробирку наливают 1,0–1,5 мл азотной кислоты или реактив Ларионовой и наслаивают мочу. Замечают время после наслаивания. При появлении белкового кольца раньше, чем через 2 мин после наслаивания, мочу следует развести водой. В пробирку точно отмеривают количество мочи и воды. Производят повторное наслаивание разведенной мочи. При этом подбирают разведение мочи так, чтобы при наслаивании кольцо образовалось между 2-й и 3-й минутой. Количество белка вычисляют путем умножения 0,033 % на степень разведения. Степень разведения мочи подбирают в зависимости от вида первичного кольца, т. е. от ширины, компактности и времени его появления. При нитевидном кольце мочу разводят в 2 раза, при широком – в 4 раза, при компактном – в 8 раз.

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 органические. 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 сахара в моче

4.1 Проба Бенедикта

Качественные пробы. Используются пробы, основанные на редуцирующей способности глюкозы, и глюкозооксидазные пробы, отличающиеся высокой специфичностью, проба Бенедикта.

Принцип работы. 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. При наличии сахара появляется зеленая, желтая или красная окраска жидкости с осадком. При зеленой окраске без наличия осадка проба считается отрицательной.

Проба Бенедикта является самой надежной, так как при большом разведении мочи восстанавливающее действие других редуцирующих веществ

в моче выражено слабо.

4.2 Проба Гайнеса

Материалы и оборудование. Приготовление реактива. 13,3 г химически чистого кристаллического сульфата меди ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) растворяют в 400 мл воды; 50 г едкого натра растворяют в 400 мл воды; 15 г чистого глицерина разводят в 200 мл воды. Смешивают первый и второй растворы и тотчас приливают третий. Реактив стоек.

Ход определения. К 3–4 мл реактива прибавляют 8–12 капель мочи, кипятят или ставят в кипящую водяную баню. В присутствии сахара появляются желтая или красная окраска жидкости и осадок. В практике более принята следующая модификация: 1 каплю мочи и 9 капель реактива доводят до кипения. При отсутствии сахара цвет реактива не меняется (синий).

Проба Гайнеса может быть выполнена следующим образом. К 6–8 мл мочи прибавляют несколько капель реактива до бледно-голубой окраски. Смешивают, нагревают верхнюю часть пробирки до начала кипения. Нижняя часть пробирки – контроль. В присутствии сахара появляется желтая окраска в верхней части пробирки.

Клиническое значение. Нормальная моча не содержит глюкозу. Глюкоза в моче появляется при потреблении с пищей большого количества углеводов (алиментарная), после эмоционального напряжения, после приема некоторых лекарств. Реже наблюдается почечная глюкозурия, обусловленная нарушением резорбции глюкозы в канальцах с появлением ее в моче при нормальном количестве сахара в крови. Патологическая глюкозурия чаще всего бывает диабетической (сахарный диабет), реже тиреогенной (тиреотоксикоз), гипофизарной (синдром Иценко – Кушинга), печеночной (пигментный цирроз – гемохроматоз) и др. Для правильной оценки глюкозурии необходимо исследовать на сахар мочу, собранную за сутки.

Работа 5. Определение кетоновых (ацетоновых) тел

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

Принцип работы. 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).

5.1 Проба Легалья

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 0,5–1,0 мл реактива 3. Если красный цвет исчезает, проба отрицательная, если сохраняется – положительная. Если получается слабо-розовая окраска, то проба считается также положительной.

5.2 Определение 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, у детей – при рвоте и поносе.

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.).

6.1 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. Определение желчных пигментов в моче имеет большое диагностическое значение, поэтому выполнение и оценка результатов качественных проб требуют особой тщательности. Билирубин в моче появляется главным образом 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

7.1 Проба Петтенкофера.

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

Ход определения. К 10 мл мочи прибавляют небольшое количество 10%-го 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 нормальной 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

8.1 Проба Флоранса.

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

Работа 9. Выявление крови и кровяных пигментов гемоглобина.

Для диагноза гемоглобинурии необходимо доказать одной из химических реакций наличие гемоглобина в моче и параллельно микроскопическим исследованием осадка мочи – отсутствие в моче эритроцитов.

Клиническое значение. Гемоглобинурии обуславливаются внутрисосудистым гемолизом эритроцитов и делятся на: 1) первичные (холодовая, маршевая, пароксизмальная); 2) вторичные (при переливании несовместимой по группе крови, при отравлении сульфаниламидами, анилиновыми красками, грибами и при некоторых инфекционных заболеваниях).

Миоглобин. Миоглобин – мышечный пигмент. По химической структуре он близок к гемоглобину. Обычными химическими пробами на кровь его отличить от гемоглобина нельзя. Дифференцирование миоглобина производится методом спектрофотометрии и методом электрофореза на бумаге. Метод электрофореза на бумаге может быть использован для идентификации миоглобина и гемоглобина в сыворотке и моче.

Материалы и оборудование. Реактивы: 1) 3%-й раствор сульфосалициловой кислоты; 2) кристаллический сульфат аммония.

Ход определения. Метод высаливания. К 1 мл мочи прибавляют 3 мл 3%-го раствора сульфосалициловой кислоты, смешивают, фильтруют и центрифугируют. Наличие коричнево-красного осадка указывает, что в моче находится пигмент белковой природы – миоглобин или гемоглобин. Для

уточнения характера пигмента в 5 мл исследуемой мочи растворяют 2,8 г сульфата аммония.

Диагностическое значение имеет только положительная реакция; отрицательная реакция не исключает наличия миоглобинурии, так как проба Блондгейма может быть положительной при концентрации миоглобина не ниже 30–40 мг%. При меньшей концентрации миоглобина в моче уловить изменение цвета практически невозможно.

Клиническое значение. Миоглобинурия наблюдается при тяжелых травмах, при электротравмах, отравлениях барбитуратами, окисью углерода, при пищевых токсикоинфекциях.

Индикан. Принцип. Превращение индикана в индоксил минеральной кислотой и последующее окисление индоксила в синее или красное индиго.

Материалы и оборудование. Реактивы: 1) концентрированная соляная кислота; 2) хлороформ; 3) 2%-й раствор перманганата калия.

Ход определения. Проба Яффе. 8–10 мл мочи смешивают с равным объемом соляной кислоты, приливают 1–2 мл хлороформа и 1–2 капли перманганата калия. Пробирку закрывают и многократно опрокидывают, не взбалтывая. В присутствии индикана хлороформ окрашивается в голубой, синий или розовый цвет. При наличии в моче йодистых солей хлороформ также дает розовую окраску. В таком случае добавляют кристаллик гипосульфита. Исчезновение розовой окраски хлороформа указывает на присутствие йодистых солей. При наличии индикана розовая окраска исчезает.

Материалы и оборудование. Реактивы: 1) 0,2–0,4 г хлорного железа растворяют в 100 мл концентрированной соляной кислоты (реактив не стоек); 2) хлороформ.

Ход определения. Проба Обермейера. 10 мл мочи смешивают с равным объемом реактива, добавляют 1–2 мл хлороформа и опрокидывают пробирку несколько раз. Синее окрашивание хлороформа указывает на присутствие индикана в моче.

Клиническое значение. В нормальной моче индикан содержится в незначительном количестве, которое не обнаруживается обычными качественными пробами. Индиканурия встречается при интенсивном гниении белковых веществ в кишечнике (колит, непроходимость кишечника, рак, абсцесс кишечника, перитонит, запоры и пр.), а также при усиленном распаде белков в организме (опухоль, эмпиемы, абсцессы и др.).

Работа 10. Микроскопическое исследование осадка мочи

Исследование осадка производят двумя способами: ориентировочным и количественным.

Ориентировочный метод. Является более распространенным, но менее точным и дает лишь приблизительное представление о содержании элементов в осадке. Полученные результаты зависят от количества мочи, взятой для центрифугирования, количества оборотов центрифуги, правильного приготовления препаратов.

Материалы и оборудование. Центрифуга, моча, пробирки, пипетки.

Ход определения. Приготовление препарата. В центрифужную пробирку наливают 10–15 мл мочи, центрифугируют 5–7 мин при 1 500–2 000 об/мин. После центрифугирования содержимое пробирки быстро сливают для удаления надосадочной жидкости, затем переводят в исходное положение так, чтобы осадок остался на дне.

Осадок размещивают пипеткой. Небольшую каплю осадка помещают на предметное стекло и покрывают покровным. При соблюдении этих правил препарат всегда имеет более или менее одинаковые размеры.

Не рекомендуется: 1) микроскопировать препараты без покровных стекол, так как при этом портится оптическая система микроскопа; препарат получается неравномерной толщины, что затрудняет его просматривание под большим увеличением; 2) готовить препараты из всего осадка.

Препараты микроскопируют сначала с малым увеличением, а затем большим. Среднее цифровое выражение найденного количества элементов дают приблизительно, указывая, сколько их в поле зрения при большом увеличении микроскопа. При малом количестве элементов осадка указывают их число в препарате. Для других элементов принято давать оценку: «большое» и «незначительное» количество.

Количественный метод. Определение числа форменных элементов (эритроциты, лейкоциты, цилиндры) в суточном количестве мочи с помощью камеры Горяева.

Метод Нечипоренко. Принцип – количество клеточных элементов определяют в 1 мл мочи.

Ход определения. Берут одноразовую порцию мочи в середине мочеиспускания. Определяют рН мочи.

5 – 10 мл мочи центрифугируют 3 мин при 3 000 об/мин, отсасывают надосадочную мочу пипеткой, оставляя 0,5 мл осадка, если он небольшой, или 1 мл, если большой. Осадок размещивают и одну каплю переносят в камеру

Горяева, считают отдельно лейкоциты, эритроциты, цилиндры во всей сетке камеры. Определяют количество клеток в 1 мкл, а затем количество клеток в 1 мл по формуле:

$$N = X \times 500 / V,$$

где N – количество клеток в 1 мл; X – количество клеток в 1 мкл; V – количество мочи, взятое для центрифугирования. За норму принято считать: лейкоцитов до 4000 в 1 мл; эритроцитов до 1000 в 1 мл; цилиндров – до 20 в 1 мл. Цифры одни и те же для взрослых животных и молодняка.

Преимущество метода Нечипоренко:

1. Технически прост, доступен, удобен. При сборе мочи исключена катетеризация.
2. Определение лейкоцитурии можно проводить в небольшом количестве мочи, полученной из почки.
3. По количественным показателям не уступает другим методам.

Элементы мочевого осадка

Организованный осадок

Эритроциты в мочевом осадке могут быть (прил. 2, рис. 1): неизмененные, т. е. содержащие гемоглобин, в виде дисков желтовато-зеленого цвета; 2) измененные, свободные от гемоглобина, бесцветные, имеющие вид одноконтурных или двухконтурных колец; такие эритроциты наблюдаются в моче с низким удельным весом, высоким рН, при длительном пребывании их в моче; 3) эритроциты сморщенные, с неровными зазубренными краями обнаруживаются в концентрированной моче с высоким удельным весом.

За эритроциты ошибочно могут быть приняты такие элементы, как дрожжевые грибы или кристаллы оксалатов круглой формы (см. прил. 2, рис. 2). Дифференцировать эти элементы помогают следующие признаки.

1. Грибы чаще овальной формы, почкующиеся, более резко преломляют свет и имеют голубоватый оттенок. Оксалаты обычно разной величины, отличаются от эритроцитов размером и резко преломляют свет.

2. Прибавление к препарату осадка капли слабой уксусной кислоты вызывает гемолиз эритроцитов с образованием бесцветных колец, в то время как грибы и оксалаты не изменяются.

Клиническое значение. В нормальной моче может быть незначительное количество эритроцитов (1–2 в 1 мкл мочи). При содержании 2 500 эритроцитов в 1 мкл моча становится красной (макрогематурия).

Гематурии делят на почечные и внепочечные. Почечная гематурия может

быть функционального происхождения, связанная с физическим перенапряжением. Внепочечные гематурии развиваются при заболеваниях мочевого пузыря, лоханок, мочеточников, при травмах.

Лейкоциты обнаруживаются в моче в виде небольших зернистых клеток округлой формы. В моче с низким удельным весом лейкоциты разбухают и становятся больших размеров. При длительном хранении мочи (при наличии большого количества бактерий) в лейкоцитах наблюдаются дегенеративные изменения, распад.

Лейкоциты в моче представлены главным образом нейтрофилами, но могут встречаться эозинофилы и лимфоциты. В нормальной моче лейкоцитов содержится до 4 в 1 мкл.

Клиническое значение. Увеличение числа лейкоцитов до очень больших количеств свидетельствует о воспалительных процессах в почках или мочевыводящих путях.

Эпителиальные клетки. Эпителиальные клетки в мочевом осадке имеют различное происхождение, т. е. десквамация их происходит с органов, покрытых различными видами эпителия.

Клетки плоского эпителия полигональной или округлой формы, больших размеров (в 3–4 раза больше лейкоцита), бесцветные, с небольшим ядром, располагаются в виде отдельных экземпляров или пластами. Они попадают в мочу из влагалища, наружных половых органов и частично из мочеиспускательного канала, – органов, которые выстланы многослойным плоским эпителием.

Клетки переходного эпителия различной формы (полигональные, «хвостатые», цилиндрические, округлые) и величины (в 3–8 раз больше лейкоцита), отдельные экземпляры могут быть гигантскими. Ядра довольно крупные, часто встречаются двуядерные и многоядерные экземпляры. В цитоплазме нередко имеются дегенеративные изменения в виде грубой зернистости и вакуолизации. Клетки имеют желтоватую окраску, интенсивность которой зависит от концентрации мочи и наличия пигментов.

Переходный эпителий выстилает слизистую оболочку мочевого пузыря, мочеточников, почечных лоханок, крупных протоков предстательной железы и простатического отдела мочеиспускательного канала (см. прил. 2, рис. 3–6).

Клетки эпителия канальцев неправильной округлой формы, угловатые или четырехугольные, небольших размеров (в 1,5–2,0 раза больше лейкоцита), слегка желтоватого цвета. В цитоплазме клеток обычно выражены дегенеративные изменения: зернистость, вакуолизация, жировая инфильтрация. В результате этих изменений ядра часто не выявляются. Клетки почечного эпителия относятся к цилиндрическому эпителию, выстилающему почечные

канальцы.

Клиническое значение. Клетки плоского эпителия особого диагностического значения не имеют. В большом количестве их обнаруживают в моче самок. Клетки переходного эпителия появляются при острых воспалительных процессах мочевого пузыря и лоханок, а также при почечно-каменной болезни и новообразованиях мочевого пузыря. Клетки почечного эпителия в нормальной моче не обнаруживаются. Наблюдается появление их в моче при нефритах, особенно в большом количестве – при нефрозах, интоксикациях, лихорадочных состояниях и инфекционных заболеваниях, расстройствах кровообращения и пр.

Цилиндры являются элементами осадка мочи, происходящими из почек, а не из мочевыводящих путей. Цилиндры представляют собой белковые или клеточные образования канальцевого происхождения, имеют цилиндрическую форму и различную величину. В мочевом осадке различают следующие виды цилиндров: гиалиновые, зернистые, восковидные, эпителиальные, эритроцитарные, пигментные, лейкоцитарные (см. прил. 2, рис. 7).

Гиалиновые цилиндры имеют нежные контуры, прозрачны, при ярком освещении плохо заметны. На поверхности может быть легкая зернистость за счет аморфных солей или клеточного детрита. Образуются из свернувшегося белка.

Появление гиалиновых цилиндров выявляет протеинурию, что является следствием повышенной проницаемости клубочковых капилляров. Они представляют собой иную коллоидную форму белка, возникающую при изменении рН.

Зернистые цилиндры имеют более резкие контуры, состоят из плотной зернистой массы желтого цвета или бесцветные. Образуются из распавшихся клеток почечного эпителия, а также при свертывании белка в результате изменений физико-химических условий в канальцах.

Восковидные цилиндры имеют резко очерченные контуры, гомогенную с блеском структуру, слегка желтоватого цвета. Образуются из уплотненных гиалиновых и зернистых цилиндров при задержке их в канальцах.

Эпителиальные цилиндры имеют четкие контуры, состоят из клеток почечного эпителия

Эритроцитарные цилиндры желтоватого цвета, состоят из массы эритроцитов, образуются при почечной гематурии.

Пигментные цилиндры могут быть обнаружены при гемоглобинурии и миоглобинурии, коричневатого цвета, имеют сходство с зернистыми.

Лейкоцитарные цилиндры образуются из массы лейкоцитов,

обнаруживаются при гнойных процессах в почках, пиелонефритах.

Образованию цилиндров способствуют следующие условия:

- 1) кислая среда (рН 4,8–5,3);
- 2) определенное соотношение осаждаемого и осаждающего коллоида; нарушенным соотношением коллоидов в моче можно объяснить расхождение между количеством белка и наличием цилиндров;
- 3) измененное состояние внутренней поверхности канальца.

Клиническое значение. В нормальной моче можно обнаружить от 2 до 100 тысяч гиалиновых цилиндров за сутки. Появление большого количества различных цилиндров наблюдается при органических поражениях почек (нефриты, нефрозы и пр.). Цилиндрурия может быть у здоровых животных после тяжелой физической нагрузки. Вид цилиндров особого диагностического значения не имеет. Существенными признаками являются их присутствие в моче, количество и окружающий фон препарата.

Неорганизованный осадок

Неорганизованный осадок мочи – это соли, выпавшие в осадок в виде кристаллов или аморфных масс. Характер солей зависит от коллоидного состояния мочи, рН и других свойств.

В моче кислой реакции обнаруживают следующие элементы.

Мочевая кислота – полиморфные кристаллы (ромбической, шестигранной формы, в виде бочонков, брусков и др.), окрашенные в желтый цвет. Кристаллы мочевой кислоты растворяются в щелочах, не растворяются в кислотах. Макроскопически осадок мочи имеет вид золотистого песка (см. прил. 3, рис. 1).

Ураты – аморфные мочекислые соли. Выпавшие после центрифугирования ураты образуют плотный осадок кирпично-розового цвета (см. прил. 3, рис. 2).

Щавелевокислая известь (оксалаты) встречается в кислой моче, но может быть и в моче щелочной реакции. Кристаллы имеют форму октаэдров («почтовые конверты»), а также круглую или овальную форму. Растворяются в соляной кислоте, не растворяются в щелочи и уксусной кислоте.

В моче щелочной реакции обнаруживают следующие элементы.

Кислый мочекислый аммоний – имеет форму гирь и шаров, часто с отростками. Растворяется при нагревании и в щелочах. При добавлении кислот (соляной или уксусной) образуются бесцветные ромбические кристаллы мочевой кислоты (см. прил. 3, рис. 3).

Трипельфосфаты – бесцветные кристаллы в форме «гробовых крышек». Растворяются в кислотах (см. прил. 3, рис. 4).

Фосфаты – аморфные массы солей сероватого цвета, часто встречаются

вместе с трипельфосфатами. Растворяются в кислотах, не растворяются в щелочах. Макроскопически – осадок белого цвета (см. прил. 3, рис. 5).

Углекислый кальций в форме мелких шариков, часто лежащих попарно. Растворяется в кислотах с выделением углекислоты.

Нейтральная фосфорнокислая известь – кристаллы клиновидной формы, часто располагающиеся розетками, бесцветные (иногда могут быть в моче при слабокислой реакции). Растворяются в щелочах. Они встречаются при почечнокаменной болезни.

Цистин – имеет вид шестигранных бесцветных прозрачных плиток, обнаруживается при кислой реакции мочи. Растворяется в щелочи, аммиаке, минеральных кислотах. Не растворяется в уксусной кислоте, спирте, ацетоне, эфире (см. прил. 3, рис. 6).

Тирозин – кристаллы в виде тонких игл, собранных в пучки. Обнаруживается в моче с кислой реакцией. Растворяется в щелочи, минеральных кислотах. Нерастворим в спирте, ацетоне, эфире (см. прил. 3, рис. 7).

Лейцин – блестящие мелкие шары с радиальной и концентрической исчерченностью, моча при этом имеет кислую реакцию. Растворяется в минеральных кислотах и щелочах. Нерастворим в спирте, ацетоне, эфире.

Клиническое значение. Кристаллы лейцина и тирозина наблюдаются при подострой дистрофии печени, отравлениях фосфором. Цистинурия является наследственным заболеванием, связанным с нарушенным обменом цистина.

Жирные кислоты имеют вид тонких игл, встречаются редко – при патологических процессах, сопровождающихся жировой дистрофией и распадом клеток.

Холестерин имеет вид тонких четырехугольных бесцветных пластинок с обломанными углами, обнаруживается при патологических процессах, сопровождающихся распадом и жировой дистрофией.

Билирубин – кристаллы в виде мелких желтовато-коричневых иголок, складывающихся в пучки или в виде зернышек. Обнаруживается в моче с желчными пигментами. Билирубин растворяется в щелочах и хлороформе. С азотной кислотой дает зеленое окрашивание (см. прил. 3, рис. 8).

Гематоидин – кристаллы в форме ромбов или иголок, которые могут складываться в пучки и звезды. Цвет золотисто-желтый. Гематоидин является продуктом распада гемоглобина. В своей молекуле не содержит железа. Образуется в некротизированной ткани, в глубине гематом и в больших участках кровоизлияний.

В таблице 1 представлены физические свойства мочи.

Физические свойства мочи

Показатель	Лошадь	Крупно-рогатый скот	Овца	Коза	Свинья	Собака	Кошка
Частота мочеиспускания в сутки	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	6,0–7,0	4,8–6,2	5,0–7,0
Удельный вес (относительная плотность), г/мл	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)	3,0–6,0 (до 10)	6,0–12,0	0,5–1,5	0,5–1,5	2,0–4,0	0,2–2,0	0,1–0,2
Прозрачность	мутноватая	+	+	+	+	+	+
Цвет	зеленоватый	желтый	желтый	желтый	белесый	желтый	желтый

РАЗДЕЛ II. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА**Работа 11. Общие физиологические показатели работы органов дыхания**

Для изучения физиологии дыхания предусматривается выполнение ряда работ на животноводческих фермах (строение легких показано в прил. 4).

Цель работы. Определить у животных частоту дыхания, а также провести аускультацию и перкуссию грудной клетки.

Материалы и оборудование. Животное, фонендоскоп, стетоскоп, стетофонендоскоп, секундомер, перкуссионный молоточек, плессиметр, дистиллированная вода, спирт, вата, мел, полотенце, мыло.

Ход определения

1. *Определение частоты дыхания.* У лошадей, коров, овец и других животных легко подсчитать дыхательные движения за 1 мин. Частоту дыхания определяют по движению ребер и мышц живота или по шумам в области трахеи и легких, а также по движению воздуха во время выдоха – подносят тыльную сторону кисти руки к носу животного. В зимнее время подсчет производят по парам выдыхаемого воздуха.

Для определения движения грудной клетки следует встать впереди или сзади животного и посмотреть, одинаковая ли выпуклость грудной клетки справа и слева и равномерно ли расширяются обе половинки. Сравнивают, какие

части грудной клетки расширяются больше и в каком направлении. Затем подходят к животному сбоку, кладут пальцы руки на межреберное пространство передней, средней и задней трети грудной клетки и отмечают их изменения в различные фазы дыхания. Затем измеряют окружность грудной клетки за локтевым отростком предплечья, на средней части грудной клетки на уровне последних ребер. В каждой трети грудной клетки устанавливают величину окружности при вдохе и выдохе. Частоту дыхательных движений и изменение окружности груди определяют на животном в обычных условиях и после физической нагрузки. Если опыт проводят на лошадях, то лучшей физической нагрузкой будет движение их рысью или в галоп под всадником на расстояние до 1 км.

2. *Аускультация (выслушивание)* легких может быть посредственной – с использованием инструментов, и непосредственной – ухом. Во время вдоха и выдоха возникают шумы, которые делятся на бронхиальные, везикулярные и смешанные. Легочные шумы лучше всего прослушивать в средней трети грудной клетки. Здесь отмечают преимущественно везикулярные шумы от поступления воздуха и альвеолы. В области трахеи выслушивают характерные шумы продвижения воздуха с наличием звуковых оттенков, идущих из гортани и грудной части трахеи, особенно в месте бифуркации.

К месту выслушивания прикладывают фонендоскоп или другой прибор и улавливают характерные звуки. При непосредственном прослушивании на кожу животного накладывают полотенце, прикладывают ухо и определяют частоту и характер шумов, возникающих при вдохе и выдохе.

Более отчетливые шумы получают при исследовании лошадей или коров, если им зажать на некоторое время ноздри. Сразу же после их освобождения отмечается глубокий вдох и выдох, которые сопровождаются образованием ясных, хорошо прослушиваемых звуков в различных местах легкого и трахеи.

3. *Перкуссия* легких проводят с помощью плессиметра и перкуссионного молоточка. Плессиметр располагают в межреберном пространстве и равномерно постукивают по нему молоточком. Пока плессиметр проходит над областью легких, исследователь слышит звонкий звук, за пределами легкого звук становится тупым. Точки притупления звука отмечают мелом и соединяют их после окончания перкуссии. Эта линия будет служить границей проекции легких на поверхности грудной клетки.

Результаты исследований заносят в тетрадь для практических занятий. Предварительно записывают общие данные о животном по осмотру и по данным зоотехнического учета: вид, пол, масть, приметы, упитанность, продуктивность.

Контрольные вопросы

1. Каким методом изучают внешние показатели работы органов дыхания?
2. Какие признаки принимают во внимание при определении частоты дыхания?
3. Назвать типы дыхания и охарактеризовать их.

Работа 12. Определение жизненной емкости легких с помощью суховоздушного спирометра

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – это максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после максимального вдоха.

Цель работы. Научиться определять жизненную емкость легких с помощью суховоздушного спирометра. Сравнить показатели ЖЕЛ у юношей и девушек.

Материалы и оборудование. Суховоздушный спирометр ССП, спирт, вата.



Рис. 1. Суховоздушный спирометр ССП (стрелкой показано направление движения воздуха)

Спирометр (рис. 1) состоит из следующих частей: 1 – съемный мундштук, 2 – штуцер, 3 – шкала.

Принцип работы прибора: воздух, выдохнутый в спирометр, попадает на лопасти крыльчатки. Вращаясь, она растягивает пружину, связанную со шкалой.

Ход определения. Обработав спиртом пластмассовый съемный мундштук, надеть его на штуцер прибора. Установить шкалу прибора на отметку «0». Набрать полные легкие воздуха и, зажав нос, выдохнуть весь воздух со скоростью 4–6 м/с через спирометр. На шкале прибора необходимо прочесть результат и записать свои наблюдения в таблице 2.

Наблюдения

Таблица 2

Сравнение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) у юношей и девушек

Юноши ЖЕЛ	Девушки ЖЕЛ

Проанализировать полученные результаты. Сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Что такое жизненная емкость легких?
2. Из каких объемов состоит ЖЕЛ?

Работа 13. Определение дыхательных объемов легочной вентиляции и потребления кислорода с помощью прибора «Метатест-1»

Цель работы. Определить жизненную емкость легких, объем ее составляющих, легочную вентиляцию, потребление кислорода за 1 мин. Познакомиться с методикой определения соотношения времени отдельного акта вдоха и акта выдоха.

Материалы и оборудование. Прибор «Метатест-1», спирт, вата, загубники, зажим для носа, чернила для писчика, мандрен для очистки пера.

Принцип работы прибора при измерении единичного выдоха, вдоха, жизненной емкости легких.

Прибор «Метатест-1» предназначен для измерения и регистрации во времени объемов дыхания и объема потребляемого кислорода (рис. 2). Вдыхаемый и выдыхаемый в загубник пациентом воздух по шлангу поступает в сильфон.

Пневматическая схема работы прибора "Метатест-1"

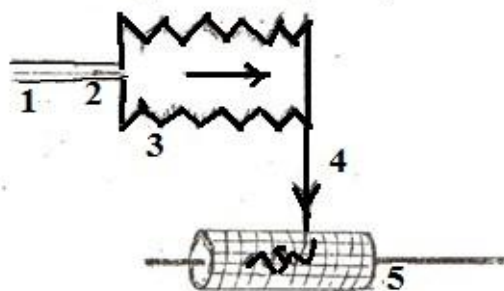


Рис. 2. Принципиальная пневматическая схема работы прибора «Метатест-1» (стрелками отмечено движение воздуха при выдохе):

1 – загубник; 2 – тройник; 3 – сильфон; 4 – перо; 5 – миллиметровая бумага на валике

Под действием избыточного давления крышка сильфона с кареткой перемещается по направляющим, перо записывает на движущей ленте лентопротяжного механизма объема вдохнутого и выдохнутого воздуха.

Ход определения. 1. Надеть продезинфицированный загубник на тройник.

2. Установить штангу в удобное для исследования положение и присоединить прибор к пациенту через загубник. Дать пациенту возможность привыкнуть к дыханию через загубник.

3. Наложить пациенту носовой зажим и снова дать возможность привыкнуть к дыханию через загубник.

4. Включить аппарат в сеть.

5. Опустить перо на бумагу.

6. Нажать на панели кнопку включения – должна загореться лампочка.

7. Нажать на панели кнопку «50» и в конце выдоха перевести ручку крана в положение «Пациент».

При исследовании на диаграммной ленте происходит запись объема дыхания. Организмом потребляется кислород, а выделенный углекислый газ поглощается в абсорбере. В результате запись спирограммы смещается влево на величину потребленного объема кислорода.

По требованию исследователя пациент выполняет различные дыхательные тесты. Вначале производится запись дыхательного объема. Пациент делает нормальные дыхательные движения – спокойный вдох и спокойный выдох – несколько раз в течение 2–3 мин для расчета легочной вентиляции.

По команде исследователя пациент после спокойного вдоха делает дополнительный максимальный вдох – производится запись дополнительного объема.

После нескольких спокойных дыхательных движений по команде исследователя пациент должен после спокойного выдоха вытолкнуть с усилием весь оставшийся в легких воздух. Объем воздуха, выдохнутого после спокойного

выдоха, составляет резервный объем.

После восстановления нормального ритма дыхания по команде экспериментатора пациент должен сделать максимальный вдох и затем максимально выдохнуть весь воздух из легких. Объем воздуха, выдохнутого после максимального вдоха, составляет жизненную емкость легких.

Для определения времени вдоха и выдоха на лентопротяжном механизме нужно установить скорость 1 200 мм/мин и записать 2–3 спокойных вдоха и выдоха.

После проведения исследований необходимо проветривать дыхательный контур путем многократного возвратно-поступательного перемещения крышки сильфона. Заполнить контур кислородом переводением тумблера 1 на панели прибора в положение «Проба» и нажатием клавиши «Кислород» при открытом кране кислородного баллона.

После окончания исследований кнопку скорости лентопротяжного механизма и кнопку «Сеть» выключить, вилку прибора вынуть из розетки.

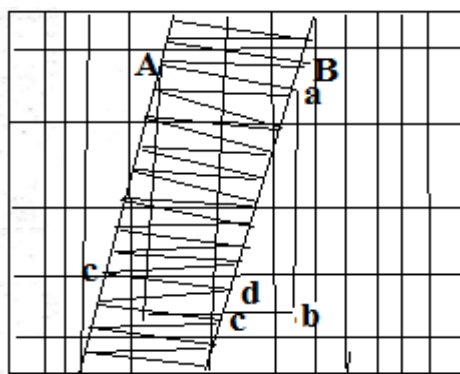


Рис. 3. Запись дыхательных движений при обычном дыхании

Расшифровка спирограммы. Определение дыхательного объема и объема легочной вентиляции. Для определения дыхательного объема ($V_{\text{дх}}$) по спирограмме надо выбрать ее участок с записью нормальных дыхательных движений за продолжительный интервал времени. Затем соединить прямыми A и B концы записи единичных движений при спокойном дыхании, как это показано на рисунке 3.

Подсчитать в делениях на бумаге расстояние по горизонтали между точками c и d .

Дыхательный объем ($V_{\text{дх}}$) можно рассчитать по формуле:

$$V_{\text{дх}} = 200 \times cd,$$

где 200 – цена деления по горизонтали, мл;

cd – расстояние между точками c и d , делений. В нашем случае расстояние равно 5 делениям.

Например, дыхательный объем составляет 1 л, т. е.

$$V_{\text{дх}} = 200 \text{ мл} \times 5 = 1\,000 \text{ мл} = 1 \text{ л.}$$

Для расчета объема легочной вентиляции ($V_{\text{лв}}$) нужно воспользоваться формулой:

$$V_{\text{лв}} = V_{\text{дх}} \times n,$$

где $V_{\text{дх}}$ – дыхательный объем;

n – количество дыхательных движений за 1 мин.

Одно деление по вертикали на спирограмме, равно 15 секундам.

Расчет потребления кислорода за 1 мин. В том случае, если сиффон «Метатеста-1» заполнен кислородом, потребление кислорода можно определить по спирограмме (см. рис. 3). Для этого необходимо опустить перпендикуляр ab из точки a и измерить его. Определив в делениях расстояние bc по горизонтали, получим потребление кислорода за интервал времени ab .

В нашем примере: $VO_2 = ab \times bc$,

где ab – объем кислорода, мл, bc – потребление кислорода; т. е. $VO_2 = 500 \text{ мл} \times 1 \text{ мин} = 500 \text{ мл/мин}$. Рассчитав потребление O_2 организмом за 1 мин на 1 кг массы тела, можно сделать заключение об интенсивности обменных процессов у данного индивида.

Определение дополнительного, резервного объемов и жизненной емкости легких по спирограмме. Изучив внимательно спирограмму на рисунке 4, находим: дыхательный объем $V_{\text{дх}} = 200 \text{ мл} \times 4,5 \text{ дел} = 900 \text{ мл}$, дополнительный объем $V_{\text{доп}} = 200 \text{ мл} \times 7 \text{ дел} = 1\,400 \text{ мл}$, резервный объем $V_{\text{рез}} = 200 \text{ мл} \times 8 \text{ дел} = 1\,600 \text{ мл}$,

жизненная емкость легких (ЖЕЛ) = $200 \text{ мл} \times 19,5 \text{ дел} = 3\,900 \text{ мл}$.

Для проверки:

$$\text{ЖЕЛ} = V_{\text{дх}} + V_{\text{доп}} + V_{\text{рез}} = 900 \text{ мл} + 1\,400 \text{ мл} + 1\,600 \text{ мл} = 3\,900 \text{ мл.}$$

200 мл – цена одного деления по горизонтали;

15 сек. – цена одного деления по вертикали.



Рис. 4. Графическая запись дыхательных объемов и жизненной емкости легких

Расчет соотношения времени единичного вдоха и выдоха.

Это соотношение рассчитывают с целью определения функционального состояния легких. Взяв запись единичного акта дыхания (рис. 5), сделанную при скорости движения ленты 1 200 мм/мин, можно определить в секундах время вдоха, выдоха и их соотношение. В норме оно составляет 1,0 : 1,2.

Необходимо записать свою спирограмму, расшифровать ее и описать результаты. Оценить их. Сделать вывод о состоянии дыхательной функции легких.



Рис. 5. Запись единичного вдоха и выдоха

Контрольные вопросы

1. Что такое дыхательный, дополнительный и резервный объемы?
2. От каких факторов зависит легочная вентиляция?
3. От чего зависит жизненная емкость легких?
4. Как определить потребление кислорода за определенный промежуток времени, какие для этого условия нужно создать?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основной

1. *Сравнительная физиология животных* : учебник / А. А. Иванов, О. А. Войнова, Д. А. Ксенофонтов, Е. П. Полякова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 416 с. – ISBN 978-5-8114-0932-7.
2. *Максимов, В. И. Основы физиологии и этологии животных* : учебник. / В. И. Максимов, В. Ф. Лысов. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2022. – 504 с. – ISBN: 978-5-8114-3818-1.
3. *Физиология человека и животных* : учебник для студентов вузов / под ред. Ю. А. Даринского. – Москва : Академия, 2011. – 441 с.

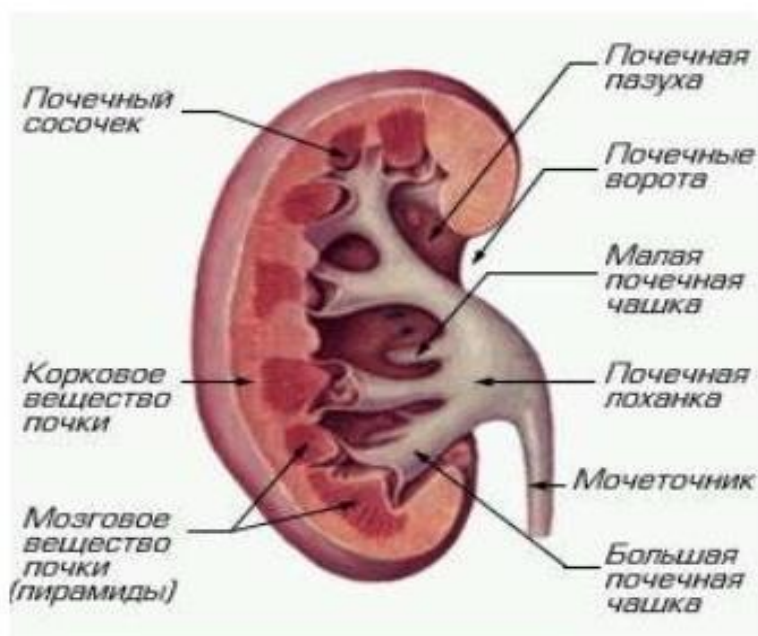
Дополнительный

1. *Джураева, У. Ш. Физиология человека и животных. Практикум* : учебное пособие для вузов / У. Ш. Джураева, Ю. А. Юлдашбаев, М. Б. Устоев. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 180 с. – ISBN 978-5-507-48460-7.
2. *Ингерлейб, М. Б. Медицинские анализы. Карманный справочник* : справочник / М. Б. Ингерлейб. – 4-е, изд. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2013. – 224 с. – ISBN 978-5-222-21200-4.
3. *Комаров, Ф. И. Биохимические исследования в клинике* / Ф. И. Комаров, Б. Ф. Коровкин, В. В. Меньшиков. – Москва : МЕДпресс-информ, 2001. – 254 с.
4. *Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии: справочное издание* / И. П. Кондрахин, Н. В. Курилов, А. Г. Малахов [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 287 с.
5. *Лея, Ю. Я. Оценка результатов клинических анализов крови и мочи* / Ю. Я. Лея. – Москва : МЕДпресс-информ, 2000. – 184 с.
6. *Медведев, В. В. Клиническая лабораторная диагностика* / В. В. Медведев, Ю. З. Волчек. – Санкт-Петербург : Гипократ, 2013. – 386 с.
7. *Лабораторные методы исследования в клинике* : справочник / В. В. Меньшиков, Л. Н. Делекторская, Р. П. Золотницкая [и др.]; под ред. В. В. Меньшикова. – Москва : Медицина, 1987. – 368 с.
8. *Федюкович, Н. И. Анатомия и физиология человека* : учебник – Ростов-на-Дону : Феникс, 2016. – 510 с.
9. *Фундаментальная и клиническая физиология* : учебник / под ред. А. Г. Камкина, А. А. Каменского. – Москва : Академия, 2004. – 1072 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схема строения почки



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Организованный осадок мочи

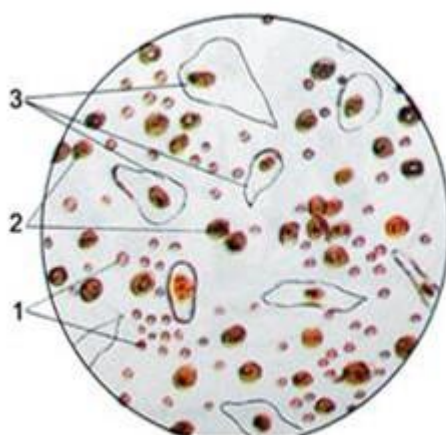


Рис. 1. Элементы организованного осадка

1 – эритроциты; 2 – лейкоциты; 3 – клетки эпителия мочевого пузыря

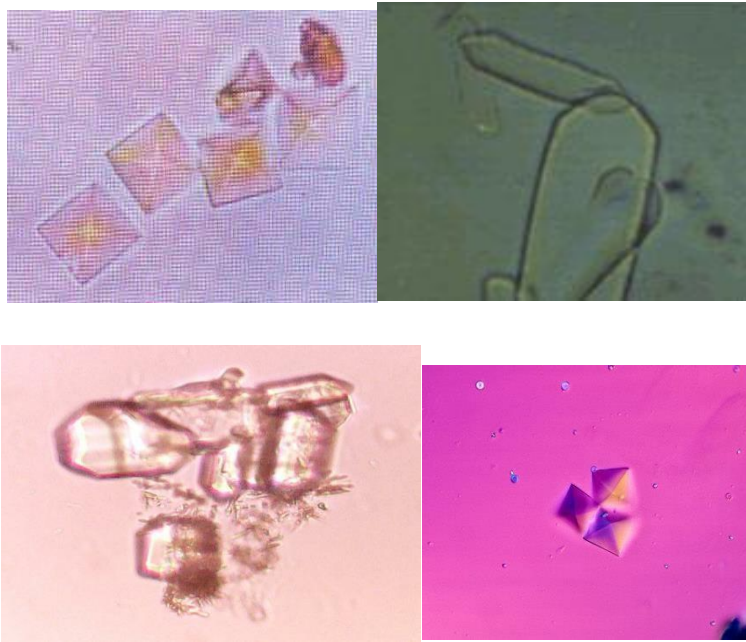


Рис. 2. Кристаллы оксалатов

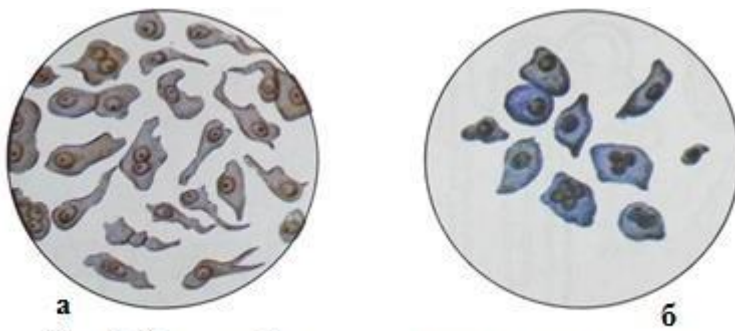


Рис. 3. Эпителий мочевого пузыря в осадке мочи
а – нативный препарат; б – окрашенный препарат

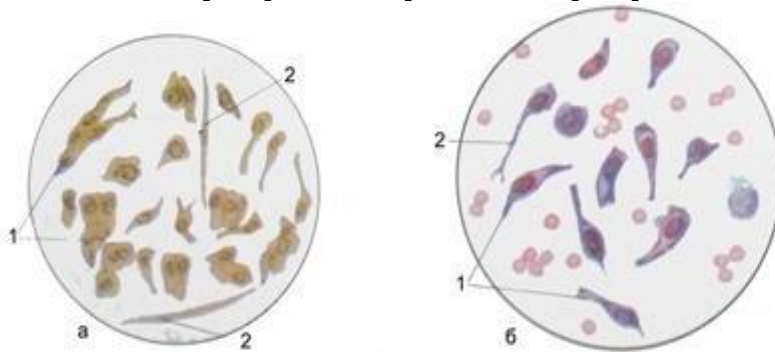


Рис. 4. Клетки эпителия почечной лоханки (1) и мочеточника (2) в осадке мочи
а – нативный препарат; б – окрашенный препарат

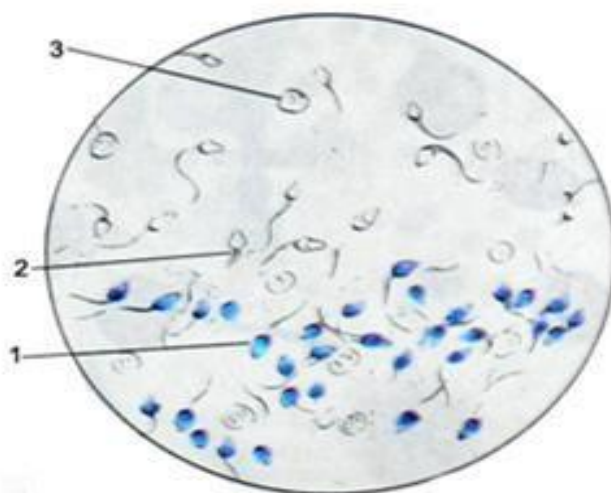


Рис. 5. Элементы спермы и эпителий предстательной железы в осадке мочи

1 – сперматозоид, окрашенный метиленовым синим; 2 – сперматозоид, в нативном препарате; 3 – клетки эпителия

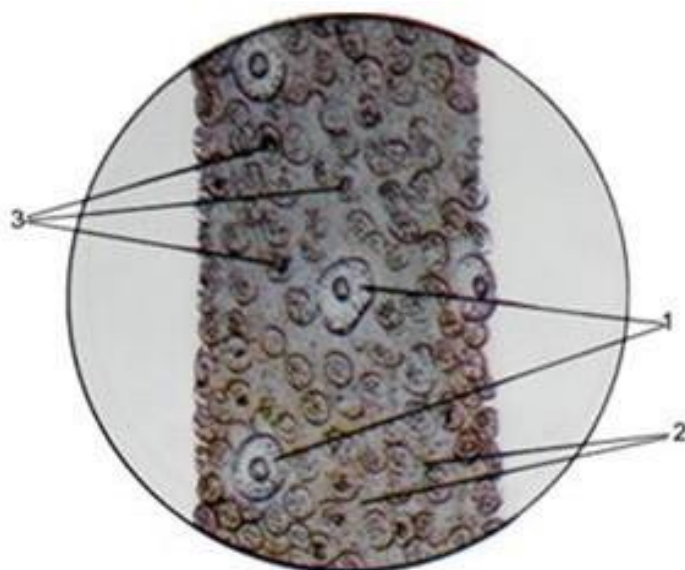


Рис. 6. Уретральная нить:

1 – клетки эпителия мочеиспускательного канала; 2 – слизь; 3 – лейкоциты

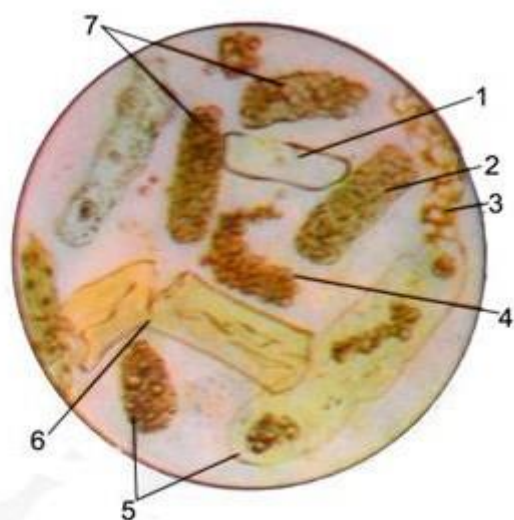


Рис. 7. Мочевые цилиндры

1 – гиалиновые; 2 – гиалиново-капельные;
 3 – вакуолизированные; 4 – кровяные;
 5 – жирно-зернистые; 6 – восковидные;
 7 – эпителиальные

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Неорганизованный осадок мочи

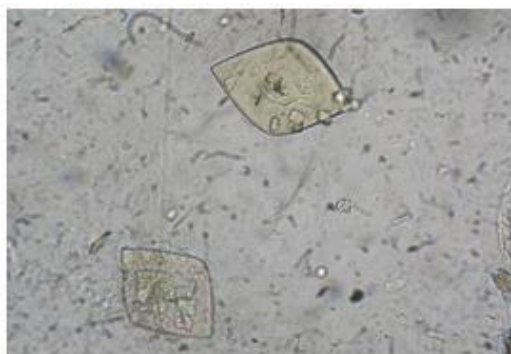


Рис. 1. Кристаллы мочевой кислоты

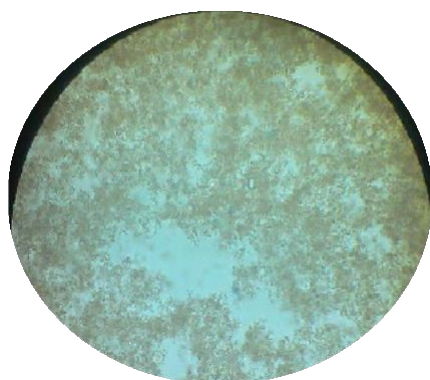


Рис. 2. Ураты



Рис. 3. Кислый мочеислый аммоний

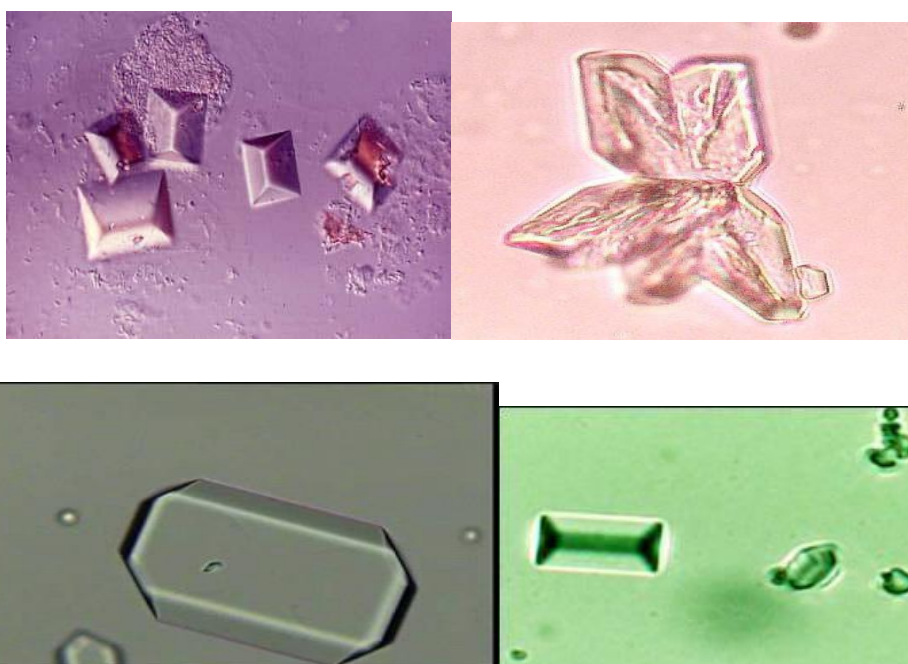


Рис. 4. Кристаллы трипельфосфатов (струвиты)



Рис. 5. Кальция фосфат

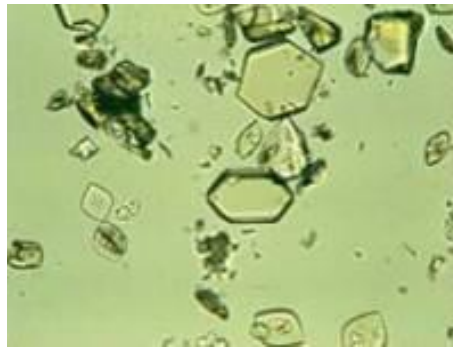


Рис. 6. Цистин

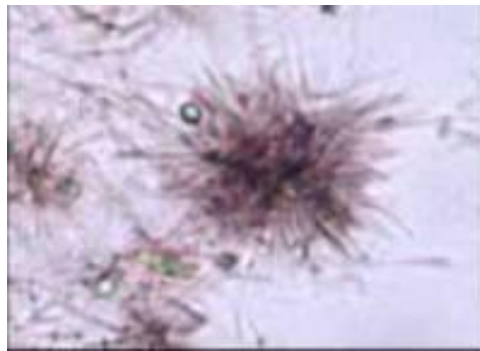


Рис. 7. Тирозин

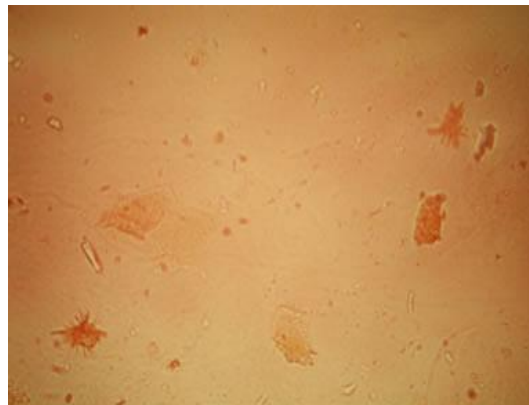
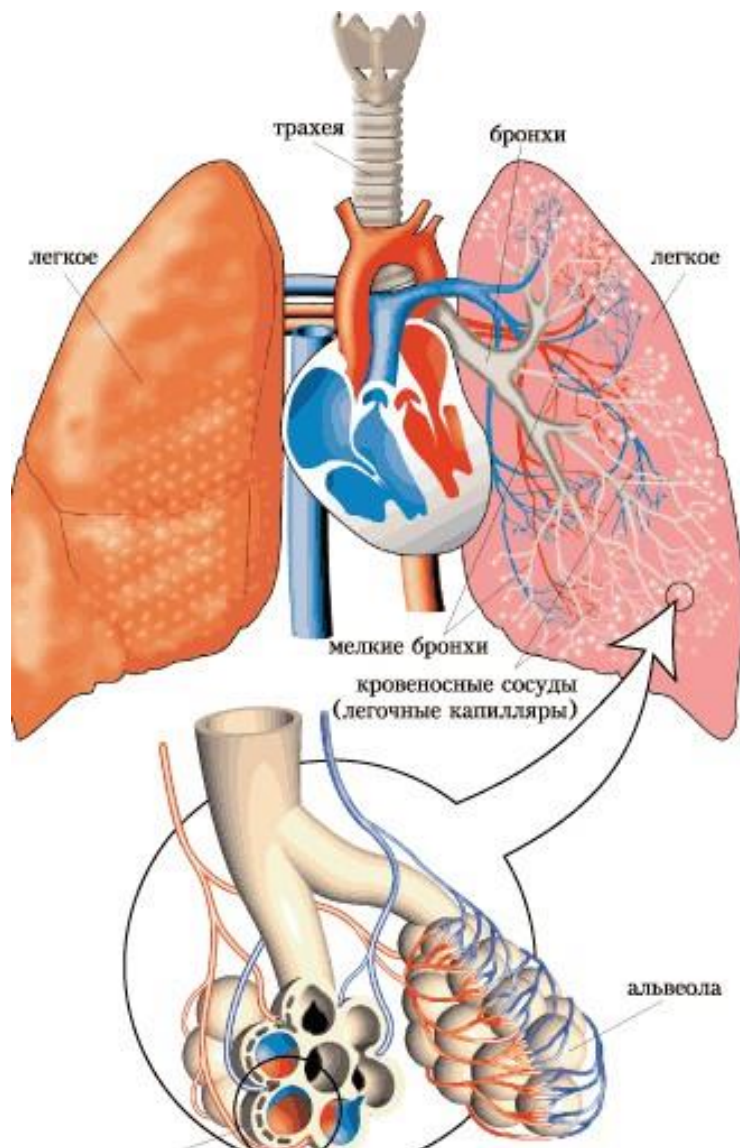


Рис. 8. Кристаллы билирубина

СТРОЕНИЕ ЛЕГКИХ



СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
РАЗДЕЛ I. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА.	3
ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЧИ	4
Работа 1. Определение удельного веса мочи	6
БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЧИ	7
Работа 2. Качественные пробы на белок	7
2.1 Проба с сульфосалициловой кислотой.	8
2.2 Кольцевая проба (проба Геллера)	8
Работа 3. Количественное определение белка	9
Работа 4. Определение сахара в моче	10
4.1 Проба Бенедикта	10
4.2 Проба Гайнеса	11
Работа 5. Определение кетоновых тел (ацетоновых) тел	11
5.1 Проба Легалья	12
5.2 Определение с помощью сухого реактива	12
Работа 6. Определение билирубина	12
6.1 Проба Розина	12
Работа 7. Определение желчных кислот	13
7.1 Проба Петтенкофера	13
Работа 8. Определение уробилина	13
8.1 Проба Флоранса	13
Работа 9. Выявление крови и кровяных пигментов	14
Работа 10. Микроскопическое исследование осадка мочи	16
РАЗДЕЛ II. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	22
Работа 11. Общие физиологические показатели работы органов дыхания	22
Работа 12. Определение жизненной емкости легких с помощью суховоздушного спирометра	24
Работа 13. Определение дыхательных объемов легочной вентиляции и потребления кислорода с помощью «Метатеста-1»	25
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	30
ПРИЛОЖЕНИЯ	31

Составители:
Баталова Светлана Владимировна
Лазарева Марина Викторовна
Земляницкая Елена Ивановна

физиология выделительной и дыхательной систем

Лабораторный практикум

Редактор Владимирская Е. В.

Подписано к печати 2026 г.
Формат 60x84 1/16. Тираж экз
уч: изд. л, усл. печ. л. Изд. №. Заказ №

Отпечатано в Издательском центре
ФГБОУ ВО Университет биотехнологий «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. (383) 267-09-10. E-mail 2134539@mail.ru