

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

**РУКОВОДСТВО К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ  
ПО ЧАСТНОЙ АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ,  
ДЫХАТЕЛЬНОЙ, ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ, ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ,  
СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ; ФИЗИОЛОГИИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ,  
ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ И ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Методические рекомендации

Под редакцией В. А. Переверзева, Т. П. Голодок, Д. А. Александрова



Минск БГМУ 2026

УДК 611.1/.8+612](075.8)(076.5)  
ББК 28.706+28.707.3я73  
P85

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве  
методических рекомендаций 21.01.2026 г., протокол № 5

**А в т о р ы:** д-р мед. наук, проф. В. А. Переверзев; ст. преп. Т. П. Голодок<sup>1</sup>, канд. мед. наук, доц. Д. А. Александров<sup>1</sup>; д-р мед. наук, проф. И. Н. Семененя<sup>1</sup>; ст. преп. Ю. В. Гайкович<sup>1</sup>; ст. преп. А. Г. Чабан<sup>1</sup>; д-р мед. наук, проф. А. В. Евсеев<sup>2</sup>; канд. мед. наук, доц. О. Е. Шалаева<sup>2</sup>; канд. биол. наук, доц. О. В. Павлюченкова<sup>2</sup>; ст. преп. Д. В. Степанов<sup>2</sup>; канд. мед. наук, доц. Т. Г. Северина<sup>1</sup>; канд. мед. наук, доц. Л. А. Давыдова<sup>1</sup>; канд. мед. наук, доц. Е. В. Переверзева<sup>1</sup>, ст. преп. Т. А. Пупа<sup>1</sup>; ст. преп. В. Н. Фоменко<sup>1</sup>; ст. преп. М. И. Гаптарь<sup>1</sup>; ассист. А. Л. Григорьян<sup>1</sup>; ст. преп. О. С. Никитина

<sup>1</sup> УО «Белорусский государственный медицинский университет»

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Р е ц е н з е н т ы:** д-р биол. наук, проф., зав. каф. физиологии человека и животных Белорусского государственного университета А. Г. Чумак; каф. нормальной и патологической физиологии Гомельского государственного медицинского университета

**Руководство** к лабораторным занятиям по частной анатомии и физиологии  
P85 сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной, выделительной, сенсорных систем; физиологии обмена веществ и энергии, терморегуляции и высшей нервной деятельности : методические рекомендации / В. А. Переверзев, Т. П. Голодок, Д. А. Александров [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева, Т. П. Голодок, Д. А. Александрова. – Минск : БГМУ, 2026. – 162 с.

ISBN 978-985-21-2175-0.

Представлены подробно заполненные таблицы с основными понятиями и терминами, графики, схемы и рисунки, а также протоколы лабораторных работ к каждому лабораторному занятию по разделам курса анатомии и физиологии человека: «Анатомия и физиология системы кровообращения», «Анатомия и физиология системы дыхания», «Анатомия и физиология системы пищеварения», «Обмен веществ и энергии. Физиологические основы здорового питания. Физиология терморегуляции», «Физиология выделения», «Анатомия и физиология сенсорных систем. Высшая нервная и психическая деятельность человека».

Предназначено для молодых специалистов, преподавателей-стажеров, начинающих преподавание учебной дисциплины «Анатомия и физиология человека».

УДК 611.1/.8+612](075.8)(076.5)  
ББК 28.706+28.707.3я73

ISBN 978-985-21-2175-0

© УО «Белорусский государственный  
медицинский университет», 2026

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее издание создано для оказания помощи в организации внеаудиторной и аудиторной работы студентов фармацевтического факультета по учебной дисциплине «Анатомия и физиология человека». В руководстве к каждому занятию представлены основные и дополнительные вопросы, даны определения основных терминов и понятий, подробные описания и инструкции выполнения лабораторных работ, а также представлены образцы заполнения протоколов и выводов по каждой из работ по разделам «Анатомия и физиология системы кровообращения», «Анатомия и физиология системы дыхания», «Анатомия и физиология системы пищеварения», «Обмен веществ и энергии. Физиологические основы здорового питания. Физиология терморегуляции», «Физиология выделения», «Анатомия и физиология сенсорных систем. Высшая нервная и психическая деятельность человека» учебной дисциплины «Анатомия и физиология человека» в полном соответствии с примерной учебной программой и учебным планом её преподавания студентам, обучающимся по специальности «Фармация». Издание руководства призвано повысить также и уровень подготовленности магистрантов, аспирантов, молодых и новых преподавателей к ведению лабораторных занятий по учебной дисциплине «Анатомия и физиология человека», что, несомненно, приведёт к повышению качества практической подготовки ими студентов, будущих выпускников учреждений высшего медицинского образования.

Характер студенческого практикума кафедры нормальной физиологии для студентов фармацевтического факультета постоянно изменяется в соответствии с улучшением уровня технического оснащения и ориентирован на исследование состояния физиологических функций организма здорового человека, что нашло своё отражение в настоящем руководстве. В нём представлены работы, предусматривающие использование компьютерной техники для обучения и контроля знаний студентов, моделирования известных физиологических феноменов, демонстрации классических и современных методов исследования физиологических функций, отработки практических навыков и оценки состояния физиологических функций организма, необходимых для освоения будущими провизорами.

При подготовке к текущим и итоговым занятиям, зачёту, экзамену студенты имеют возможность воспользоваться материалами настоящего руководства, обучающими и контролирующими программами, учебными материалами, электронными учебно-методическими комплексами, размещёнными в компьютерном классе кафедры, а также на интернет-сайте Белорусского государственного медицинского университета. Список основной литературы прилагается к каждому занятию, дополнительная литература указана после основной, а также в конце руководства.

*Преподавателю следует обратить внимание студентов, что при подготовке к занятиям им необходимо внимательно изучить соответствующий раздел руководства и осмыслить его содержание, что позволит им существенно ускорить **выполнение заданий, предназначенных для самостоятельной работы дома**, ответить на вопросы для самоподготовки.*

В процессе работы над настоящим руководством авторы прилагали все усилия для предоставления наиболее полной и актуальной информации, включая описания техники выполнения лабораторных работ, приведённых нормативных и справочных данных. Тем не менее, медицина, анатомия (особенно, микроанатомия /гистология/) и физиология динамично развиваются. Указания по методикам исследования физиологических функций, нормативные значения и иная информация могут изменяться со временем и в зависимости от используемого оборудования и реактивов. В таких случаях следует руководствоваться указаниями нормативных документов, инструкций производителей или референтными значениями, указанными соответствующей лабораторией.

Авторы будут благодарны за предложения и замечания, способствующие дальнейшему улучшению настоящего издания (просьба направлять по адресу [normphys@bsmu.by](mailto:normphys@bsmu.by)).

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

<b>АД</b>	артериальное давление крови	<b>КУК</b>	коэффициент утилизации кислорода
<b>АДд (ДАД; АДдиаст)</b>	артериальное давление крови, диастолическое	<b>КЭО<sub>2</sub></b>	калорический эквивалент кислорода
<b>АДс (САД; АДсист)</b>	артериальное давление крови, систолическое	<b>МВЛ</b>	максимальная вентиляция легких
<b>АДГ</b>	антидиуретический гормон	<b>МД</b>	максимальной давление
<b>АВ</b>	альвеолярная вентиляция	<b>МДД</b>	медленная диастолическая деполяризация
<b>АВУ</b>	атрио-вентрикулярный узел	<b>МН</b>	мотонейроны
<b>АМП</b>	анатомическое мертвое пространство	<b>МОД</b>	минутный объем дыхания
<b>АНС</b>	автономная (вегетативная) нервная система	<b>МОК</b>	минутный объем крови
<b>АХ</b>	ацетилхолин	<b>МОС</b>	мгновенная объемная скорость
<b>ВДП</b>	верхние дыхательные пути	<b>МТ</b>	масса тела
<b>ГМ</b>	гладкие мышцы	<b>НА</b>	норадреналин
<b>ГГБ</b>	гистогематический барьер	<b>НЧ</b>	нижняя челюсть
<b>ДВОО</b>	должная величина основного обмена	<b>ОЕЛ</b>	общая емкость легких
<b>ДК</b>	дыхательный коэффициент	<b>ООЛ</b>	остаточный объем легких
<b>ДО</b>	дыхательный объем	<b>ОУСЖ</b>	околоушная слюнная железа
<b>ДСЦ</b>	длительность сердечного цикла	<b>ОЦК</b>	объем циркулирующей крови
<b>ЖЕЛ</b>	жизненная емкость легких	<b>ПД</b>	потенциал действия
<b>ЖКТ</b>	желудочно-кишечный тракт	<b>ПОС</b>	пиковая объемная скорость
<b>ЗГ</b>	звукогенератор	<b>ПЧСЖ</b>	подчелюстная слюнная железа
<b>ЗД</b>	задержка дыхания	<b>ПЯСЖ</b>	подъязычная слюнная железа
<b>ИМТ</b>	индекс массы тела	<b>РААС</b>	ренин-ангиотензин-альдостероновая система
<b>ИТФ</b>	инозитол-три-фосфат	<b>СГО</b>	санитарно-гигиеническая одежда
<b>КДО</b>	конечно-диастолический объем	<b>СДЦ</b>	сосудодвигательный центр
<b>КЕК</b>	кислородная емкость крови	<b>СОЭ</b>	скорость оседания эритроцитов
<b>КСО</b>	конечно-систолический объем	<b>СП</b>	систолический показатель

<b>СПР</b>	саркоплазматический ретикулум
<b>СТ</b>	средневзвешенная температура
<b>СУ</b>	синусовый узел
<b>УЗ</b>	ультразвуковой
<b>УО</b>	ударный объем
<b>ФВ</b>	фракция выброса
<b>ФКГ</b>	фонокардиограмма
<b>ФМП</b>	физиологическое мертвое пространство
<b>ФОЕ</b>	функциональная остаточная емкость
<b>цАМФ</b>	циклический аденозин-монофосфат
<b>цГМФ</b>	циклический гуанозин-монофосфат
<b>ЦНС</b>	центральная нервная система
<b>ЦП</b>	цветовой показатель

<b>ЧД</b>	частота дыхания
<b>ЧН</b>	черепные нервы
<b>ЧП</b>	частота пульса
<b>ЧСС</b>	частота сердечных сокращений
<b>ЭКГ</b>	электрокардиограмма
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	кальций
<b>CO<sub>2</sub></b>	углекислый газ
<b>K<sup>+</sup></b>	калий
<b>NaCl</b>	хлорид натрия
<b>pCO<sub>2</sub></b>	напряжение углекислого газа
<b>pH</b>	активная реакция среды
<b>pO<sub>2</sub></b>	напряжение кислорода
<b>O<sub>2</sub></b>	кислород

## АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

### СТРОЕНИЕ, ФУНКЦИИ СЕРДЦА И СОСУДОВ. ГЕМОДИНАМИКА. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВООБРАЩЕНИЯ. МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯ

Занятие 19 (1)

Дата: \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

#### Основные вопросы:

1. Общий план строения сердечно-сосудистой системы. Большой и малый круги кровообращения, направления движения крови в них. Значение кровообращения для организма.
2. Гемодинамическая функция сердца: основные показатели.
3. Гемодинамика, её законы. Гидродинамические закономерности движения крови по сосудам. Факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам и возврат ее к сердцу.
4. Топография сосудов большого и малого круга кровообращения. Морфологическая и функциональная классификации сосудов.
5. Микроструктура стенки артерий, артериол, капилляров, вен. Клапаны вен, их функции. Артериоло-венулярные анастомозы.
6. Кровяное давление: виды, изменение по ходу кровеносного русла. Факторы, определяющие величину артериального кровяного давления. Понятие о «нормальных величинах» АД, возрастные изменения АД. Методы измерения АД.
7. Линейная и объёмная скорости кровотока в различных частях сосудистого русла. Артериальный пульс: сфигмография. Венозный пульс. Центральное венозное давление.
8. Артериальный пульс, его происхождение и клинико-физиологические характеристики. Сфигмография, анализ сфигмограммы.
9. Микроциркуляторное русло как структурно-функциональный комплекс, его звенья.
10. Физиологическая сущность микроциркуляции. Осмотическое, онкотическое и гидростатическое давление в капиллярах и тканях. Механизм транскапиллярного обмена.
11. Строение лимфатической системы: топография и строение лимфатических узлов и сосудов.
12. Функции лимфатической системы. Лимфообращение. лимфообразование и состав лимфы. Регуляция лимфообращения.

#### ЛИТЕРАТУРА

##### *Основная*

1. *Физиология с основами анатомии* : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 435–436, 438–443, 468–482, 484–487.
2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.

##### *Дополнительная*

3. *Нормальная физиология* : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 263–281, 296–300.
4. *Гистология, цитология, эмбриология* : учеб. / Т. М. Студеникина [и др.] ; под ред. Т. М. Студеникиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание, 2020. – 464 с. – С. 266–281.

<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем отличия системного, органного и местного кровотока?</li> <li>2. Во сколько раз изменится кровоток в миокарде при уменьшении диаметра коронарной артерии в 2 раза?</li> <li>3. Перечислите факторы, определяющие величину АД.</li> <li>4. Как изменится величина венозного возврата при веноконстрикции и венодилатации? Как это отразится на величине ударного объёма (УО)?</li> <li>5. Нарисуйте изменения линейной и объёмной скорости кровотока, давления крови в различных отделах сосудистого русла.</li> <li>6. Рассчитайте среднюю линейную скорость тока крови в аорте, если её средний диаметр 2,4 см, сердечный выброс (Q) — 7596 мл/мин.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Какой вид транспорта через стенку капилляра характерен для кислорода, углекислого газа, воды, липо- и гидрофильных низкомолекулярных веществ, для высокомолекулярных соединений?</li> <li>8. Гидростатическое давление крови в капилляре — 30 мм рт. ст., гидростатическое давление интерстициальной жидкости — 2 мм рт. ст., коллоидно-осмотическое давление крови — 25 мм рт. ст., коллоидно-осмотическое давление интерстициальной жидкости — 2 мм рт. ст. Рассчитайте величину эффективного фильтрационного давления. Какова будет скорость фильтрации, если коэффициент фильтрации составляет 3 мл/мин·мм рт. ст.</li> <li>9. Перечислите основные факторы, способствующие превышению фильтрации над реабсорбцией и развитию интерстициального отёка.</li> </ol>
--	---

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

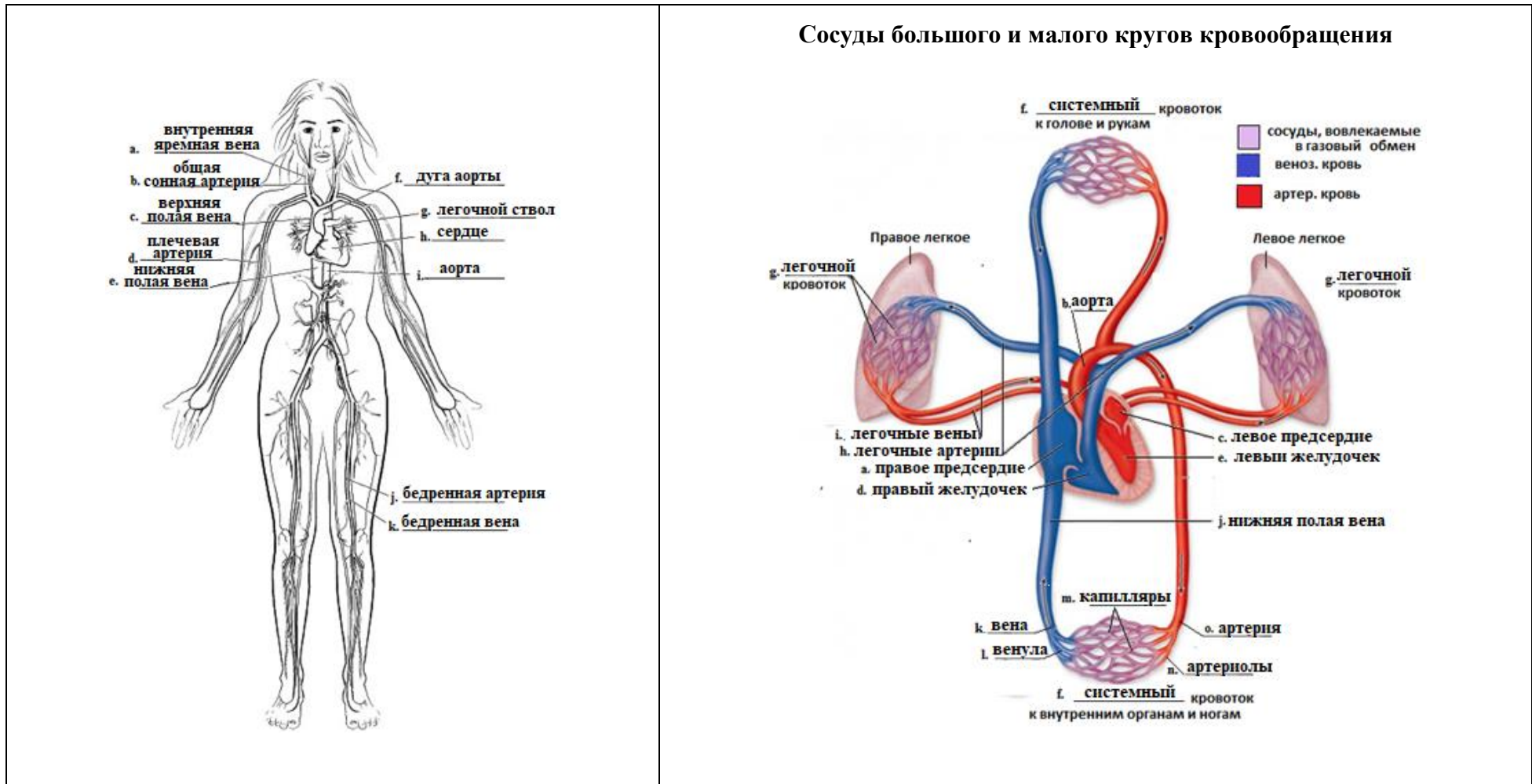
## Работа 19.1

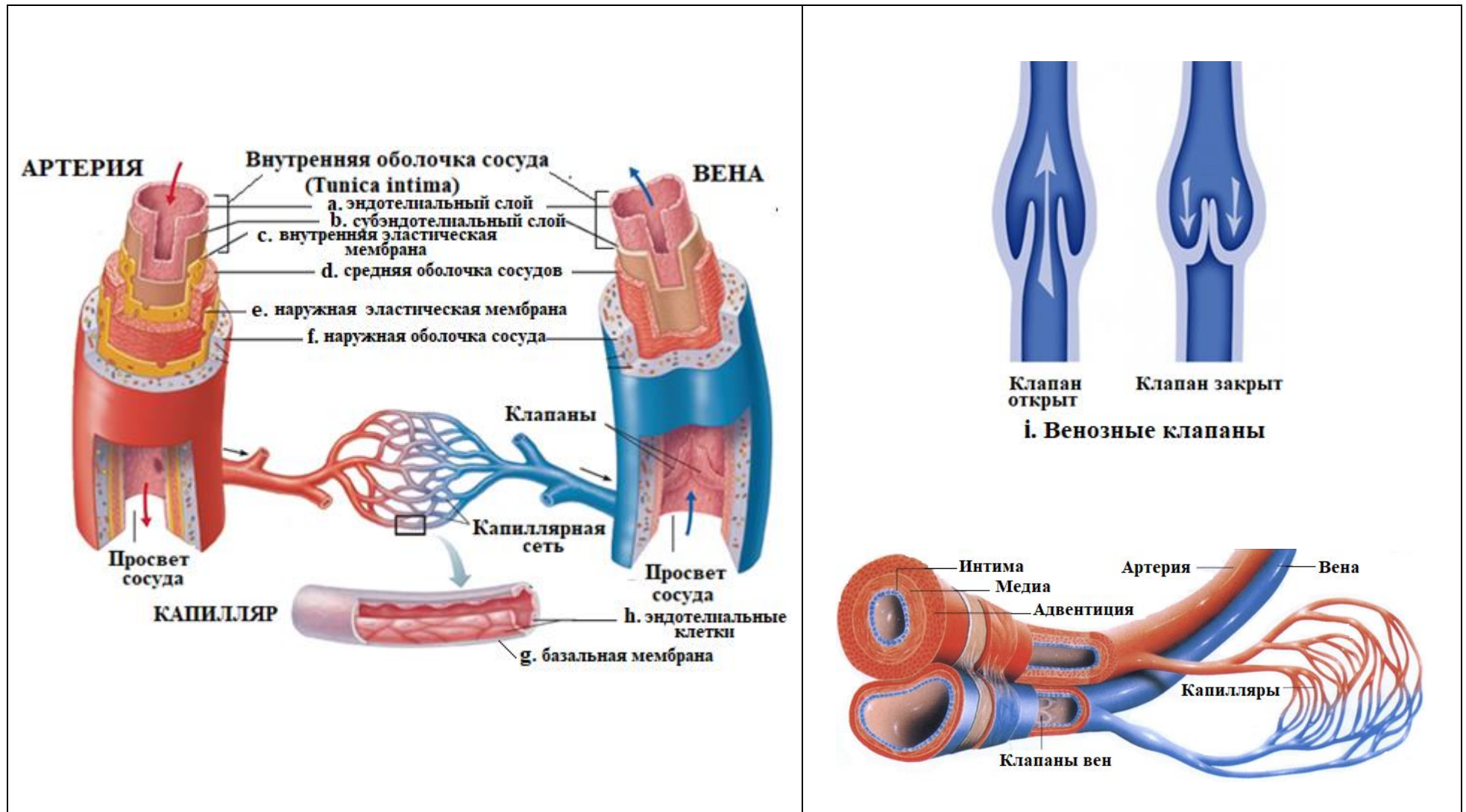
<p>Гемодинамика — <i>раздел физиологии, рассматривающий причины, условия и механизмы перемещения крови в сердечно-сосудистой системе</i></p>	<p>Пульс — <i>ритмические колебания стенки артерии, обусловленные выбросом крови из сердца в артериальную систему и изменением в ней давления в течение систолы и диастолы желудочка сердца</i></p>
<p>Микроциркуляция — <i>кровоток в сосудах микроциркуляторного русла (МЦР) и неразрывно связанные с ним обмен различными веществами крови и тканей и образование лимфы</i></p>	<p>Сфигмограмма — <i>графическая запись пульсации крупных артерий (обычно сонных, подключичных, бедренных, плечевых, лучевых)</i></p>
<p>Сердце и сосуды являются <i>полыми</i>, трубчатыми органами, состоят из трёх оболочек: 1) <i>внутренней</i> (образованной эндотелием, однослойным плоским эпителием, контактирующим с кровью); 2) <i>средней</i>; 3) <i>наружной</i></p>	<p>Анакрота — <i>восходящий элемент сфигмограммы, отражающий растяжение стенки артерии кровью, выбрасываемой сердцем в фазу быстрого изгнания крови из желудочков (следует за I тоном сердца).</i></p>
<p>Топография сердца: <i>сердце находится в переднем средостении, соприкасаясь по бокам со средостенной плеврой, снизу — с диафрагмой, спереди — с грудной стенкой, а сзади — с пищеводом и грудной аортой. К диафрагме прилежат части левого и правого желудочков, правое предсердие с нижней полой веной. 2/3 сердца находятся слева и 1/3 — справа от средней линии тела</i></p>	<p>Катакрота — <i>нисходящая часть сфигмограммы, отражающая восстановление исходного размера артерий и давления в них</i></p>
<p>Названия 4 камер сердца: правых: 1) <i>предсердие</i>; 2) <i>желудочек</i>; левых: 3) <i>предсердие</i>; 4) <i>желудочек</i></p>	<p>Дикротический зубец — <i>элемент сфигмограммы, отражающий растяжение стенки артерий объёмом крови, отраженным от полулунных клапанов в диастолу (следует за II тоном сердца)</i></p>

<p>Большой круг кровообращения начинается <i>аортой</i>, отходящей от <i>левого</i> желудочка, и заканчивается <i>верхней и нижней полыми венами</i>, впадающими в <i>правое</i> предсердие</p>	<p>Артериальное давление — <i>это сила, с которой кровь и её частицы воздействуют на стенки полостей сердца и сосудов. Складывается из давления крови на стенку сосуда и P гидростатического столба жидкости</i></p>
<p>Малый круг кровообращения начинается <i>легочным артериальным стволом</i>, отходящим от <i>правого</i> желудочка, и заканчивается <i>легочными венами</i>, впадающими в <i>левое</i> предсердие</p>	<p>Вазоконстрикция — <i>сужение просвета сосуда из-за сокращения гладкой мускулатуры в его стенке</i></p>
<p>По артериям большого круга и по венам малого круга течёт кровь <i>артериальная</i> с большим содержанием <i>кислорода</i>. По венам большого круга и по артериям малого круга течёт кровь <i>венозная с низким содержанием кислорода</i></p>	<p>Вазодилатация — <i>расширение просвета сосуда при расслаблении гладкой мускулатуры в его стенке</i></p>
<p>Факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам и её возврат к сердцу: 1) <i>градиент давления в начале и конце сосудистого русла</i>; 2) <i>эластические свойства артериальных сосудов</i>; 3) <i>присасывающее действие сердца</i>; 4) <i>дыхательный насос</i>; 5) <i>мышечный насос</i>; 6) <i>наличие клапанов в венах</i>; 7) <i>артерио-веноулярные анастомозы</i></p>	<p>Наибольшая линейная скорость кровотока <i>0,2–0,5 м/с</i> отмечается в аорте в период <i>систола</i> желудочков, наименьшая — в <i>капиллярах</i> и составляет <i>0,3–1 мм/с</i></p>
<p>Функциональная классификация сосудов: 1) <i>амортизирующие (аорта, легочная артерия и все исходящие от них крупные артерии)</i>; 2) <i>резистивные (мелкие артерии, артериолы, метартериолы и прекапиллярные сфинктеры)</i>; 3) <i>обменные (капилляры, пре- и посткапиллярные сосуды)</i>; 4) <i>емкостные (вены)</i>; 5) <i>шунтирующие (артериовенозные анастомозы)</i>; 6) <i>сосуды возврата крови к сердцу (средние, крупные и полые вены)</i></p>	<p>Функции лимфатической системы: 1) <i>дренажная (удаление избытка внеклеточной жидкости)</i>; 2) <i>возврат в кровеносное русло белка (до 100 г)</i>; 3) <i>обеспечение гуморальных связей между органами и тканями</i>; 4) <i>продукция и транспорт лимфоцитов и молекулярных структур, выполняющих иммунные функции</i>; 5) <i>защитная функция (отфильтровывает, захватывает и иногда обезвреживает бактерии, различные токсины)</i>; 6) <i>транспорт продуктов, всасывающихся в кишечнике</i></p>
<p>Морфологическая классификация сосудов: 1) <i>артерии</i>; 2) <i>вены</i>; 3) <i>капилляры</i></p>	<p>Среди лимфатических сосудов различают: 1) <i>лимфатические капилляры</i>; 2) <i>экстраорганные лимфатические сосуды</i>; 3) <i>интраорганные лимфатические сосуды</i>; 4) <i>главные лимфатические стволы</i>: а) <i>грудной лимфатический проток</i>; б) <i>правый лимфатический проток</i></p>
<p>Микроциркуляторное русло включает в себя систему мелких сосудов (диаметр меньше 100 мкм), к которым относятся: 1) <i>артериолы</i>; 2) <i>метартериолы</i>; 3) <i>капилляры</i>; 4) <i>венулы</i></p>	<p>Морфофункциональные особенности лимфокапилляров: 1) <i>высокая растяжимость (до 75 мкм в диаметре)</i>; 2) <i>высокая проницаемость</i>; 3) <i>система замкнутых с одного конца трубок</i>; 4) <i>стенка лимфатических капилляров состоит из эндотелиальных клеток (базальная мембрана и перicyты отсутствуют)</i></p>

**ОБЩИЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ. БОЛЬШОЙ И МАЛЫЙ КРУГИ КРОВООБРАЩЕНИЯ, НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ КРОВИ В НИХ**

**Работа 19.2**

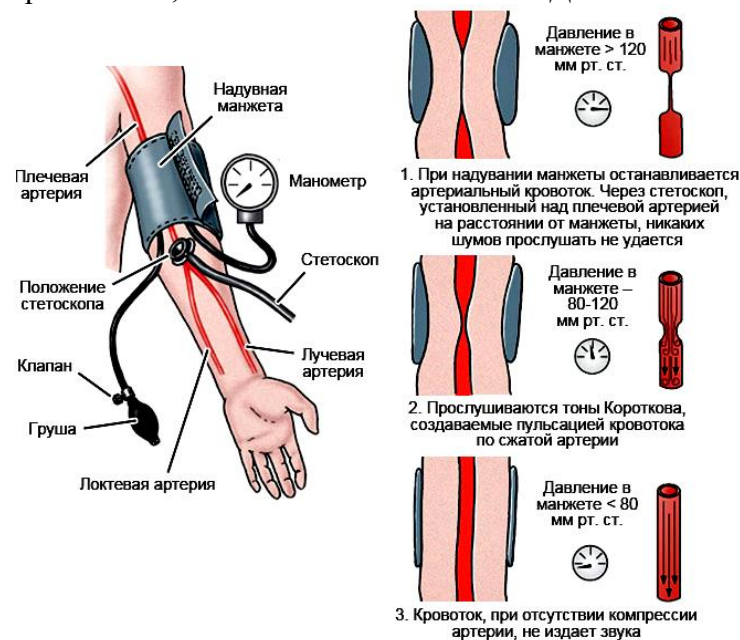




АД крови — важный показатель состояния сердечно-сосудистой системы. С измерения АД и определения ЧСС по пульсу обычно начинается исследование сердечно-сосудистой системы. Для измерения АД у человека применяют различные методы: аускультативный (лат. auscultatio — выслушивание) метод Короткова, осциллографический, ультразвуковой и др.

**Материалы и оборудование:** тонометр (механический/автоматический), фонендоскоп, вата, спирт.

Чтобы точнее измерить АД, вы должны подобрать манжету необходимого размера. Правильный размер зависит от окружности конечности, на которой вы измеряете АД. Для взрослых ширина надутой манжеты должна составлять **около 40 %** от этой окружности (в среднем 12–14 см), а длина камеры манжеты — **около 80 %** (в среднем 24–28 см). Слишком короткая или узкая манжета может показать неправильные, завышенные показатели АД.



**Ход работы.** Для получения достоверных и воспроизводимых результатов измерения АД крови необходимо строго соблюдать стандартизованные требования ВОЗ к этой процедуре:

- измерение проводится в тихом помещении при комфортной температуре окружающей среды после 5-минутного отдыха (15–30 минут, если предшествовала значительная нагрузка) и объяснения обследуемому процедуры измерения;
- по крайней мере за 1 ч до измерения давления следует избегать чрезмерной физической или эмоциональной нагрузки, приема пищи, питья (особенно кофе, крепкого чая, колы и т. п.), курения, приема сосудоактивных лекарственных средств;
- измерение обычно проводят в положении сидя на стуле, опираясь на спинку, ноги не скрещены. Максимально расслабленное предплечье лежит на столе ладонью вверх. Артерия, на которой проводят измерение, должна находиться на уровне сердца;
- руку необходимо освободить от одежды, наложить на плечо манжету тонометра таким образом, чтобы её нижний край был на 2–3 см выше локтевой ямки, середина раздуваемой части находилась над локтевым сгибом, а трубки — сбоку от локтевого сгиба. Между манжетой и плечом должен плотно проходить палец. Избегайте излишнего сдавливания тканей плеча, попадания одежды под манжету тонометра.

– манжета должна соответствовать размерам руки: её раздуваемая часть должна охватывать не менее 2/3 окружности плеча (обычно это манжета шириной 12–13 см и длиной 30–35 см). Для детей и людей с большой окружностью плеча необходимо использовать специальные манжеты;

– в локтевой ямке (несколько латерально) пальпируют пульсирующую плечевую артерию, на место её проекции помещают головку фонендоскопа;

- закрывают клапан груши и быстро нагнетают воздух до достижения давления примерно на 30 мм рт. ст. выше, чем ожидаемое давление в артерии, при этом пульс на лучевой артерии должен исчезнуть. Плавно снижают давление со скоростью примерно 2 мм рт. ст. в секунду и выслушивают сосудистые тоны в плечевой артерии, при этом обследуемый не должен видеть шкалу манометра;
- появление тонов соответствует моменту, когда давление в манжетке становится равным систолическому давлению крови в плечевой артерии. При дальнейшем снижении давления в манжете тоны нарастают, затем ослабевают и исчезают. Исчезновение тонов соответствует моменту, когда давление в манжете становится равным диастолическому давлению крови в плечевой артерии;
- плавное снижение давления в манжетке можно прекращать в момент, когда оно понизилось на 4–6 мм ниже значения, при котором исчезли сосудистые тоны;
- недопустимо повторное нагнетание воздуха в манжету до полного снижения давления. Перед повторным измерением для восстановления венозного кровотока должно пройти не менее 30 с или следует поднять руку вверх на 5–6 с;
- не снимая манжеты, через 2–3 мин повторяют измерение артериального давления, учитывают средний результат из двух измерений. После этого проводят измерение на второй руке. При разнице 5 мм рт. ст. и более проводят дополнительное измерение и учитывают среднее из двух последних измерений. В дальнейшем измерения проводят на руке, на которой получены более высокие цифры АД;
- время измерения АД не должно превышать 1 мин, в противном случае в дистальной части конечности отмечаются признаки нарушения кровообращения.

#### Оценка результата.

В норме у здорового взрослого человека в состоянии физиологического покоя величина АД крови составляет (табл. 19.1):

систолического (САД) —

**100–139 мм рт. ст.;**

диастолического (ДАД) —

**60–89 мм рт. ст.**

Увеличение показателей АД (САД  $\geq$  140 мм рт. ст. и ДАД  $\geq$  90 мм рт. ст.) называется **гипертензией**, а понижение АД (САД < 100 мм рт. ст. и ДАД < 60 мм рт. ст.) — **гипотензией**

Таблица 19.1

#### Понятие о нормальных величинах артериального давления у взрослого человека в покое

Норма	100–139	60–89
Категория	Цифры давления (мм рт. ст.)	
	систолического	диастолического
Оптимальное	100–119	60–79
Нормальное	120–129	80–84
Высокое нормальное	130–139	85–89

#### Указания к оформлению протокола:

1. Запишите изменение показателя АД у испытуемого.
2. Оцените полученный результат.

#### ПРОТОКОЛ

1. Показатель АД на правой руке

САД = **120** мм рт. ст.; ДАД = **80** мм рт. ст.

2. Показатель АД на левой руке

САД = **125** мм рт. ст.; ДАД = **85** мм рт. ст.

**Вывод:** у испытуемого величина АД *в норме (в норме, гипотензия, гипертензия)*, различия в величине АД на разных руках *в норме (5–10 мм рт. ст. (нет, в норме (5–10 мм рт. ст.), имеются)*

Путем простой пальпации пульса поверхностных артерий можно получить важные предварительные сведения о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы.

Лучше всего пульс пальпируется на **лучевой артерии**, которая расположена непосредственно под кожей между **шиловидным отростком лучевой кости и сухожилием внутренней лучевой мышцы** (на общей схеме рис. 4).



Наличие подлежащей кости, к которой легко можно прижать сосуд, облегчает определение свойств артериального пульса.

**Артериальный пульс** — это толчкообразные, периодические колебания стенок артерий (синхронные с систолой сердца), обусловленные выбросом крови из сердца в артериальную систему и изменением в ней давления во время систолы и диастолы (левого желудочка).

**Материалы и оборудование:** секундомер.

**Ход работы.** Исследование пульса начинается с пальпирования его на обеих руках. При отсутствии разницы исследуют пульс только на одной руке. Чтобы пропальпировать пульс на лучевой артерии, большой палец кладут на тыл предплечья, а все остальные — на переднюю латеральную поверхность предплечья, на то место, где проходит артерия. Не надо сильно сдавливать руку обследуемого, так как чрезмерное давление может выжать кровь из артерии и пульсовые волны не будут ощущаться. Если артерия сразу не попадает под пальцы, нужно передвигать их вдоль лучевой кости и поперек предплечья, так как артерия может проходить более кнаружи или ближе к середине предплечья. В некоторых (атипичных) случаях артерия проходит с наружной стороны лучевой кости. **Не следует исследовать пульс одним пальцем**, так как им труднее найти артерию и определить характер пульса. Пропальпировав лучевую артерию, прижимайте ее тремя пальцами к подлежащей кости до появления ощущения под ними пульсовых толчков.

При исследовании пульса определяют его **основные клинико-физиологические показатели (характеристики): ритм, частоту, напряжение, наполнение, форму пульсовой волны.**

**1. Ритм пульса (ритмичный, аритмичный).** Определите его по сопоставлению длительности интервалов между пульсовыми ударами.

У здорового человека пульсовые волны следуют друг за другом через равные промежутки времени. В норме может встречаться так называемая «дыхательная аритмия», при которой частота пульса возрастает на вдохе и уменьшается при выдохе. Дыхательная аритмия чаще встречается у молодых людей и у лиц с лабильной вегетативной нервной системой. Точная диагностика других видов аритмий возможна только при помощи ЭКГ.

2. **Частота пульса (ЧП).** Для определения ЧП сосчитывают число пульсовых ударов за 15 или 30 сек. и умножают его соответственно на 4 или 2. При редком или аритмичном пульсе необходимо считать число пульсовых ударов не менее 1 минуты. ЧП в физиологических условиях подвержена довольно значительным колебаниям в зависимости от возраста, пола, роста и т. п. У взрослых людей в состоянии физиологического покоя считается нормой ЧП 60–90 в минуту (у женщин пульс несколько чаще, чем у мужчин; у высокого человека пульс обычно несколько реже, чем у низкого роста; у людей пожилого возраста (старше 60 лет) и у детей пульс чаще, чем у взрослых лиц трудоспособного возраста). В физиологических условиях у взрослого здорового человека частый пульс (больше 90 в 1 минуту) бывает при физических и психологических нагрузках, а редкий пульс (меньше 60 в 1 минуту) — во время сна, при отрицательных эмоциях, и у тренированных людей (спортсменов) также в состоянии физиологического покоя.

3. **Напряжение пульса.** Для определения напряжения пульса проксимально расположенным (ближайшим) по ходу сосуда пальцем надавливают на артерию до тех пор, пока соседний (дистальный) палец не перестанет ощущать пульсирующий ток крови.

Величина напряжения пульса зависит как от состояния стенки сосуда (тонус, эластичность), так и от текущего артериального давления. По напряжению артериальной стенки (по силе ее сопротивления надавливанию) различают пульс хорошего (умеренного) напряжения, который наблюдается в покое у здоровых людей при нормальном среднем АД крови, напряженный (твердый) — при значительном повышении АД, не напряженный (мягкий) — при падении АД.

4. **Наполнение (амплитуда) пульса** — субъективный показатель, оцениваемый пальпаторно по высоте подъема артериальной стенки и наибольшему объему артерии во время систолы сердца.

Наполнение пульса зависит от систолического объема крови, объема циркулирующей крови, эластичности стенок артерий. Различают пульс хорошего наполнения или полный, и плохого наполнения или пустой (слабый, нитевидный).

5. **Скорость пульса (форма пульсовой волны)** — характеризующий скорость изменения артериального давления в сосудистой системе во время систолы, что отражается на сфигмограмме крутизной нарастания анакроты. Скорость пульса зависит от скорости прироста давления в артериальной системе в течение систолы, что в свою очередь зависит от **пульсового давления, ударного объема крови и сопротивления артерий**. Если во время систолы в аорту выбрасывается большой объем крови и давление в ней быстро возрастает, то наблюдается более быстрое достижение наибольшей амплитуды растяжения артерии. Такой пульс называется быстрым и встречается при недостаточности клапанов аорты. При медленном приросте давления в артериальной системе во время систолы определяется медленный пульс, наблюдаемый, в частности, при стенозе аорты.

**Указания к оформлению протокола:**

1. Заполните в таблице показатели испытуемого.
2. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

**ПРОТОКОЛ**

**Показатели пульса**

Свойство пульса	Норма	Варианты отклонения	Данные обследования
Ритм	Ритмичный	Аритмичный	<i>ритмичный</i>
Частота	60–90	Редкий (брадикардия, < 60), частый (тахикардия, > 90)	<i>80</i>
Наполнение	Хорошее	Слабое, нитевидный пульс	<i>хорошее</i>
Напряжение	Умеренное	Мягкий пульс, твердый пульс	<i>умеренное</i>
Форма пульсовой волны	Нормальная	Быстрый пульс, медленный пульс	<i>нормальная</i>

**Вывод:** у испытуемого пульс *в норме* (в норме, имеются нарушения ритмичности, частоты, напряжения, наполнения, формы пульсовой волны)

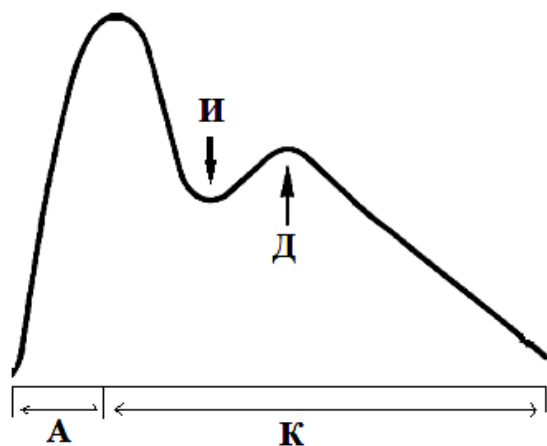


Рис. 19.1. Сфигмограмма

А — анакрота, отражающая растяжение стенки артерии кровью, выбрасываемой сердцем в фазу быстрого изгнания крови из желудочков.

К — катакрота — нисходящая часть сфигмограммы, отражающая восстановление исходного размера артерий. Она соответствует фазе медленного изгнания (от вершины до инцизуры), периоду расслабления и наполнения желудочков.

Время от начала анакроты до инцизуры соответствует периоду изгнания.

И — инцизура — быстрое падение давления, обусловленное антеро- и ретроградным оттоком крови из аорты.

Д — дикротический зубец, отражающий растяжение стенки артерий объемом крови, отраженным от полулунных клапанов в диастолу.

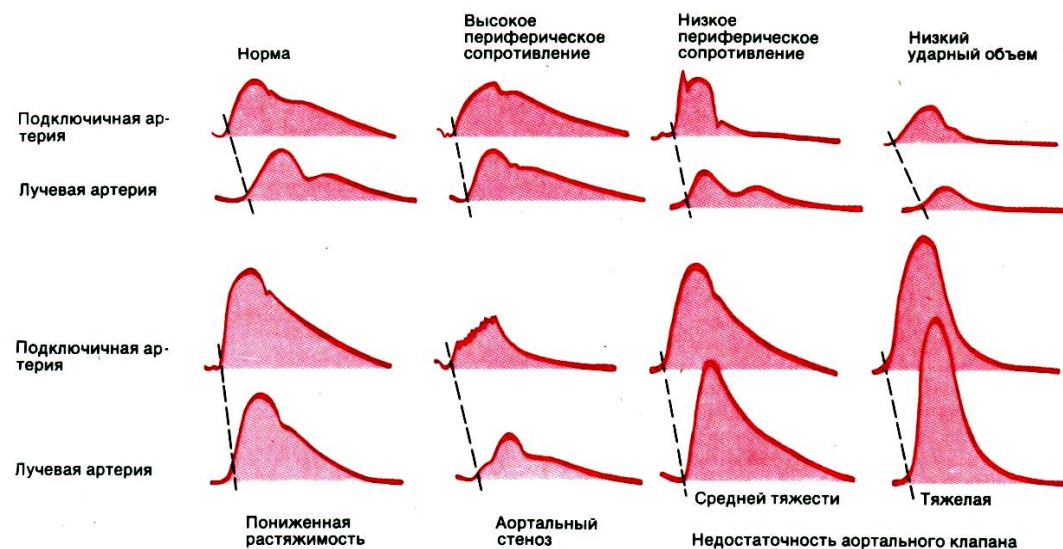


Рис. 19.2. Изменение формы и амплитуды пульсовой волны в лучевой и подключичной артериях при некоторых нарушениях функции сердечно-сосудистой системы

Информационная проба позволяет выявить скрытую гипертензию у человека при предъявлении ему стандартной психоэмоциональной нагрузки — необходимости переработки достаточно большого объема информации в условиях дефицита времени.

**Материалы и оборудование:** телевизор, электронная приставка «Видео спорт», anerоидный (безводный) сфигмоманометр, стетоскоп (**Стетоскоп** (от греч. stethos — грудь и skoreo — смотрю, исследую), прибор для выслушивания тонов сердца, дыхательных шумов и др. естественных звуков, возникающих в организме человека).

**Ход работы.** Перед выполнением пробы у обследуемого в положении сидя дважды измерьте артериальное давление (АД) методом Короткова, возьмите средний результат двух измерений. Оставьте манжетку на плече обследуемого и ознакомьте его с задачей.

На экране телевизора воспроизводится игровое поле, по которому по непредсказуемой траектории перемещается световая точка, условно названная «мяч». Время полета ее по игровому полю — 0,75 или 1,5 секунды. Световая черта — «игрок» — перемещается по экрану вверх и вниз с помощью пульта управления. «Игрок» должен отбить летящий «мяч», в противном случае на экране фиксируется ошибка. Приставка позволяет автоматически фиксировать от 0 до 15 ошибок (1 сет). При появлении на экране цифры «15» необходимо нажать кнопку «сброс», и игра будет продолжена.

Дайте обследуемому 1 минуту для тренировки. Для этого установите время полета «мяча» по полю, равное 1,5 с. Через 1 минуту увеличьте скорость полета «мяча» (установите время его полета — 0,75 с), включите секундомер: обследуемый начинает игру.

Измерение АД проводите на 1-й, 3-й и 5-й минутах игры, а также спустя 1 минуту после ее окончания. Общее время игры — 5 минут.

Таблица 19.2

Диагностические критерии информационной пробы

Группы обследования	Прирост АД мм рт. ст.		Максимальный подъем АД	Уровень АД спустя 1 мин после пробы
	САД	ДАД		
Здоровые	< 15	< 10	1-я минута	Равен исходному
Нейроциркуляторная дистония по гипертензивному типу	15–20	10–15	1-я минута	Равен или ниже исходного
Артериальная гипертензия, I ст.	21–25	10–15	На протяжении всей нагрузки	Выше исходного
Артериальная гипертензия, II ст.	> 25	> 15	На протяжении всей нагрузки	Выше исходного

**Указания к оформлению протокола:**

1. Полученные величины измерения АД крови у испытуемого до, во время, и после выполнения информационной пробы занесите в соответствующие графы таблицы «Результаты информационной пробы».
2. Проведите расчет величины изменения АД во время выполнения пробы и через 1 минуту отдыха.
3. Оцените полученный результат, воспользовавшись данными табл. 19.2, и сделайте заключение о реакции сердечно-сосудистой системы испытуемого на информационную нагрузку.
4. У людей с нейроциркуляторной дистонией по гипотензивному типу может наблюдаться снижение как систолического, так и диастолического давления во время проведения пробы.

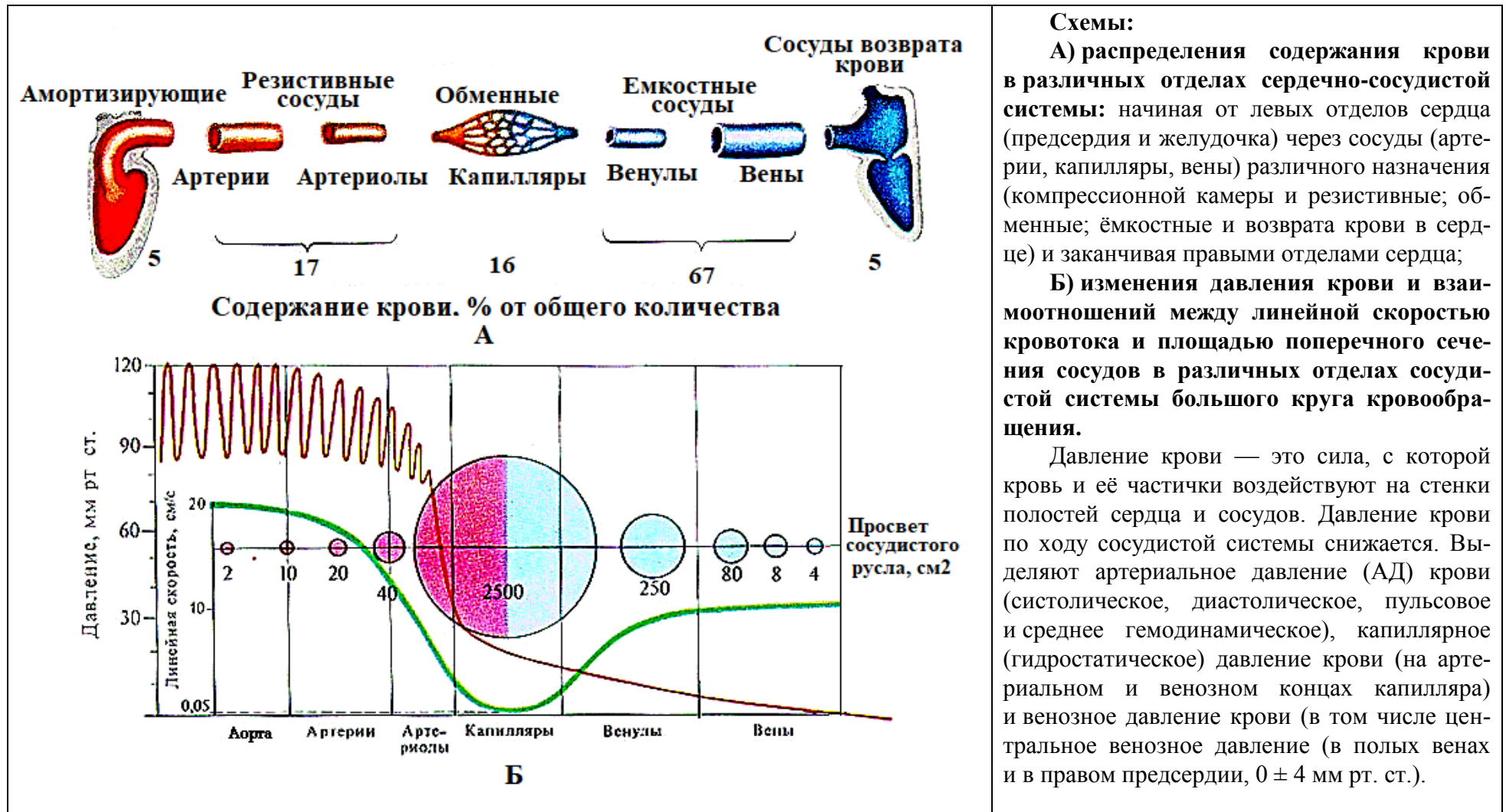
**ПРОТОКОЛ**

Виды АД	Величины (В) артериального давления (АД) крови в мм рт. ст.								
	Исходные В	Во время проведения пробы, минуты						Через 1 минуту после завершения пробы	
		1		3		5		В <sub>4</sub>	Δ = В <sub>4</sub> – В
В <sub>1</sub>	Δ = В <sub>1</sub> – В	В <sub>2</sub>	Δ = В <sub>2</sub> – В	В <sub>3</sub>	Δ = В <sub>3</sub> – В	В <sub>4</sub>	Δ = В <sub>4</sub> – В		
САД	110	105	-5 ↓	105	-5 ↓	100	-10 ↓	105	-5 ↓
ДАД	60	60	0	50	-10 ↓	55	-5 ↓	60	0

**Вывод:** Реакция сердечно-сосудистой системы испытуемого на информационную нагрузку *по гипотензивному типу (нормальная, по гипотензивному типу, по гипертензивному типу)*

**СОДЕРЖАНИЕ КРОВИ, КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ И ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ЛИНЕЙНОЙ СКОРОСТЬЮ КРОВОТОКА И ПЛОЩАДЬЮ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СОСУДОВ В РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ**

**Работа 19.8**



**Схемы:**

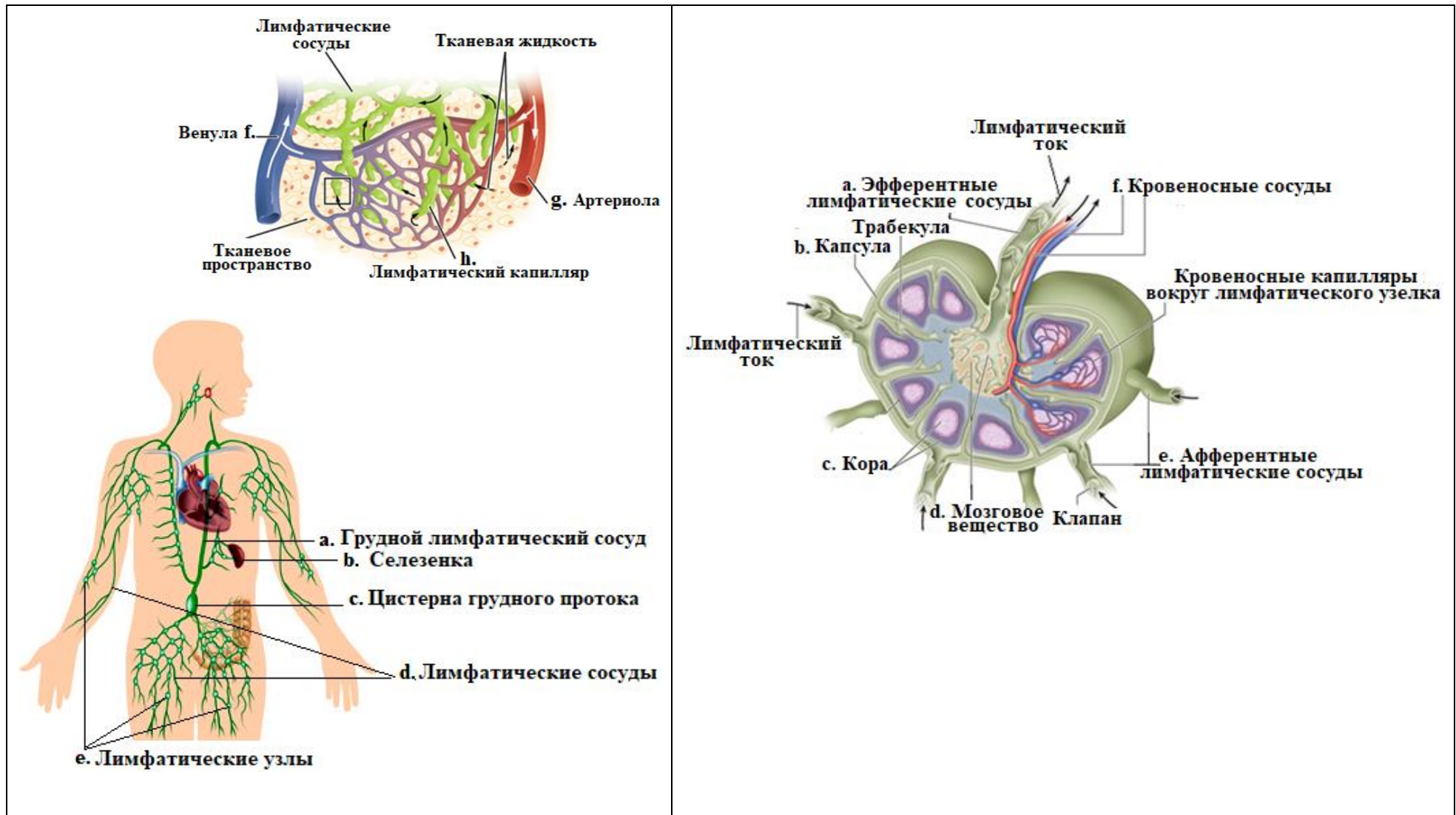
**А) распределения содержания крови в различных отделах сердечно-сосудистой системы:** начиная от левых отделов сердца (предсердия и желудочка) через сосуды (артерии, капилляры, вены) различного назначения (компрессионной камеры и резистивные; обменные; ёмкостные и возврата крови в сердце) и заканчивая правыми отделами сердца;

**Б) изменения давления крови и взаимоотношений между линейной скоростью кровотока и площадью поперечного сечения сосудов в различных отделах сосудистой системы большого круга кровообращения.**

Давление крови — это сила, с которой кровь и её частички воздействуют на стенки полостей сердца и сосудов. Давление крови по ходу сосудистой системы снижается. Выделяют артериальное давление (АД) крови (систолическое, диастолическое, пульсовое и среднее гемодинамическое), капиллярное (гидростатическое) давление крови (на артериальном и венозном концах капилляра) и венозное давление крови (в том числе центральное венозное давление (в полых венах и в правом предсердии,  $0 \pm 4$  мм рт. ст.).

**СТРОЕНИЕ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ: ТОПОГРАФИЯ И СТРОЕНИЕ  
ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ И СОСУДОВ**

**Работа 19.9**



**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ОСОБЕННОСТИ МИОКАРДА.  
СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Занятие 20 (2)**

Дата: \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

**Основные вопросы:**

1. Сердце: топография, макроскопическое строение, особенности кровоснабжения и питания. Микроскопическое строение эндо-, мио- и эпикарда. Перикард.
2. Гемодинамическая функция сердца: основные показатели.
3. Топография узлов и пучков проводящей системы сердца. Современные представления о субстрате и природе автоматизма. Закон убывающего градиента автоматии. Потенциал действия пейсмекерных клеток.
4. Особенности сократимости и возбудимости миокарда. Временные соотношения возбуждения, возбудимости и сокращения миокарда. Потенциал действия сократительных кардиомиоцитов. Законы сокращения сердца.
5. Последовательность фаз и периодов сердечного цикла. Положение клапанов, изменение давления и объёмов крови в полостях сердца в различные фазы сердечного цикла.
6. Электрокардиография. Виды отведений. Происхождение компонентов ЭКГ. Расчёт ЧСС по средней длительности интервала RR.
7. Звуковые проявления сердечной деятельности. Тоны сердца, их происхождение. Фонокардиография (ФКГ), диагностическое значение.

**ЛИТЕРАТУРА**

**Основная**

1. *Физиология с основами анатомии* : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 438–459.
2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.

**Дополнительная**

3. *Нормальная физиология* : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 235–251.
4. *Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция* : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с. – С. 34–36, 38, 42–46.
5. *Гистология, цитология, эмбриология* : учеб. / Т. М. Студеникина [и др.] ; под ред. Т. М. Студеникиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание, 2020. – 464 с. – С. 171–194, 279–289.

**НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СЕРДЦА У ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА В ПОКОЕ**

- Ударный объём (УО) — **55–90** мл
- Конечно-диастолический объём (КДО) — **90–140** мл
- Конечно-систолический объём (КСО) — 50–60 мл
- Фракция выброса (ФВ) — **50–75 %**
- Сердечный индекс (СИ) — **3–4** л/мин/м<sup>2</sup>

- Средние величины давления, развиваемые *желудочками* сердца:

Давление в желудочке	Левый желудочек	Правый желудочек
Конечно-систолическое давление	90–140 мм рт. ст.	15–30 мм рт. ст.
Конечно-диастолическое давление	4–12 мм рт. ст.	0–8 мм рт. ст.

- Средние пределы изменения давления крови *в предсердиях*:  
левое предсердие — +4 ÷ +12 мм рт. ст.; правое предсердие — -1 ÷ +8 мм рт. ст.

<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие вещества использует сердечная мышца в качестве субстратов для окисления в покое и при нагрузке?</li> <li>2. Почему сердечная мышца подчиняется закону «всё или ничего»? Что такое функциональный синцитий?</li> <li>3. Какая фаза потенциала действия клеток водителя ритма лежит в основе автоматии сердца?</li> <li>4. Что такое экстрасистола?</li> <li>5. Что такое «уязвимый период сердца»? Чем он обусловлен?</li> <li>6. В чем заключается «основной закон сердца»?</li> <li>7. Что такое пред- и постнагрузка, какое влияние оказывает повышение пред- и постнагрузки на сокращения миокарда?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. При каком давлении в левом желудочке начинается период изгнания крови, если артериальное давление составляет 115/70 мм рт. ст.?</li> <li>9. Рассчитайте величину МОК при потреблении кислорода 400 мл/мин, содержании O<sub>2</sub> в артериальной крови 20 об% и в венозной 12 об% (используйте метод Фика).</li> <li>10. Какой интервал (комплекс) ЭКГ отражает длительность «электрической систолы» желудочков и как зависит его продолжительность от частоты сердечных сокращений?</li> <li>11. Как оценить ритм сердечных сокращений по ЭКГ? Рассчитайте длительность интервала RR при ЧСС 70 в мин и правильном ритме. Рассчитайте ЧСС, если RR = 0,8 с.</li> </ol>
---	---

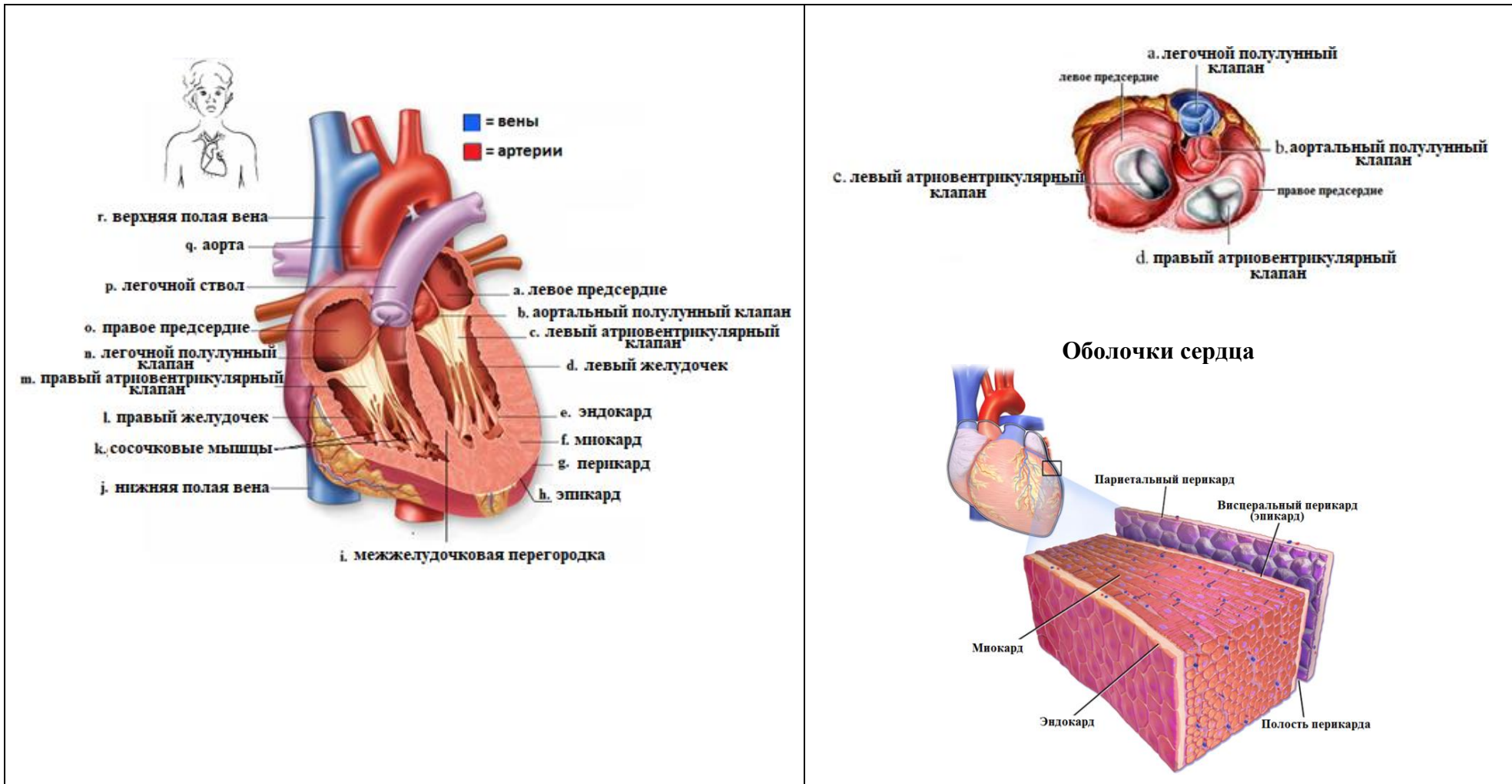
## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

## Работа 20.1

<p>Пейсмейкер — <i>участок проводящей системы, генерирующий автоматические импульсы, вызывающие сокращение сердца. Импульсы в них возникают под действием их собственной спонтанной диастолической деполяризации, достигающей критического уровня</i></p>	<p>Конечно-систолический объём (КСО) — <i>объём крови, находящийся в желудочке сердца в конце систолы (перед очередной диастолой)</i></p>
<p>Градиент автоматии — <i>это постепенное снижение спонтанной частоты генерации ПД структурами проводящей системы сердца по направлению от СА-узла к волокнам Пуркинье</i></p>	<p>Сердечный цикл — <i>систола и диастола сердца, повторяющиеся в строгой последовательности</i></p>
<p>Закон Франка–Старлинга утверждает, что <i>что при увеличении растяжения миокарда во время диастолы увеличивается сила его сокращения в систолу</i>. Этот закон получил второе название — закон <i>гетерометрической</i> регуляции</p>	<p>Изометрическое сокращение — <i>сокращение (напряжение) мышцы без изменения длины её волокон. В сердце происходит при закрытых атрио-вентрикулярных и полулунных клапанах</i></p>
<p>Преднагрузка — <i>напряжение, которое развивается в миокарде желудочков для изгнания КДО (объема крови, содержащегося в желудочке в конце диастолы, перед началом систолы)</i></p>	<p>Электрокардиография — это <i>метод исследования биоэлектрической активности сердца, заключающийся в записи изменений во времени разности потенциалов, создаваемой электрическим полем сердца</i></p>
<p>Постнагрузка — <i>это напряжение, развиваемое миокардом желудочка для преодоления ОПС (системного АД) при изгнании крови из желудочков (т. е. после начала систолы)</i></p>	<p>ЭКГ отражает <i>электрические</i> процессы, происходящие в миокарде, а ФКГ — <i>механические</i> явления в сердце и состояние его <i>клапанного</i> аппарата</p>
<p>Феномен лестницы Боудича — <i>при увеличении ЧСС сила сокращения сердца увеличивается до определенного предела</i></p>	<p>Вставьте обозначения 12 стандартных отведений при регистрации ЭКГ: классические биполярные отведения <i>I, II, III</i>; униполярные усиленные отведения от конечностей <i>aVR, aVL, aVF</i>; униполярные грудные отведения <i>V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>, V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub></i></p>
<p>Ударный объём (УО) — <i>количество крови, выбрасываемое желудочком сердца при одном сокращении (за одну систолу)</i></p>	<p>Сегмент ЭКГ — <i>участок ЭКГ между двумя зубцами</i></p>
<p>Конечно-диастолический объём (КДО) — <i>объём крови, находящийся в желудочке сердца в конце диастолы (перед очередной систолой)</i></p>	<p>Интервал ЭКГ — <i>участок ЭКГ, включающий сегмент и один или несколько прилежащих к нему зубцов</i></p>

**СЕРДЦЕ: ТОПОГРАФИЯ, МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ КРОВосНАБЖЕНИЯ И ПИТАНИЯ. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЭНДО-, МИО- И ЭПИКАРДА. ПЕРИКАРД**

**Работа 20.2**



**Сердечный цикл** — одна полная последовательность сокращения и расслабления сердца, или период времени, охватывающий одно сокращение (систола) и одно расслабление (диастола) предсердий и желудочков.

Длительность сердечного цикла (ДСЦ) обратно пропорциональна частоте сердечных сокращений (ЧСС) и рассчитывается по формуле:

$$\text{ДСЦ} = 60 : \text{ЧСС}.$$

В норме у здорового взрослого человека при бодрствовании в состоянии физиологического покоя ДСЦ составляет **0,67–1,00 с**. Увеличение ДСЦ наблюдается при брадикардии ( $\text{ЧСС} < 60$  уд/мин), а уменьшение ДСЦ — при тахикардии ( $\text{ЧСС} > 90$  уд/мин).

**Материалы и оборудование:** секундомер.

**Ход работы.** Пропальпируйте пульс лучевой артерии на запястье у себя или у испытуемого. Через 5 мин отдыха в положении сидя подсчитайте число пульсовых ударов за 60 с (частоту сердечных сокращений — ЧСС). Рассчитайте среднюю длительность одного сердечного цикла (ДСЦ) по вышеприведенной формуле.

**Указания к оформлению протокола:**

1. Укажите частоту сердечных сокращений.
2. Рассчитайте длительность сердечного цикла.
3. Сделайте вывод о соответствии длительности сердечного цикла норме.

#### ПРОТОКОЛ



1. Частота сердечных сокращений *95* уд/мин.
2. Длительность сердечного цикла *0,63* сек.
3. Вывод. Длительность сердечного цикла *в норме* (в норме, укорочена, удлинена)

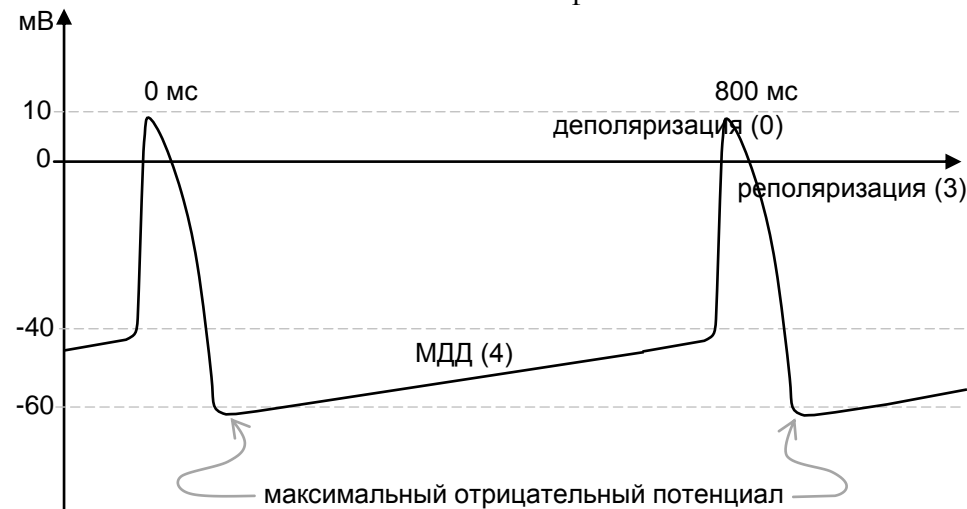
**МЕХАНИЗМЫ ГЕНЕРАЦИИ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЕЙСТВИЯ (ПД) КЛЕТОК СИНОАТРИАЛЬНОГО УЗЛА И КЛЕТОК СОКРАТИТЕЛЬНОГО МИОКАРДА ЖЕЛУДОЧКОВ**

**Работа 20.4**

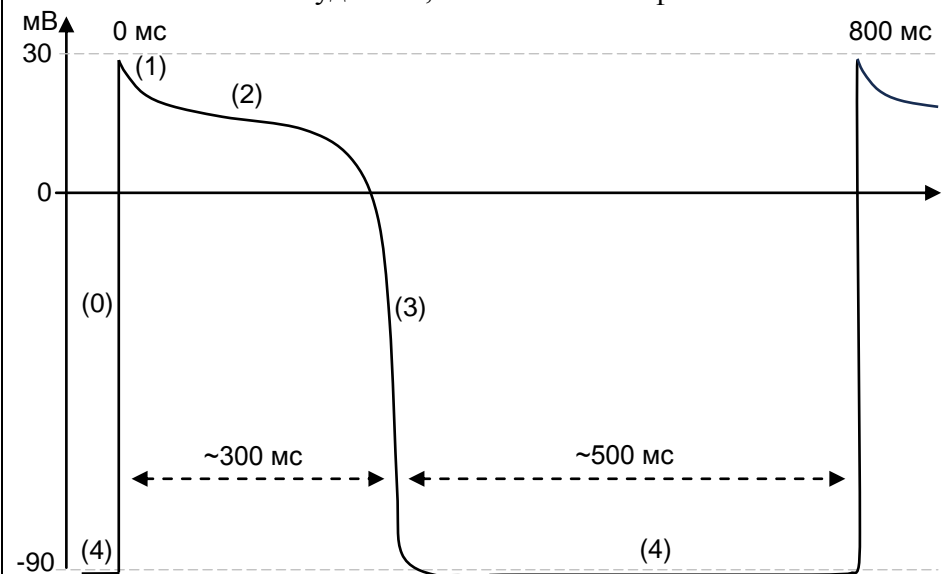
**Ход работы.** Работа выполняется дома самостоятельно и закрепляется во время занятия на основе просмотра учебного видеofilьма «Автоматия сердца», а также компьютерной программы «08\_12Lead» (Дополнение А: Деполяризация).

Ионные механизмы генерации ПД пейсмекерной клетки		Основные ионные механизмы генерации ПД сократительного кардиомиоцита	
фаза 4 (МДД)	постепенное <i>снижение</i> проницаемости мембраны для ионов $K^+$ и повышение — для ионов $Ca^{2+}$ (через <i>медленные потенциалзависимые</i> $Ca^{2+}$ -каналы T- типа) и ионов $Na^+$ ( $I_f$ -ток)	фаза 0	преимущественно, входящий через <i>быстрые</i> потенциалзависимые каналы ток ионов $Na^+$
фаза 0	входящий через <i>медленные</i> потенциалзависимые $Ca^{2+}$ -каналы L-типа ток $Ca^{2+}$ и $Na^+$	фаза 1	прекращается входящий ток $Na^+$ , преобладает выходящий ток ионов $K^+$ , медленно нарастает входящий ток $Ca^{2+}$
фаза 3	закрытие <i>медленных</i> потенциалзависимых $Ca^{2+}/Na^+$ каналов и <i>повышение</i> проницаемости мембраны для ионов $K^+$ , выходящих из атипичного кардиомиоцита	фаза 2	уравновешены выходящий ток ионов $K^+$ и входящий ток ионов $Ca^{2+}$
		фаза 3	инактивируются $Ca^{2+}$ -каналы L-типа, преобладает выходящий ток ионов $K^+$

Нарисованы два последовательных ПД пейсмекерной клетки, обозначены их фазы



Нарисованы два последовательных ПД типичного кардиомиоцита желудочков, обозначены их фазы

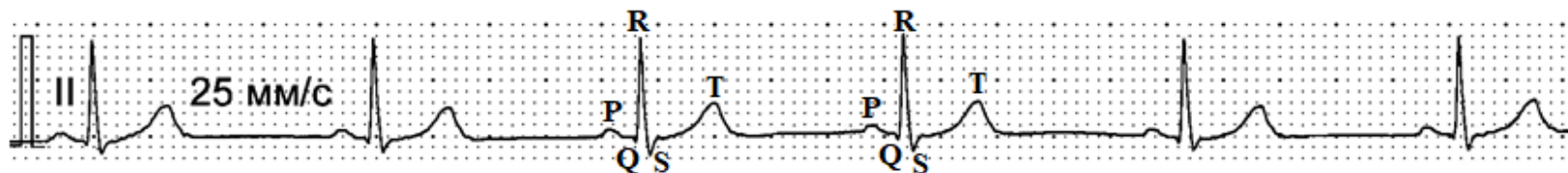


<p><b>Электрокардиография</b> — метод исследования биоэлектрической активности сердца путём записи изменений разности потенциалов, создаваемой электрическим полем сердца во время его возбуждения.</p> <p>В настоящее время электрокардиография является наиболее распространённым из всех неинвазивных методов исследования сердца. ЭКГ позволяет оценить автоматию, возбудимость и проводимость сердечной мышцы. Она даёт информацию о ритме сердца и его нарушениях (блокадах проведения импульса, экстрасистолах и т. д.), локализации патологического очага в миокарде, перегрузке тех или иных камер сердца и т. п.</p> <p>Для записи электрокардиограммы используют электрокардиографические отведения. Согласно векторной теории ЭКГ, величина и направление зубцов электрокардиограммы отражают величину и направление проекции результирующего сердечного вектора на ось того или иного отведения. Таким образом, ЭКГ непосредственно отражает движение волн деполяризации и реполяризации по миокарду (подробнее см. [8]).</p>	<p>Источником импульсов, возбуждающих миокард, являются атипичные кардиомиоциты проводящей системы сердца. Скорость проведения возбуждения в ней существенно выше, чем в рабочем миокарде. В нормальных условиях волна возбуждения зарождается в синоатриальном узле, распространяется по предсердиям справа налево и сверху вниз, охватывая сначала правое, затем левое предсердие. Далее волна возбуждения задерживается в атриовентрикулярном узле (атриовентрикулярная задержка), и затем с высокой скоростью по пучку Гиса, его ножкам и волокнам Пуркинье проводится к рабочему миокарду желудочков. Поскольку волокна Пуркинье ветвятся в субэндокардиальных слоях желудочков, волна возбуждения в желудочках распространяется от эндокарда к эпикарду.</p> <p>Быстрый выход возбуждения по волокнам проводящей системы почти одновременно на обширные участки желудочков обеспечивает высокую синхронность их возбуждения и эффективность систолы.</p> <p><b>Материалы и оборудование:</b> электрокардиограф, антисептик, вата, токопроводящая паста или 3–5 % раствор NaCl, марля.</p> <p><b>Ход работы.</b> При регистрации ЭКГ испытуемый находится в положении лёжа. Для улучшения качества записи ЭКГ и уменьшения токовых наводок следует обеспечить хороший контакт электродов с кожей. Для этого необходимо: 1) предварительно обезжирить кожу антисептиком в местах наложения электродов; 2) при значительной волосистости кожи смочить места наложения электродов мыльным раствором; 3) покрыть электроды слоем специальной токопроводящей пасты или положить под электроды марлевые прокладки, смоченные 3–5 % раствором NaCl (или в воде), что позволяет максимально снизить сопротивление между электродом и поверхностью кожи.</p> <p>Электроды на конечности накладывают в соответствии со стандартной цветовой маркировкой: правая рука — красный; левая рука — жёлтый; левая нога — зелёный; правая нога (интегральный или заземляющий электрод) — чёрный цвет. Это позволяет записать три стандартных (I, II, III) и три усиленных псевдоуниполярных отведения (aVR, aVL, aVF).</p> <p>Шесть униполярных грудных отведений формируются при наложении грудных электродов: V<sub>1</sub> и V<sub>2</sub> — в 4-м межреберье по правой и левой окологрудным линиям, соответственно; V<sub>3</sub> — строго посередине между V<sub>3</sub> и V<sub>4</sub>; V<sub>4</sub> — в 5-м межреберье по левой среднеключичной линии; V<sub>5</sub> и V<sub>6</sub> — на уровне V<sub>4</sub> по передней и средней левым подмышечным линиям.</p>
--	--

Запишите ЭКГ в 12 стандартных отведениях.

Вначале записывают калибровочный сигнал, амплитуда которого равна 1 мВ. Стандартное усиление сигнала на записи должно соответствовать отклонению линии на 10 мм. Стандартная скорость протяжки ленты составляет 50 мм/с или 25 мм/с.

Проанализируйте полученную запись ЭКГ (частоту сердечных сокращений; подпишите основные элементы) во II стандартном отведении



**Указание к оформлению протокола:**

1. По предложенной преподавателем ЭКГ рассчитайте частоту сердечных сокращений.

**Анализ ЭКГ начинают с оценки правильности её регистрации:**

1) проверяют, имеются ли обозначения отведений ЭКГ, обращают внимание на наличие разнообразных помех.

Если помехи значительны, необходимо заново записать ЭКГ;

2) проверяют амплитуду калибровочного сигнала (1 мВ = 10 мм).

Если его амплитуда отличается от стандартной более чем на 1 мм, то амплитуду измеряемых зубцов подсчитывают по формуле:

$$X = U/K,$$

где X — действительная амплитуда зубца в мВ; U — измеренная амплитуда зубца в мм; K — амплитуда калибровочного сигнала в мм;

3) оценивают скорость движения бумаги во время регистрации ЭКГ. При записи ЭКГ со скоростью 50 мм/с 1 мм (по горизонтали) на бумажной ленте соответствует  $1 \text{ мм} / 50 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1} = 0,02 \text{ с}$ . Если запись велась со скоростью 25 мм/с, то  $1 \text{ мм} = 1 \text{ мм} / 25 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1} = 0,04 \text{ с}$ .

**Задание:** запишите характеристики ЭКГ, предназначенной для анализа: калибровочный сигнал — 1 мВ = 10 мм; скорость движения бумаги 25 мм/с;  $1 \text{ мм} = 1 : 25 = 0,04 \text{ с}$ .

**Определение частоты сердечных сокращений (ЧСС)**

Определение ЧСС проводится по средней длительности интервала RR, которая соответствует длительности одного сердечного цикла (ДСЦ). Чтобы подсчитать при правильном ритме сердца ЧСС в 1 мин, необходимо 60 с (1 мин) разделить на длительность интервала RR в секундах:

$$\text{ЧСС} = 60 : \text{ДСЦ} = 60 : \text{RR (в секундах)}.$$

У здорового человека в покое ЧСС составляет от 60 до 90 уд/мин. Увеличение ЧСС более 90 уд/мин при сохранении правильного синусового ритма называется синусовой тахикардией. У здоровых людей она возникает при физических нагрузках или эмоциональном напряжении. Уменьшение ЧСС ниже 59 уд/мин при сохранении правильного синусового ритма называется брадикардией. Среди здоровых людей физиологическая синусовая брадикардия часто наблюдается у спортсменов и во время сна.

**Задание:** рассчитайте ЧСС по средней длительности интервала RR и сделайте заключение (нормокардия, брадикардия или тахикардия).

$$\text{ЧСС} = 60 : 0,94 = 64 \text{ в 1 мин.}$$

**Заключение: нормокардия.**

Фонокардиография — метод графической регистрации звуков (тонов и шумов), возникающих при работе сердца.

Для выполнения работы используется компьютерная программа «07\_Heart Sounds».

1. Откройте компьютерную программу «Heart Sounds». Перейдите в раздел «General Tutorials» → «Introduction to Auscultation» → «Introduction to the Phonocardiogram». Прослушайте и отметьте различия между звуками низкой, высокой частоты и шумом.

2. Выберите «Listening Areas: Chest Wall Anatomy». Звуковые явления лучше выслушиваются не на местах проекции клапанов на грудную клетку, а в тех областях, куда звуки разносятся с током крови и где сердце и сосуды наиболее плотно прилегают к грудной клетке.

С помощью курсора найдите основные точки выслушивания тонов сердца на грудной клетке:

1) в 5-м межреберье слева по среднеключичной линии, в области верхушки сердца (*Apex*) находится точка выслушивания митрального клапана;

2) во 2-м межреберье по правому краю грудины (*Aortic Area*) выслушивается аортальный клапан;

3) во 2-м межреберье по левому краю грудины (*Pulmonic Area*) выслушивается клапан лёгочной артерии;

4) у основания мечевидного отростка справа выслушивается трёхстворчатый клапан (в программе не показана);

5) по нижнему левому краю грудины, в области проекции трикуспидального клапана правого желудочка (*Lower Left Sternal Border*), могут выслушиваться звуки его закрытия и изгнания крови в *a. pulmonalis*, а также шум регургитации при недостаточности аортального клапана.

3. Выберите «Normal First and Second Sounds at Apex and Base» → щёлкните по верхушке сердца «FIRST SOUND — Mitral (and Tricuspid) Valve Closure». Просмотрите изображение систолы и диастолы сердца, динамику закрытия митрального (и трикуспидального) клапана и его вклад в формирование I тона сердца, который лучше выслушивают на верхушке.

4. Щёлкните на основании сердца «SECOND SOUND — Aortic and Pulmonary Valve Closure». Просмотрите изображение систолы и диастолы сердца, изучите динамику закрытия полулунных клапанов и отметьте их ведущий вклад в формирование II тона, который лучше выслушивается во 2-м межреберье парастернально.

Закончив работу с программой, активируйте последовательно значки «Exit», «Yes», «Exit»

**Фонокардиограмма (ФКГ)** — кривая, отражающая частоту и амплитуду звуковых колебаний (тонов и шумов), возникающих в результате деятельности сердца

**Ход работы.** Помещение, в котором производят запись ФКГ, должно быть изолировано от шумов. Фонокардиограмму записывают на одном из каналов электрокардиографа с помощью микрофона и фонокардиографической приставки синхронно с одним из отведений ЭКГ. Микрофон укрепляют на грудной клетке лежащего пациента в области верхушечного толчка.

Нарисуйте ЭКГ синхронно с ФКГ, обозначьте их элементы.

ЭКГ и ФКГ зарисовываются и оцениваются по реальной фоно- или поликардиограмме.

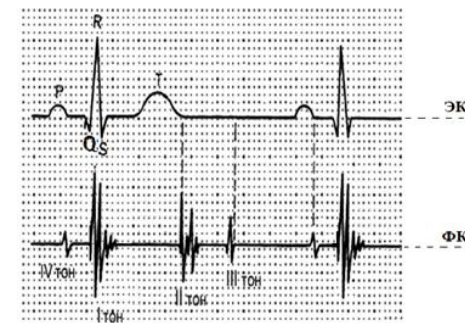
**Анализ ФКГ:**

1. Выявляются тоны (какие) — I, II (редко III, IV) и шумы — нет.

2. I тон следует за Q, его длительность — 0,15 с (норма 0,07–0,13 с).

3. II тон следует за T, его длительность — 0,07 с (норма 0,06–0,10 с).

4. **Вывод** (сравните полученные данные с нормой): расширен I тон



(демонстрация)

**Эхокардиография** — метод исследования морфологических структур сердца и сосудов, изменения их линейных размеров в динамике, позволяющий рассчитать скорость этих изменений, в том числе оценить объёмы полостей сердца в различные фазы сердечного цикла, а также параметры кровотока в полостях сердца и сосудах. Эхокардиография является наиболее распространённым методом, позволяющим достоверно оценить сократимость миокарда.

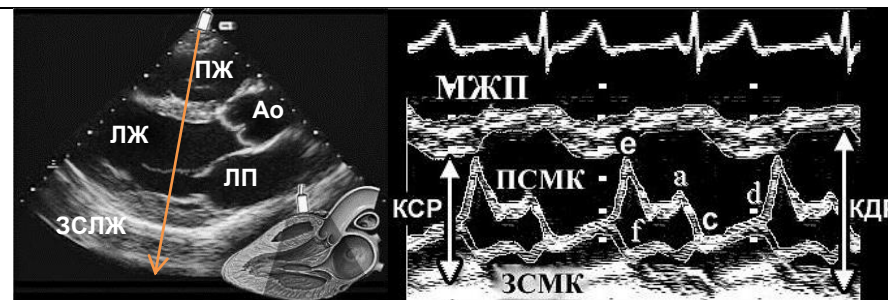
Эхокардиографическое исследование осуществляется посредством посылаемых датчиком прибора коротких серий УЗ волн, часть которых, отражаясь от структур человеческого тела на разной глубине, возвращается в обратном направлении, улавливаясь приёмником датчика и в виде электрических сигналов обрабатывается, формируя изображение структур сердца (а также окрашенных потоков крови в нём — при доплеровских режимах исследования) на дисплее прибора.

**Ход работы.** Изучение основ УЗИ сердца проводится с помощью компьютерной программы «07\_Heart Sounds».

1. Выберите «**General Tutorials**» → «**Introduction to Cardiac Imaging Modalities**» → «**Transthoracic Echocardiogram**». На появившемся видеоизображении (см. рис. 20.1) слева (В-режим) видно динамическое изображение изменений толщины межжелудочковой перегородки, полостей желудочков, положения створок митрального и аортального клапанов. Нажимая попеременно кнопки «**Labels**» и «**Play**», изучите УЗ-изображение перечисленных структур сердца. На изображении справа (М-режим) проанализируйте изменения толщины межжелудочковой перегородки во время систолы и диастолы сердца.

Обратите внимание на характер движений передней и задней створок митрального клапана, отметьте меньшую амплитуду движений задней створки митрального клапана и противоположное направление этих движений в сравнении с движениями передней створки.

2. Активируйте другой значок в виде кружка серого цвета, расположенный под УЗ-изображением слева. Направление длинной оси распространения УЗ-волн пройдёт через корень аорты. На появившемся справа УЗ-изображении наблюдайте динамику изменений размеров правого желудочка (RV) и левого предсердия (LA), положения створок аортального клапана. Для их идентификации нажимайте попеременно «**Labels**» и «**Play**».



*Рис. 20.1.* Эхокардиография (парастеральная длинная ось): В-режим (слева) и М-режим (справа). М-режим отображает смещение во времени структур, расположенных вдоль выбранной на В-режиме линии. На представленном изображении она проходит через створки митрального (левого атриовентрикулярного) клапана. ПЖ — правый желудочек; ЛЖ — левый желудочек; Ао — луковица аорты; ЛП — левое предсердие; ЗСЛЖ — задняя стенка левого желудочка; МЖП — межжелудочковая перегородка; КСР — конечно-систолический размер ЛЖ; КДР — конечно-диастолический размер ЛЖ; ПСМК и ЗСМК — передняя и задняя створки митрального клапана, соответственно.

На кривой движения передней створки митрального клапана выделяют несколько участков, имеющих буквенные обозначения:

- 1) интервал *c-d* соответствует систоле левого желудочка и полному смыканию створок клапана;
- 2) интервал *d-e* отражает расхождение створок клапана во время фазы быстрого наполнения левого желудочка;
- 3) интервал *e-f* отражает неполное прикрытие клапана во время фазы медленного наполнения;
- 4) волна *a* обусловлена повторным расхождением створок клапана во время систолы левого предсердия.

Сопоставьте эти элементы УЗ-динамики движения створок митрального клапана с изменениями элементов ЭКГ и другими показателями УЗ-изображения.

3. Перейдите в «**Transesophageal Echocardiogram**» и, используя пищеводный доступ, изучите последовательность изменения положения створок аортального клапана и размеров левого желудочка в разные фазы сердечного цикла. Нажмите «**Switch Axis**», повернув на 90° ось распространения УЗ-волн, и изучите движение створок аортального клапана и правого желудочка (RVO). Для выхода из программы нажмите «**Exit**», «**Yes**», «**Exit**».

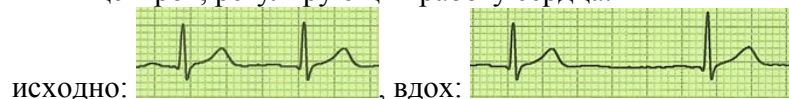
<p><b>Основные вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Важнейшие показатели работы сердца (ЧСС, УО, сократимость). Зависимость МОК, давления крови и органного кровотока от работы сердца.</li> <li>2. Интракардиальные механизмы регуляции сердечной деятельности: гетеро- и гомеометрическая регуляция («закон сердца» Старлинга, эффект Анрепа). Внутрисердечная нервная система.</li> <li>3. Экстракардиальные механизмы нервной регуляции работы сердца. Вегетативная иннервация сердца.</li> <li>4. Характеристика и механизм влияний симпатической и парасимпатической нервной системы на деятельность сердца. М-холинорецепторы и <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-адренорецепторы миокарда: физиологические эффекты их возбуждения.</li> <li>5. Экстеро- и интерорецептивные рефлекторные влияния на сердце. Внутрисердечные и внутрисосудистые рецептивные поля, их значение в регуляции работы сердца. Вегетативные кардиальные рефлексы (Данини–Ашнера, Гольца, Бейнбриджа).</li> <li>6. Гуморальная регуляция. Влияние электролитов, гормонов и других биологически активных веществ на работу сердца.</li> <li>7. Регуляция коронарного кровотока. Роль продуктов метаболизма (молочная кислота, АДФ, аденозин) в регуляции коронарного кровотока.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>ЛИТЕРАТУРА</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Основная</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 459–468.</li> <li>2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><i>Дополнительная</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. <i>Нормальная физиология</i> : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 255–263.</li> <li>4. <i>Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция</i> : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с. – С. 40–41.</li> <li>5. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. для студентов фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 210–214.</li> </ol>
<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как изменятся следующие показатели: скорость выхода ионов <math>K^+</math>, возбудимость кардиомиоцитов, ЧСС, длительность интервалов PQ, RR, величина КСО, сократимость миокарда, энергозатраты миокарда, МОК, АД крови при усилении парасимпатических влияний на сердце?</li> <li>2. Как и почему изменятся вышеперечисленные показатели при воздействии на сердце: антагонистов Н-холинорецепторов (например, миорелаксанта d-тубокурарина), антагонистов M2-холинорецепторов (атропина)?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Как изменятся следующие показатели: активность аденилатциклазы кардиомиоцитов, вход <math>Ca^{2+}</math> в клетку, возбудимость кардиомиоцитов, ЧСС, длительность интервалов PQ, RR, величина КСО, сократимость миокарда, энергозатраты и потребление кислорода миокардом, МОК, АД крови при усилении симпатических влияний на сердце?</li> <li>4. Как и почему изменятся перечисленные в предыдущем вопросе показатели при воздействии на сердце блокаторов <math>\beta</math>-адренорецепторов?</li> <li>5. В каких функциональных отношениях находятся прессорный и депрессорный отделы сосудодвигательного центра?</li> <li>6. Как рефлекторно изменится работа сердца в ответ на быстрое повышение системного АД?</li> </ol>

**Вопросы для самоподготовки (продолжение):**

7. Почему во время оперативного вмешательства на органах брюшной полости возможно рефлекторное угнетение сердечной деятельности?

8. Какие изменения ЧСС, УО, МОК, АД возникают при быстром переходе человека из горизонтального положения в вертикальное?

9. При выполнении дыхательной пробы (задержке дыхания на вдохе) была выполнена ЭКГ со скоростью записи ленты 25 мм/с. Определите ЧСС до и во время задержки дыхания и оцените состояние тонуса вегетативных центров, регулирующих работу сердца:



10. При выполнении холодной пробы была выполнена ЭКГ со скоростью записи ленты 50 мм/с. Определите ЧСС и оцените состояние тонуса вегетативных центров, регулирующих работу сердца:

**ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ****Работа 21.1**

Хронотропный эффект — <i>влияние на частоту сердечных сокращений (положительный — увеличение, отрицательный — снижение)</i>	Гормоны мозгового вещества надпочечников <b>адреналин</b> и <b>норадреналин</b> через $\beta_1$ -рецепторы <b>увеличивают</b> частоту и силу сокращения сердца. Вторичный посредник их действия внутри кардиомиоцитов — это <b>циклический аденозинмонофосфат (цАМФ)</b>
Илотропный эффект — <i>влияние на силу (амплитуду) сокращения сердца</i>	Два вида интракардиальных механизмов регуляции работы сердца: 1) <b>миогенные (внутриклеточные)</b> ; 2) <b>нервные</b>
Батмотропный эффект — <i>влияние на возбудимость миокарда</i>	Экстракардиальные механизмы регуляции работы сердца подразделяют на две большие группы: 1) <b>нервные</b> ; 2) <b>гуморальные</b>
Дромотропный эффект — <i>влияние на проводимость миокарда</i>	Рефлекс Бейнбриджа — это <b>рефлекс, проявляющийся увеличением частоты и силы сокращений в ответ на увеличение давления и растяжение полых вен и правого предсердия</b> Рефлекс Гольца — <b>раздражение механорецепторов брюшины, например, при поколачивании по животу лягушки пинцетом, вызывает снижение ЧСС вплоть до остановки сердца</b>
Сердце взрослого человека находится под постоянным тоническим контролем со стороны <b>парасимпатического</b> отдела АНС, который <b>ослабляет</b> его работу	Сердечно-сосудистый (кардиоваскулярный) центр — это <b>совокупность структур АНС (СНС и ПСНС) и ЦНС, расположенных на разных уровнях, включая сосудодвигательный центр ПМ, гипоталамус, лимбическую систему, КБМ, и регулирующих одновременно работу сердца и кровообращение в сосудистой системе</b>
Симпатический отдел АНС <b>усиливает</b> работу сердца с участием медиатора <b>норадреналина</b> , который действует через $\beta_1$ -адренорецепторы	Кардиомиоциты предсердий синтезируют гормон <b>Na-уретический пептид</b> или <b>предсердный натрийуретический</b> фактор, который тормозит работу сердца за счет усиления выведения из организма ионов $Na^+$ и мочи и <b>уменьшения</b> ОЦК.
Парасимпатический отдел АНС <b>ослабляет</b> работу сердца с участием медиатора <b>ацетилхолина</b> , который действует через $M_2$ -холинорецепторы	

## ВЛИЯНИЕ ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО И СИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛОВ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НА РАБОТУ СЕРДЦА

Работа 21.2

Используются материалы лекции, учебника, ЭУМК	
Парасимпатическая иннервация	Симпатическая иннервация
1. Локализация преганглионарного нейрона: <i>продолговатый мозг, дорсальное ядро n. vagi</i>	1. Локализация преганглионарного нейрона: <i>боковые рога спинного мозга, Th<sub>1-5</sub></i>
2. Медиатор преганглионарных волокон: <i>АХ</i>	2. Медиатор преганглионарных волокон: <i>АХ</i>
3. Тип рецепторов на мембране ганглионарного нейрона: <i>N<sub>n</sub>-ХР (ЛЗИК)</i>	3. Тип рецепторов на мембране ганглионарного нейрона: <i>N<sub>n</sub>-ХР (ЛЗИК)</i>
4. Медиатор постганглионарных волокон: <i>АХ</i>	4. Медиатор постганглионарных волокон: <i>НА</i>
5. Преимущественно иннервируемые структуры миокарда: <i>СА узел, АВ узел, миокард предсердий</i>	5. Преимущественно иннервируемые структуры миокарда: <i>все отделы миокарда</i>
6. Тип клеточных рецепторов в миокарде <i>M<sub>2</sub>-холинорецепторы (7-ТМС)</i>	6. Тип клеточных рецепторов в миокарде: <i>преимущественно β<sub>1</sub>-адренорецепторы</i>
7. Внутриклеточные механизмы передачи сигнала <i>активация G<sub>i</sub>-белка: βγ-субъединица → ↑ pK<sup>+</sup> → ↑ выхода K<sup>+</sup>; α<sub>i</sub> → ↓ активности аденилатциклазы → ↓ цАМФ → ↓ pCa<sup>2+</sup> и Na<sup>+</sup> → ↓ входа Ca<sup>2+</sup> и Na<sup>+</sup></i>	7. Внутриклеточные механизмы передачи сигнала: <i>активация G<sub>s</sub>-белка → α<sub>s</sub> → ↑ активности аденилатциклазы → ↑ цАМФ: ↑ протеинкиназы А; ↑ проницаемости HCN-каналов</i>
8. Основные изменения в клетке при стимуляции рецепторов: <i>↑ максимального отрицательного заряда пейсмекерных клеток; ↓ скорости МДД и ↑ порога; ↓ концентрации Ca<sup>2+</sup> в КМЦ</i>	8. Основные изменения в клетке при стимуляции рецепторов <i>↑ входа Ca<sup>2+</sup> и Na<sup>+</sup> в КМЦ; ↑ гликогенолиза, окисления глюкозы и потребления O<sub>2</sub>; активация тропонина I; активация фосфоламбана</i>
9. Влияние на основные показатели работы сердца: ЧСС ↓↓; УО ↓↓; МОК ↓↓; сократимость ↓↓; возбудимость ↓↓; проводимость ↓↓.	9. Влияние на основные показатели работы сердца: ЧСС ↑↑; УО ↑↑; МОК ↑↑; сократимость ↑↑; возбудимость ↑↑; проводимость ↑↑.

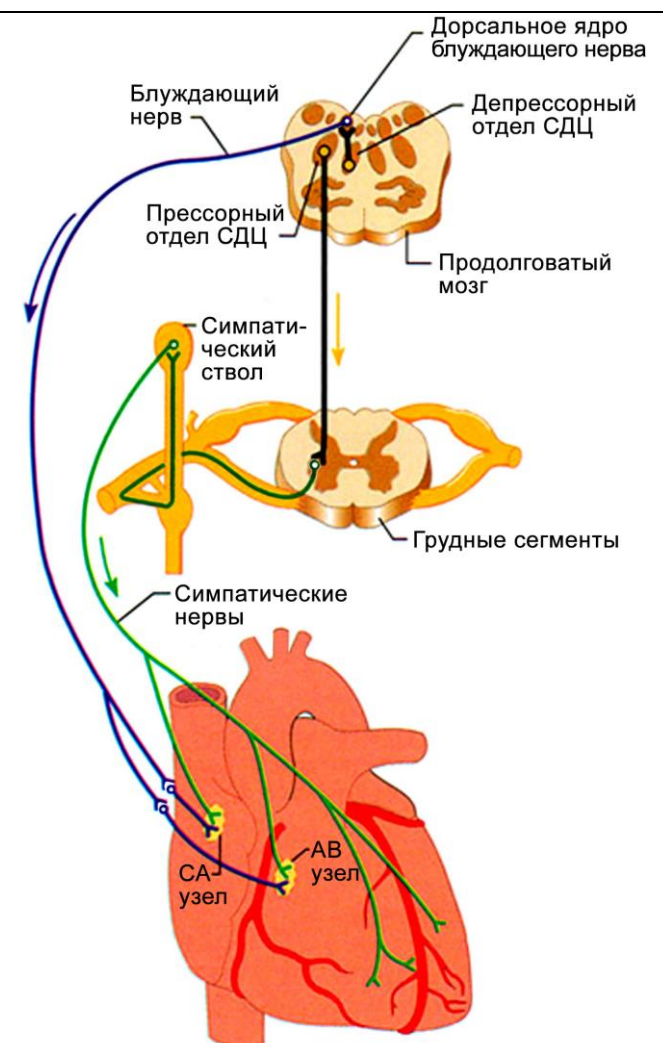


Рис. 21.1. Автономная иннервация сердца

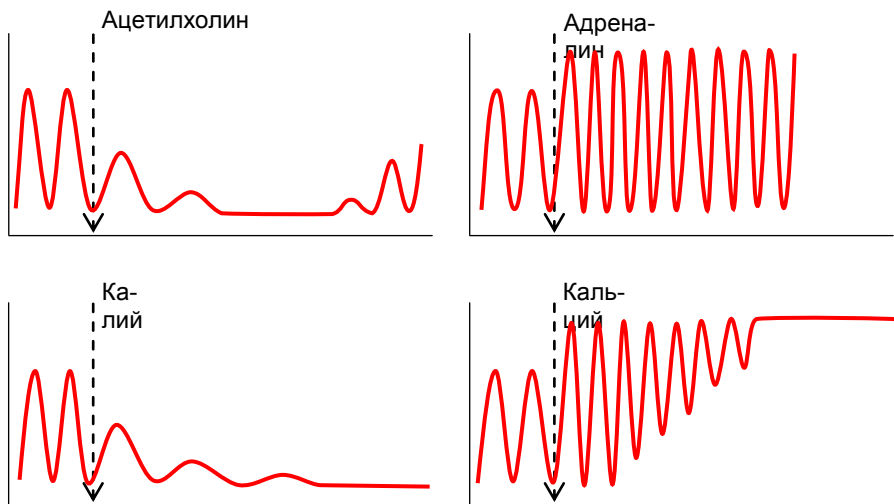
## ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ НА РАБОТУ ИЗОЛИРОВАННОГО СЕРДЦА ЛЯГУШКИ (демонстрация учебного видеофильма)

Работа 21.3

Препарат изолированного сердца лягушки — один из классических объектов физиологических экспериментов, применяемый для изучения гуморальных механизмов регуляции сердечной деятельности.

**Задание.** *Посмотрите учебный фильм и нарисуйте* механокардиограммы сердца лягушки, перфузируемого раствором Рингера, отражающие влияние на работу сердца ацетилхолина (1), адреналина (2), избытка ионов калия (3) и ионов кальция (4).

### Механокардиограммы:



При избытке  $K^+$  работа сердца  $\downarrow$  ( $\uparrow$  или  $\downarrow$ ) и оно останавливается в фазу **диастолы**, как и при избытке **ацетилхолина**. При этом градиент концентрации  $[C_{K^+}]_o / [C_{K^+}]_i$   $\downarrow$  ( $\uparrow$  или  $\downarrow$ ), что приводит к **деполяризации** мембраны кардиомиоцитов и **инактивации** потенциал-зависимых натриевых каналов.

При избытке  $Ca^{2+}$  работа сердца  $\uparrow$  и оно останавливается в фазу **систола**, поскольку тропонин **удерживает тропомиозин смещённым и сохраняет открытыми центры связывания на актине**.

### Ответьте на следующие вопросы:

1. Как изменяется работа сердца ( $\uparrow$  или  $\downarrow$ ) под влиянием: умеренного повышения уровня кальция во внеклеточной среде  $\uparrow$  **сила сердечных сокращений**,  $\uparrow$  **ЧСС**;

избытка катехоламинов  $\uparrow$ ;

избытка ионов кальция **остановка сердца в систоле**.

2. Подобно какому веществу влияет на сердце значительный избыток ионов калия: **ацетилхолин**, кальция: **адреналин**.

3. Как повлияет блокатор медленных кальциевых каналов на: проницаемость медленных кальциевых каналов клеток СА-узла  $\downarrow$ ;

автоматию синусового узла  $\downarrow$ ;

проводимость миокарда  $\downarrow$ ;

длительность интервалов PQ  $\uparrow$ , RR  $\uparrow$ ; ЧСС  $\downarrow$ ?

Вегетативный тонус нельзя рассматривать как абсолютное преобладание одной функции, которое анатомически связано с одним определённым отделом АНС. Их динамическое взаимодействие даёт возможность организму решать задачи актуальной адаптации.

Функциональные пробы позволяют выявлять скрытые нарушения в регуляции деятельности сердца, незаметные в условиях физиологического покоя. Они заключаются в оценке характера и степени реакции сердечно-сосудистой системы на различные функциональные воздействия.

**Материалы и оборудование:** кушетка, секундомер, тонометр, ёмкость для воды, колотый лёд, термометр для воды.

**А. Дыхательная проба (дыхательно-сердечный рефлекс Геринга)**

При задержке дыхания после глубокого вдоха повышается тонус ядер блуждающего нерва и частота сердечных сокращений **уменьшается** в норме на 4–7 уд/мин («нормотоническая» реакция). Замедление пульса на 8–10 уд/мин и более указывает на повышение тонуса парасимпатического отдела АНС («ваготоническая» реакция), менее 4 уд/мин — на его понижение или преобладание тонуса симпатического отдела («симпатотоническая» реакция).

**Ход работы.** У испытуемого в положении лёжа после 5-минутного периода покоя подсчитайте частоту пульса. Затем попросите испытуемого сделать глубокий вдох и задержать дыхание. В это время повторно подсчитайте частоту пульса (за 15 секунд и умножьте на 4).

**Результаты.**

Частота пульса, уд/мин		
до задержки дыхания (ЗД)	во время ЗД на вдохе	разность пульса [ЧП на вдохе – ЧП до ЗД]
86	94	+8 (N: -4 ÷ -7)

**Вывод:** преобладает тонус симпатического отдела АНС

**Б. Клиностатическая проба**

При переходе человека из положения стоя в положение лёжа увеличивается венозный возврат крови от нижних конечностей. В результате в норме ЧСС **уменьшается** на 1–6 уд/мин. Замедление пульса более чем на 6 уд/мин указывает на повышение тонуса парасимпатического отдела АНС, регулирующего работу сердца. Отсутствие реакции или учащение пульса указывает на преобладание тонуса симпатического отдела АНС.

**Ход работы.** У испытуемого в положении стоя после 4–6 мин отдыха несколько раз определяют пульс до получения стабильных показателей. Затем испытуемого просят без задержек лечь на кушетку и ещё раз в течение 15 с подсчитывают пульс, умножают на 4.

**Результаты.**

Частота пульса, уд/мин		
стоя	лёжа	разность пульса [ЧП лёжа – ЧП стоя]
60	50	-10 (N: -1 ÷ -6)

**Вывод:** *повышен тонус парасимпатических нервных центров, регулирующих работу сердца.*

Опишите типовой механизм изменения ЧП при выполнении клиностатической пробы:

- переход в положение лёжа →
- ↑ венозного возврата →
- ↑ КДО желудочков →
- ↑ силы сердечных сокращений (механизм *гетерометрической регуляции*) →
- ↑ АД →
- ↑ частоты афферентной импульсации по волокнам IX и X пар ЧН →
- ↑ тонуса *депрессорного* отдела СДЦ →
- ↑ тонуса ядер *блуждающего* нерва →
- ↓ ЧСС и силы сердечных сокращений.

<p><b>Основные вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сосудистый тонус: определение понятия, механизмы поддержания и регуляции.</li> <li>2. Рефлекторные механизмы регуляции кровообращения. Сердечно-сосудистый и сосудодвигательный центры (СДЦ). Аfferентные и эfferентные связи СДЦ. Важнейшие рефлексогенные зоны сердечно-сосудистой системы.</li> <li>3. Кратковременные (быстрые) механизмы регуляции АД крови посредством рефлекторного изменения работы сердца и периферического сопротивления кровотоку. Роль отрицательной обратной связи. Ортоstaticкая и клиноstaticкая пробы.</li> <li>4. Среднесрочные (промежуточные) нейрогуморальные механизмы регуляции АД крови: эффекты ангиотензина II при активации РААС, изменение транскапиллярного обмена и тонуса вен.</li> <li>5. Долговременные нейрогуморальные механизмы регуляции АД крови: эффекты альдостерона, АДГ, предсердного натрийуретического пептида, изменение ОЦК. Роль выделительных органов в долговременной регуляции объёма циркулирующей крови и АД крови.</li> <li>6. Гуморальная регуляция. Сосудорасширяющие вещества: ацетилхолин, гистамин, кинины, аденозин. Сосудосуживающие вещества: катехоламины, вазопрессин, ангиотензин, серотонин.</li> <li>7. Функциональная система, поддерживающая оптимальное для метаболизма давление крови.</li> <li>8. Особенности кровоснабжения мозга, скелетных мышц, легких, почек.</li> <li>9. Гемодинамика при физической нагрузке и гипокинезии.</li> <li>10. Факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.</li> <li>11. Рекомендации по здоровому образу жизни для сохранения функций сердечно-сосудистой системы и увеличения ее резервов.</li> </ol>	<p><b>ЛИТЕРАТУРА</b></p> <p><i>Основная</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. –813 с. (Высшее образование). – С. 487–493.</li> <li>2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.</li> </ol> <p><i>Дополнительная</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. <i>Нормальная физиология</i> : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 281–296.</li> <li>4. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 234–240.</li> <li>5. <i>Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция</i> : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с. – С. 58–66.</li> </ol>
<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем отличается базальный тонус сосудов от тонуса покоя?</li> <li>2. Как изменится тонус ГМК сосудов при уменьшении кальциевой проницаемости плазматической мембраны?</li> <li>3. Почему при умеренном волнении человека его кожные покровы краснеют, а при выраженном волнении — бледнеют?</li> <li>4. Что такое «реакция перераспределения кровотока»? Какие механизмы лежат в её основе?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. В каких органах и тканях органный кровоток в покое пропорционален их метаболическим потребностям, в каких он выше? Почему?</li> <li>6. Как изменяется тонус артериальных сосудов скелетных мышц, кожи, миокарда, органов пищеварения при физической нагрузке?</li> <li>7. В чем заключается миогенный механизм ауторегуляции органный кровотока? Каково физиологическое значение этого механизма?</li> </ol>

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

## Работа 22.1

Особенности кровоснабжения органов. Распределение МОК (5 л/мин) между органами в покое: лёгкие 100+10 % (5,5 л/мин); печень и ЖКТ 20–25 % (1–1,25 л/мин); почки 20–25 % (1–1,25 л/мин); скелетные мышцы 15–20 % (0,75–1 л/мин); головной мозг 10–15 % (0,5–0,75 л/мин); сердце 4–5 % (0,2–0,25 л/мин).	Особенности кровоснабжения органов. Распределение МОК (25 л/мин) между органами при тяжёлой физической нагрузке: лёгкие 100+10 % (27,5 л/мин); скелетные мышцы 80–85 % (20–21 л/мин); сердце 4–5 % (1–1,2 л/мин); печень и ЖКТ 3–5 % (0,7–1,2 л/мин); головной мозг 3–4 % (0,7–1 л/мин); почки 2–4 % (0,5–1 л/мин)
Самое обильное кровоснабжение в покое получают органы (с указанием их функции): 1) лёгкие (газообмен: потребление O <sub>2</sub> , выведение CO <sub>2</sub> ); 2) ЖКТ, печень (пищеварение); 3) почки (образование мочи и экскреция продуктов азотистого обмена)	Самое обильное кровоснабжение при физической нагрузке получают органы (с указанием их функции): 1) лёгкие (газообмен); 2) скелетные мышцы (работа скелетных мышц при физической нагрузке); 3) сердце (усиление сокращений и ЧСС)
Сосудистый тонус — это состояние напряжения стенок сосудов, обусловленное сократительной активностью гладкомышечных волокон и эластическими структурами сосудистой стенки	Базальный тонус — это состояние сосудистой стенки денервированного сосуда. Тонус ГМК сохраняется благодаря влиянию местных, миогенных и гуморальных факторов
Сосудодвигательный центр находится в продолговатом мозге, является составной частью сердечно-сосудистого (кардио-васкулярного) центра и состоит из двух отделов прессорного и депрессорного, которые находятся между собой в реципрокных отношениях	Хеморецепторы сосудов по волокнам IX и X пар черепных нервов передают информацию в прессорный отдел СДЦ, который через симпатический отдел АНС вызывает вазоконстрикцию и повышение давления крови
Сосудистые рефлексогенные зоны — это места наиболее плотного скопления сенсорных рецепторов (баро-, волюмо- или хеморецепторов), при раздражении которых возникают рефлекторные реакции сердечно-сосудистой системы. Важнейшие рефлексогенные зоны: 1) дуга аорты; 2) каротидный синус в области бифуркации общей сонной артерии (правой и левой); 3) лёгочный ствол	Барорецепторы сосудов по волокнам IX и X пар черепных нервов передают информацию в депрессорный отдел СДЦ, который тормозит прессорный отдел, что сопровождается снижением тонуса симпатического отдела АНС
Иннервация сосудов осуществляется в основном симпатическим отделом АНС. Его основной медиатор норадреналин через α-рецепторы уменьшает просвет сосудов (кожи, ЖКТ, легких), а через β-рецепторы расширяет сосуды (скелетных мышц, сердца, мозга)	Роль почки в регуляции тонуса сосудов и давления крови: 1) выработка БАВ, сужающих (ренина) или расширяющих сосуды (простагландинов, кининов и др.); 2) регуляция осмолярности и ОЦК посредством изменения выведения воды и электролитов
Роль АДГ, альдостерона и НУП в регуляции ОЦК. АДГ в почках увеличивает реабсорбцию воды и ОЦК ↑ (↓↑). Альдостерон в почках усиливает реабсорбцию Na <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> и воды и ОЦК ↑ (↓↑); НУП вызывает ↑ натрийуреза и диуреза и ОЦК ↓ (↑↓)	Факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний: 1) избыточная масса тела, ожирение; 2) гиподинамия; 3) избыточное потребление поваренной соли более 5 г/сутки; 4) избыточное потребление животных жиров, холестерина; 5) курение, употребление алкоголя и др. наркотических средств
Рекомендации по здоровому образу жизни: 1) здоровый сон 7–9 часов; 2) рациональное питание; 3) регулярные занятия физкультурой; 4) отказ от вредных привычек; 5) правильный питьевой режим; 6) избегание стрессовых ситуаций, эмоциональный комфорт	Принципы двигательной активности для укрепления функций сердечно-сосудистой системы (ССС): 1) адекватность физической нагрузки резервам СССР; 2) систематичность (4–5 раз в неделю); 3) контроль воздействия; 4) 6–10 тысяч шагов в день взрослому человеку, студенту — 10–15 тысяч шагов

**АНАЛИЗ РЕЦЕПТОРНЫХ И ИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ  
АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ И РАБОТЫ СЕРДЦА**

**Работа 22.2**

А. Особенности иннервации и влияния парасимпатического и симпатического отделов АНС на тонус сосудов:					
Парасимпатическая иннервация (только некоторые сосудистые области)		Симпатическая иннервация			
1. Иннервируемые сосуды <i>челюстно-лицевой обл. и органов малого таза</i>	1. Иннервируемые сосуды: <i>всех органов (кроме капилляров)</i>				
2. Нейромедиатор преганглионарных волокон: <i>ацетилхолин</i>	2. Нейромедиатор преганглионарных волокон: <i>ацетилхолин</i>				
3. Тип рецепторов на мембране ганглионарного нейрона: <i>N<sub>n</sub>-холинорецептор (нейрональный подтип)</i>	3. Тип рецепторов на мембране ганглионарного нейрона: <i>N<sub>n</sub>-холинорецептор (нейрональный подтип)</i>				
4. Основной медиатор постганглионарных волокон: <i>ацетилхолин</i>	4. Основной медиатор постганглионарных волокон: <i>норадреналин</i>				
5. Тип клеточных рецепторов на эндотелиоцитах и ГМК сосудов: <i>M<sub>3</sub>-холинорецептор</i>	5. Типы клеточных рецепторов на ГМК сосудов: 1) <i>α<sub>1</sub>-адренорецепторы</i> ; 2) <i>β<sub>2</sub>-адренорецепторы</i>				
6. Внутриклеточные механизмы передачи сигнала при прямой стимуляции ГМК: <i>↑ ИТФ → ↑ Ca<sup>2+</sup> и ДАГ → ↑ КЛЦМ → ↑ тонуса ГМК → вазоконстрикция</i>	6. Внутриклеточные пути передачи сигнала: 1. <i>↑ ИТФ → ↑ Ca<sup>2+</sup> и ДАГ → ↑ активности КЛЦМ</i> 2. <i>↑ цАМФ → ↓ активности КЛЦМ</i>				
7. Изменение состояния ГМК при стимуляции М-холинорецепторов эндотелиоцитов сосудов: <i>↑ ИТФ → ↑ Ca<sup>2+</sup> → ↑ NO → ГМК → ↑ цГМФ → ↓ активности КЛЦМ и ↓ Ca<sup>2+</sup> → ↓ тонуса ГМК → вазодилатация.</i>	7. Изменение состояния ГМК при стимуляции α <sub>1</sub> -адренорецепторов: <i>↑ тонуса → вазоконстрикция</i> ; β <sub>2</sub> -адренорецепторов: <i>↓ тонуса → вазодилатация.</i>				
<b>Б. Влияние некоторых вазоактивных веществ на АД крови и работу сердца</b> Блокаторы кальциевых каналов (такие как нифедипин, верапамил, амлодипин и др.) и донаторы оксида азота (нитроглицерин, изосорбида динитрат) широко используются врачами в практической деятельности. Целью работы является изучение механизмов влияния указанных групп лекарственных средств на работу сердца и тонус сосудов. <b>Ход работы.</b> Виртуальный эксперимент проводится в компьютерной программе «04_PRAT».	Внесены полученные в соответствии с указаниями протокола данные в таблицу.				
	<b>ПРОТОКОЛ</b>				
<b>Воздействия на сердце</b>		<b>АД<sub>сис</sub></b>	<b>АД<sub>срд</sub></b>	<b>АД<sub>диа</sub></b>	<b>ЧСС</b>
<b>Исходные показатели</b>		<b>161</b>	<b>111</b>	<b>68</b>	<b>81</b>
Введение нифедипина (блокатор Ca <sup>2+</sup> каналов) 2 мг/кг		<b>92</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>11</b>
Введение нифедипина (блокатор Ca <sup>2+</sup> каналов) 10 мг/кг		<b>59</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
Введение нифедипина (блокатор Ca <sup>2+</sup> каналов) 20 мг/кг		<b>37</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Введение изосорбида динитрата (источник образования оксида азота) 100 мг/кг		<b>161</b>	<b>59</b>	<b>10</b>	<b>24</b>
<b>Вывод:</b> нифедипин вызывает <u>↓</u> (↑↓) ЧСС путём <b>блокады</b> Ca <sup>2+</sup> каналов проводящей системы сердца. <u>↓</u> (↑↓) АД <sub>сис</sub> , АД <sub>диа</sub> и АД <sub>срд</sub> происходит благодаря <b>блокаде</b> Ca <sup>2+</sup> каналов кардиомиоцитов и ГМК сосудов. Изосорбид динитрат (источник образования NO) вызывает <u>↓</u> (↑↓) АД <sub>сис</sub> , АД <sub>диа</sub> и АД <sub>срд</sub> вследствие <u>↓</u> (↑↓) тонуса сосудов.					

В. 1. Заполнены пропуски в тексте.

**Источниками ионов кальция** для сокращения ГМК являются: *кальций внеклеточной жидкости и кальций, содержащийся в каверолах и саркоплазматическом ретикулуме гладкомышечной клетки.*

При увеличении проницаемости плазматической мембраны мышечных клеток для  $Ca^{2+}$  тонус ГМК сосудов *повысится*, при уменьшении — *снизится*. При увеличении проницаемости для кальция мембран эндоплазматического ретикулума тонус ГМК сосудов *увеличится*.

2. Заполнена таблица (включая гормоны, нейромедиаторы и др.).

Сосудосуживающие вещества	Сосудорасширяющие вещества
<i>Норадреналин Ангиотензин II Вазопрессин Серотонин Эндотелины Простагландин F Тромбоксан A2 Адреналин в высокой концентрации</i>	<i>Адреналин (физиологическая концентрация) Ацетилхолин Аденозин Гистамин Брадикинин NO Эндотелиальный гиперполяризующий фактор Простациклин Натрийуретический пептид Метаболиты</i>

3. Заполнена таблица.

**Влияние активации адренорецепторов на сосуды некоторых органов**

Сосуды органов	Основной тип рецепторов	Реакция сосудов
Миокарда	<i><math>\beta_2</math>-адренорецепторы</i>	<i>расширение</i>
Скелетных мышц	<i><math>\beta_2</math>-адренорецепторы</i>	<i>расширение</i>
Кожы	<i><math>\alpha_1</math>-адренорецепторы</i>	<i>сужение</i>
Кишечника и печени	<i><math>\alpha_1</math>-адренорецепторы</i>	<i>сужение</i>

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПО ТЕСТУ PWC<sub>170</sub> (демонстрационная работа)

Работа 22.3

**Тест PWC<sub>170</sub>** был предложен Шестрандом (Швеция) для определения физической работоспособности спортсменов, название теста происходит от первых букв английского термина **Physical Working Capacity** — *физическая работоспособность*. Физическая работоспособность обследуемого выражается в величине той мощности физической нагрузки, при которой частота сердечных сокращений (ЧСС) достигает 170 уд/мин. Выбор именно такой частоты основан на следующих двух положениях.

1. Зона оптимального функционирования кардиореспираторной системы у спортсменов ограничивается диапазоном пульса от 170 до 200 уд/мин. Таким образом, с помощью этого теста можно установить ту интенсивность физической нагрузки, которая выводит деятельность сердечно-сосудистой системы на предел оптимального функционирования.

2. Между мощностью выполняемой нагрузки и ЧСС существует линейная зависимость вплоть до пульса 170 уд/мин; при более высокой частоте эта зависимость утрачивается. Следовательно, чем больше мощность нагрузки, при которой ЧСС достигает 170 уд/мин, тем больше резервы сердечно-сосудистой системы, которые и определяют «потолок» физической работоспособности.

**Материалы и оборудование:** велоэргометр, секундомер.



**Ход работы.** У обследуемого в состоянии покоя и в положении сидя определяйте ЧСС. Затем в течение 5 минут он выполняет первую нагрузку ( $N_1$ ), величина которой зависит от его массы (табл. 22.1). Частота вращения педалей сохраняется постоянной и равна 60 об/мин. За последние 30 секунд выполняемой нагрузки подсчитайте ЧСС (уд/мин) —  $F_1$ . Затем после 3-минутного отдыха предложите обследуемому выполнить вторую нагрузку ( $N_2$ ), величина которой зависит от  $F_1$  (табл. 22.2). Время выполнения второй нагрузки также 5 минут, она, как правило, в два раза превышает первую нагрузку. ЧСС у обследуемого определите также за последние 30 секунд выполнения пробы —  $F_2$ , в уд/мин. Необходимо отметить, что при 1-й и 2-й нагрузке пульс у обследуемого не достигает 170 уд/мин, но, учитывая данные о ЧСС в первом и втором случае, можно, исходя из линейной зависимости ЧСС от мощности нагрузки, определить ту величину нагрузки, которая бы привела к повышению ЧСС до 170 уд/мин — PWC<sub>170</sub>.

Таблица 22.1

**Мощность первой нагрузки для определения PWC<sub>170</sub>  
в зависимости от массы испытуемого**

Масса тела (кг)	Мощность (кгм/мин)
59 и меньше	300
60–64	400
65–69	500
70–74	600
75–79	700
80 и больше	800

Для перевода кгм/мин в Ватты необходимо число кгм/мин разделить на 6.

Графическое определение величины  $PWC_{170}$  имеет определенный недостаток — неизбежны погрешности, связанные с построением графика. Поэтому было предложено простое математическое выражение, позволяющее определить величину  $PWC_{170}$ , не прибегая к чертежу:

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \cdot (170 - F_1) / (F_2 - F_1),$$

где  $PWC_{170}$  — мощность физической нагрузки на велоэргометре в кгм/мин;  $N_1$  и  $N_2$  — мощность первой и второй нагрузок (в кгм/мин);  $F_1$  и  $F_2$  — ЧСС в конце первой и второй нагрузки (в уд/мин).

Таблица 22.2

**Мощность второй нагрузки для определения  $PWC_{170}$  в зависимости от ЧСС при первой нагрузке**

Мощность работы при первой нагрузке	Мощность работы при второй нагрузке кгм/мин				
	ЧСС при первой нагрузке, уд/мин				
	80–89	90–99	100–109	110–119	120–129
400	1100	1000	900	800	700
500	1200	1100	1000	900	800
600	1300	1200	1100	1000	900
700	1400	1300	1200	1100	1000
800	1500	1400	1300	1200	1100

**Указания к оформлению протокола:**

1. Занесите полученные данные в протокол.
2. Оцените полученный результат согласно данным табл. 22.3 и сделайте заключение о физической работоспособности испытуемого.

Таблица 22.3

**Оценка физической работоспособности**

Оценка	$PWC_{170}$ , кгм/мин		$PWC_{170}$ на 1 кг массы, кгм/мин	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины
Выше средней	1200	750	17,0	12,0
Средняя	1000–1200	650–750	15,0–17,0	10,0–12,0
Ниже средней	1000	650	15,0	10,0

**ПРОТОКОЛ**

Результаты исследования:

1.1. Пол испытуемого *м* (м, ж); 1.2. Масса тела **70** кг;

1.3.  $N_1$  – **600** кгм/мин; 1.4.  $N_2$  – **1200** кгм/мин,

1.5.  $F_1$  – **92** уд/мин; 1.6.  $F_2$  – **146** уд/мин;

$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \cdot (170 - F_1) / (F_2 - F_1) = 600 + [(1200 - 600) \times (170 - 92)] / (146 - 92) = 600 + [600 \times 78] / 54 = 1467$  кгм/мин;

$PWC_{170}$  на 1 кг массы тела =  $1467/70 = 21$  кгм/мин.

**Вывод.** Физическая работоспособность испытуемого *выше средней*.

## ОЦЕНКА РЕАКТИВНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ (ПОСТУРАЛЬНЫЙ (ОРТОСТАТИЧЕСКИЙ РЕФЛЕКС) БАРОРЕФЛЕКС)

Работа 22.4

Барорефлексы (рис. 22.1) участвуют в быстрой секунду минутной регуляции АД крови, например, при переходе из горизонтального в вертикальное положение. Центральные симпатические нейроны прессорного отдела сосудодвигательного (вазомоторного) центра (СДЦ) продолговатого мозга тонически активны. Каротидные барорецепторы стимулируются при растяжении стенки сосудов, вызванном давлением крови изнутри (АД). Активация барорецепторов тормозит центральные симпатические нейроны прессорного отдела СДЦ. Напротив, уменьшение растяжимости ведет к снижению барорецепторной активности. Таким образом, при переходе в вертикальное положение давление на барорецепторы понижается вследствие депонирования крови в венах ниже уровня сердца и активность симпатических нейронов СДЦ растормаживается. Рефлекторно возрастают периферическое сосудистое сопротивление (сокращение артериол, вызываемое НА через  $\alpha_1$ -адренорецепторы) и сердечный выброс (прямая симпатическая стимуляция сердца НА через  $\beta_1$ -адренорецепторы и сокращение емкостных сосудов (НА →  $\alpha_1$ -адренорецепторы гладких мышц → сокращение венул и вен), что ведет к ↑ венозного возврата крови к сердцу), и в результате восстанавливается нормальное АД.

У здорового человека нормальной гемодинамической реакцией на переход в вертикальное положение считается **увеличение ЧСС на 6–24** в минуту, изменение систолического АД в пределах  $\pm 5\%$  от исходного значения в положении лежа и диастолического АД —  $\pm 5$  мм рт. ст. в течение первых 10 минут после вставания. У людей с повышенным тонусом симпатического отдела ВНС при ортостатической пробе может наблюдаться гипердиастолический тип гемодинамической реакции: ЧСС ↑ более чем на 24 в минуту; САД ↓ более чем на 5 %; а ДАД ↑ больше чем на 5 мм рт. ст. У части людей с пониженным тонусом симпатического отдела ВНС (у лиц с повышенным тонусом парасимпатического отдела ВНС, принимающих гипотензивные препараты или по другим причинам) может наблюдаться гиподиастолический тип гемодинамической реакции на переход из горизонтального положения в вертикальное: ЧСС практически не изменяется или даже урежается, САД и ДАД понижаются, нередко значительно, на 20 мм рт. ст. и более.

В результате может значительно ухудшаться кровоснабжение мозга, что сопровождается у части людей обморочными состояниями.

**Материалы и оборудование:** anerоидный сфигмоманометр, стетоскоп, секундомер.

**Ход работы.** У испытуемого, находящегося в горизонтальном положении в течение 6 минут, три раза измерьте АД и подсчитайте ЧСС. Запишите полученные данные и рассчитайте средние значения этих показателей. Затем попросите испытуемого встать и стоя измеряйте у него АД и подсчитывайте ЧСС на 1-й, 5-й, 10-й минуте. Будьте готовы его поддержать и усадить в случае головокружения или обморока.

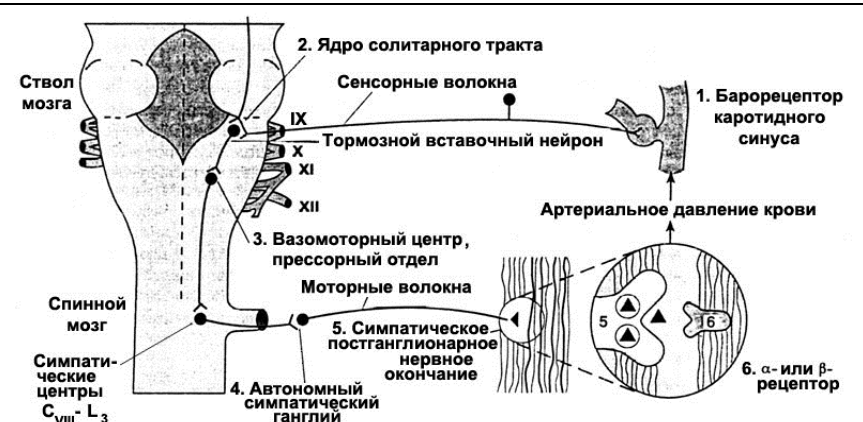


Рис. 22.1. Схема рефлекторной регуляции тонуса сосудов и давления крови при воздействии на барорецепторы каротидного синуса

### Указания к оформлению протокола:

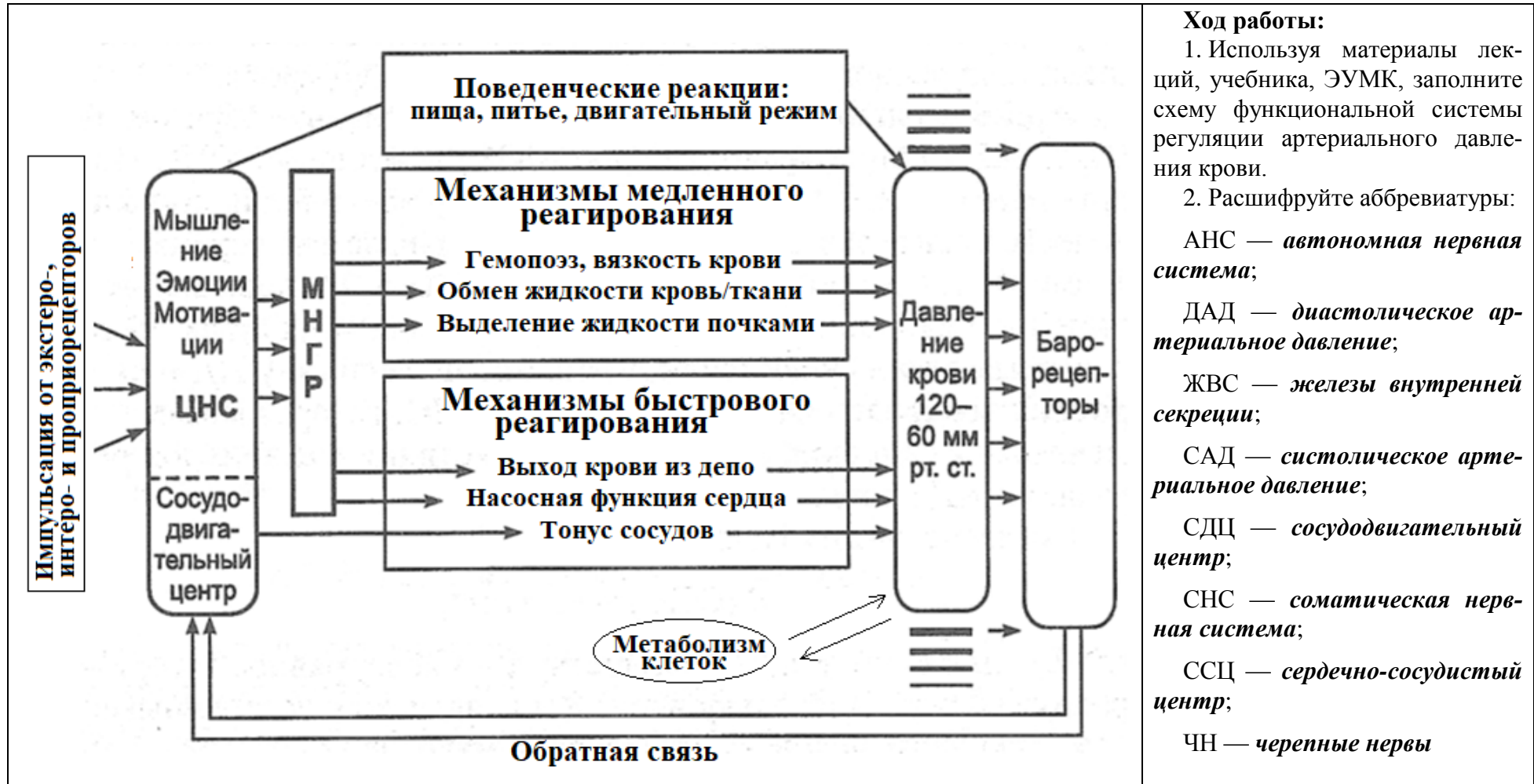
1. Полученные данные занесите в таблицу протокола.

### ПРОТОКОЛ

#### Результаты ортостатической пробы

Положение испытуемого, время измерения	Показатели					
	ЧСС в минуту		САД, мм рт. ст.		ДАД, мм рт. ст.	
	величина	отклонение от исходного	величина	% отклонения от исходного	величина	отклонение от исходного
Горизонтальное	69		126		60	
Вертикальное:						
1-я минута	87	↑+18	120	↓-4,8 %	63	↑+3
5-я минута	89	↑+20	121	↓-4,0 %	65	↑+5
10-я минута	80	↑+11	120	↓-4,8 %	65	↑+5

**Вывод:** при проведении ортостатической пробы у испытуемого выявлен **нормальный** (нормальный, гипер- или гиподиастолический) тип гемодинамических реакций.



**Ход работы:**

1. Используя материалы лекций, учебника, ЭУМК, заполните схему функциональной системы регуляции артериального давления крови.

2. Расшифруйте аббревиатуры:

АНС — *автономная нервная система*;

ДАД — *диастолическое артериальное давление*;

ЖВС — *железы внутренней секреции*;

САД — *систолическое артериальное давление*;

СДЦ — *сосудодвигательный центр*;

СНС — *соматическая нервная система*;

ССЦ — *сердечно-сосудистый центр*;

ЧН — *черепные нервы*

## АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ

### СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОГО АППАРАТА. ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ

Занятие 23 (5)

Дата: \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

<p><b>Основные вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Общий план строения дыхательной системы. Анатомические особенности воздухоносного отдела.</li><li>2. Представление о топографии и строении носа, гортани, трахеи, главных бронхов.</li><li>3. Дыхательные мышцы, их иннервация.</li><li>4. Понятие о топографии и строении легких. Строение плевры. Плевральная полость. Понятие о крово-, лимфообращении и иннервации легких.</li><li>5. Биомеханика вдоха и выдоха. Понятие о происхождении отрицательного давления в плевральной полости и его значение; эластических свойствах лёгких; сурфактанте, его составе и значении.</li><li>6. Методы исследования вентиляции лёгких. Spiрография, спирометрия. Объёмные показатели вентиляции лёгких, основные лёгочные объёмы и ёмкости.</li><li>7. Пневмотахометрия, пневмотахография. Поточковые показатели вентиляции лёгких.</li><li>8. Представление о дренажной функции верхних дыхательных путей; регуляции двигательной активности реснитчатого эпителия.</li></ol>	<p style="text-align: center;"><b>ЛИТЕРАТУРА</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Основная</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 402–422.</li><li>2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.</li></ol> <p style="text-align: center;"><i>Дополнительная</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>3. <i>Нормальная физиология</i> : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 300–314.</li><li>4. <i>Гистология, цитология, эмбриология</i> : учеб. / Т. М. Студеникина [и др.] ; под ред. Т. М. Студеникиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание, 2020. – 464 с. – С. 390–397.</li><li>5. <i>Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция</i> : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с. – С. 73–80.</li></ol>
--	--

<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <p>1. Рассчитайте альвеолярную вентиляцию при <math>DO = 450</math> мл и ЧД = 10 /мин.</p> <p>2. Рассчитайте остаточный объём и функциональную остаточную ёмкость лёгких, если их общая ёмкость равна 7 л, <math>PO_{Вд} = 3,5</math> л, <math>DO = 0,5</math> л, <math>PO_{Выд} = 1,5</math> л.</p> <p>3. Как изменится поверхностное натяжение жидкости в альвеолах, эластическая тяга лёгких и плевральное давление при недостатке сурфактанта?</p>	<p>4. Объём форсированного выдоха за 1-ю секунду (<math>ОФВ_1</math>) составляет 1,2 л, ФЖЕЛ — 3,1 л. Рассчитайте индекс Тиффно и сделайте заключение.</p> <p>5. Акушерка утверждает, что ребёнок родился мёртвым. Как можно подтвердить или опровергнуть это утверждение?</p> <p>6. Сделайте заключение по следующим показателям дыхания:  ЖЕЛ = 92 %, ПОС = 91 % от нормы;  <math>МОС_{25} = 93</math> %, <math>МОС_{50} = 81</math> %, <math>МОС_{75} = 62</math> % от нормы;  Тест Тиффно = 63 %.</p>
--	---

<b>НОРМАТИВЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА В ПОКОЕ</b>	
ЖЕЛ (жизненная ёмкость лёгких)	мужчины — 4–7 л, женщины — 3–5 л
ДО (дыхательный объём) в покое	300–800 мл
ЧД (частота дыхания) в покое	9–20 /мин
ПОСвыд (пиковая объёмная скорость выдоха)	мужчины — 5–10 л/с, женщины — 4–8 л/с; должная величина ПОС = $1,25 \times$ ЖЕЛ
Тест Тиффно ( $ОФВ_1 / ЖЕЛ \times 100$ %)	70–85 %

<b>НОРМАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАЗООБМЕНА</b>	
Диффузионная способность лёгких по кислороду (в покое), $ДЛО_2$	15–30 мл/мин/мм рт. ст.
Напряжение кислорода в артериальной крови, $PaO_2$	85–100 мм рт. ст.
Напряжение $CO_2$ в артериальной крови, $PaCO_2$	35–45 мм рт. ст.

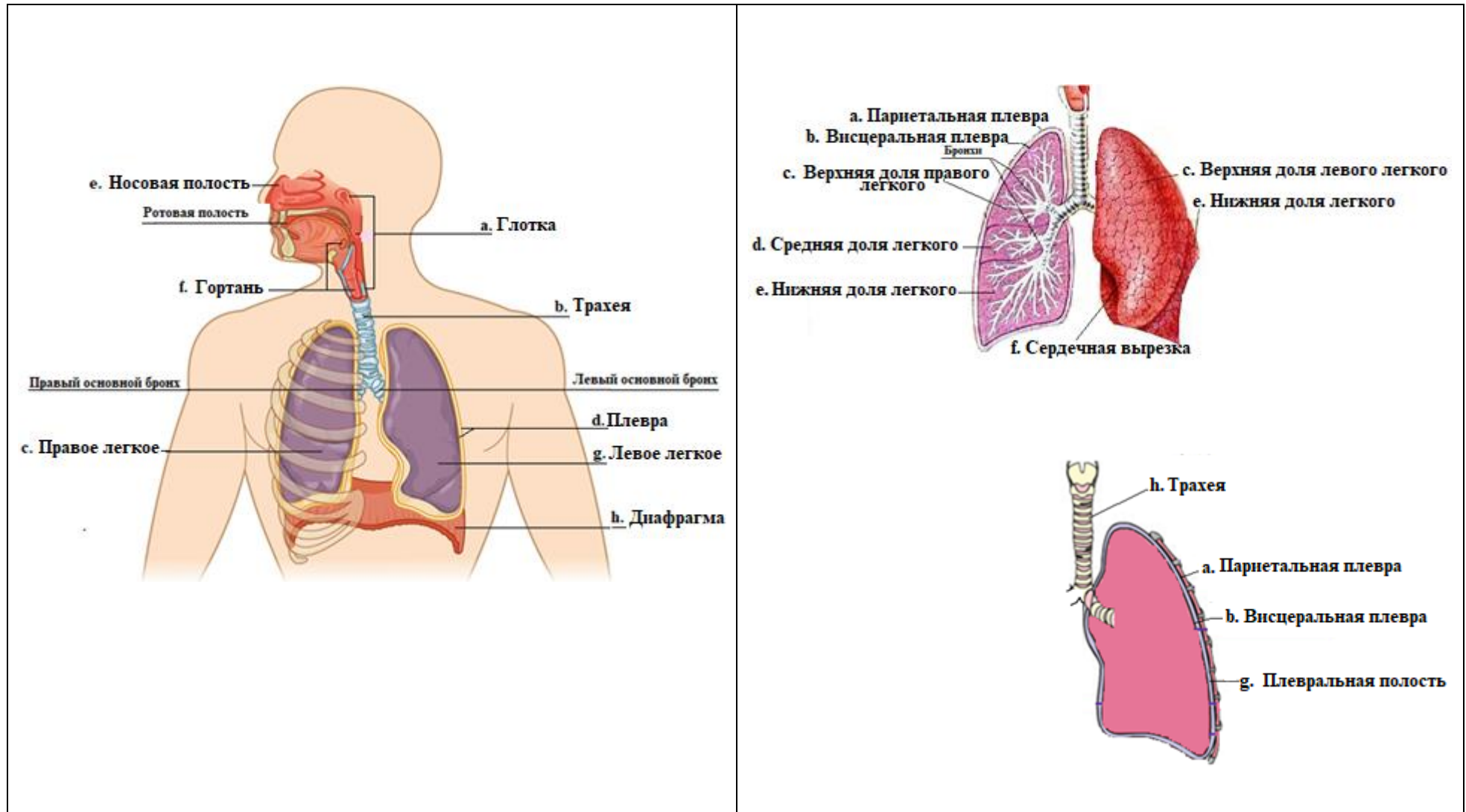
## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

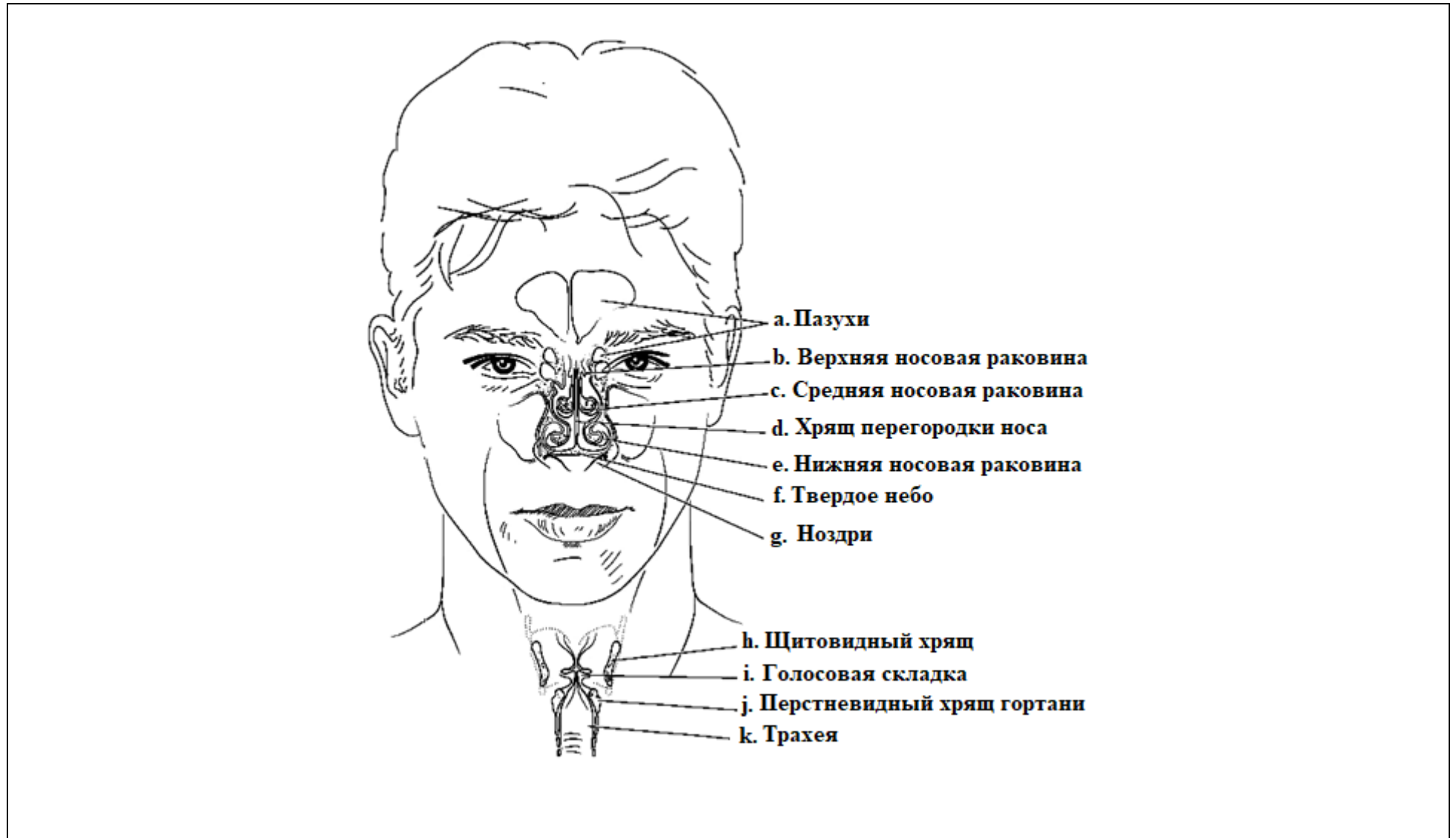
## Работа 23.1

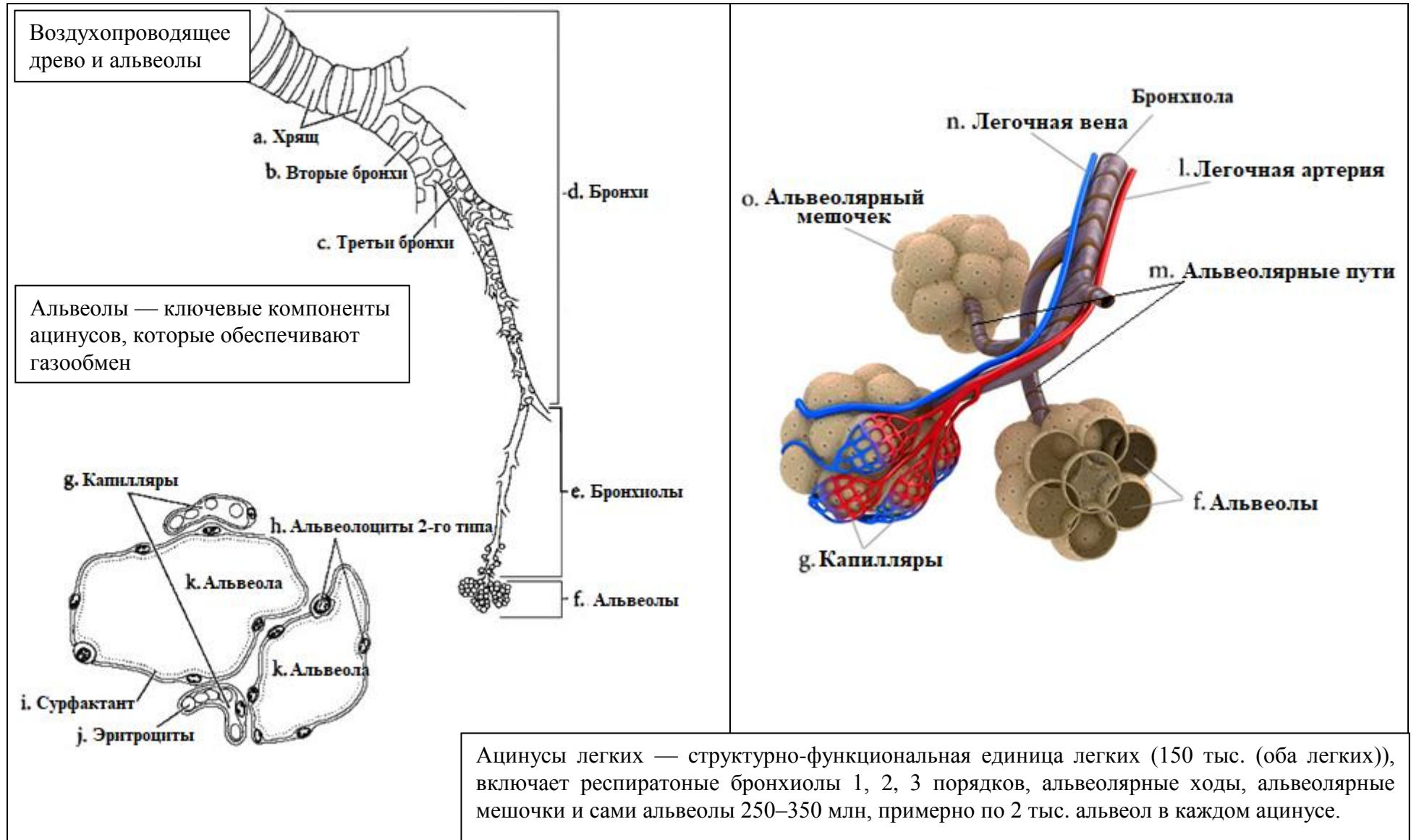
Воздухоносные пути подразделяют на верхние (1. <i>полость носа</i> ; 2. <i>носоглотка</i> ; 3. <i>ротовая часть глотки</i> ; при необходимости 4. <i>пазухи</i> ) и нижние (5. <i>гортань</i> ; 6. <i>трахея</i> ; 7. вне- и внутрилегочные <i>bronхи</i> )	Околоносовые пазухи: 1) <i>верхнечелюстная (гайморова; парная)</i> ; 2) <i>лобная (парная)</i> ; 3) <i>клиновидная (непарная)</i> ; 4) <i>ячейки решетчатой кости (решетчатый лабиринт; парная)</i> ; их функции: 1) <i>кондиционирование воздуха (увлажнение, согревание, очищение)</i> ; 2) <i>резонаторная (придание голосу индивидуальности тембра и звучности)</i> ; 3) <i>уменьшение относительной массы костей лицевого черепа</i>
Легкие — это <i>парный, паренхиматозный орган, расположенный в грудной полости, обеспечивающий внешнее дыхание</i> . Правое легкое состоит из <i>3-х</i> долей, левое — из <i>2-х</i> долей	Ацинус (структурно-функциональная единица респираторного отдела лёгких) состоит из: 1) <i>респираторных бронхиол 1, 2, 3 порядков</i> ; 2) <i>альвеолярных ходов</i> ; 3) <i>альвеолярных мешочков</i> ; 4) <i>альвеолы I, II, III порядка</i>
Дыхательный объём (ДО) — <i>объём воздуха, поступающие в лёгкие и удаляемый из них за один дыхательный цикл</i>	Дыхательные мышцы: инспираторные основные 1) <i>диафрагма</i> ; 2) <i>наружные межреберные мышцы</i> и вспомогательные, а также экспираторные: 3) <i>внутренние межреберные мышцы</i> ; 4) <i>мышцы брюшного пресса</i> ; 5) <i>мышцы, сгибающие позвоночник</i>
Минутный объём дыхания (МОД) — <i>объём воздуха, проходящий через дыхательную систему за минуту</i>	
Минутный объём альвеолярной вентиляции (МОАВ, АВ) — <i>объём воздуха, поступающий в респираторные отделы лёгких за минуту</i>	Спокойный выдох — это процесс <i>пассивный</i> , который происходит под действием сил: 1) <i>эластической тяги лёгких</i> ; 2) <i>силы тяжести грудной клетки</i> ; 3) <i>давления органов брюшной полости на диафрагму</i>
Анатомическое мёртвое пространство (АМП) — <i>объём воздуха, находящийся в дыхательных путях до уровня респираторных бронхиол, и не принимающий участия в газообмене</i>	Спирометрия — это <i>метод измерения объёмов выдыхаемого воздуха с помощью прибора спирометра</i> . ЖЕЛ (полное название <i>жизненная ёмкость лёгких</i> ) у взрослого человека — <i>3–6 л</i>
Физиологическое мёртвое пространство (ФМП) — <i>объём воздуха, не принимающий участия в газообмене, находящийся в дыхательных путях и неперфузируемых альвеолах</i>	Резервный объём вдоха (РОВд) — <i>объём воздуха, который человек может вдохнуть при максимально глубоком вдохе, сделанном после спокойного вдоха</i>
Жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) — <i>объём воздуха, который может выдохнуть человек при максимально глубоком медленном выдохе, сделанного после максимального вдоха</i>	Резервный объём выдоха (РОВвд) — <i>объём воздуха, который человек может выдохнуть при максимально глубоком выдохе, сделанном после спокойного выдоха</i>
Должная жизненная ёмкость лёгких (ДЖЕЛ) — <i>индивидуальная нормальная величина жизненной ёмкости лёгких</i>	Функциональная остаточная ёмкость (ФОЕ) — <i>объём воздуха, остающийся в лёгких после спокойного выдоха</i>
Вдох — это процесс всегда <i>активный</i> , который происходит благодаря сокращению <i>дыхательных мышц вдоха (диафрагма, наружные межреберные мышцы)</i> после поступления сигнала от <i>инспираторного отдела дыхательного центра через α-мотонейроны спинного мозга</i>	Тест Тиффно — <i>выраженное в процентах отношение объёма форсированного выдоха за первую секунду к жизненной ёмкости лёгких</i>
	ОФВ <sub>1</sub> — <i>объём воздуха, который выдыхается за первую секунду при максимально быстром (форсированном) выдохе</i>
Сурфактант — <i>вещество, состоящее из фосфолипидов и белков, выстилающее внутреннюю поверхность альвеол. Продуцируется альвеолоцитами второго типа</i>	

**ОБЩИЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. ПОНЯТИЕ О ТОПОГРАФИИ И СТРОЕНИИ ЛЕГКИХ. СТРОЕНИЕ ПЛЕВРЫ. ПЛЕВРАЛЬНАЯ ПОЛОСТЬ**

**Работа 23.2**







**Спирография** — метод графической регистрации объемов вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. В отличие от спирометрии метод спирографии дает возможность определить не только ряд легочных объемов и емкостей, но и показатели вентиляции легких в условиях покоя и произвольного или вызванного физической нагрузкой гиперпноэ (т. е. усиленного, избыточного дыхания, включая МВЛ — максимальную вентиляцию легких).

**Ход работы.** Проанализируйте данные табл. 27.1, рассчитав показатели ЖЕЛ, МОД и АВЛ и оценив показатели ЧД, глубины дыхания, РОвыд, РОвд, ЖЕЛ, МОД и АВЛ, МВЛ по сравнению с нормой.

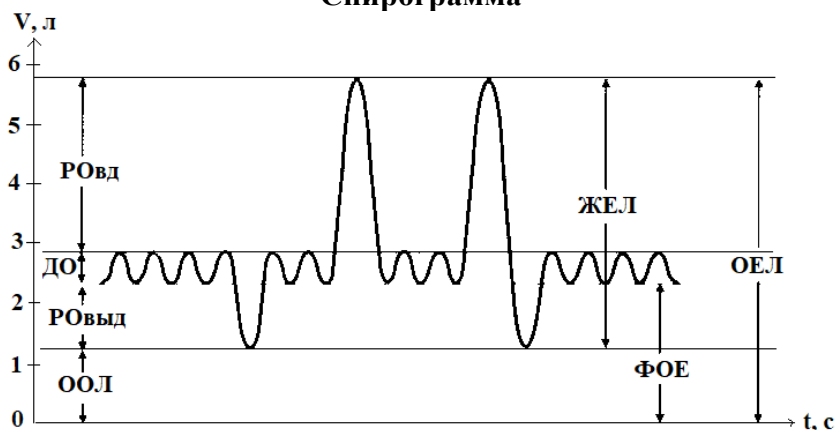
Сделайте рисунок спирограммы по данным табл. 23.1 при спокойном дыхании и МВЛ. На спирограмме обозначьте все возможные показатели из табл. 23.1.

Таблица 23.1

Спирографические показатели вентиляции легких

Название показателя	Результат измерения	Оценка (N, ↑, ↓)	Норма показателя
Частота дыхания (ЧД)	10 в мин	N	8–20 в мин
Глубина (дыхательный объем)	600 мл	N	300–800 мл
Резервный объем вдоха (РОвд)	2 л (55,5 % от ЖЕЛ)	N	50–60 % от ЖЕЛ
Резервный объем выдоха (РОвыд)	1 л (27,7 % от ЖЕЛ)	N	20–35 % от ЖЕЛ
Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)	3,6 л	N	3–6 л
Минутный объем дыхания (МОД) в покое	6 л	N	4–6 л/мин
Минутный объем альвеолярной вентиляции легких (АВЛ) в покое	4, 5 л (75 % от МОД)	N	55–85 % от МОД
Максимальная вентиляция легких	85 л	N	40–200 л/мин

**ПРОТОКОЛ  
Спирограмма**



Обозначены дыхательные объемы и ёмкости

**Указания к оформлению протокола:**

1. Сделайте рисунок спирограммы и обозначьте на нем: ДО, РОвд, РОвыд, ЖЕЛ, МВЛ.

2. Рассчитайте величину:  
 $МОД = ДО * ЧД$

$$АВЛ = (ДО - 150) * ЧД$$

и внесите полученные данные в табл. 23.1.

3. Оцените полученные результаты, сделав соответствующие отметки в табл. 23.1.

При выполнении данной работы вы должны овладеть методикой измерения **жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ)**, расчетом должной величины этого показателя (**ДЖЕЛ**) и проведением оценки результата выполненного исследования.

**ЖЕЛ** — максимальный объем воздуха, который человек может выдохнуть при максимально глубоком спокойном выдохе, сделанном после максимально глубокого вдоха.

**ДЖЕЛ** — **должная ЖЕЛ**, расчетная величина максимального объема выдохнутого воздуха, в зависимости от возраста, роста, массы тела и пола человека.

Величина ЖЕЛ зависит от возраста, роста, массы тела и пола человека и в определенной степени отражает растяжимость и подвижность легких, эластические свойства грудной клетки, силу дыхательных мышц. По её величине можно также судить о **резервных** возможностях **внешнего дыхания** в увеличении **вентиляции легких (ВЛ)** за счет увеличения **глубины дыхания (ДО)**.

Показатель **ЖЕЛ** имеет важное значение в обнаружении и дифференцировании нарушений (**обструктивных** и **рестриктивных**) вентиляции легких, в оценке состояния легочной ткани, дыхательных путей и дыхательных мышц.

**Материалы и оборудование:** водяной спирометр, стерильные мундштуки (загубники), носовой зажим с марлевой салфеткой, дезраствор, вата или чистая ветошь, ёмкость для отработанных материалов.

#### Ход работы.

Перед проведением измерений мундштук или загубник обрабатывают дезраствором, устанавливают стрелку прибора в нулевое положение, носовое дыхание у испытуемого прекращают путём наложения специального носового зажима на нос.

При определении **ЖЕЛ** испытуемый находится в положении стоя. Он делает максимально глубокий вдох с умеренной скоростью, захватывает губами мундштук или загубник (на высоте вдоха) и производит медленный максимально глубокий выдох в трубку спирометра. Исследование повторяют **три раза**. Период отдыха после каждого исследования составляет не менее **30 секунд**. Учитывают наибольший результат испытуемого.

Для оценки результата проведенного исследования проводят расчет **ДЖЕЛ** у испытуемого с учётом его пола, возраста, роста и массы тела по специальным формулам 1 и 2. Для молодых людей в возрасте 18–25 лет **ДЖЕЛ** можно рассчитать по формуле 1.

1) для мужчин:  $ДЖЕЛ = 5,8 \cdot P + 0,085 \cdot B - 6,908$ ;

1) для женщин:  $ДЖЕЛ = 3,8 \cdot P + 0,029 \cdot B - 3,190$ ;

где  $P$  — рост в метрах,  $B$  — возраст в годах, **ДЖЕЛ** — в литрах.

Или по формулам Антони:

2) для мужчин:  $ДЖЕЛ = ДВОО \cdot 2,6$ ;

2) для женщин:  $ДЖЕЛ = ДВОО \cdot 2,2$ ;

где **ДВОО** — должная величина основного обмена, **ДЖЕЛ** — в мл.

**ДВОО** рассчитывают по таблицам Гаррис–Бенедикта для мужчин или для женщин на основании данных их роста, массы тела (число А) и возраста (число Б) определяют величину показателя путем сложения чисел А и Б.

Если величина измеренной ЖЕЛ составляет 80 % и более от ДЖЕЛ, то ЖЕЛ рассматривается как нормальная. Уменьшение величины ЖЕЛ более чем на 20 % по отношению к ДЖЕЛ является важным признаком рестриктивных нарушений дыхания, что часто имеет место при крупозной пневмонии или снижении силы дыхательных мышц.

#### Указания к оформлению протокола:

1. Внесите сведения об антропометрических данных испытуемого; три результата измерения ЖЕЛ; а также рассчитайте ДЖЕЛ испытуемого.

2. Сделайте заключение о величине ЖЕЛ и об отсутствии или наличии рестриктивных нарушений.

#### ПРОТОКОЛ

1. Антропометрические данные испытуемого:

рост **1,72** м, масса **66** кг, возраст **17** лет, пол **м** (м/ж).

ЖЕЛ стоя = **4** л; **4,1** л; **4** л.

$ДЖЕЛ (1) = 5,8 \cdot 1,72 + 0,085 \cdot 17 - 6,908 = 4,5$  л;

$ДЖЕЛ (2) \text{ по Антони} = 1797 \cdot 2,6 = 4672$  мл

ЖЕЛ : ДЖЕЛ \* 100 % =  $4,03 : 4,5 \cdot 100\% = 89,5$  % (норма 80–120 %).

2. **Выводы.** Величина ЖЕЛ испытуемого **в норме**, рестриктивные нарушения **отсутствуют**.

**ТАБЛИЦЫ ГАРРИС-БЕНЕДИКТА (женщины)  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНОГО ОБМЕНА ПО ДАННЫМ ВЕСА, ВОЗРАСТА И ДЛИНЫ ТЕЛА (РОСТА)**

Таблица А

КГ	ККАЛ	КГ	ККАЛ	КГ	ККАЛ	КГ	ККАЛ
35	990	57	1200	80	1420	102	1631
36	999	58	1210	81	1430	103	1640
37	1009	59	1219	82	1439	104	1650
38	1019	60	1229	83	1449	105	1650
39	1028	61	1238	84	1458	106	1669
40	1038	62	1248	85	1456	107	1678
41	1047	63	1258	86	1478	108	1688
42	1057	64	1267	87	1487	109	1698
43	1066	65	1277	88	1497	110	1707
44	1076	66	1286	89	1506	111	1717
45	1085	67	1296	90	1516	112	1725
46	1095	68	1305	91	1525	113	1736
47	1105	69	1315	92	1535	114	1745
48	1114	70	1325	93	1544	115	1755
49	1124	71	1334	94	1554	116	1764
50	1133	72	1344	95	1564	117	1774
51	1143	73	1353	96	1573	118	1781
52	1152	74	1363	97	1583	119	1793
53	1162	75	1372	98	1592	120	1803
54	1172	76	1382	99	1602	121	1812
55	1181	77	1391	100	1611	122	1822
56	1190	78	1401	101	1621	123	1831
		79	1411			124	1841

**ТАБЛИЦЫ ГАРРИС-БЕНЕДИКТА (мужчины)  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНОГО ОБМЕНА ПО ДАННЫМ ВЕСА, ВОЗРАСТА И ДЛИНЫ ТЕЛА (РОСТА)**

Таблица А

КГ	ККАЛ	КГ	ККАЛ	КГ	ККАЛ	КГ	ККАЛ
35	548	57	850	80	1167	102	1469
36	562	58	864	81	1180	103	1483
37	575	59	878	82	1194	104	1497
38	589	60	892	83	1208	105	1510
39	603	61	905	84	1222	106	1524
40	617	62	919	85	1235	107	1538
41	630	63	933	86	1249	108	1552
42	644	64	947	87	1253	109	1565
43	658	65	960	88	1277	110	1579
44	672	66	974	89	1290	111	1593
45	685	67	988	90	1304	112	1607
46	699	68	1002	91	1318	113	1620
47	713	69	1015	92	1332	114	1620
48	727	70	1029	93	1345	115	1648
49	740	71	1043	94	1359	116	1664
50	754	72	1057	95	1370	117	1675
51	768	73	1070	96	1387	118	1689
52	782	74	1084	97	1406	119	1703
53	795	75	1098	98	1414	120	1717
54	809	76	1112	99	1428	121	1730
55	823	77	1125	100	1442	122	1744
56	837	78	1139	101	1455	123	1758
		79	1153			124	1772

Таблица Б

ВОЗРАСТ В ГОДАХ											
См	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37
116	59	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	75	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
124	101	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
128	107	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
132	123	114	-	-	-	-	-	-	-	-	-
136	139	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	151	146	-	-	-	-	-	-	-	-	-
144	171	162	-	-	-	-	-	-	-	-	-
148	187	178	-	-	-	-	-	-	-	-	-
152	201	192	183	174	165	165	146	136	127	117	108
156	215	206	190	181	172	162	153	144	134	125	116
160	229	220	198	188	179	170	160	151	142	132	123
164	243	234	205	196	186	177	168	158	149	130	121
168	255	246	213	203	194	184	166	156	158	147	138
172	267	253	220	211	201	192	183	173	164	154	145
176	279	270	227	218	209	199	190	181	171	162	153
180	291	282	235	225	216	207	197	188	179	169	160
184	303	294	242	233	223	214	205	195	186	177	167
188	313	304	250	240	231	221	212	203	193	184	175
192	323	314	257	248	230	229	220	210	201	191	182

Таблица Б

ВОЗРАСТ В ГОДАХ											
См	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37
120	353	328	-	-	-	-	-	-	-	-	-
124	393	368	-	-	-	-	-	-	-	-	-
128	433	408	-	-	-	-	-	-	-	-	-
132	473	448	-	-	-	-	-	-	-	-	-
136	513	488	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	553	528	-	-	-	-	-	-	-	-	-
144	593	568	-	-	-	-	-	-	-	-	-
148	663	608	-	-	-	-	-	-	-	-	-
152	673	648	619	605	592	578	565	551	538	524	511
156	713	678	639	625	612	598	585	571	558	544	531
160	743	708	659	645	632	618	605	591	578	564	551
164	773	738	679	665	652	638	625	611	598	584	571
168	803	768	699	685	672	658	645	631	618	604	591
172	823	788	719	705	692	678	665	651	638	624	611
176	843	808	739	725	712	698	685	671	658	644	631
180	863	828	759	745	732	718	705	691	678	664	651
184	883	848	779	765	752	738	725	711	698	684	671
188	903	868	799	785	772	758	745	731	718	704	691
192	923	888	819	805	792	778	765	751	738	724	711
196	-	908	839	825	812	798	785	771	758	744	731
200	-	-	859	845	832	818	805	791	778	764	751

**Пикфлоуметрией** (или **пневмотахометрией**) называют методику измерения объёмной скорости потока воздуха на вдохе или выдохе. Наиболее распространены приборы — пикфлоуметры, измеряющие максимальную (пиковую) объёмную скорость (ПОС) выдоха.

Принцип метода основан на измерении градиента давлений воздуха по разные стороны сужения в трубке пикфлоуметра. Данный градиент пропорционален величине объёмной скорости движения воздуха.

Снижение ПОС вдоха и, особенно, выдоха является важным показателем уменьшения проходимости дыхательных путей для воздуха — наличия обструктивных нарушений, которые часто имеют место у больных обструктивным бронхитом или бронхиальной астмой. Проведение пикфлоуметрии позволяет не только диагностировать нарушение проходимости дыхательных путей, но и подобрать эффективные для данного больного препараты бронхорасширяющие лекарственные средства.

**ПОС выдоха** составляет у взрослых людей **4–8 л/с (для женщин)** и **5–10 л/с (для мужчин)**. Величина **ПОС вдоха** обычно несколько меньше, чем выдоха, но **должна быть не менее 3 л/с** у взрослого человека независимо от его пола.

Для оценки ПОС выдоха рассчитывают её должную величину (ДПОС) для конкретного человека. Чтобы рассчитать должную ПОС выдоха (ДПОС) для обследуемого человека у него измеряют **ЖЕЛ** и её величину умножают на **1,25**. Измеренная ПОС выдоха в норме может отклоняться от ДПОС на **±20 %**. Уменьшение ПОС выдоха меньше 80 % от ДПОС и ПОС вдоха менее 3 л/с свидетельствует о наличии обструктивных нарушений у обследуемого.

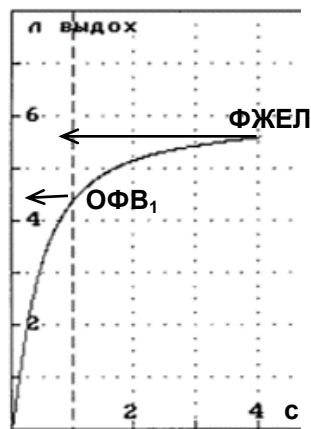


Рис. 23.1. Кривая форсированного выдоха здорового человека

**Материалы и оборудование:** пневмотахометр, носовой зажим с марлевой салфеткой, дезраствор, вата или чистая ветошь, ёмкость для отработанных материалов.

**Ход работы.** Переключатель прибора должен быть установлен в положение «выдох». Испытуемый, плотно обхватив загубник трубки пикфлоуметра губами делает максимальный форсированный (быстрый и сильный) выдох через рот. Результат определяют по максимальному отклонению стрелки в пневмотахометре (или смещению ползунка в портативных пикфлоуметрах).

Для определения объёмной скорости вдоха устанавливают переключатель прибора в положение «вдох» и делают максимально форсированный вдох через трубку.

Затем производят расчет ДПОС выдоха у испытуемого.

**Указания к оформлению протокола:**

1. Внесите сведения о измеренных ПОС вдоха и ПОС выдоха.
2. Рассчитайте ДПОС выдоха у испытуемого.
3. Сделайте заключение об отсутствии или наличии обструктивных нарушений.

**ПРОТОКОЛ**

1. Измеренная ПОС вдоха = **3,2 л/с**,

ПОС выдоха = **4,8 л/с**.

2. ДПОС выдоха (ЖЕЛ \* 1,25) = **4,03 \* 1,25 = 5,03 л/с**.

3. **Вывод:** обструктивные нарушения *отсутствуют* (отсутствуют/имеются)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЧЕСКОГО СПИРОМЕТРА МАС-1

Работа 23.8

В настоящее время в клиническую практику всё шире внедряются автоматические спирометры, позволяющие проводить как спирографию, так и пикфлоуметрию, автоматически рассчитывать должные величины измеряемых показателей, оценивать их качество и динамику их изменения при повторном тестировании. Одним из таких приборов является отечественный спирометр МАС-1.

Названия основных показателей внешнего дыхания и их сокращения, применяемые при исследовании внешнего дыхания, приведены в табл. 23.2.

**Материалы и оборудование.** Спирометр МАС-1, мундштуки, носовой зажим с марлевой салфеткой, дезраствор, вата или чистая ветошь, ёмкость для отработанных материалов.

**Ход работы.** Наденьте мундштук (загубник) на измерительную трубку. Правильно усадите испытуемого. Его голова должна быть отклонена немного назад, чтобы дыхательные пути были как можно более свободными.

Объясните испытуемому, как правильно взять мундштук: зубы должны лечь на мундштук, а язык лежать под ним, фиксируя мундштук (рис. 23.2). Обратите внимание на то, что губы должны будут плотно обхватить мундштук, особенно по углам рта.

Объясните испытуемому порядок выполнения дыхательного манёвра.

Перекройте носовое дыхание испытуемого с помощью носового зажима.

Таблица 23.2

Обозначения		Ед. изм.	Полное название показателя
русскоязычные	международные		
ЖЕЛ	VC	л	Жизненная ёмкость лёгких = Vital Capacity
ДО	TV	л	Дыхательный объём = Tidal Volume
МОД	MV	л/мин	Минутный объём дыхания = Minute Ventilation
Ровьд	ERV	л	Резервный объём выдоха = Expiratory Reserve Volume
Ровд	IRV	л	Резервный объём вдоха = Inspiratory Reserve Volume
ЧД	RR	1/мин	Частота дыхания = Respiratory Rate
ЕВ	IC	л	Ёмкость вдоха = Inspiratory Capacity (ДО + Ровд)
ФЖЕЛ	FVC	л	Форсированная жизненная ёмкость лёгких Forced Vital Capacity
ОФВ <sub>1</sub>	FEV <sub>1</sub>	л	Объём форсированного выдоха за 1-ю секунду Forced Expiratory Volume in 1 sec
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ	FEV <sub>1</sub> /FVC	%	индекс Генслара = Index Gaenslar
ИндТифф или ИТ	FEV <sub>1</sub> /VC	%	Тест Тиффно = индекс Тиффно = Index Tiffeneau (ОФВ <sub>1</sub> / ЖЕЛ × 100 %)
ПОС <sub>выд</sub>	PEF	л/с	Пиковая объёмная скорость выдоха = Peak Expiratory Flow
ПОС <sub>вд</sub>	PIF	л/с	Пиковая объёмная скорость вдоха = Peak Inspiratory Flow
МОС <sub>25</sub>	MEF <sub>25</sub>	л/с	Максимальная (мгновенная) объёмная скорость в момент выдоха 25 % ФЖЕЛ. 25 % отсчитываются от начала выдоха. Maximum Expiratory Flow at 25 % of the FVC
МОС <sub>50</sub>	MEF <sub>50</sub>	л/с	----- в момент выдоха 50 % ФЖЕЛ
МОС <sub>75</sub>	MEF <sub>75</sub>	л/с	----- в момент выдоха 75 % ФЖЕЛ
МОС <sub>25-75</sub>	MEF <sub>25-75</sub>	л/с	Средняя объёмная скорость выдоха от 25 % до 75 % ФЖЕЛ Forced Mid-Expiratory Flow at 25 to 75 % of the FVC
МОС <sub>75-85</sub>	MEF <sub>75-85</sub>	л/с	----- от 75 % до 85 % ФЖЕЛ Forced End-Expiratory Flow at 75 to 85 % of the FVC
МВЛ	MVV	л/мин	Максимальная вентиляция лёгких Maximal Voluntary Ventilation
ДО <sub>м</sub>		л	Дыхательный объём при гипервентиляции
ЧД <sub>м</sub>		1/мин	Частота дыхания при гипервентиляции

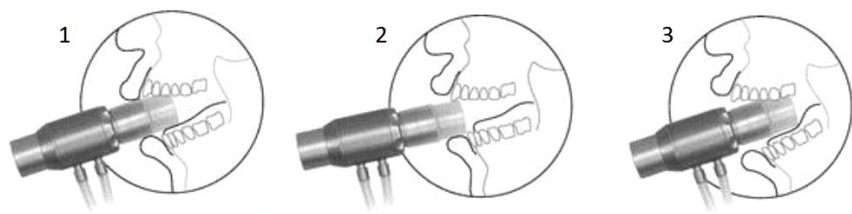


Рис. 23.2. Положение мундштука во рту испытуемого:  
1 — правильное; 2 и 3 — неправильное

### 1. Тест ЖЕЛ (спирометрия)

Нажмите клавишу [СТАРТ], на экран будет выведено краткое описание теста. При повторном нажатии клавиши [СТАРТ], **раздастся звуковой сигнал** и появится движущая слева-направо горизонтальная линия. **После** этого проинструктируйте пациента: «Возьмите трубку в рот и спокойно дышите».

Через 2–4 вдоха/выдоха повторно нажмите клавишу [СТАРТ]. Момент повторного нажатия клавиши [СТАРТ] выбирается произвольно, но обязательно **перед** выполнением глубокого дыхательного манёвра. Скомандуйте пациенту: «Спокойно вдохните как можно глубже. Затем не спеша сделайте глубокий выдох до конца».

При выполнении манёвров глубокого вдоха или выдоха стимулируйте пациента словами до тех пор, пока на кривой дыхания не появится **горизонтальный участок** (плато), желательно до **гудка**. Это будет означать, что вдох/выдох выполнен полностью, до конца.

Иногда (особенно при бронхообструкции) выдох может продолжаться и после гудка. Команду на возвращение к спокойному дыханию в этом случае следует отдавать, когда оператор поймёт, что выдох полностью завершён. Гудок в этом случае является необходимым, но не достаточным условием завершения выдоха!

Завершите измерение командой: «Вернитесь к обычному дыханию и выньте трубку из рта». Нажмите [ВВОД].

В процессе измерений следует стремиться достигать воспроизводимости показателей дыхания пациента. Для этого рекомендуется выполнить несколько попыток (не менее 2–3) с перерывом 1–2 мин и добиваться выполнения критериев качества тестов.

**Критерии качества тестов.** Программное обеспечение спирометра помогает контролировать объективность получаемых результатов. Для этого после выполнения каждой попытки дыхательного теста происходит автоматический расчёт критериев качества. Если критерии выполнены, они отмечаются в таблице знаком «+». В таком случае спирометрические исследования можно считать проведёнными правильно, а их результаты — достоверными. Если критерии качества не выполнены (отмечаются в таблице знаком «-»), то результаты соответствующего дыхательного теста следует воспринимать критически, вплоть до принятия решения о повторении исследования.

Основные причины, приводящие к невыполнению критериев:

- испытуемый не понимает сути дыхательных манёвров;
- оператор неверно подаёт команды;
- состояние здоровья испытуемого не позволяет ему правильно выполнять форсированные манёвры;
- испытуемый намеренно искажает свои дыхательные усилия.

**Получаемые результаты.** По результатам теста ЖЕЛ строится спирограмма, позволяющая оценить ДО, РОвд, РОвыд и ЖЕЛ. Справа от спирограммы формируется диаграмма объёмов, позволяющая легко оценить величину полученных показателей (рис. 23.3).

Обратите внимание, что спирография не позволяет установить величину остаточного объёма и общей ёмкости лёгких испытуемого. Их измеряют с помощью метода разведения гелия или плетизмографии тела.

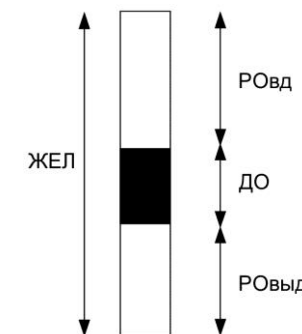


Рис. 23.3. Диаграмма объёмов

(Продолжение)

**2. Тест ФЖЕЛ (пневмотахометрия)**

Не снимая носовой зажим, нажмите клавишу [СТАРТ], на экран будет выведено краткое описание теста. При повторном нажатии клавиши [СТАРТ] раздастся звуковой сигнал.

**После** этого проинструктируйте испытуемого: «Возьмите трубку в рот и спокойно дышите». Через 1–2 вдоха/выдоха скамандуйте: «Не торопясь, выдохните полностью». Убедитесь, что выдох полный (до гудка).

Скомандуйте: «Сделайте самый глубокий вдох и сильно, как только можете, выдохните до конца, как будто задуваете свечи на торте. Не прекращайте выдох в течение нескольких секунд». Во время форсированного выдоха побуждайте испытуемого словами (например, «Не прекращайте выдох, продолжайте!») в течение 3–6 секунд, желательно **до гудка**.

Завершите измерение командой: «Вернитесь к обычному дыханию и выньте трубку изо рта». Нажмите [ВВОД]. Выполните не менее двух попыток, стремясь выполнить критерии качества тестов.

**Получаемые результаты.** По результатам данного теста строится две кривых: петля «поток – объём», которая отражает зависимость объёмной скорости вдоха (нижняя часть кривой) и выдоха (верхняя часть) от объёма вдохнутого/выдохнутого воздуха, и кривая форсированного выдоха, показывающая зависимость величины объёма выдыхаемого воздуха от времени выдоха (рис. 23.4).

Пунктир на первой кривой соответствует значению  $ОФВ_1$ , на второй кривой — 1-й секунде от начала форсированного выдоха.

**Программой спирометра используются следующие обозначения:**

НОРМ — должное значение параметра;

ЛУЧШ — абсолютное (в литрах) значение параметра лучшей попытки;

% — относительное (в % от должной величины) значение параметра лучшей попытки;

ИЗМ — абсолютное (в литрах) значение параметра 2-й лучшей попытки;

% — относительное (в % от должной величины) значение параметра 2-й лучшей попытки.

ИМТ — индекс массы тела (масса тела, кг / (рост, м)<sup>2</sup>).

ИКЧ — индекс курящего человека (сигарет в день / 20 × стаж курения).

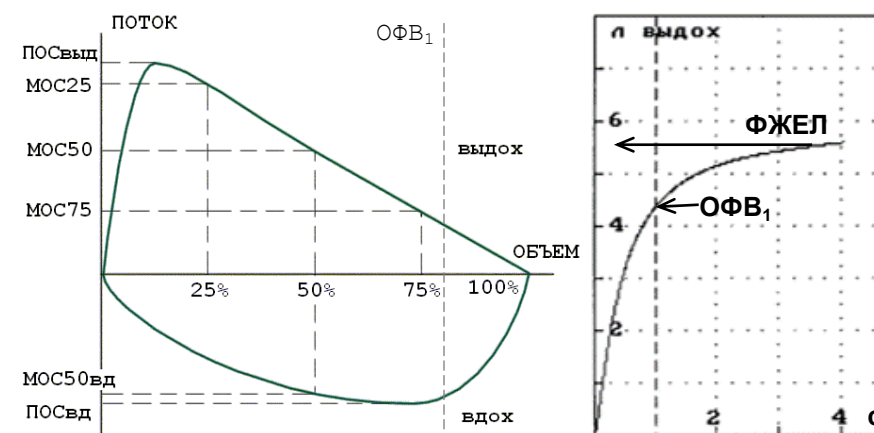


Рис. 23.4. Нормальная петля «поток – объём» (слева) и кривая форсированного выдоха (справа) здорового человека

**3. Тест МВЛ (максимальная вентиляция лёгких)**

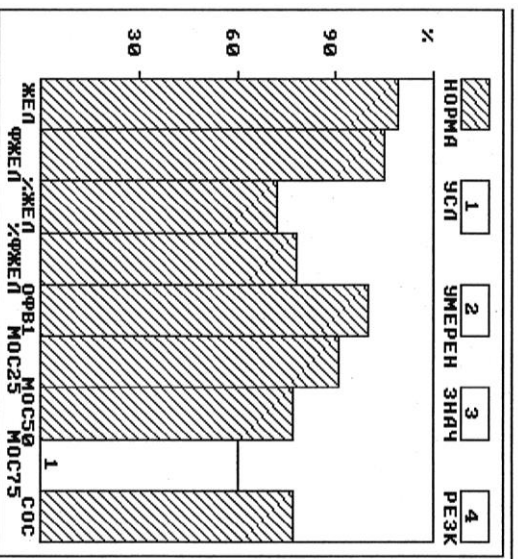
Не проводите данный тест у испытуемых, имеющих склонность к бронхоспазму! Данный тест желательно проводить в кресле с подлокотниками, поскольку вследствие гипокемии у испытуемого может кружиться голова или нарушиться сознание. Контролируйте его состояние!

Нажмите клавишу [СТАРТ], на экран будет выведено краткое описание теста. При повторном нажатии клавиши [СТАРТ] **раздастся звуковой сигнал**.

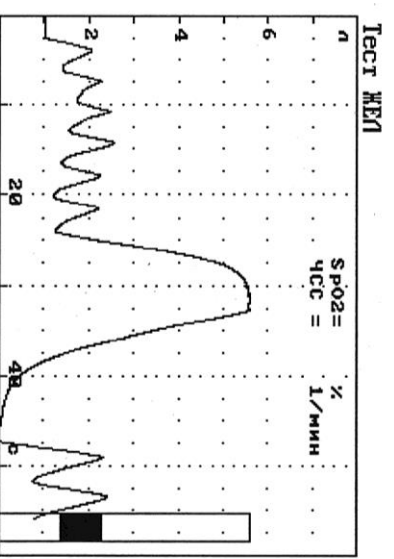
**После** этого проинструктируйте испытуемого: «Возьмите трубку в рот. Дышите быстро и глубоко, как только можете». Испытуемый выполняет максимально глубокие и быстрые дыхательные движения, как после быстрого бега. Попытка измерения закончится автоматически по истечении 12 секунд с момента старта или же может быть завершена нажатием [ВВОД].

Скомандуйте испытуемому: «Выньте трубку изо рта и снимите носовой зажим».

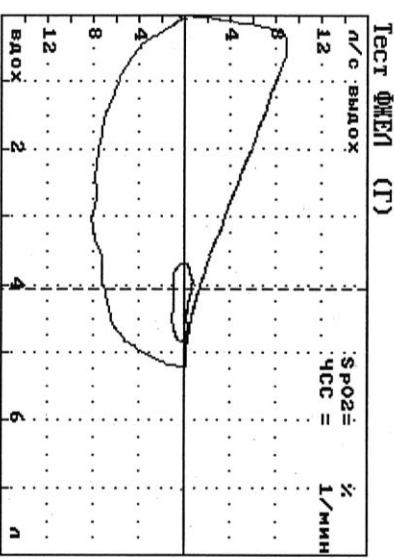
Дата обследования пациента: 09январь2023, Начало: 09:07, Окончание: 09:35  
 ( ) года, см, кг, ИМТ = , ИКЧ =  
 Система норм: КЕМЕНТ, Раса: ЕВРОПЕОИД



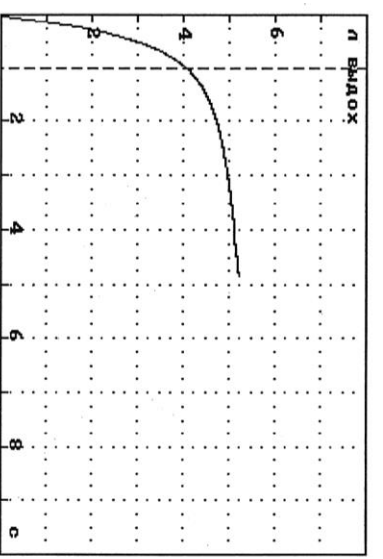
Параметр	Единица	Значение	Норма	Плуч	%
ЖЕЛ	л	0.77	5.61	118	
ДО	л/мин	8.02	0.91	169	
РОВА	л		13.5		
ЧД	л/мин		3.3		
ТС	л		15		
ФЖЕЛ	л	4.97	4.22	105	
ОФВ1	л	4.08	4.06	100	
ОФВ1/ФЖЕЛ	%	79	78		
ИндИнф	%	79	72		
ПОСвмд	л/с	9.31	8.99	97	
МОСвд	л/с	8.50	8.12	91	
МОС25	л/с	5.75	7.76	77	
МОС50	л/с	2.59	4.43	60	
МОС75	л/с	4.71	1.55	77	НОРМ >70%
СОС2575	л/с		3.65		
МВ1	л/мин		182		
СДМ	л		3.00		
ЧДМ	л/мин		61		



Критерии качества тестов —  
 Испиро 3 +  
 дЖЕЛ л 0.06 +  
 УокончСл л 0.01 +  
 Мпнезмо 3 +  
 дОФВ1 л 0.02 +  
 дФЖЕЛ л 0.19 +  
 Узкстр л 0.01 +  
 УокончПн л 0.12 +  
 + критерий выполнен, — не выполнен  
 Заключение по ФВД:  
 условная норма, снижен МОС75  
 01апр2019 —> 09январь2023:  
 снижение ОФВ1 0.297 л  
 09январь2022 —> 09январь2023:  
 динамика ОФВ1/ФЖЕЛ(ИндИнф) в норме



ВНИМАНИЕ!  
 Заключение является предварительным  
 и требует подтверждения врача.  
 Заключение врача:  
 \_\_\_\_\_  
 Подпись \_\_\_\_\_ Фамилия \_\_\_\_\_



<p><b>Основные вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Состав атмосферного, альвеолярного и выдыхаемого воздуха.</li> <li>2. Относительное постоянство состава альвеолярного воздуха и механизмы его поддержания. Парциальное давление кислорода и углекислого газа в атмосферном, выдыхаемом и альвеолярном воздухе и напряжение их в крови. Расчёт парциального давления газа в смеси газов.</li> <li>3. Газообмен в лёгких. Факторы, влияющие на процессы диффузии газов между альвеолярным воздухом и кровью. Диффузионная способность лёгких по кислороду. Аэро-гематический барьер, его свойства.</li> <li>4. Понятие о транспорте газов кровью. Транспортные формы кислорода. Кислородная ёмкость крови (КЕК). Оксигеметрия. Пульсоксиметрия.</li> <li>5. Кривая диссоциации оксигемоглобина, её сдвиги. Факторы, влияющие на сродство гемоглобина к кислороду, их физиологическое значение.</li> <li>6. Транспорт углекислого газа кровью. Транспортные формы углекислого газа. Взаимосвязь между газообменом кислорода и углекислого газа.</li> <li>7. Газообмен между кровью и тканями. Уравнение Фика. Коэффициент утилизации кислорода тканями (КУК) в покое и при физической нагрузке.</li> <li>8. Роль дыхания в поддержании кислотно-основного состояния крови. Буферные системы крови.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>ЛИТЕРАТУРА</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Основная</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). — С. 422 – 429.</li> <li>2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><i>Дополнительная</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. <i>Нормальная физиология</i> : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 314–325.</li> <li>4. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. для студентов фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 190–194.</li> <li>5. <i>Гистология, цитология, эмбриология</i> : учеб. / Т. М. Студеникина [и др.] ; под ред. Т. М. Студеникиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание, 2020. – 464 с. – С. 397–403.</li> <li>6. <i>Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция</i> : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с. – С. 73.</li> </ol>
<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Почему выдыхаемый воздух содержит больше кислорода, чем альвеолярный?</li> <li>2. Определите КЕК, если содержание гемоглобина в крови составляет 120 г/л.</li> <li>3. Как изменится сродство гемоглобина к O<sub>2</sub> и диссоциация оксигемоглобина: при ацидозе; при повышении рСО<sub>2</sub>; при снижении температуры?</li> <li>4. Чему в среднем равно рO<sub>2</sub> и каково насыщение Hb кислородом в венозной крови?</li> <li>5. При рO<sub>2</sub>, равном 40 мм рт. ст., в крови содержится 85 % оксигемоглобина. Соответствует ли это норме или является признаком сдвига кривой диссоциации оксигемоглобина вправо или влево?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. У испытуемого потребление кислорода составляет 250 мл/мин, объём крови — 5 л, содержание Hb — 150 г/л. Рассчитайте количество O<sub>2</sub>, которое содержится в крови этого человека. На какое время ему хватило бы этого количества кислорода при указанном уровне его потребления?</li> <li>7. Рассчитайте МОК, если потребление кислорода у человека составляет 300 мл/мин, содержание гемоглобина в крови — 140 г/л, КУК — 30 %. Сравните с МОК при содержании гемоглобина в крови 110 г/л и кислорода в венозной крови 13 об%.</li> </ol>

<p>Аэрогематический барьер — <i>барьер между альвеолярным воздухом и легочными капиллярами.</i> Он состоит из: 1) <i>эндотелиального слоя капилляра</i>; 2) <i>базальной мембраны альвеолярного эпителия</i>; 3) <i>участка цитоплазмы дыхательных альвеолоцитов</i></p>	<p>Гипокапния — <i>состояние, вызванное недостаточным содержанием <math>CO_2</math> в крови</i></p>
<p>Оксигенация — <i>это уровень насыщенности или сатурации гемоглобина крови кислородом</i></p>	<p>Гипоксия — <i>это понижение напряжения кислорода в тканях или затруднение его использования для тканевого дыхания</i></p>
<p>Деоксигенация — <i>процесс перехода <math>O_2</math> из <math>HbO_2</math> в физически растворенное в плазме состояние и затем в ткани</i></p>	<p>Гипероксия — <i>состояние, которое возникает вследствие дыхания кислородосодержащими газовыми смесями</i></p>
<p>Кислородная емкость крови — <i>количество кислорода, которое может быть связано кровью до полного насыщения гемоглобина. Выражается в объёмных процентах (об%) — мл <math>O_2</math> на 100 мл крови</i></p>	<p>Коэффициент утилизации кислорода — <i>отношение доли <math>O_2</math>, используемой тканями (разности концентраций <math>O_2</math> в артериальной и венозной крови), к общему содержанию его в артериальной крови (%)</i></p>
<p>Транспортные формы кислорода кровью: 1) <i>физически растворенная форма</i> 0,3 об%; 2) <i>химически связанная форма с Hb</i> 15–21 об%. Рассчитайте КЕК, если Hb = 150 г/л. КЕК = <math>150 \times 1,34 = 20,1</math> об% или 201 мл <math>O_2</math>/л</p>	<p>Транспортные формы углекислого газа кровью: 1) <i>физически растворенная форма</i> 2,5–3,0 об%; 2) <i>в виде карбгемоглобина</i> около 5 об%; 3) <i>в виде бикарбонатов (<math>NaHCO_3</math> и <math>KHCO_3</math>)</i> около 50 об%</p>
<p>Гипоксемия — <i>это недостаточное (пониженное) напряжение и содержание кислорода в артериальной крови (<math>pO_2</math> менее 60 мм рт. ст., <math>HbO_2</math> менее 85–90 %</i></p>	<p>Респираторный (дыхательный) ацидоз — <i>состояние, которое развивается из-за накопления в крови и тканях <math>CO_2</math>. Оно обусловлено недостаточностью внешнего дыхания или кровообращения</i></p>
<p>Эффект Бора — <i>при закислении среды (<math>\uparrow CO_2</math> и <math>H^+</math> в тканях) сродство гемоглобина к кислороду снижается, кривая диссоциации <math>HbO_2</math> сдвигается вправо</i></p>	<p>Респираторный (дыхательный) алкалоз — <math>\uparrow pH</math> (<math>\downarrow [H^+]</math>) артериальной крови <math>&gt; 7,45</math> вследствие гипервентиляции и избыточного вымывания из крови <math>CO_2</math>. Компенсируется медленными почечными механизмами задержки <math>H^+</math></p>
<p>Гиперкапния — <i>состояние, вызванное избыточным количеством <math>CO_2</math> в крови</i></p>	<p>Эффект Холдейна — <i>связывание кислорода с гемоглобином снижает его сродство к углекислому газу, облегчая высвобождение <math>CO_2</math> в лёгких</i></p>

Просмотр учебного фильма «Трёхмерное строение молекулы гемоглобина человека (HbA)» на <http://etest.bsmu.by>.

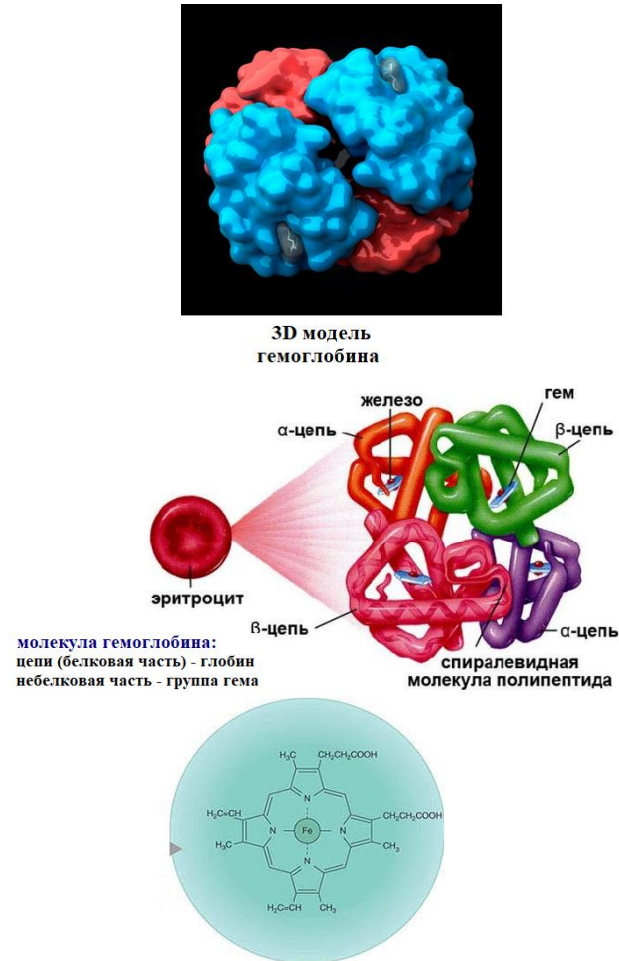


Рис. 24.1. Строение молекулы гемоглобина

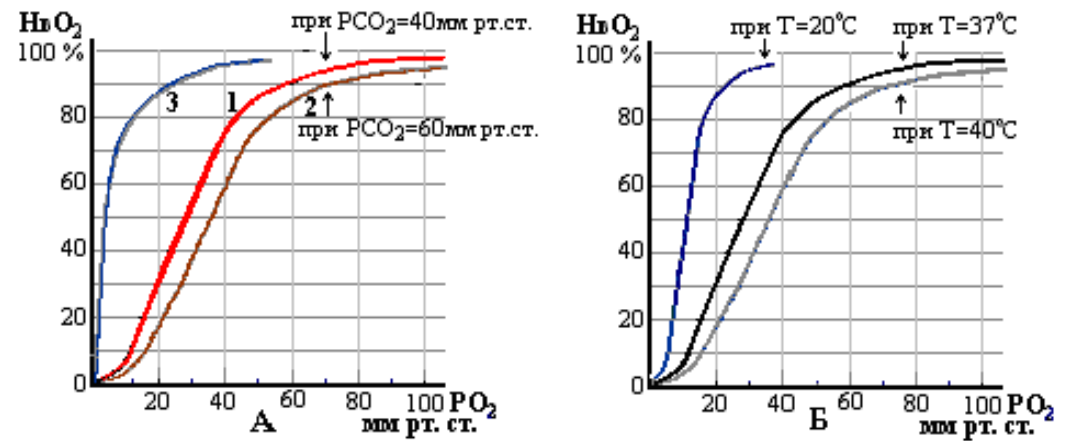


Рис. 24.2. Кривые диссоциации оксигемоглобина в различных условиях(А, Б); А (3) — кривые диссоциации оксимоглобина при нормальных условиях

Такие методы, как пульсоксиметрия и оксигеометрия, основаны на измерении поглощения света волн определенной длины гемоглобином крови при просвечивании тканей (уха, пальцев и т. д.). Это позволяет непрерывно наблюдать за изменением насыщения гемоглобина кислородом ( $\text{HbO}_2$  %), что широко используется в клинической практике, особенно в отделениях интенсивной терапии и реанимации. Чувствительность методов позволяет определить даже снижение  $\text{HbO}_2$  на 1–2 %, в то время, как невооруженным глазом цианоз можно увидеть в 50 % случаев при  $\text{HbO}_2 = 90$  % ( $\text{PaO}_2 = 57$  мм рт. ст.).

Особенно наглядно развитие гипоксемии с помощью пульсоксиметра можно наблюдать при произвольном апноэ (задержке дыхания). При этом заметное снижение сатурации гемоглобина в легких произойдет через 20–30 секунд. Чтобы кровь, оттекающая от легких, достигла датчика, требуется 5–10 секунд, а при нарушении кровообращения — 40 секунд и более. Сюда следует прибавить время (2–15 с) на обновление цифр на мониторе. Таким образом, необходимо время 40–60 секунд (а при плохом кровотоке — до 2 минут) для обнаружения пульсоксиметром гиповентиляции или апноэ, вызванных внезапным событием (перекрытие дыхательных путей, прекращение работы прибора искусственной вентиляции легких и т. д.).

Работа проводится по результатам данных, представленных в учебном фильме «Пульсоксиметрия», результаты приведены в таблице.

**Материалы и оборудование:** пульсоксиметр.

**Ход работы.** Исследование проводят на здоровых людях. При задержке дыхания желательнее также зажать нос, для избежания непреднамеренного вдоха. При проведении пробы необходим тщательный контроль за состоянием испытуемого. При резком учащении или ослаблении пульса, появлении аритмии, побледнении или изменении цвета кожных покровов и губ пробу прекращают. Задержка дыхания длится 90 с (1,5 мин). Оксигенация крови регистрируется во время проведения пробы и на протяжении минуты после окончания задержки дыхания.

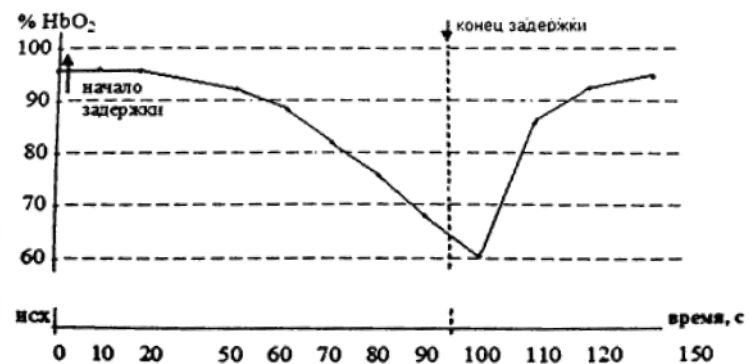
**Результаты (пример).**

Время, с	Задержка дыхания								Прекращение задержки			
	0	10	20	50	60	70	80	90	100	110	120	150
% $\text{HbO}_2$	96	96	95	92	88	82	76	68	60	85	92	94

**Указание к оформлению протокола:**

1. Полученные результаты представьте в виде графика.
2. Сделайте заключение об изменении насыщения крови кислородом во время задержки дыхания и в период после возобновления дыхания.

ПРОТОКОЛ



**Вывод:** По ходу задержки дыхания уровень % HbO<sub>2</sub> начинает изменяться через **20** сек. и достигает **65** %.

Насыщение крови кислородом после возобновления дыхания восстанавливается через **40** сек.

**Пульсоксиметрией** называют метод, позволяющий одновременно определять степень насыщения (сатурации) гемоглобина крови кислородом и показатели пульса.

**Сатурация гемоглобина кислородом** обозначается символом  $SaO_2$ , а при измерении пульсоксиметром —  $SpO_2$ . *Нормальной* считается величина  $SpO_2$  95–98 %.

Метод пульсоксиметрии дает очень важную информацию для оценки состояния человека и принятия решения о действиях медперсонала в клинической практике, при тестировании резервов организма и проведении различных функциональных проб.

Измерение  $SpO_2$  позволяет также в большинстве случаев судить о напряжении кислорода в плазме крови.

Так сатурация ( $SpO_2$ ) 95–98 % соответствует  $PaO_2 = 80–100$  мм рт. ст.

Сатурация ( $SpO_2$ ) 90 % соответствует  $PaO_2 = 60$  мм рт. ст.

Сатурация ( $SpO_2$ ) 75 % соответствует  $PaO_2 = 40$  мм рт. ст.



На точность измерений могут оказывать отрицательное влияние ряд факторов:

- яркий внешний свет и движения могут нарушать работу прибора;
- неправильное расположение датчика;
- анемия требует более высоких уровней кислорода для обеспечения транспорта кислорода. При значениях гемоглобина ниже 50 г/л может отмечаться 100 % сатурация крови даже при недостатке кислорода;
- красители, включая лак для ногтей, могут спровоцировать заниженное значение сатурации и др.

**Материалы и оборудование:** пульсоксиметр, тонометр.

**Ход работы:** Объясните испытуемому сущность выполняемого исследования. На палец руки до упора установите пульсоксиметр (экран пульсоксиметра должен располагаться над ногтевой пластинкой); включите аппарат нажатием на кнопку, после чего начнется процесс измерения. Современные пульсоксиметры отображают среднее значение сатурации, измеренной за 20–30 с, что позволяет сгладить ее быстрые колебания.

При подготовке к пульсоксиметрии необходимо отказаться от употребления стимулирующих веществ, курения, алкоголя, не использовать кремы для рук и лак для ногтей, очистить поверхность пальца от загрязнений (при наличии).

**Указания к оформлению протокола:**

1. Сопоставьте полученные результаты степени насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом (%) с нормой;
2. Перечислите основные факторы, которые могут повлиять на определение  $SpO_2$ .

**ПРОТОКОЛ**

Условия измерения	Бесцветные ногти	Палец заклеен пластырем	Давление в манжете тонометра 140 мм рт. ст.	После охлаждения руки в ледяной воде
$SpO_2$ , %	97	-	-	83

**Вывод:** 1. *Степень насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом соответствует нормальным величинам только в первом случае (97 %).*

2. *На определение степени насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом ( $SpO_2$ ) могут повлиять: нарушение периферического кровообращения (холодные руки, спазм сосудов); пигменты в лаке и др.*

<p><b>Основные вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Функциональная система, поддерживающая оптимальный для метаболизма газовый состав крови.</li> <li>2. Дыхательный центр: его структура и топография. Автоматизм дыхательного центра, его регуляция нервными и гуморальными факторами.</li> <li>3. Нервная регуляция дыхания. Значение рецепторов верхних дыхательных путей, бронхов, бронхиол и дыхательных мышц в регуляции дыхания.</li> <li>4. Рецепторы растяжения лёгких: их роль в смене вдоха и выдоха. Рефлекс Геринга–Брейера.</li> <li>5. Топография центральных и тканевых (периферических) хеморецепторов и их функции.</li> <li>6. Нервная регуляция просвета бронхов и бронхиол. М-холино- и <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-адренореактивные структуры гладких мышц бронхов. Понятие о бронхоспазме и механизмах его купирования.</li> <li>7. Гуморальная регуляция дыхания. Кислые продукты метаболизма как адекватный раздражитель хеморецепторов. Изменение режима дыхания при сдвигах рН-крови.</li> <li>8. Значение избытка углекислого газа и недостатка кислорода в гуморальной регуляции дыхания.</li> <li>9. Механизм первого вдоха новорожденного.</li> <li>10. Понятие о функциональных резервах организма в осуществлении газообмена.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>ЛИТЕРАТУРА</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Основная</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 429–434.</li> <li>2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><i>Дополнительная</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. <i>Нормальная физиология</i> : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 325–338.</li> <li>4. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 194–198.</li> <li>5. <i>Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция</i> : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с. – С. 82–86.</li> </ol>
<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие последствия для дыхания и других функций будет иметь разрыв спинного мозга на уровне С1–С2? С8–Th1?</li> <li>2. Как изменится дыхание при следующих показателях артериальной крови: <math>pO_2</math> — 82 мм рт. ст., <math>pCO_2</math> — 51 мм рт. ст., рН — 7,30?</li> <li>3. Как изменится рН крови при гипервентиляции? Как изменится дыхание при алкалозе?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Как изменится дыхание при стимуляции j-рецепторов (юктаальвеолярных)? Что стимулирует эти рецепторы?</li> <li>5. Какое действие на дыхательные пути оказывают ацетилхолин, гистамин, адреналин?</li> <li>6. Чем вызывается увеличение вентиляции лёгких при физической нагрузке?</li> </ol>

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

## Работа 25.1

Регуляция дыхания — это <i>процесс управления вентиляцией легких, направленный на поддержание дыхательных констант внутренней среды организма и приспособление дыхания к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды</i>	Ацидоз — это <i>состояние, характеризующееся увеличением кислотности и уменьшением уровня рН крови менее 7,35</i>
Дыхательный центр (ДЦ) — это <i>нервный центр, расположенный преимущественно в продолговатом мозге и в мосту, регулирующий координированные сокращения дыхательных мышц и приспособляющий дыхание к изменяющимся условиям среды и потребностям организма</i>	Алкалоз — это <i>смещение кислотно-щелочного баланса организма в сторону понижения кислотности и увеличением уровня рН крови</i>
Три отдела ДЦ в стволе мозга, их функции: 1) <i>инспираторный (активирует <math>\alpha</math>-мотонейроны мышц вдоха)</i> ; 2) <i>экспираторный (регулирует выдох)</i> ; 3) <i>пневмотаксический (координирует взаимодействие ин- и экспираторных нейронов продолговатого мозга)</i>	Ирритантные рецепторы — <i>быстро адаптирующиеся рецепторы, расположенные в слизистой оболочке дыхательных путей и активирующиеся при действии ирритантов — пылевых частиц, слизи, раздражающих газов. Особенно много их в полости носа, гортани, бифуркации трахеи и крупных бронхов</i>
Жизненно важные отделы дыхательного центра расположены в двух структурах ЦНС: 1) <i>продолговатом мозге в области дна IV желудочка</i> ; 2) <i>спинном мозге</i> . Мотонейроны (МН) диафрагмы локализованы в <i>III–V шейных сегментах</i> , а межреберных мышц в <i>II–X грудных сегментах: наружных (инспираторных) — в II–VI, внутренних (экспираторных) — в VII–X</i>	Рефлексы Геринга-Брейера — <i>возникают с рецепторов растяжения лёгких (лежат в ГМК бронхов) при растяжении лёгких во время глубокого вдоха (при ДО &gt; 1 л): рефлекторно тормозится вдох и стимулируется выдох</i>
Наименьший просвет и наибольшее сопротивление потоку воздуха в дыхательных путях имеют: 1) <i>нос</i> (около 50 %); 2) <i>глотка</i> ; 3) <i>голосовая щель</i>	Рефлекс ныряльщика — <i>кратковременная остановка дыхательных движений, препятствующая прохождению жидкости в нижележащие дыхательные пути при попадании жидкости в носовые ходы</i>
На проходимость дыхательных путей для воздуха влияют: 1) <i>толщина слоя слизистой оболочки</i> ; 2) <i>количество образующейся и изгоняемой слизи</i> ; 3) <i>проницаемость сосудов и трансудация жидкости в просвет дыхательных путей</i> ; 4) <i>давление воздуха в дыхательных путях</i>	На проходимость дыхательных путей для воздуха влияют: 1) <i>толщина слоя слизистой оболочки</i> ; 2) <i>количество образующейся и изгоняемой слизи</i> ; 3) <i>проницаемость сосудов и трансудация жидкости в просвет дыхательных путей</i> ; 4) <i>давление воздуха в дыхательных путях</i>
Топография и функции центральных и сосудистых хеморецепторов: 1) <i>продолговатый мозг (хеморецепторы к <math>pCO_2</math> и концентрации <math>H^+</math>)</i> ; 2) <i>каротидное тельце (область бифуркации общей сонной артерии) и дуга аорты (определение <math>pO_2</math>, <math>pCO_2</math> и рН в крови)</i>	Сужение бронхов и бронхиол вызывают: 1) <i>ацетилхолин</i> (стимуляция вагуса) через <i>M-холинорецепторы</i> ; 2) <i>вещество P</i> ; 3) <i>гистамин</i> , 4) <i>серотонин</i> ; 5) <i>тромбоксаны</i> ; 6) <i>интерлейкины-2,3,4,5,6</i> ; 7) <i>лейкотриены (особенно, <math>D_4</math>)</i> ; 8) <i>брадикинины</i> ; 9) <i>простагландины (<math>D_2</math> и <math>E_2</math>)</i>
Три важнейших показателя, контролируемые системой регуляции дыхания: 1) <i><math>pO_2</math> напряжение кислорода в артериальной крови 85–100 мм рт. ст.</i> ; 2) <i><math>pCO_2</math> напряжение углекислого газа артериальной крови 35–45 мм рт. ст.</i> ; 3) <i>рН крови 7,36–7,44 и ликвора 7,31–7,40</i>	Расширение бронхов и бронхиол вызывают: 1) <i>норадреналин</i> (симпатическая стимуляция) через $\beta_2$ <i>адренорецепторы</i> ; 2) <i>адреналин</i> (из мозгового вещества надпочечников); <i>эпителиальный фактор расслабления</i>
Апноэ — <i>это остановка дыхания во время сна</i>	

Определение силы дыхательных мышц важно для дифференциальной диагностики рестриктивных нарушений внешнего дыхания, вызванных патологией бронхолёгочной системы или связанных со слабостью дыхательных мышц.

Слабость дыхательных мышц может возникать при повреждениях дыхательного центра, при нарушениях проведения возбуждения в нисходящих нервных путях и нервно-мышечных синапсах, а также при заболеваниях самих мышц.

Причинами слабости дыхательных мышц могут быть наследственные и приобретённые заболевания нервной системы, отравления дыхательного центра наркотиками и токсинами, судорожные состояния, дисбаланс уровня электролитов, особенно калия, кальция, магния; нарушения нервно-мышечной передачи при ботулизме, отравлении ФОС, передозировка миорелаксантов; поражение мышц при коллагенозах, миопатиях различной природы и т. д.

О силе дыхательных мышц судят по максимальному давлению вдоха (МДВд) и максимальному давлению выдоха (МДВыд). Исходным положением грудной клетки для определения силы мышц вдоха является максимальный выдох, для определения силы мышц выдоха — максимальный вдох.

Нормальные показатели силы дыхательных мышц — в табл. 25.1.

Таблица 25.1

	Максимальное давление	
	выдоха (МДВыд)	вдоха (МДВд)
<b>Мужчины</b>	<b>85–170 мм рт. ст.</b> (12–23 кПа, 120–230 см вод. ст.)	<b>30–95 мм рт. ст.</b> (4–13 кПа, 40–130 см вод. ст.)
<b>Женщины</b>	<b>55–110 мм рт. ст.</b> (8–15 кПа, 80–150 см вод. ст.)	<b>20–65 мм рт. ст.</b> (3–9 кПа, 30–90 см вод. ст.)

**Материалы и оборудование.** Манометр, загубник, зажим для носа.

**Ход работы:** Испытуемый в положении сидя трижды с небольшими перерывами совершает в загубник, соединённый с манометром, выдох максимальной силы. Затем аналогичным образом трижды выполняет максимально сильный вдох. Учитывают лучшие результаты.

### ПРОТОКОЛ

**Результаты измерения:** МДВыд = 130 мм рт. ст., МДВд = 90 мм рт. ст.

**Вывод:** Сила мышц выдоха *в норме*, мышц вдоха *в норме*.

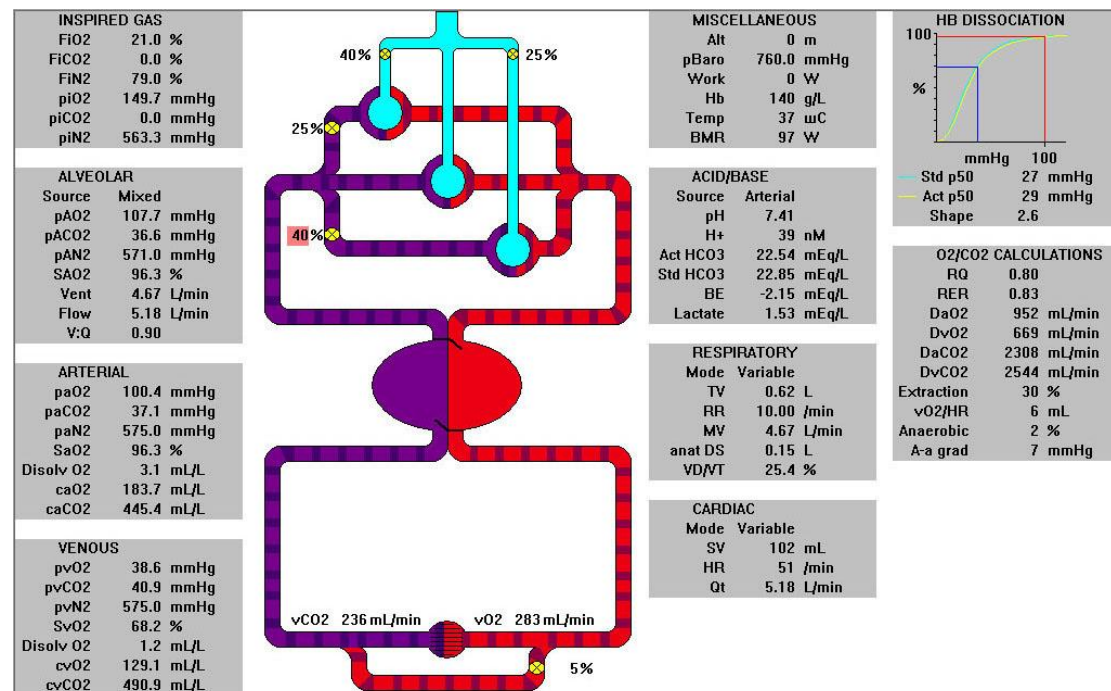
**Ответьте на вопрос:** У юноши величина ЖЕЛ составляет 62 % от нормы, МДВыд = 40 мм рт. ст., МДВд = 20 мм рт. ст., индекс Тиффно = 70 %. Можно ли на основании этих показателей сделать вывод о наличии у него рестриктивных нарушений? *Да, можно.*

Почему? *ЖЕЛ относительно нормы снижена более чем на 20 % (на 38 %). К тому же, МДВыд и МДВд снижены, что указывает на слабость дыхательных мышц.*

## ВЛИЯНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ CO<sub>2</sub> И pH В АЛЬВЕОЛЯРНОМ ВОЗДУХЕ НА ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ Работа 25.3 (компьютерная программа PhysioLogi)

Активируйте на экране компьютера пиктограмму с меткой PhysioLogi. Программа позволяет моделировать влияния различных факторов на функции **гемо-кардио-респираторной системы** и рассчитывать изменение **показателей внешнего дыхания, кровотока, транспорта газов кровью и газообмена** в организме в зависимости от условий внешней и внутренней среды.

В центре экрана представлена схема соотношения **вентиляции и кровотока** в легких.



В ней выделены **три зоны по Весту**.

Видно, что в верхних долях легких **вентиляция (40 %)** превышает **кровоток (25 %)**, в нижних долях это соотношение обратное. По сторонам схемы представлены данные о величине параметров, характеризующих дыхание, газообмен и кровоток.

pAO<sub>2</sub> — напряжение кислорода

в альвеолярном газе = 105–110 mm Hg

paO<sub>2</sub> — напряжение кислорода

в артериальной крови = 90–100 mm Hg

SaO<sub>2</sub> — оксигенация гемоглобина = 96–99 %

FiCO<sub>2</sub> — содержание CO<sub>2</sub> во вдыхаемом воздухе

РАСО<sub>2</sub> — напряжение CO<sub>2</sub>

в альвеолярном воздухе = 36–40 mm Hg

РаСО<sub>2</sub> — напряжение CO<sub>2</sub> в артериальной крови = 37–42 mm Hg

РаСО<sub>2</sub>–РАСО<sub>2</sub> = до 4 mm Hg

Vd/VT — отношение **физиологического мертвого пространства** к дыхательному объему. Норма — до 35 %.

RR = частота дыхания = 9–20 /min

TV = дыхательный объем = 0,3–0,8 л.

MV = Vent = (в данной программе) альвеолярная вентиляция легких (АВЛ)

Flow = минутный объем кровотока (МОК) = 5–6 л/мин.

V:Q = отношение вентиляции к кровотоку

Выведите на экран дисплея исходные параметры вентиляции и газообмена, представленные в программе PhysioLogi. Обратите внимание на величины: **MV; RR**. Эти данные внесены в табл. 25.2. Используя мышь, установите стрелку в левом верхнем секторе «Inspired gas» на показателе FiCO<sub>2</sub> % и (нажимая на кнопку мыши) промоделируйте увеличение содержания CO<sub>2</sub> во вдыхаемом воздухе до **3 %** затем **4 %** и **5 %**. Через 30–40 секунд после каждого изменения CO<sub>2</sub> фиксируйте изображение на экране (переведите стрелку в правый верхний угол и щелкните левой кнопкой мыши на метке File затем Pause), прочтите отсчеты показателей, данные о которых также приведены в табл. 29.2.

Таблица 25.2

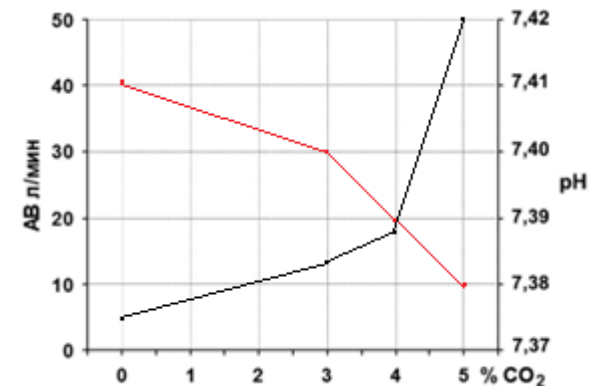
**Изменение показателей артериальной крови и вентиляции легких в зависимости от содержания CO<sub>2</sub> во вдыхаемом воздухе**

Показатель	Содержание CO <sub>2</sub> во вдыхаемом воздухе			
	0 %	3 %	4 %	5 %
Р <sub>A</sub> CO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	36,5	37,2	38,8	39,4
PaCO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	37	37,8	39,3	39,7
<b>MV = AV, л/мин</b>	<b>4,71</b>	<b>13,1</b>	<b>18,5</b>	<b>50,1</b>
RR = ЧД, л/мин	10	15	18	29
TV = ДО, л	0,62	1,02	1,20	1,93
<b>pH</b>	<b>7,41</b>	<b>7,40</b>	<b>7,39</b>	<b>7,38</b>

**Указания к оформлению протокола:**

1. Постройте графики зависимости величины альвеолярной вентиляции и pH (строки выделены жирным шрифтом) от содержания CO<sub>2</sub> во вдыхаемом воздухе.
2. В выводе укажите как влияет повышение содержания CO<sub>2</sub> в альвеолярном воздухе на вентиляцию лёгких и pH крови.

**ПРОТОКОЛ**



**Вывод:** При повышении содержания CO<sub>2</sub> в альвеолярном воздухе вентиляция лёгких прогрессивно возрастает, а pH крови — снижается.

The simulation displays the following data for each CO<sub>2</sub> level:

- 0% CO<sub>2</sub>:**
  - INSPIRED GAS: FIO<sub>2</sub> 21.0%, FICO<sub>2</sub> 3.8%, FIN<sub>2</sub> 76.0%
  - ALVEOLAR: pH 7.39, H+ 40 nM, Act HCO<sub>3</sub> 22.70 mEq/L, Std HCO<sub>3</sub> 22.85 mEq/L, BE -2.15 mEq/L, Lactate 1.53 mEq/L
  - RESPIRATORY: TV 1.00 L, RR 13.44 /min, MV 10.25 L/min, anat DS 0.24 L, VDVT 24.9 %
  - ARTERIAL: paO<sub>2</sub> 128.3 mmHg, paCO<sub>2</sub> 38.5 mmHg, paN<sub>2</sub> 548.1 mmHg, SaO<sub>2</sub> 98.0 %
  - VENOUS: SvO<sub>2</sub> 70.3 %
- 3% CO<sub>2</sub>:**
  - INSPIRED GAS: FICO<sub>2</sub> 4.8%, FIN<sub>2</sub> 75.0%
  - ALVEOLAR: pH 7.39, H+ 41 nM, Act HCO<sub>3</sub> 22.74 mEq/L, Std HCO<sub>3</sub> 22.85 mEq/L, BE -2.15 mEq/L, Lactate 1.53 mEq/L
  - RESPIRATORY: TV 1.25 L, RR 17.04 /min, MV 17.22 L/min, anat DS 0.24 L, VDVT 20.0 %
  - ARTERIAL: paO<sub>2</sub> 137.3 mmHg, paCO<sub>2</sub> 39.0 mmHg, paN<sub>2</sub> 539.2 mmHg, SaO<sub>2</sub> 98.3 %
  - VENOUS: SvO<sub>2</sub> 70.8 %
- 4% CO<sub>2</sub>:**
  - INSPIRED GAS: FICO<sub>2</sub> 5.8%, FIN<sub>2</sub> 74.0%
  - ALVEOLAR: pH 7.39, H+ 41 nM, Act HCO<sub>3</sub> 22.74 mEq/L, Std HCO<sub>3</sub> 22.85 mEq/L, BE -2.15 mEq/L, Lactate 1.53 mEq/L
  - RESPIRATORY: TV 1.25 L, RR 17.04 /min, MV 17.22 L/min, anat DS 0.24 L, VDVT 20.0 %
  - ARTERIAL: paO<sub>2</sub> 146.6 mmHg, paCO<sub>2</sub> 39.0 mmHg, paN<sub>2</sub> 530.1 mmHg, SaO<sub>2</sub> 98.5 %
  - VENOUS: SvO<sub>2</sub> 71.2 %
- 5% CO<sub>2</sub>:**
  - INSPIRED GAS: FICO<sub>2</sub> 5.8%, FIN<sub>2</sub> 74.0%
  - ALVEOLAR: pH 7.38, H+ 41 nM, Act HCO<sub>3</sub> 22.77 mEq/L, Std HCO<sub>3</sub> 22.85 mEq/L, BE -2.15 mEq/L, Lactate 1.53 mEq/L
  - RESPIRATORY: TV 2.05 L, RR 29.25 /min, MV 52.99 L/min, anat DS 0.24 L, VDVT 12.3 %
  - ARTERIAL: paO<sub>2</sub> 146.6 mmHg, paCO<sub>2</sub> 39.3 mmHg, paN<sub>2</sub> 530.3 mmHg, SaO<sub>2</sub> 98.5 %
  - VENOUS: SvO<sub>2</sub> 71.2 %

Работа проводится с использованием компьютерной программы «10\_Дыхательный цикл покоя». В ней представлена классическая упрощённая модель нервных связей дыхательного центра по Бредли и Эйлеру.

Запустите программу, щёлкнув один раз левой кнопкой мышки по изображению инспираторного центра. Дождитесь запуска дыхательного цикла и проследите за последовательностью возникновения и передачи возбуждения в отделах дыхательного центра.

Для повторного просмотра щёлкните левой кнопкой мыши. Выход из программы клавишей **Esc**.

**Указания к оформлению протокола.** *Зарисуйте* модель нервных связей дыхательного центра.

*Ио* — инспираторный отдел ДЦПМ;

*Эо* — экспираторный отдел;

*ПТо* — пневмотаксический отдел моста;

1 — диафрагмальный нерв;

2 — межреберные нервы;

3 — рецепторы дуги аорты;

4 — рецепторы каротидного тельца;

5, 7 — пути передачи импульсов между *Ио*, *Эо* и *ПТо*;

6 — влияние высших отделов ЦНС на жизненно важные отделы ДЦ;

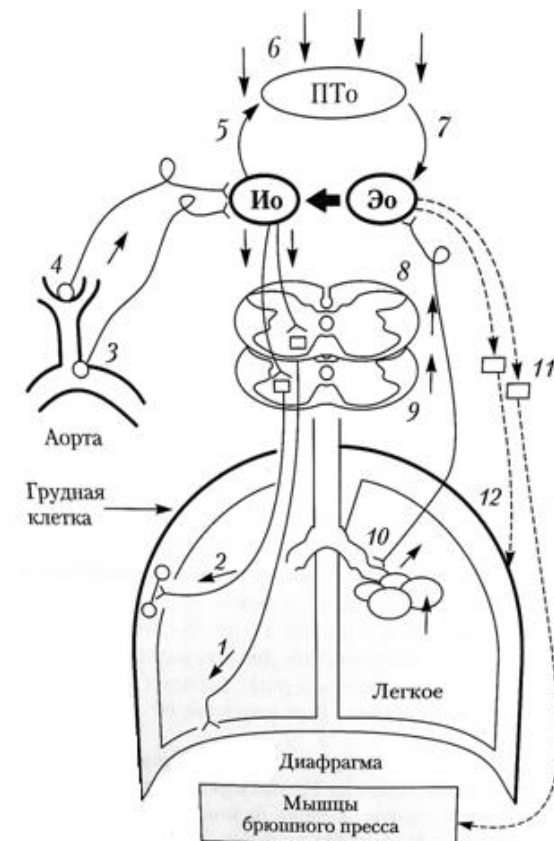
8, 9 — преклочение импульсов от *Ио* на мотонейроны в шейных и грудных сегментах спинного мозга;

10 — начало афферентных волокон, идущих к *Эо* в стволе *n. vagus*;

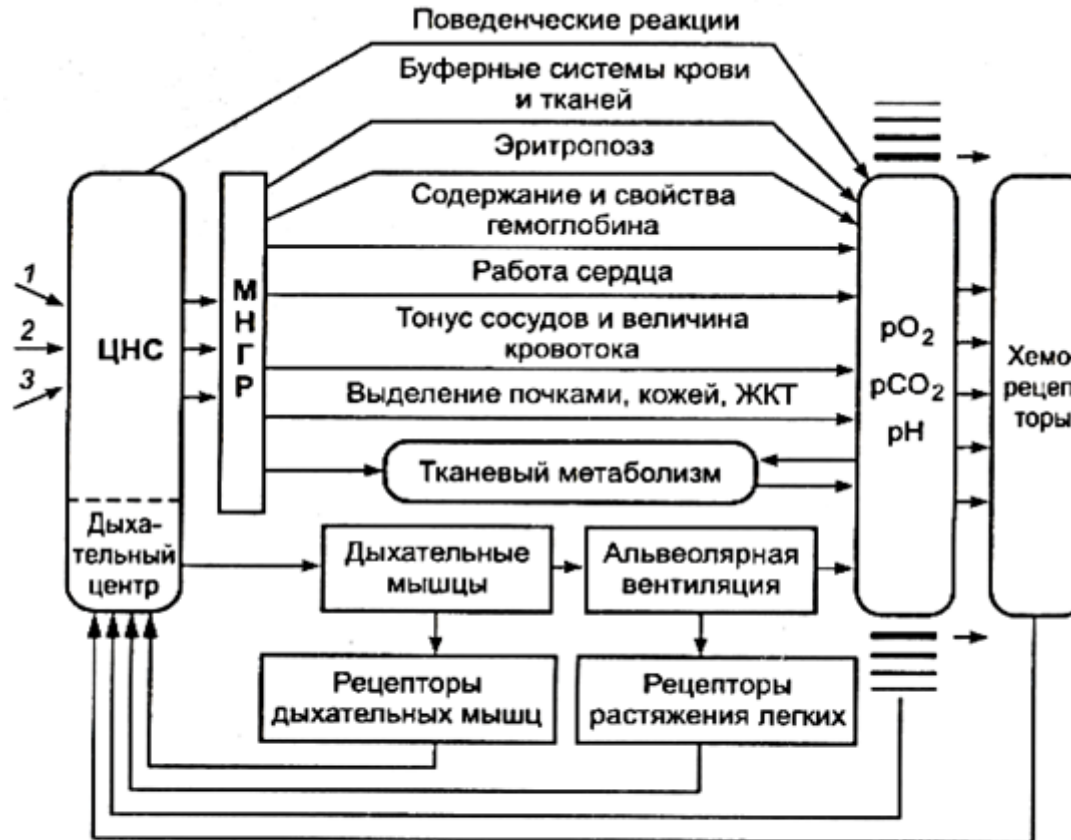
11, 12 — эфферентные пути к экспираторным мышцам.

## ПРОТОКОЛ

### Модель нервных связей дыхательного центра



**Ход работы.** Используя материалы лекции, учебника, ЭУМК, *заполнена схема* функциональной системы регуляции постоянства газовых констант крови.



**Схема функциональной системы регуляции напряжения кислорода, углекислого газа и кислотно-щелочного состояния внутренней среды**

1, 2, 3 - сигнализация от экстеро-, интеро- и проприорецепторов;

МНГР - механизмы нейрогуморальной регуляции

**Основные вопросы:**

1. Общий план строения сердечно-сосудистой системы. Большой и малый круги кровообращения, направления движения крови в них. Значение кровообращения для организма.
2. Гемодинамическая функция сердца: основные показатели.
3. Гемодинамика, её законы. Гидродинамические закономерности движения крови по сосудам. Факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам и возврат ее к сердцу.
4. Топография сосудов большого и малого круга кровообращения. Морфологическая и функциональная классификации сосудов.
5. Микроструктура стенки артерий, артериол, капилляров, вен. Клапаны вен, их функции. Артериоло-венулярные анастомозы.
6. Кровяное давление: виды, изменение по ходу кровеносного русла. Факторы, определяющие величину артериального кровяного давления. Понятие о «нормальных величинах» АД, возрастные изменения АД. Методы измерения АД.
7. Линейная и объёмная скорости кровотока в различных частях сосудистого русла. Артериальный пульс: сфигмография. Венозный пульс. Центральное венозное давление.
8. Артериальный пульс, его происхождение и клинико-физиологические характеристики. Сфигмография, анализ сфигмограммы.
9. Микроциркуляторное русло как структурно-функциональный комплекс, его звенья.
10. Физиологическая сущность микроциркуляции. Осмотическое, онкотическое и гидростатическое давление в капиллярах и тканях. Механизм транскапиллярного обмена.
11. Строение лимфатической системы: топография и строение лимфатических узлов и сосудов.
12. Функции лимфатической системы. Лимфообращение. лимфообразование и состав лимфы. Регуляция лимфообращения.
13. Сердце: топография, макроскопическое строение, особенности кровоснабжения и питания. Микроскопическое строение эндо-, мио- и эпикарда. Перикард.
14. Гемодинамическая функция сердца: основные показатели.
15. Топография узлов и пучков проводящей системы сердца. Современные представления о субстрате и природе автоматизма. Закон убывающего градиента автоматии. Потенциал действия пейсмекерных клеток.
16. Особенности сократимости и возбудимости миокарда. Временные соотношения возбуждения, возбудимости и сокращения миокарда. Потенциал действия сократительных кардиомиоцитов. Законы сокращения сердца.
17. Последовательность фаз и периодов сердечного цикла. Положение клапанов, изменение давления и объёмов крови в полостях сердца в различные фазы сердечного цикла.
18. Электрокардиография. Виды отведений. Происхождение компонентов ЭКГ. Расчёт ЧСС по средней длительности интервала RR.
19. Звуковые проявления сердечной деятельности. Тоны сердца, их происхождение. Фонокардиография (ФКГ), диагностическое значение.

20. Важнейшие показатели работы сердца (ЧСС, УО, сократимость). Зависимость МОК, давления крови и органного кровотока от работы сердца.
21. Интракардиальные механизмы регуляции сердечной деятельности: гетеро- и гомеометрическая регуляция («закон сердца» Старлинга, эффект Анрепа). Внутрисердечная нервная система.
22. Экстракардиальные механизмы нервной регуляции работы сердца. Вегетативная иннервация сердца.
23. Характеристика и механизм влияния симпатической и парасимпатической нервной системы на деятельность сердца. М-холинорецепторы и  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторы миокарда: физиологические эффекты их возбуждения.
24. Экстеро- и интерорецептивные рефлекторные влияния на сердце. Внутрисердечные и внутрисосудистые рецептивные поля, их значение в регуляции работы сердца. Вегетативные кардиальные рефлексы (Данини–Ашнера, Гольца, Бейнбриджа).
25. Гуморальная регуляция. Влияние электролитов, гормонов и других биологически активных веществ на работу сердца.
26. Регуляция коронарного кровотока. Роль продуктов метаболизма (молочная кислота, АДФ, аденозин) в регуляции коронарного кровотока.
27. Сосудистый тонус: определение понятия, механизмы поддержания и регуляции.
28. Рефлекторные механизмы регуляции кровообращения. Сердечно-сосудистый и сосудодвигательный центр (СДЦ), его афферентные и эфферентные связи. Важнейшие рефлексогенные зоны сердечно-сосудистой системы.
29. Кратковременные (быстрые) механизмы регуляции АД крови посредством рефлекторного изменения работы сердца и периферического сопротивления кровотоку. Роль отрицательной обратной связи. Ортоstaticкая и клиноstaticкая пробы.
30. Среднесрочные (промежуточные) нейрогуморальные механизмы регуляции АД крови: эффекты ангиотензина II при активации РААС, изменение транскапиллярного обмена и тонуса вен.
31. Долговременные нейрогуморальные механизмы регуляции АД крови: эффекты альдостерона, АДГ, предсердного натрийуретического пептида, изменение ОЦК. Роль выделительных органов в долговременной регуляции объёма циркулирующей крови и АД крови.
32. Гуморальная регуляция. Сосудорасширяющие вещества: ацетилхолин, гистамин, кинины, аденозин. Сосудосуживающие вещества: катехоламины, вазопрессин, ангиотензин, серотонин.
33. Функциональная система, поддерживающая оптимальное для метаболизма давление крови.
34. Особенности кровоснабжения мозга, скелетных мышц, легких, почек.
35. Гемодинамика при физической нагрузке и гипокинезии.
36. Факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.
37. Рекомендации по здоровому образу жизни для сохранения функций сердечно-сосудистой системы и увеличения ее резервов.
38. Общий план строения дыхательной системы. Анатомические особенности воздухоносного и газообменного отделов.
39. Представление о топографии и строении носа, гортани, трахеи, главных бронхов.
40. Дыхательные мышцы, их иннервация.
41. Понятие о топографии и строении легких. Строение плевры. Плевральная полость. Понятие о крово-, лимфообращении и иннервации легких.
42. Биомеханика вдоха и выдоха. Понятие о происхождении отрицательного давления в плевральной полости и его значение; эластических свойствах лёгких; сурфактанте, его составе и значении.

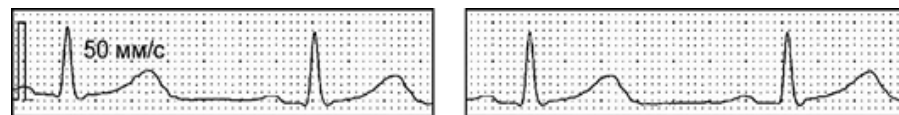
43. Методы исследования вентиляции лёгких. Спирография, спирометрия. Объёмные показатели вентиляции лёгких, основные лёгочные объёмы и ёмкости.
44. Пневмотахометрия, пневмотахография. Поточковые показатели вентиляции лёгких.
45. Представление о дренажной функции верхних дыхательных путей; регуляции двигательной активности реснитчатого эпителия.
46. Состав атмосферного, альвеолярного и выдыхаемого воздуха.
47. Относительное постоянство состава альвеолярного воздуха и механизмы его поддержания. Парциальное давление кислорода и углекислого газа в атмосферном, выдыхаемом и альвеолярном воздухе и напряжение их в крови. Расчёт парциального давления газа в смеси газов.
48. Газообмен в лёгких. Факторы, влияющие на процессы диффузии газов между альвеолярным воздухом и кровью. Диффузионная способность лёгких по кислороду. Аэро-гематический барьер, его свойства.
49. Понятие о транспорте газов кровью Транспортные формы кислорода. Кислородная ёмкость крови (КЕК). Оксигеметрия. Пульсоксиметрия.
50. Кривая диссоциации оксигемоглобина, её сдвиги. Факторы, влияющие на сродство гемоглобина к кислороду, их физиологическое значение.
51. Транспорт углекислого газа кровью. Транспортные формы углекислого газа в крови. Взаимосвязь между газообменом кислорода и углекислого газа.
52. Газообмен между кровью и тканями. Уравнение Фика. Коэффициент утилизации кислорода тканями (КУК) в покое и при физической нагрузке.
53. Роль дыхания в поддержании кислотно-основного состояния крови. Буферные системы крови.
54. Функциональная система, поддерживающая оптимальный для метаболизма газовый состав крови.
55. Дыхательный центр: его структура и топография. Автоматизм дыхательного центра, его регуляция нервными и гуморальными факторами.
56. Нервная регуляция дыхания. Значение рецепторов верхних дыхательных путей, бронхов, бронхиол и дыхательных мышц в регуляции дыхания.
57. Рецепторы растяжения лёгких: их роль в смене вдоха и выдоха. Рефлекс Геринга–Брейера.
58. Топография центральных и тканевых (периферических) хеморецепторов и их функции.
59. Нервная регуляция просвета бронхов и бронхиол. М-холино- и  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренореактивные структуры гладких мышц бронхов. Понятие о бронхоспазме и механизмах его купирования.
60. Гуморальная регуляция дыхания. Кислые продукты метаболизма как адекватный раздражитель хеморецепторов. Изменение режима дыхания при сдвигах рН-крови.
61. Значение избытка углекислого газа и недостатка кислорода в гуморальной регуляции дыхания.
62. Механизм первого вдоха новорожденного.
63. Понятие о функциональных резервах организма в осуществлении газообмена.

**Практические навыки:**

1. Характеристика артериального пульса и оценка его ритмичности и частоты методом пальпации.
2. Измерение величины артериального давления. Физиологическая оценка получаемых показателей.
3. Оценка длительности сердечного цикла в покое по ЭКГ. Физиологическая оценка получаемых показателей.
4. Оценка тонуса и реактивности симпатического и парасимпатического отделов АНС по ЧСС на примере клиностатического рефлекса.
5. Оценка тонуса и реактивности симпатического и парасимпатического отделов АНС по ЧСС на примере ортостатического рефлекса.
6. Спирометрия: определение жизненной емкости легких (ЖЕЛ), расчет должной ЖЕЛ (ДЖЕЛ), физиологическая оценка полученных результатов. Оценка спирограммы.
7. Пневмотахометрия (пикфлоуметрия). Расчет должных величин. Физиологическая оценка получаемых показателей.
8. Проведение пульсоксиметрии и физиологическая оценка полученного результата. Расчет кислородной емкости крови.
9. Трехуровневая организация дыхательного центра: его жизненно-важных отделов.

**Ситуационные задачи:**

1. У пациента 58 лет, опоздавшего на приём к врачу, величина артериального давления составила 170/105 мм рт. ст. Дайте наиболее вероятное физиологическое объяснение полученных показателей АД.
2. Содержание гемоглобина в крови человека составляет 140 г/л. Рассчитайте количество  $O_2$ , которое содержится в крови этого человека, если ОЦК = 5 л. На какое время ему хватило бы этого кислорода при уровне потребления  $O_2$  250 мл/мин, 600 мл/мин.
3. Содержание Hb 120 г/л, МОК — 30 л/мин, КУК — 60 %. Рассчитайте потребление кислорода испытуемым.
4. На рисунке 26.1 представлены записи ЭКГ перед исследованием клиностатического рефлекса и в процессе его исследования (N:  $-1 \div -6$  уд/мин). Оцените состояние тонуса АНС.
5. Нарисуйте фонокардиограмму. Объясните происхождение тонов ФКГ.
6. Рассчитайте величину эффективного фильтрационного давления и скорость клубочковой фильтрации в нефроне, если гидростатическое давление крови в капиллярах почечного тельца равно 60 мм рт. ст., гидростатическое давление первичной мочи — 10 мм рт. ст., онкотическое давление плазмы крови — 25 мм рт. ст., онкотическое давление первичной мочи — 0 мм рт. ст., коэффициент фильтрации — 5 мл/мин·мм рт. ст.

*Рис. 26.1*

7. По спирограмме женщины 36 лет (рост 164 см, вес 82 кг) определите МОД, МОАВ, ЖЕЛ (рис. 26.2). Величину ЖЕЛ сравните с должной. Рассчитайте потребление кислорода за 1 минуту, если содержание  $O_2$  в выдыхаемом воздухе 16 %.
8. У юноши (18 лет, 180 см, 87 кг) записана спирограмма, выполнен тест Тиффно (рис. 26.3). Определите величину  $ОФВ_1$ , ЖЕЛ (сравните её с должной), ФЖЕЛ, рассчитайте индекс Тиффно. Дайте физиологическую оценку полученных показателей.
9. Рассчитайте максимальную и субмаксимальную (75 % от максимальной) ЧСС для людей в возрасте 20, 40, 60 и 80 лет. Определите длительность сердечного цикла при найденных величинах ЧСС.
10. У пациента ЧСС = 102 в 1 мин, ЧД = 24 в 1 мин, наблюдается цианоз слизистых оболочек, напряжение газов в артериальной крови:  $PaO_2 = 72$  мм рт. ст.,  $PaCO_2 = 49$  мм рт. ст.,  $HbO_2 = 80$  %; на ЭКГ сегмент ST на изолинии. Дайте физиологическую оценку полученным показателям.

## ЛИТЕРАТУРА для подготовки к итоговому занятию

### Основная

1. *Физиология с основами анатомии* : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 402–434, 435–493.
2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.

### Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 235–300, 301–338.
4. *Физиология с основами анатомии* : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 162–198.
5. *Гистология, цитология, эмбриология* : учеб. / Т. М. Студеникина [и др.] ; под ред. Т. М. Студеникиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание, 2020. – 464 с. – С. 266–289, 390–404.
6. *Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция* : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с. – С. 37–86.

## ОРГАНИЗАЦИЯ КОЛЛОКВИУМА

Коллоквиум проводится в форме **компьютерного тестирования** по вопросам, охватывающим все темы разделов дисциплины, и **устного или письменного собеседования**. На выполнение теста отводится до 28 минут.

На текущей аттестации осуществляется контроль усвоения **теоретического** материала и **практических** навыков с выставлением **двух отдельных** отметок.

Учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет»

**ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ (чек-лист)**  
для контроля практических навыков по учебной дисциплине  
Анатомия и физиология человека

ФИО студента \_\_\_\_\_

Факультет \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_

Практический навык: «Измерение величины артериального давления.  
Физиологическая оценка получаемых показателей»

№ п/п	Параметр выполнения действия	Отметка в баллах
1	Соблюдение стандартизированных требований ВОЗ к проведению процедуры	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
2	Подготовка обследуемого к измерению артериального давления методом Короткова	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
3	Проведение измерения величины артериального давления	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
4	Понятие о нормальных значениях величины артериального давления. Дать физиологическую оценку полученных показателей	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
	Итоговая отметка по 10-балльной шкале	

Учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет»

**ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ (чек-лист)**  
для контроля практических навыков по учебной дисциплине  
Анатомия и физиология человека

ФИО студента \_\_\_\_\_

Факультет \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_

Практический навык: «Характеристика артериального пульса и оценка его ритмичности и частоты методом пальпации»

№ п/п	Параметр выполнения действия	Отметка в баллах
1	Дать определение «Артериальный пульс — это ...»	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
2	Перечислить характеристики артериального пульса	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
3	Оборудование для проведения практического навыка. Положение обследуемого при проведении практического навыка	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
4	Техника выполнения	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
5	Оценка ритмичности пульса	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
6	Оценка частоты пульса	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
	Итоговая отметка по 10-балльной шкале	

Учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет»

**ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ (чек-лист)**  
для контроля практических навыков по учебной дисциплине  
Анатомия и физиология человека

ФИО студента \_\_\_\_\_  
Факультет \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_

Практический навык: «Проведение пульсоксиметрии и физиологическая оценка полученного результата. Расчет кислородной емкости крови»

№ п/п	Параметр выполнения действия	Отметка в баллах
1	Подготовка обследуемого к измерению SpO <sub>2</sub> (с верным перечислением факторов, которые могут повлиять на результаты измерения) и его измерение	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
2	Верная физиологическая оценка результатов измерения по отношению к норме	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
3	Знание (или определение по графику) соответствующей полученному значению SpO <sub>2</sub> (HbO <sub>2</sub> ) величины PaO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
4	Знание величин PaO <sub>2</sub> , соответствующих значениям SpO <sub>2</sub> (HbO <sub>2</sub> ) 0 %, 10 %, 50 % (p50), 90 %, 98 % и более, и их величины в артериальной и в венозной крови	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
5	Правильная оценка положения кривой диссоциации оксигемоглобина на предложенном графике	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
6	Правильное перечисление факторов, приводящих к сдвигу кривой диссоциации оксигемоглобина вправо или влево	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
	Итоговая отметка по 10-балльной шкале	

Учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет»

**ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ (чек-лист)**  
для контроля практических навыков по учебной дисциплине  
Анатомия и физиология человека

ФИО студента \_\_\_\_\_  
Факультет \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_

Практический навык: «Оценка тонуса и реактивности симпатического и парасимпатического отделов АНС по ЧСС на примере клиностатического и ортостатического рефлексов»

№ п/п	Параметр выполнения действия	Отметка в баллах
1	Что такое тонус нервных центров?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
2	Какие нервы иннервируют сердце? Как они влияют на его работу?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
3	Что такое клиностатический и ортостатический рефлекс?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
4	Опишите процедуру проведения активной клиностатической, а затем — активной ортостатической пробы	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
5	Каковы границы нормальных значений изменения ЧСС при ортостатической пробе? Клиностатической пробе?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
6	Каковы признаки преобладания тонуса симпатического отдела по данным ортостатической и клиностатической проб?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
7	Каковы признаки преобладания тонуса парасимпатического отдела по данным ортостатической и клиностатической проб?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
	Итоговая отметка по 10-балльной шкале	

## АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ. РЕГУЛЯЦИЯ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ. ПИЩЕВАРЕНИЕ В ПОЛОСТИ РТА И ЖЕЛУДКЕ

Занятие 27 (9)

Дата: \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

#### Основные вопросы:

1. Общая характеристика системы пищеварения: значение; органы, понятие об их топографии и общем плане строения; функции.
2. Регуляция пищевого поведения. Пищевые потребности и мотивации. Физиологические механизмы голода и насыщения. Аппетит. Современные представления о пищевом центре. Роль нейрогуморальных факторов, пищевых привычек в регуляции пищевого поведения.
3. Общее представление об иннервации, крово- и лимфообращении органов пищеварительной системы.
4. Секреторная функция. Пищеварительные железы, виды секреции. Общее представление о пищеварительных соках. Гастроинтестинальные гормоны и их функции.
5. Моторная функция. Представление о нервной и гуморальной регуляции моторики пищеварительного аппарата. Роль адрено-, холино-, серотонино-, гистамино- и пуринергической медиации.
6. Всасывательная функция. Представление о градиенте всасывания в пищеварительном тракте продуктов гидролиза белков, жиров, углеводов, воды и минеральных солей.
7. Экскреторная функция. Значение для организма. Выделение экскретов в различных отделах пищеварительного аппарата.
8. Пищеварение в полости рта. Понятие о топографии и строении органов полости рта, механической и химической обработке пищи в ней. Механизмы регуляции жевания и секреции слюны.
9. Глотание. Представление о морфофункциональных особенностях глотки и пищевода.
10. Пищеварение в желудке. Представление о топографии, макро- и микростроении желудка, его железах.
11. Состав и свойства желудочного сока. Фазы желудочной секреции. Механизмы регуляции желудочной секреции и моторики.

#### ЛИТЕРАТУРА

##### Основная

1. *Физиология с основами анатомии* : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 294–507, 519–537.
2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.

##### Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 345–356, 370–372.
4. *Физиология с основами анатомии* : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 244–264.
5. *Гистология, цитология, эмбриология* : учеб. / Т. М. Студеникина [и др.] ; под ред. Т. М. Студеникиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание, 2020. – 464 с. – С. 337–365.
6. *Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция* : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с. – С. 92–99.

### НОРМАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ

**Слюна:**

Количество в сутки — 0,3–1,0 л.

Удельный вес — 1,002–1,020 г/мл; рН = 6,2–7,4.

**Желудочный сок:**

Количество желудочного сока, вырабатываемого в сутки — 2–2,5 л.

Удельный вес желудочного сока — 1,004–1,010 г/мл.

Объём желудочного сока натошак не более 50 мл.

**Желудочный сок:**

Натошак:

общая кислотность — до 40 ммоль/л,

свободная HCl — до 20 ммоль/л.

Базальная секреция желудка:

общая кислотность — 40–60 ммоль/л,

свободная HCl — 20–40 ммоль/л.

рН чистого желудочного сока — 1,5–1,8.

рН желудочного содержимого после еды — до 6,0 и более.

**Вопросы для самоподготовки:**

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. К каким последствиям приведет разрушение центра голода в гипоталамусе? Что такое булимия и анорексия?</li> <li>2. Какое влияние на формирование чувства голода оказывают гормоны грелин и лептин? Где они вырабатываются?</li> <li>3. К каким последствиям приведет длительная гипосаливация?</li> <li>4. Будет ли происходить секреция желудочного сока после перерезки блуждающего нерва? Почему?</li> <li>5. Почему после удаления пилорической части желудка резко снижается секреция желудочного сока?</li> <li>6. Назовите факторы, усиливающие выделение гастрина в желудке.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Почему первая фаза регуляции желудочной секреции называется сложнорефлекторной?</li> <li>8. Каким образом активируются ферменты желудочного сока?</li> <li>9. Какие вещества гидролизуются в желудке? всасываются?</li> <li>10. Почему нестероидные противовоспалительные средства могут вызывать повреждение слизистой оболочки желудка?</li> <li>11. Как изменятся состав и свойства желудочного сока при блокаде протонного насоса обкладочных клеток желудка?</li> <li>12. Почему при атрофии слизистой оболочки желудка развивается В<sub>12</sub>-дефицитная (мегалобластная) анемия?</li> </ol> |
|--|--|

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

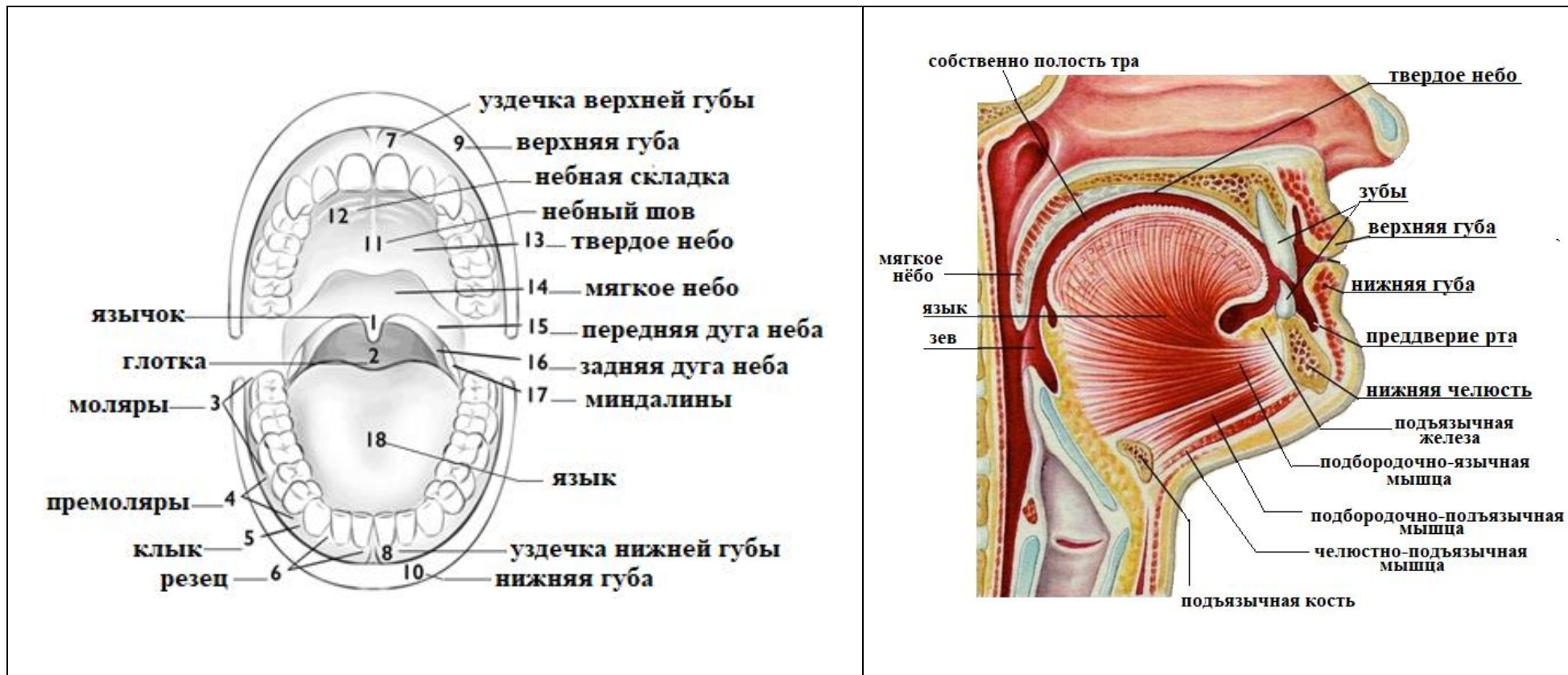
## Работа 27.1

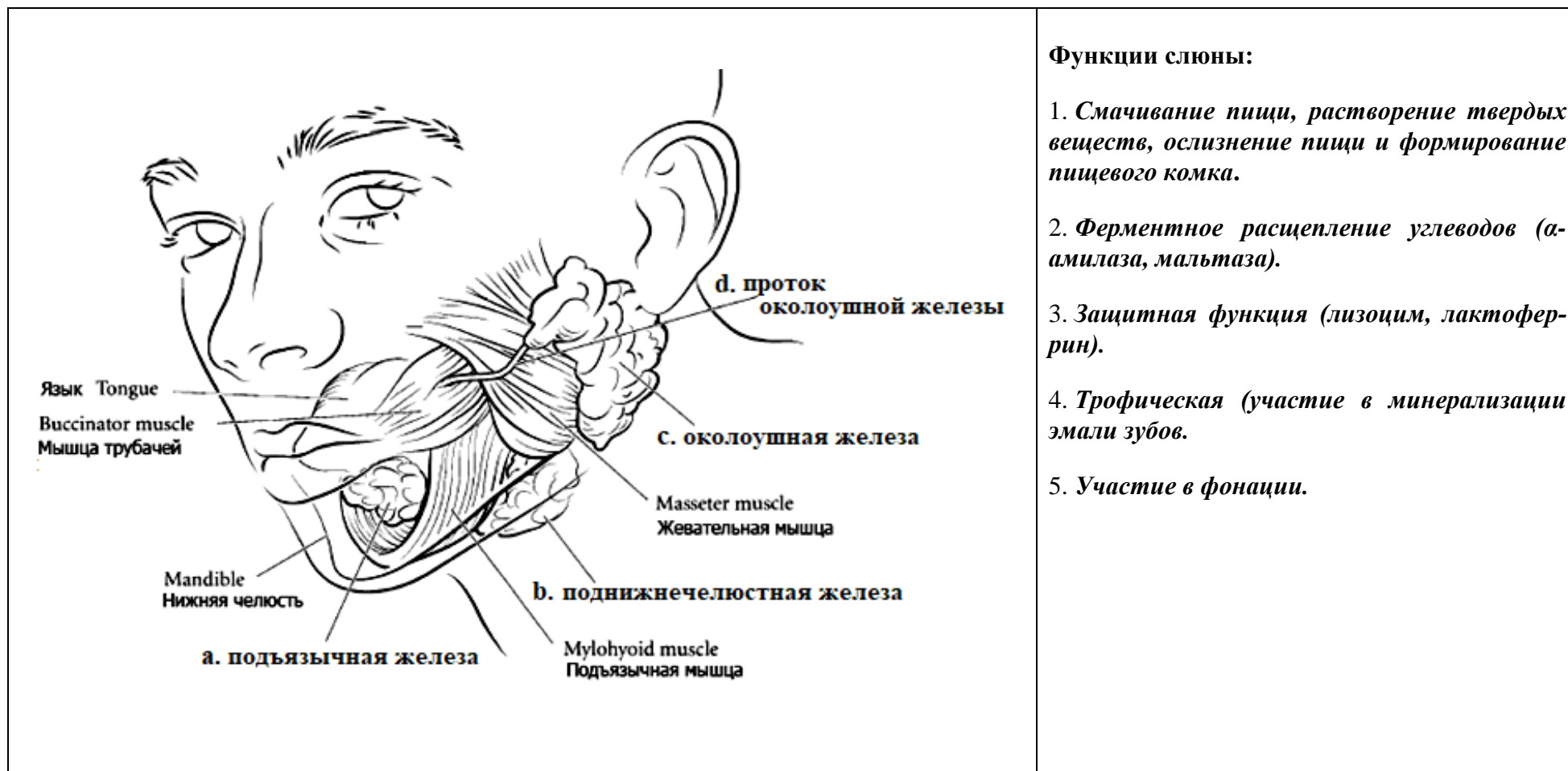
Голод — <i>физиологическое состояние, выражающее субъективную потребность организма в пище</i>	Глотка — <i>часть пищеварительного канала, соединяющего полость рта с пищеводом, а также часть дыхательной трубки, соединяющей полость носа с гортанью</i>
Насыщение — <i>физиологическое состояние, которое выражает отсутствие потребности организма в питательных веществах и проявляется исчезновением чувства голода после приема пищи</i>	Пищеварение в полости рта заключается в <i>начальной механической и химической обработке пищи. Оно включает в себя измельчение пищи, смачивание ее слюной, анализ ее вкусовых свойств, начальное расщепление углеводов пищи и формирование пищевого комка</i>
Булимия — <i>патологически повышенное чувство голода. Иногда сочетается со снижением чувства насыщения и полифагией</i>	Состав и свойства слюны: саливация в покое <i>0,1–2,0</i> мл/мин; pH <i>6,2–7,4</i> ; вода <i>99</i> %; основной фермент <i><math>\alpha</math>-амилаза</i> для гидролиза углеводов
Анорексия — <i>отсутствие аппетита при объективной потребности в питании (ситуационная невротическая, нервно-психическая и др.)</i>	Наибольший вклад в секрецию слюны вносят три пары больших слюнных желез: 1) <i>поднижнечелюстные</i> , 70 %; 2) <i>околоушные</i> , 25 %; 3) <i>подъязычные</i> , 5 % (с мелкими ж.)
Пищеварительная система — это физиологическая система, представленная <i>пищеварительным трактом</i> , начинающимся <i>ротовым отверстием</i> и заканчивающимся <i>анальным отверстием</i> , и примыкающими к нему железами ( <i>большие слюнные железы, печень и желчный пузырь, поджелудочная железа</i> ) и <i>нейрогуморальным аппаратом, регулирующим работу этих органов</i>	Глотание — это <i>переход содержимого (пищевого комка, слюны, воды и т. д.) полости рта в желудок (до 600 раз в сутки)</i> . В нём выделяют 3 фазы: 1) <i>ротовая (быстрая, произвольная)</i> ; 2) <i>глоточная (быстрая, произвольная)</i> ; 3) <i>пищеводная (медленная, произвольная)</i>
Пищеварительный тракт (канал) имеет длину <i>8–10</i> м, включает 6 структур: 1) <i>органы ротовой полости</i> ; 2) <i>глотку</i> ; 3) <i>пищевод</i> ; 4) <i>желудок</i> ; 5) <i>тонкий кишечник</i> ; 6) <i>толстый кишечник</i> . Он имеет <i>слоистое, извитое</i> строение и состоит из 3 оболочек: 1) <i>слизистой</i> ; 2) <i>мышечной</i> ; 3) <i>адвентициальной или серозной</i> . Между <i>слизистой и мышечной оболочками располагается подслизистый слой, который представлен рыхлой соединительной тканью</i>	Желудок — это <i>полый слоистый орган (расширенная часть пищеварительного канала)</i> , ёмкостью до <i>2,5</i> л, локализованный в <i>эпигастрии (надчревной области) брюшной полости слева (между пищеводом и двенадцатиперстной кишкой)</i> . В нём выделяют 4 отдела: <i>кардиальный (прилежит к месту входа пищевода в желудок)</i> ; <i>дно (куполообразное выпячивание левее)</i> ; <i>тело (средняя часть)</i> ; <i>привратниковый отдел (часть, переходящая в двенадцатиперстную кишку)</i> ; в стенке 3 оболочки: <i>слизистая; мышечная; серозная</i>
Функции пищеварительной системы: пищеварительные: 1) <i>сенсорная</i> ; 2) <i>моторная</i> ; 3) <i>секреторная</i> ; 4) <i>всасывательная</i> ; не пищеварительные: 1) <i>защитная</i> ; 2) <i>экскреторная</i> ; 3) <i>витаминообразующая</i> ; 4) <i>эндокринная</i>	Пищевод — <i>полый, слоистый орган (узкая длинная трубка), соединяющий глотку с желудком</i> . Его стенка состоит из 4 оболочек: <i>слизистой, подслизистой, мышечной и адвентициальной до диафрагмы, ниже диафрагмы — серозной</i>
Объём пищеварительных соков, секретируемых за сутки <i>7,3–10,3</i> л: слюны <i>0,3–1,0</i> л; желудочного сока <i>2,0–2,5</i> л; желчи <i>0,5–1,5</i> л; сока поджелудочной железы <i>1,5–2,0</i> л; кишечного сока тонкой кишки до <i>2,5</i> л, толстой кишки <i>0,5–0,8</i> л	Пищеварение в желудке происходит в <i>кислой</i> среде при pH <i>1,5–5,6</i> под действием <i>соляной кислоты</i> и ферментов ( <i>пепсин А (pH 1,5–2,0)</i> , <i>пепсин С (гастрексин, pH 3,2–3,5)</i> , <i>пепсин В (парапепсин, pH 5,6)</i> ), гидролизу подвергаются в основном белки, а также из пищевых комков и желудочного сока формируется <i>химус (однородная полупереваренная мелкоперетертая кашица)</i>

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ: ОРГАНЫ, ИХ ТОПОГРАФИЯ И ОБЩИЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ, ФУНКЦИИ**

**Работа 27.2**

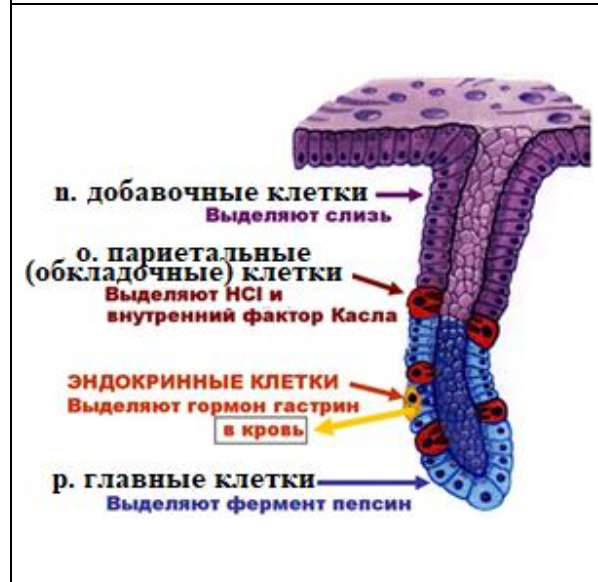
<p>а. пищеварительный тракт:</p> <p>б. рот</p> <p>в. пищевод</p> <p>г. желудок</p> <p>д. тонкий кишечник</p> <p>е. толстый кишечник</p> <p>ж. прямая кишка</p> <p>з. задний проход</p> <p>г. вспомогательные органы:</p> <p>h. слюнные железы</p> <p>и. печень</p> <p>j. поджелудочная железа</p> <p>к. желчный пузырь</p>	<p><b>Указаны ферменты и pH в отделах пищеварительной системы.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ротовая полость:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>\alpha</math>-амилаза (pH = 6,2–7,4)</li> </ul> </li> <li>Желудок:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– пепсин А (pH = 1,5–2,0)</li> <li>– пепсин В (парапепсин — pH = 5,6)</li> <li>– пепсин С (гастрин — pH = 3,2–3,5)</li> <li>– желудочная липаза (особенно у новорожденных) (pH = 5,9–7,9)</li> </ul> </li> <li>Поджелудочная железа: (pH = 7,8–8,4)             <ul style="list-style-type: none"> <li>– протеазы (трипсин, химотрипсин, эластазы, карбоксипептидазы А и В);</li> <li>– панкреатическая <math>\alpha</math>-амилаза;</li> <li>– панкреатическая липаза;</li> <li>– фосфолипаза А;</li> <li>– РНК-аза, ДНК-аза.</li> </ul> </li> <li>Желчь печеночная, состав и pH: pH = 7,3–8,0              Вода (97,5 %), сухой остаток (2,5 %), неорганические вещества (ммоль/л) (<math>\text{Na}^+</math> — 145; <math>\text{K}^+</math> — 5; <math>\text{Ca}^{2+}</math> — 2,5; <math>\text{Cl}^-</math> — 100; <math>\text{HCO}_3^-</math> — 28), желчные кислоты (0,6 %), желчные пигменты (0,5 %), холестерол (0,15 %), лецитин (0,4), жирные кислоты (1,4), муцин (отсутствует).</li> <li>Желчь пузырная состав и pH: pH = 6,8              Вода (92 %), сухой остаток (8 %), неорганические (ммоль/л) (<math>\text{Na}^+</math> — 130; <math>\text{K}^+</math> — 9; <math>\text{Ca}^{2+}</math> — 10; <math>\text{Cl}^-</math> — 25; <math>\text{HCO}_3^-</math> — 10), желчные кислоты (7 %), желчные пигменты (4,1 %), холестерол (0,6 %), лецитин (1,0–4,0), жирные кислоты (3,2–12,0), муцин (много).</li> <li>12-перстная кишка:              pH = 4,0–8,5              Панкреатический и кишечный соки с полным набором ферментов, необходимых для гидролиза белков, жиров, углеводов.</li> <li>Толстый кишечник:              pH = 8,5–9,0              Катепсины, пептидазы, липазы, амилазы, нуклеазы, щелочная фосфатаза.</li> </ol>
--	---





**Функции слюны:**

1. Смачивание пищи, растворение твердых веществ, ослизнение пищи и формирование пищевого комка.
2. Ферментное расщепление углеводов ( $\alpha$ -амилаза, мальтаза).
3. Защитная функция (лизоцим, лактоферрин).
4. Трофическая (участие в минерализации эмали зубов).
5. Участие в фонации.



**Функции желудка:**

1. Накопление пищевых масс, (депонирующая функция, 3–10 часов), их механическая и химическая обработка с образованием химуса, продвижение в дистальные отделы.
2. Секреция желудочного сока.
3. Химическая обработка под воздействием желудочного сока. Состав желудочного сока: *соляная кислота, неорганические вещества ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$ ) и органические вещества (слизь, конечные продукты метаболизма, ферменты)*. Количество желудочного сока в сутки: 2–2,5 л.
4. Секреция (выделение) антианемического фактора (внутренний фактор Касла) способствует всасыванию из пищи витамина  $B_{12}$ .
5. Всасывание ряда веществ: воды, соли, сахара.
6. Экскреция — выведение продуктов обмена через слизистую оболочку (усиливается при почечной недостаточности).
7. Эндокринная — выработка ряда гормонов и биологически активных веществ (гастрина, мотилина, соматостатина, гистамина, серотонина, вещества P).

Сейчас существуют неинвазивные и безболезненные методики сбора, как смешанной слюны, так и слюны, изолированной из больших и малых слюнных желез. Очень легко собрать смешанную слюну, ее количество в большинстве случаев является довольно точным показателем степени сухости всей полости рта. Заболевание отдельной слюнной железы может быть часто диагностировано по ее секреции. Количественное определение объема выделенной слюны называют «сиалометрией».

Слюну следует собирать через 1,5–2 часа после еды или натошак (после ночного перерыва в приеме пищи). Пациента просят не делать того, что может стимулировать слюноотделение до самой процедуры сбора. Этот запрет включает жевание чего-либо, например, пищи, жевательной резинки, конфет; курение, чистку зубов, полоскание полости рта, питье и т. п. Сам тест следует проводить в спокойном месте. Для получения средних значений скорости слюноотделения следует провести как минимум два определения, примерно в одно и то же время в два разных дня. Если у пациента исходные показатели были определены ранее, новые данные могут быть использованы для сравнения или как сравнительный показатель состояния слюнных желез в настоящее время. Если исходных данных нет, как это обычно бывает, скорость слюноотделения может быть сопоставлена с подходящим для данной популяции стандартом.

#### **Оценка скорости выделения смешанной слюны**

Смешанная слюна может быть собрана и количественно измерена рядом объемнометрических (волюмометрических) и гравиметрических методик. Методики сбора включают сбор слюны при самоистечении из полости рта, при сплевывании или посасыванием и сбором на тампон. Ниже будет описана комбинация волюмометрического метода с методикой сбора самоистечения и сплевывания, что легко осуществимо в медицинской клинике.

В качестве измерительного устройства применяют «Сиалометр» или хорошо калиброванный мерный цилиндр. «Сиалометр» — это специально сконструированный и повторно используемый инструмент (Pro-Flow Inc., Amityville, N.Y.), с помощью которого собирают как стимулированную слюну, так и слюну в покое в один сосуд.

В противном случае используют 2 мерных цилиндра (пробирки) емкостью примерно на 12 мл, калиброванные с точностью 0,1 мл и 2 воронки.

**Материалы и оборудование:** 4 градуированные пробирки, 2 воронки, секундомер, жевательная резинка (студенты берут с собой).

#### **Ход работы.**

#### **Сбор смешанной слюны в состоянии покоя (нестимулированной)**

Пациента усаживают, просят опустить голову и сидеть в таком положении, не глотать слюну или двигать языком и губами во время всего периода сбора слюны. Слюна аккумулируется в полости рта в течение 2 мин, затем пациента просят сплюнуть все содержимое полости рта в приемный сосуд. Процедуру сбора проводят еще 2 раза так, чтобы общее время сбора составляло 6 минут. Скорость слюноотделения, выраженная в мл/мин, составляет общий объем собранной слюны, деленный на шесть.

#### **Сбор стимулированной смешанной слюны**

##### *1. Метод с парафином.*

Просят пациента подержать кусочек парафина (Orion Diagnostia, Espoo, Финляндия) в полости рта до тех пор, пока он не станет мягким или жевать резинку (около 30 с), а затем просят проглотить всю слюну, накопившуюся в полости рта. После этого просят пожевать кусочек парафина (жевательную резинку) в своей обычной манере в течение 2 мин, точно засекая время; аккумулярованную слюну сплевывают в приемный сосуд. Процедуру проводят еще 2 раза. Объем слюны определяют по делениям сосуда и вычисляют скорость в мл/мин.

**2. Метод с лимонной кислотой.**

2%-ный раствор лимонной кислоты (изготовленный в аптеке) наносят с помощью тампона на дорсо-латеральную поверхность языка через каждые 30 сек. в течение периода 2 мин. Слюну накапливают, а затем сплевывают в приемный сосуд. Как и в методе с парафином, процедуру повторяют 3 раза, так что общее время сбора составляет 6 минут. Как и ранее, скорость тока выражают в мл/мин.

**Оценка результата**

В состоянии покоя скорость выделения смешанной слюны в среднем колеблется от 0,3 до 0,4 мл/мин, стимуляция жеванием парафина (жевательной резинки) увеличивает данный показатель до 1–2 мл/мин. Пределы скорости базового слюноотделения для смешанной слюны составляют от 0,1 до 2,0 мл/мин, а стимулированного слюноотделения — от 0,5 до 6,0 мл/мин.

	<b>Нестимулированная смешанная слюна</b>	<b>Стимулированное выделение слюны</b>
Нормосаливация	0,1–2,0 мл/мин	0,5–6,0 мл/мин
Гипосаливация	Менее 0,1 мл/мин	Менее 0,5 мл/мин
Гиперсаливация	Более 2,0 мл/мин	Более 6,0 мл/мин

**Указания к оформлению протокола:**

1. Рассчитайте скорость саливации и занесите в протокол полученные результаты.
2. Сделайте заключение о скорости выделения слюны у испытуемого.

**ПРОТОКОЛ**

1. Скорость выделения слюны:

нестимулированной **2,7** мл/мин,

стимулированной **6,4** мл/мин.

2. **Вывод.** У испытуемого *гиперсаливация* (нормо-, гипо- или гиперсаливация)

Процесс химической обработки пищи начинается в ротовой полости под воздействием ферментов смешанной слюны ( $\alpha$ -амилазы, лингвальной липазы, щелочной и кислой фосфатазы, калликриина, нуклеаз, пероксидазы). Источники происхождения этих ферментов различны: слюнные железы, клетки эпителия слизистой полости рта, микроорганизмы, эмигрировавшие в полость рта лейкоциты. Под воздействием этих ферментов происходит гидролиз углеводов, липидов, нуклеиновых кислот, отщепление фосфатов от органических соединений. В слюне человека преобладает содержание (0,4–1,0 г/л) амилазы. Она синтезируется в различных слюнных железах в следующем объеме: ОУСЖ — 0,5–1,5 г/л; ПЧСЖ — 0,1–0,5 г/л; ПЯСЖ — 0,1–0,5 г/л.

Под воздействием  $\alpha$ -амилазы (птиалина) разрушаются  $\alpha$ -1,4-гликозидные связи в молекуле крахмала пищи и в качестве продуктов гидролиза образуются мальтоза, мальтотриоза и  $\alpha$ -декстрины. Ферментативная активность  $\alpha$ -амилазы проявляется в широком диапазоне рН (от 3,8 до 9,4), но оптимальная активность достигается при нейтральных значениях рН.

**Материалы и оборудование.** 4 пробирки, воронка, пипетки, штатив для пробирок, водяная баня (термостат на 37°), лед, крахмальный клейстер (1%-ный водный раствор), 5%-ный раствор йода или раствор Люголя, 2%-ный раствор HCl, дистиллированная вода, лакмусовая бумага.

**Ход работы.** Соберите слюну (см. предыдущую работу). В каждую пробирку налейте по 1 мл слюны.

Пробирку № 1 поставьте в штатив (контроль), пробирку № 2 нагрейте на спиртовке до кипения и охладите; в пробирку № 3 добавьте 1–2 капли 2 % HCl. С помощью лакмусовой бумаги определите рН. Затем во все пробирки (№ 1–4) добавьте по 1 мл крахмального клейстера. После многократного встряхивания пробирки 1, 2, 3 поместите в водяную баню (37°) на 15 минут, а пробирку № 4 в стакан со льдом. По истечении необходимого времени во все пробирки внесите 1–2 капли раствора йода (йод окрашивает крахмал в синий цвет). Обратите внимание на цвет раствора.

**Указания к оформлению протокола:**

1. Заполните таблицу.
2. В выводе сделайте заключение об условиях, в которых осуществляется гидролиз крахмала под воздействием  $\alpha$ -амилазы слюны.

**ПРОТОКОЛ**

№ пробирки	Содержимое пробирки	t °C	рН	Окраска содержимого в синий цвет (имеется/нет)
1	1 мл слюны + 1 мл вареного крахмала + р-р йода	37	6.7	Нет
2	1 мл слюны + кипячение + 1 мл вареного крахмала + р-р йода	100	6.7	Имеется
3	1 мл с слюны + HCl + 1 мл вареного крахмала + р-р йода	37	2.0	Имеется
4	1 мл слюны + охлаждение до 0 °C + 1 мл вареного крахмала + р-р йода	0	6.7	Имеется

3. **Вывод.** Ферментативная активность  $\alpha$ -амилазы слюны проявляется при t° 37 °C и рН раствора 6,7 (норма: 3,8–9,4)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ**

**Клинические методы исследования строения и функций органов желудочно-кишечного тракта**

На сегодняшний день существует обширный спектр методов исследования, позволяющих изучать различные функции органов желудочно-кишечного тракта. Широко распространены *зондовые методы* — фиброгастроудоденоскопия (ФГДС), желудочное и дуоденальное зондирование, ректеромано- и колоноскопия, рН-метрия и др. **ФГДС** основывается на использовании волоконной оптики, что позволяет визуально оценить состояние слизистой оболочки, моторики, тонуса мышц пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки, изучить характер эвакуации пищи и другие показатели моторной и секреторной функции. **Гастроудоденальное зондирование** выполняется путём введения специальных зондов, через которые получают желудочное или дуоденальное содержимое. Оно позволяет оценить объём нестимулированной и стимулированной секреции желудочного сока, его рН, цвет, содержание ферментов, электролитов и другие характеристики. **рН-Метрия** позволяет вести длительную запись изменения рН пищевода, желудочного или дуоденального содержимого, оценивать его изменения в разное время суток, зависимость от приёма пищи и т. д.

К *беззондовым методам* относят **исследование кала**, позволяющее установить характер и степень переваривания пищевых продуктов, содержания желчных пигментов, что позволяет судить о состоянии пищеварения в кишечнике. **Биохимический анализ** крови, мочи даёт возможность изучать содержание в них ферментов печени и поджелудочной железы, желчных пигментов и т. д. Используются методы *визуализации* структуры и функции различных органов — **сцинтиграфия** (позволяет судить о функциональном состоянии органа по накоплению в нём радиоактивного изотопа), **рентгенография** или **рентгеноскопия с контрастированием**, **ультразвуковое исследование**, позволяющие изучить морфологию и моторику органов ЖКТ.

Одним из классических методов исследования моторной функции ЖКТ является **электрогастрография** — метод регистрации электрической активности мышц желудка с поверхности тела (табл. 27.1).

*Таблица 27.1*

**Примеры электрогастрограмм (ЭГГ) у здорового молодого человека в различные сроки после приёма пищи**

Время регистрации ЭГГ после приёма пищи	Электрогастрограммы. Калибровка: амплитуда — 4 мм (1 деление) по вертикали = 100 мкВ; скорость регистрации — 10 мм по горизонтали = 1 мин	Примечание
5 мин		Перистальтические волны
1 ч		Перистальтические волны на фоне тонического сокращения
2 ч		Пропульсивные сокращения
8 ч		«Голодная» перистальтика

Электрогастрография позволяет оценить состояние моторной и эвакуаторной функций желудка в норме и при заболеваниях ЖКТ

**ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОНКОМ И ТОЛСТОМ КИШЕЧНИКЕ.  
РОЛЬ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И ПЕЧЕНИ В ПИЩЕВАРЕНИИ. ВСАСЫВАНИЕ**

**Занятие 28 (10)**

Дата: \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.


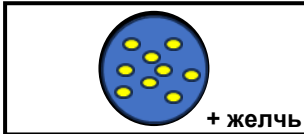
<p><b>Основные вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тонкая кишка: представление об её топографии, отделах, строении, особенностях крово- и лимфообращения, иннервации.</li> <li>2. Пищеварение в 12-перстной кишке.</li> <li>3. Поджелудочная железа: функции; представление об её топографии и строении. Состав и свойства сока поджелудочной железы. Регуляция панкреатической секреции.</li> <li>4. Печень: представление об её топографии, макро- и микростроении, функциях, особенностях кровообращения.</li> <li>5. Состав, свойства и функции желчи. Регуляция образования желчи, выделения ее в 12-перстную кишку.</li> <li>6. Полостной и мембранный гидролиз пищевых веществ в тонком кишечнике. Моторная деятельность тонкой кишки и ее регуляция.</li> <li>7. Толстая кишка: представление об её топографии, отделах, строении, особенностях крово- и лимфообращения, иннервации.</li> <li>8. Пищеварение в толстом кишечнике. Моторная деятельность толстого кишечника и ее регуляция. Дефекация.</li> <li>9. Роль микрофлоры толстого кишечника для организма.</li> <li>10. Всасывание веществ в различных отделах пищеварительного тракта. Виды и механизмы всасывания.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>ЛИТЕРАТУРА</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Основная</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 508–518, 537–547.</li> <li>2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><i>Дополнительная</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. <i>Нормальная физиология</i> : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 356–370.</li> <li>4. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 264–272.</li> <li>5. <i>Гистология, цитология, эмбриология</i> : учеб. / Т. М. Студеникина [и др.] ; под ред. Т. М. Студеникиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание, 2020. – 464 с. – С. 365–390.</li> <li>6. <i>Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция</i> : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с. – С. 101–106.</li> </ol>
<p><b>НОРМАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ</b></p>	
<p><b>Желчь печёночная:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– количество в сутки — 0,5–1,2 л;</li> <li>– удельный вес — 1,008–1,015;</li> <li>– рН = 7,3–8,0.</li> </ul> <p><b>Желчь пузырная:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– объём желчного пузыря — 50–80 мл;</li> <li>– удельный вес — 1,011–1,032;</li> <li>– рН = 5,6–7,5.</li> </ul>	<p><b>Сок поджелудочной железы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– количество в сутки — 1,5–2,0 л;</li> <li>– рН = 7,8–8,4.</li> </ul> <p><b>Сок тонкого кишечника:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– количество в сутки — до 2,5 л;</li> <li>– рН = 7,2–8,6.</li> </ul> <p><b>Сок толстого кишечника:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– количество в сутки — 0,3–1,5 л;</li> <li>– рН = 8,5–9,0.</li> </ul>

<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каким образом в кишечнике происходит нейтрализация кислого химуса, поступающего из желудка?</li> <li>2. Какие ферменты сока поджелудочной железы выделяются в неактивном виде?</li> <li>3. Как изменяется секреция сока поджелудочной железы при питании преимущественно пищей, богатой: 1) белками; 2) жирами; 3) углеводами?</li> <li>4. Почему при поступлении кислого химуса из желудка в двенадцатиперстную кишку его эвакуация из желудка тормозится?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Какие факторы (гуморальные, пищевые и др.) стимулируют образование и выделение желчи?</li> <li>6. Какие свойства желчи обеспечивают её стабильное состояние?</li> <li>7. К каким последствиям приводит прекращение поступления желчи в кишечник?</li> <li>8. В каком отделе ЖКТ происходит всасывание витамина В12?</li> <li>9. Какой общий механизм транспорта используется для всасывания в тонком кишечнике аминокислот, глюкозы, галактозы, желчных кислот?</li> <li>10. Прекратится ли моторика толстой кишки после перерезки блуждающего нерва? Почему?</li> </ol>
--	--

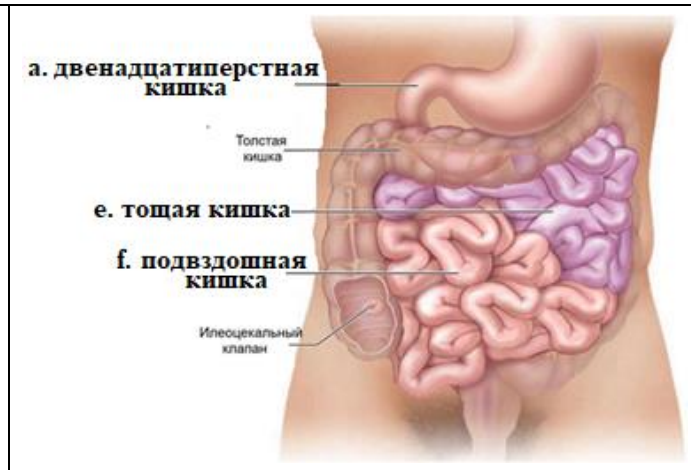
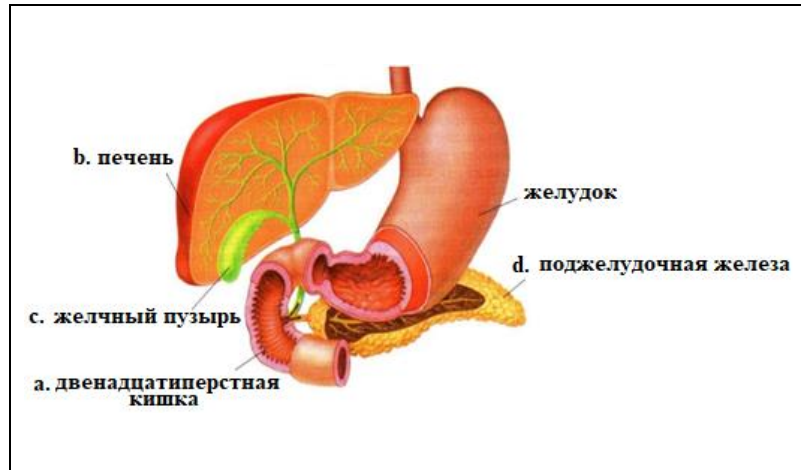
## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

## Работа 28.1

<p>Тонкая кишка (intestinum tenue) — это <i>отдел ЖКТ, который начинается за пилорическим сфинктером и заканчивается переходом в слепую кишку</i></p>	<p>В толстой кишке (intestinum crassum) выделяют 3 части: <i>слепую</i> кишку, <i>2,5–15</i> см, с <i>червеобразным</i> отростком; <i>ободочную</i> кишку (до <i>1,5</i> м); <i>прямую</i> кишку, <i>14–18</i> см</p>
<p>Тонкая кишка — <i>слоистый, полый</i> орган длиной <i>5–7</i> м, стенка которого состоит из 3 оболочек: 1) <i>слизистой (с подслизистой)</i>; 2) <i>мышечной</i>; 3) <i>серозной</i></p>	<p>Роль микрофлоры толстого кишечника: 1) <i>поддерживает</i> иммунитет; 2) <i>симбионтное</i> пищеварение; 3) синтез витаминов <i>группы В и К</i>; 4) антагонизм к патогенной <i>микрофлоре</i>; 5) участие в обмене <i>белков, углеводов, витаминов</i></p>
<p>Три отдела тонкой кишки, их длина и локализация: 1) <i>12-перстная кишка</i> (duodenum) подковообразная трубка длиной до 30 см в забрюшинном пространстве; 2) <i>тощая кишка</i> (до 1,5–2 м); 3) <i>подвздошная кишка</i> (3–4 м) брыжеечные кишки</p>	<p>Желчный пузырь — это <i>слоистый, полый</i> орган, вмещающий <i>50–70</i> мл желчи. Его стенка состоит из 3 оболочек: 1) <i>слизистой</i>; 2) <i>мышечной</i>; 3) <i>серозной</i></p>
<p>Поджелудочная железа — это <i>паренхиматозный</i> орган, состоящий из 2 отделов: <i>экзокринного (97 %)</i>, секретирующего <i>протеолитические ферменты</i>; <i>эндокринного (3 %)</i>, образующего гормоны: <i>инсулин (β-клетками), глюкагон (α-клетками)</i> и другие (<i>соматостатин /D-клетками/, панкреатический полипептид /PP-клетками/, С-пептид /β-клетками/, амилин, гастрин</i>)</p>	<p>Толстая кишка — <i>слоистый, полый</i> орган длиной <i>1,5–2</i> м, стенка которого состоит из 3 оболочек: 1) <i>слизистой</i>; 2) <i>мышечной</i>; 3) <i>серозной/адвентициальной</i></p>
<p>Энтерокиназа — <i>эндопептидаза, продуцируемая в основном в 12-перстной кишке мукоцитами бруннеровых желез. Основная функция — превращение трипсиногена в трипсин</i></p>	<p>В ободочной кишке различают части: 1) <i>восходящую</i>; 2) <i>поперечную</i>; 3) <i>нисходящую</i>; 4) <i>сигмовидную</i></p>
<p>Ферменты панкреатического сока для гидролиза белков выделяются в <i>неактивном</i> виде: <i>трипсиноген; химотрипсиноген; проэластаза; прокарбокسينпептидазы А и В</i></p>	<p>Основные виды нормальной микрофлоры толстого кишечника: 1) <i>облигатная: анаэробные виды бактерий (бифидобактерии и бактероиды)</i> до 90 %; 2) <i>факультативная: аэробные виды бактерий (лактобактерии, кишечная палочка, энтеробактерии)</i> до 9%; 3) <i>случайная (транзитная): стафилококки, энтеробактер, дрожжи, клостридии</i> и другие до 1 %</p>
<p>Печень — это <i>паренхиматозный</i> непарный орган, самая <i>крупная пищеварительная</i> железа в теле человека, массой <i>1–1,5</i> кг, локализованная в брюшной полости в <i>правом</i> подреберье под <i>диафрагмой</i></p>	<p>Перистальтический рефлекс — сокращение стенки кишки выше и расслабление ниже места ее механического раздражения</p>

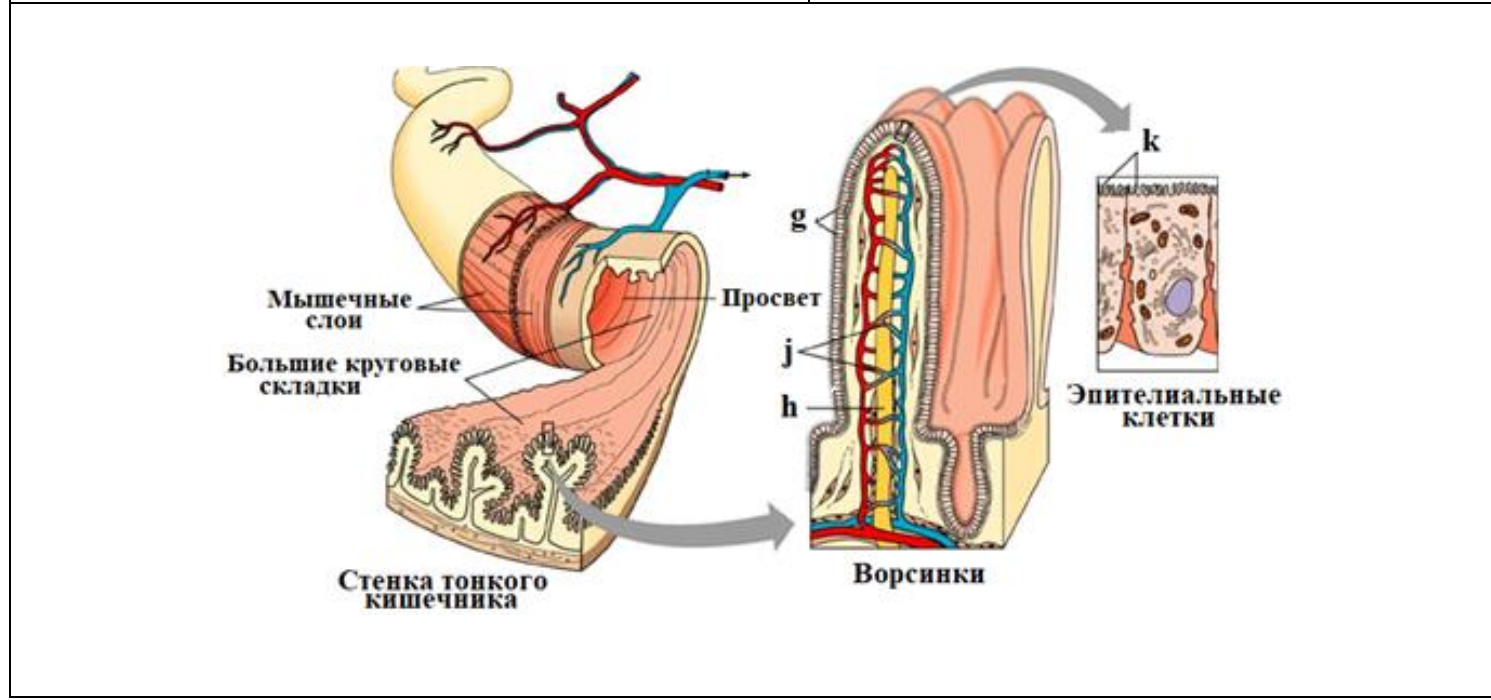
<p>За сутки в просвет двенадцатиперстной кишки секретруется 0,5–1,5 л желчи. Одной из её важных функций является эмульгирование жиров, образование мицелл и солюбилизация липидов, что достигается благодаря присутствию в ней амфифильных первичных желчных кислот (ЖК) — холевой и хенодезоксихолевой и их солей (в кишечнике также образуются вторичные ЖК — дезоксихолевая и литохолевая). Важно помнить, что ЖК образуются из холестерина, причём 95–98 % ЖК в дистальном отделе подвздошной кишки реабсорбируется обратно в кровь, принимая участие в энтерогепатической циркуляции ЖК.</p>	<p><b>Материалы и оборудование:</b> предметные часовые стёкла, лупа, стеклянные палочки, желчь, растительное масло, дистиллированная вода, вата, ёмкость для сбора отработанного материала.</p>	
	<p><b>Ход работы.</b> Возьмите два предметных стекла, на каждое нанесите по 1–2 капли воды и растительного масла. К капле воды с маслом на одном из стёкол добавьте 2 капли желчи. Стеклянной палочкой тщательно перемешайте сначала каплю без желчи, потом с желчью, не допуская попадания желчи во вторую каплю. Рассмотрите содержимое обеих капель под лупой.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ПРОТОКОЛ</b></p> <p>Распределение жира в каплях воды без добавления и с добавлением желчи.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  </div> </div> <p><b>Вывод:</b> (как влияет желчь на состояние жира и механизм этого явления).  <i>Желчные кислоты (в составе желчи) покрывают жировую каплю, придавая ей свойство гидрофильности и дополнительный заряд, что способствует отталкиванию капель друг от друга.</i></p>

**ТОНКАЯ КИШКА: ТОПОГРАФИЯ, ОТДЕЛЫ, СТРОЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ КРОВО- И ЛИМФООБРАЩЕНИЯ Работа 28.3**



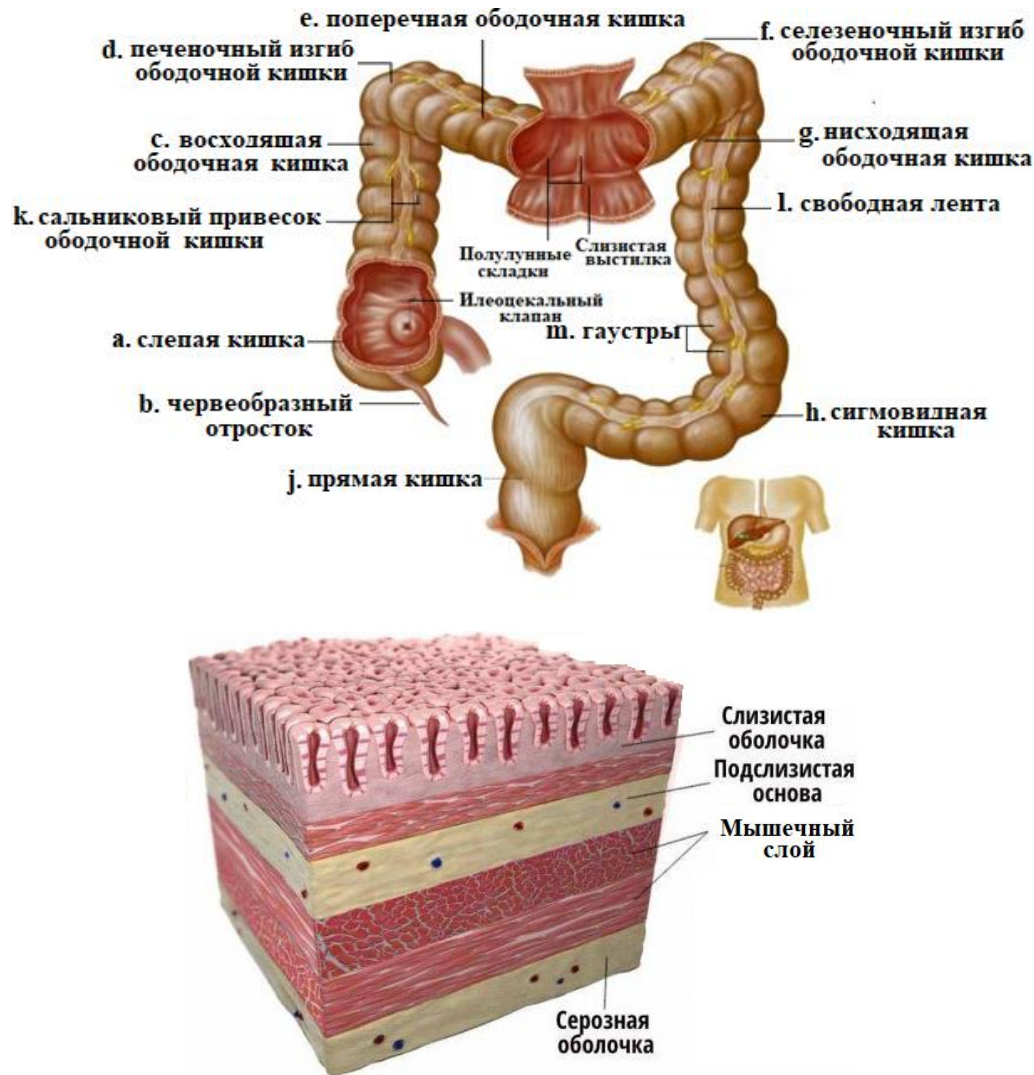
Тонкая кишка состоит из трех отделов: двенадцатиперстной, тощей и подвздошной, которые имеют сходное строение. Общая длина тонкой кишки посмертно составляет 6–7 м, при жизни 3 м (благодаря тонусу продольной гладкой мускулатуры), ее стенка образована тремя оболочками: слизистой, мышечной и серозной.

- Функции тонкой кишки:**
1. Окончательная химическая обработка (переваривание) питательных веществ с их расщеплением до простых соединений ферментами в просвете кишки и на поверхности ее эпителия.
  2. Всасывание продуктов расщепления питательных веществ в кровь и лимфу (площадь всасывающей поверхности — 900 м<sup>2</sup>).
  3. Механическая — проталкивание содержимого кишки в дистальном направлении.
  4. Эндокринная.
  5. Иммунная — обеспечивается диффузными скоплениями лимфоидной ткани в стенке кишки, а также специальными структурами — одиночными лимфатическими узелками и их агрегатами (пейровыми бляшками).



## ТОЛСТАЯ КИШКА: ТОПОГРАФИЯ, ОТДЕЛЫ, СТРОЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ КРОВО- И ЛИМФООБРАЩЕНИЯ

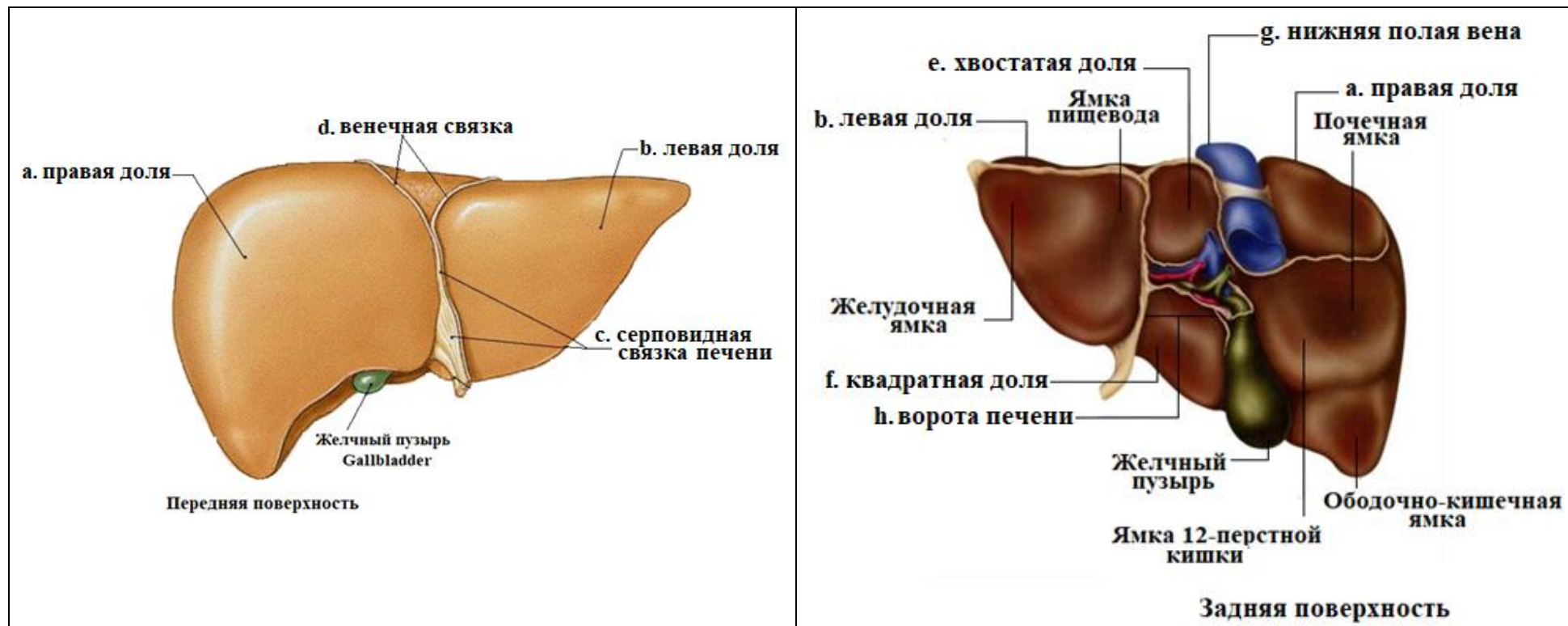
Работа 28.4



Толстая кишка состоит из трех отделов: слепой кишки с червеобразным отростком, ободочной кишки (восходящей, поперечной, нисходящей сигмовидной) и прямой. Длина толстой кишки 1,5–2 м. Продолжительность пребывания пищевых веществ в кишке — 2–3-е суток.

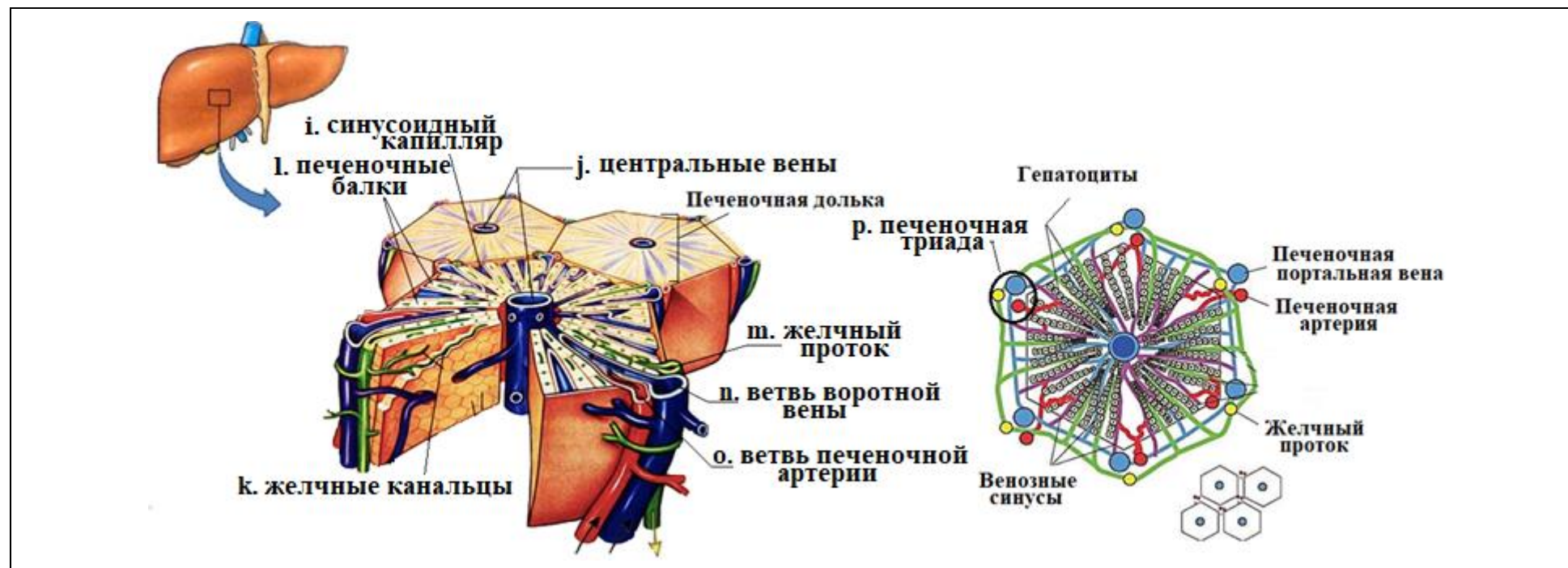
### Функции толстой кишки:

1. Всасывание воды и электролитов из химуса и формирование каловых масс.
2. Симбионтное пищеварение и всасывание соединений, образующихся в результате активности микрофлоры кишки: витаминов К и В, продуктов гидролиза клетчатки.
3. Механическая — проталкивание содержимого кишки (каловых масс) в дистальном направлении и удаление их из организма (дефекация).
4. Эндокринная — благодаря наличию клеток ДЭС (диффузной эндокринной системы) в эпителии кишки.
5. Иммунная — обеспечивается диффузной лимфоидной тканью в стенке кишки, а также специальными структурами — одиночными лимфатическими узелками и их скоплением в червеобразном отростке.



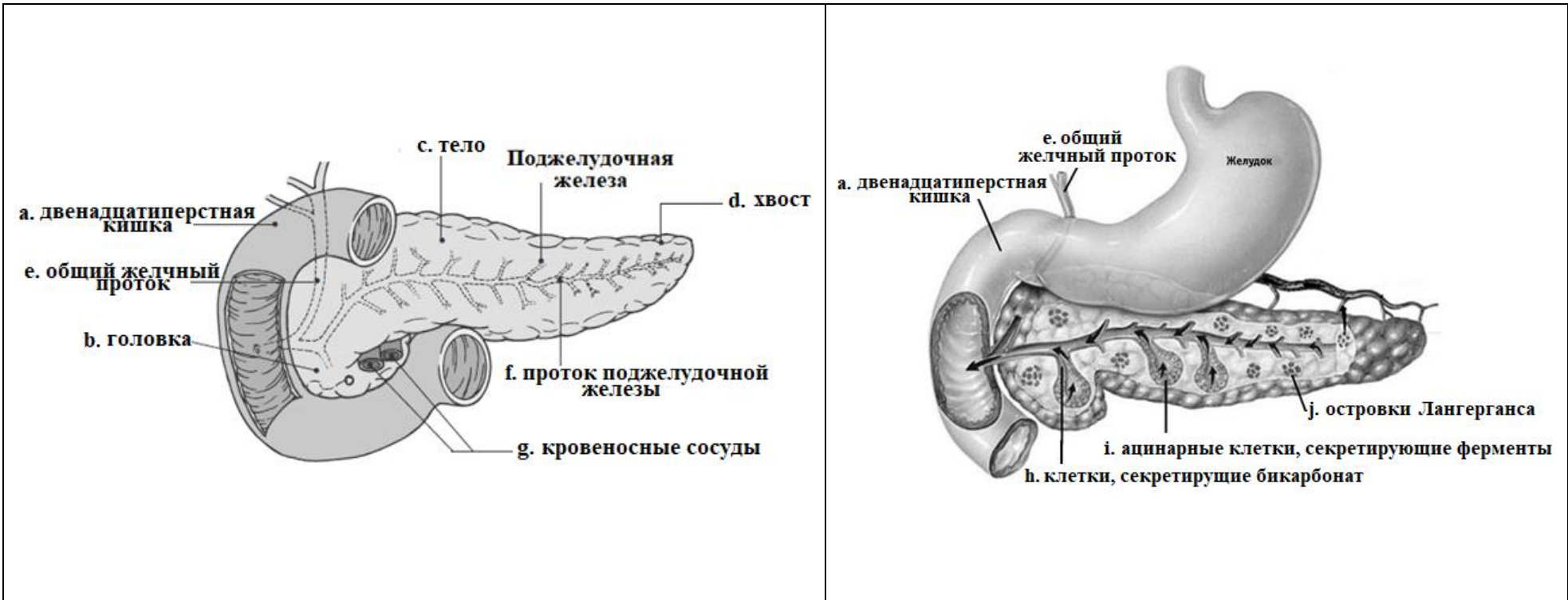
Печень — паренхиматозный непарный орган и самая крупная железа организма. Она занимает в нем особое положение, получая по *системе воротной вены* кровь, оттекающую от органов желудочно-кишечного тракта и содержащую все питательные вещества, всосавшиеся в кишке (за исключением липидов, поступающих в лимфатические сосуды, а оттуда в общий кровоток). Эти вещества в печени накапливаются, перерабатываются и выделяются в кровь вместе с вновь синтезированными ею соединениями.

Одновременно из кишки и системного кровотока в печень поступают различные токсические и биологически активные вещества, которые разрушаются ею и в виде безвредных (инактивированных) продуктов выводятся в желчь, содержащую, наряду с другими компонентами, желчные кислоты, которые необходимы для эмульгирования и всасывания жиров в кишке. Таким образом, печень является одновременно экзокринной железой, выделяющей в кишечник желчь, и эндокринной железой, секретирующей ряд веществ в кровь.



### Функции печени:

1. Секреторная: экзокринная — выделение желчи (0,5–1,2 л/сут) и эндокринная — выделение в кровь гормонов или их предшественников, тромбоцитопоэтин, соматомедин С, ангиотензиноген, 1-(ОН)-ВитД<sub>3</sub>.
  2. Общесоматическая — участие в обмене (захват, синтез, накопление, разрушение, химическое преобразование) белков, липидов, углеводов, витаминов, гормонов, микроэлементов.
  3. Барьерная — определяется «стратегическим» положением печени в организме и включает защитную и обезвреживающую функции:
    - А — защитная функция — обеспечивается специфическими и неспецифическими механизмами (макрофагами, гранулоцитами, лимфоцитами, антителами), связана с фагоцитозом и разрушением приносимых кровью инертных и биологически активных агентов — микроорганизмов, токсинов, комплексов антиген-антитело, эритроцитов.
    - Б — обезвреживающая функция — обезвреживание чужеродных соединений и продуктов собственного метаболизма организма, приводящая к снижению токсичности вещества или увеличению его растворимости (для последующего удаления из организма).
- Кровотворная: (эритропоэз со 2-го по 8-й мес. внутриутробной жизни.), у взрослого человека синтез 95 % всех белков крови.



Поджелудочная железа является железой смешанной секреции и состоит из экзокринной и эндокринной частей. Первая вырабатывает панкреатический сок (в количестве 1,5–2,0 л/сут), содержащий пищеварительные ферменты и обладающий щелочной реакцией (рН 7,8–8,4), вторая — гормоны: **инсулин ( $\beta$ -клетки)**, **глюкагон ( $\alpha$ -клетки)**.

Покрывается капсулой, от которой отходят перегородки, разделяющие орган на дольки и содержащие сосуды, нервы, нервные ганглии и выводные протоки.

Экзокринная часть — основная часть (97 %) объема долек железы и представляет собой сложную альвеолярно-трубчатую серозную железу, состоит из концевых отделов (ацинусов) и системы выводных протоков.

**ВЛИЯНИЕ НЕЙРОМЕДИАТОРОВ СИМПАТИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НА ПЕРИСТАЛЬТИКУ ТОНКОГО КИШЕЧНИКА И АНАЛИЗ НЕЙРОМЕДИАТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ НА ГЛАДКИЕ МЫШЦЫ КИШЕЧНИКА (демонстрационная компьютерная работа)**

**Работа 28.7**

**Ход работы.** Загрузите файл Fink, с помощью клавиш Enter и Esc войдите в программу, далее выберите Introduction → Enter → Page Down (страница 2) и познакомьтесь с иннервацией участка тонкой кишки и локализацией электродов для электрической стимуляции на постганглионарном симпатическом нерве. Затем через команды Esc → Method → Enter → Page Down (страница 2) познакомьтесь с условиями проведения опыта на изолированном участке тонкой кишки. Далее моделируйте проведение эксперимента командами: Esc → Experiments.

**2. Nerve Stimulation**

**1. Frequency Response**

F<sub>5</sub> — 25,0 Hz (stimulation) (зарисовать результат в протокол, рис. 1, Б);

Esc → Atropine, 2 µg/ml (зарисовать результат в протокол, рис. 2, А);

Esc → Propranolol, 20 µg/ml (зарисовать результат в протокол, рис. 2 Б);

Esc → Phentolamine, 200 µg/ml (зарисовать результат в протокол, рис. 2, В);

Esc → 1. Adrenergic Drugs

Noradrenaline

Dose response

F<sub>5</sub> (54 µg/ml) (зарисовать результат в протокол, рис. 1, В)

Закончить моделировать эксперимент и выйти из программы с помощью клавиш Quit → Q → Enter.

**Указания к оформлению протокола:**

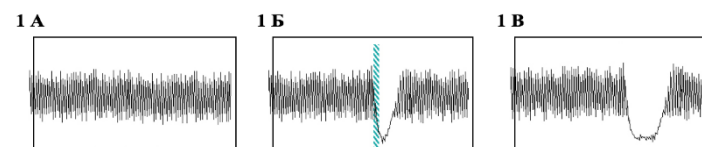
1. Зарисовать изменения перистальтики участка тонкой кишки после электрической стимуляции симпатического нерва (частота 25 Hz), ее иннервирующего (рис. 1, б), и после введения в раствор для перфузии норадреналина в дозе 54 µg/ml (рис. 1, в).

2. Зарисовать изменения перистальтики участка тонкой кишки после введения Atropine (в дозе 2 µg/ml), Propranolol (в дозе 20 µg/ml), Phentolamine (в дозе 200 µg/ml) и последующей стимуляции симпатического нерва (частота 25 Hz), иннервирующего данный участок кишки, на рис. 2, А, Б, В соответственно.

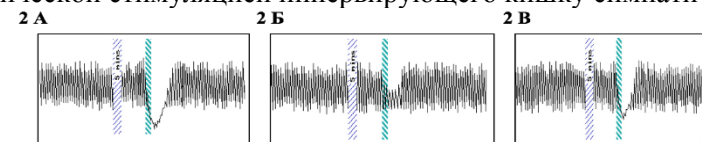
3. Сделайте заключение о влиянии симпатических нервов на перистальтику тонкого кишечника и укажите, какой нейромедиатор выделяется из постганглионарных симпатических волокон, и каким типом рецепторов опосредуется действие нейромедиатора на гладкие мышцы тонкого кишечника.

**ПРОТОКОЛ**

**Рисунок № 1.** Перистальтика участка тонкой кишки (1 А) и влияние на нее электрической стимуляции симпатического нерва (1 Б) и введения норадреналина (1 В).



**Рисунок № 2.** Влияние атропина в дозе 2 µg/ml (2 А), пропранолола в дозе 20 µg/ml (2 Б) и фентоламина в дозе 200 µg/ml (2 В) на торможение перистальтики участка тонкой кишки, вызванной электрической стимуляцией иннервирующего кишку симпатического нерва.



**Вывод:** Симпатический отдел АНС угнетает перистальтику тонкого кишечника через нейромедиатор норадреналин, выделяемый из постганглионарных симпатических волокон, взаимодействующий, преимущественно, с β-адренорецепторами гладких мышц тонкого кишечника.

# ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ. ФИЗИОЛОГИЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ

## ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ. ФИЗИОЛОГИЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ

Занятие 29 (11)

Дата: \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

### Основные вопросы:

1. Обмен веществ и энергии в организме. Процессы анаболизма и катаболизма, их соотношение при различных функциональных состояниях организма.
2. Понятие о нормальной потребности в питательных веществах. Нутриенты и ксенобиотики, их роль в организме.
3. Основной обмен и факторы, определяющие его величину. Энергозатраты организма в условиях основного обмена. Методы исследования основного обмена. Пластическая и энергетическая роль питательных веществ.
4. Общий обмен. Энергозатраты организма при различных видах трудовой деятельности (в соответствии со степенью тяжести физического труда). Рабочая прибавка. Специфически-динамическое действие пищи. Методы определения прихода и расхода энергии (прямая и непрямая калориметрия, расчет по таблицам и формулам).
5. Питание. Физиологические основы и принципы здорового питания. Нормы питания в зависимости от возраста, вида труда и состояния организма. Понятие о пищевых и непищевых факторах риска для здоровья человека. Суточные потребности в белке, жирах, углеводах, воде.
6. Масса тела как объективный показатель баланса прихода и расхода энергии. Понятие о норме массы тела и ее регуляции. Избыточная (ожирение) и недостаточная (гипотрофия) масса тела.
7. Терморегуляция. Понятие о гомеотермии, пойкилотермии и гетеротермии. Значение температурного гомеостаза.
8. Температура тела человека и её суточные колебания. Температура различных участков кожных покровов и внутренних органов. Понятие о гипо- и гипертермии, лихорадке.
9. Теплопродукция организма. Источники теплопродукции в организме. Сократительный и несократительный термогенез. Метаболические процессы в бурой жировой ткани. Регуляция процессов теплопродукции.
10. Теплоотдача организма. Понятие о теплопередаче внутри организма. Физические процессы и физиологические механизмы, обеспечивающие теплоотдачу. Регуляция процессов теплоотдачи.
11. Нервные и гуморальные механизмы терморегуляции. Периферические и центральные терморцепторы. Центры терморегуляции.
12. Функциональная система, обеспечивающая поддержание постоянства температуры внутренней среды организма.

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная

1. *Физиология с основами анатомии* : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 363–401.
2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.

#### Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 372–394, 395–407.
4. *Физиология с основами анатомии* : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 272–287.
5. *Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция* : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с. – С. 108–113, 115–120.

<b>НОРМАТИВЫ</b>		
<p><b>ДК при окислении:</b>            – жиров — 0,7;            – белков — 0,8;            – углеводов — 1,0</p>	<p><b>КЭО<sub>2</sub> при окислении:</b>            – жиров — 4,69 ккал/л;            – белков (до мочевины) — 4,46 ккал/л;            – углеводов — 5,05 ккал/л</p>	<p><b>Температура тела:</b>            – аксиальная — 35,1–36,9 °С;            – оральная — 35,5–37,5 °С;            – ректальная и ауральная — 36,0–38,0 °С</p>
<p><b>Энергозатраты молодого человека на основной обмен:</b>            – ♂ — 1,0 ккал/кг·ч; ♀ — 0,9 ккал/кг·ч</p>	<p><b>Потребность в белке:</b>            – 0,75–1,0 г/кг в сутки</p>	<p><b>Потери тепла при испарении 1 г воды:</b>            – 0,58 ккал/г</p>
<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <p>1. Почему, используя данные об объемах потребленного организмом кислорода можно оценить величину энергетических затрат?</p> <p>2. Что такое калорический эквивалент кислорода (КЭО<sub>2</sub>)? Какие вещества имеют наибольший КЭО<sub>2</sub>? Каков при этом дыхательный коэффициент?</p> <p>3. Рассчитайте калорийность продукта, содержащего 3 г белка, 3 г жира и 6 г углеводов на 100 г массы.</p> <p>4. Что такое белковый минимум? Какое оптимальное количество белка должен получать организм человека в сутки?</p> <p>5. Рассчитайте индекс массы тела мужчины 24 лет (рост 172 см, вес 82 кг) и оцените массу его тела. Дайте (при необходимости) рекомендации по коррекции массы тела.</p> <p>6. Альвеолярная вентиляция человека составила 10 л/мин. В выдыхаемом воздухе содержание О<sub>2</sub> было 15 %, содержание СО<sub>2</sub> — 4,8 %. Рассчитайте суточные энергозатраты испытуемого при условии сохранения текущего уровня физической активности.</p>		<p>7. Вентиляция легких человека составляет 5 л/мин. Содержание О<sub>2</sub> в выдыхаемом воздухе — 16 %. Рассчитайте суточные энергозатраты человека при питании смешанной пищей (КЭО<sub>2</sub> = 4,86 Ккал/л О<sub>2</sub>). Оцените уровень физической активности испытуемого в момент проведения исследования.</p> <p>8. Определите, какое количество белков, жиров и углеводов необходимо употреблять в пищу в течение суток женщине в возрасте 26 лет (рост 166 см, вес 68 кг, занята умственным трудом). Правильно ли составлен её пищевой рацион, если в течение суток она потребляет 52 г белка (12 г — животного происхождения) и 230 г углеводов (10 г — легкоусвояемых), из них на завтрак и обед приходится 165 г углеводов?</p> <p>9. Что такое «температурное ядро» тела человека? Где измеряется его температура?</p> <p>10. Каков основной механизм теплоотдачи с поверхности тела человека в нормальных условиях?</p> <p>11. Чем отличаются механизмы повышения температуры тела при физической гипертермии и при лихорадке?</p> <p>12. Человек, работающий на солнце при температуре воздуха 32 °С в тени, пожаловался на недомогание. Аксиальная температура у него оказалась равной 38,1 °С. Как называется такое состояние? Нарисуйте кривую диссоциации оксигемоглобина у этого человека.</p>

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

## Работа 29.1

Метаболизм — совокупность химических превращений веществ в организме с высвобождением или поглощением энергии (обмен веществ и энергии)	Терморегуляция — это совокупность физиологических процессов теплоотдачи и теплопродукции, обеспечивающих для данного вида постоянство температуры тела в условиях меняющейся температуры окружающей среды
Анаболизм — это образование сложных соединений из простых с затратой энергии, высвободившейся в процессе катаболизма (ассимиляция)	Пойкилотермия — это состояние организма, при котором температура тела живого существа меняется в широких пределах в зависимости от температуры внешней среды
Анаболические гормоны (перечислить) — соматотропный гормон, инсулин, андрогены (тестостерон, дигидротестостерон, андростендион)	Гомойотермия — это способность живых организмов поддерживать температуру тела на относительно постоянном уровне, несмотря на значительные изменения температуры окружающей среды
Катаболизм — это распад сложных соединений до простых с высвобождением энергии, заключенной в химических связях (диссимиляция)	Ядро (или сердцевина) тела — внутренние органы, головной и спинной мозг, мышцы и все ткани, лежащие на глубине более 2–2,5 см от поверхности кожи
Катаболические гормоны (перечислить) — адреналин, глюкокортикоиды (кортизол, кортизон, кортикостерон), тиреоидные гормоны (трийодтиронин и тироксин в больших дозах)	Оболочка тела — это кожа с подкожной жировой клетчаткой и все структуры, расположенные в подкожном слое
Основной обмен — это минимальное количество энергии, необходимое для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма в состоянии покоя в стандартных условиях	Уровень теплопродукции контролируется задним отделом гипоталамуса через соматические и симпатические нервы и гормоны тироксин и адреналин
Общий обмен — это энергетические траты организма в условиях обычной жизнедеятельности	Несократительный термогенез — это механизм теплопродукции, который проявляется увеличением интенсивности обменных процессов и теплообразования в различных тканях, особенно, в бурой жировой ткани и в органах пищеварительной системы (специфическое динамическое действие пищи)
Дыхательный коэффициент (ДК) — отношение объема выделенного организмом углекислого газа к объему поглощенного кислорода в единицу времени	Сократительный термогенез — это механизм теплопродукции, при котором теплообразование обусловлено сокращениями скелетных мышц: 1) произвольный (работа мышц) 2) произвольный (терморегуляторный тонус, мышечная дрожь)
Калорический эквивалент кислорода (КЭО <sub>2</sub> ) — количество тепла, высвобождающееся в организме при потреблении одного литра кислорода	Гипертермия — повышение температуры тела выше 37 <sup>0</sup> С в подмышечной ямке (лихорадка, перегревание, интенсивные мышечные нагрузки, гипертиреоз, овуляция, лекарства)
Азотистый баланс — это разница между количеством азота, поступающего с пищей, и количеством выводимого из организма азота; бывает положительным, отрицательным и равновесным	Лихорадка — повышение температуры тела под влиянием пирогенов (активация теплопродукции и ограничение теплоотдачи)
Полноценные белки — содержат в своем составе все незаменимые аминокислоты — валин, лизин, лейцин, изолейцин, триптофан, фенилаланин, треонин, метионин (белки молока, яиц, мяса, рыбы...)	Теплоотдача организма определяется 2 главными факторами: 1) переносом кровью тепла от тканей «ядра» тела к коже (с кровью 70 %, кондукцией 30 %); 2) скоростью отдачи тепла от тела в окружающую среду (с поверхности кожи, с вдыхаемым воздухом, с мочой и калом)

**Основной обмен** — минимальные энергозатраты, необходимые для поддержания процессов жизнедеятельности организма в стандартных условиях:

1) состояние бодрствования (во время сна энергозатраты снижены на 8–10 % по сравнению со спокойным бодрствованием); 2) состояние физического и психического покоя в положении лежа; 3) натошак, через 12–16 часов после приема пищи (для исключения ее специфически динамического действия); 4) при внешней температуре «комфорта» (18–20 °С для легко одетого человека), не вызывающей ощущения холода или жары.

**Энергия** основного обмена расходуется на синтез клеточных структур, поддержание постоянной температуры тела, деятельности внутренних органов, тонуса скелетных мышц и сокращения дыхательных мышц.

**Интенсивность** основного обмена зависит от возраста, пола, длины и массы тела.

Величина **4,2 кДж** (1 ккал) на 1 кг массы тела в 1 час является примерным стандартом основного обмена взрослого человека (мужчины) от полового созревания до 40 лет. У женщин этот показатель на 10 % ниже (0,9 ккал/кг массы тела / 1 ч), у людей после 40 лет — постепенно понижается, у детей — увеличен в несколько раз (наиболее максимально у новорожденных и детей до 1 года).

**Суточную величину** основного обмена легко рассчитать по формулам и таблицам, выведенным по результатам большого числа исследований здоровых людей разного пола, возраста, массы тела и роста.

**Материалы и оборудование:** деревянный ростометр или металлический стадиометр (вертикальная доска или стержень с мерными делениями и горизонтальной планкой), рычажные или электронные весы.

**Ход работы.** Измерьте рост испытуемого с помощью деревянного ростомера или металлического стадиометра. С помощью рычажных или электронных весов (с точностью до 100 г) произведите измерение величины массы тела испытуемого. Взвешивание лучше производить натошак, в легкой одежде, без обуви (и без носков на электронных весах). Из полученной величины вычтите вес одежды (0,5 кг). Рассчитайте должную величину основного обмена (ДВОО) у испытуемого по следующим формулам:

Таблица 29.1

**Формулы расчетов ДВОО человека в зависимости от возраста, пола и массы тела (МТ)**

Возраст, лет	ДВОО (ккал/сутки)	
	Мужчины	Женщины
0–3	$60,9 \cdot МТ - 54$	$61,0 \cdot МТ - 51$
3–10	$22,7 \cdot МТ + 495$	$22,5 \cdot МТ + 499$
10–18	$17,5 \cdot МТ + 651$	$12,2 \cdot МТ + 746$
<b>18–40</b>	$15,5 \cdot МТ + 679$	$14,7 \cdot МТ + 496$
	$1,0 \cdot МТ \cdot 24$	$0,9 \cdot МТ \cdot 24$
40–60	$11,6 \cdot МТ + 879$	$8,7 \cdot МТ + 829$
Более 60	$13,5 \cdot МТ + 487$	$10,5 \cdot МТ + 596$

Во многих странах, в том числе и в нашей республике, широко используется метод определения ДВОО по таблицам Гарриса–Бенедикта (см. занятие по физиологии дыхания). Имеются два варианта таблиц — для мужчин и для женщин. Каждая из них содержит две таблицы, А и Б. В первой таблице находят число А, зависящее от массы тела, а во второй — число Б, зависящее от роста и возраста (на пересечении соответствующих столбика и строки). В случае отсутствия Ваших показателей, берите ближайшие. Сумма этих двух чисел (А+Б) даёт ДОО.

Еще одним широко применяемым методом определения ДВОО является метод Дюбуа. Он основан на правиле поверхности тела, согласно которому затраты энергии теплокровными животными пропорциональны величине поверхности тела. Установлено, что теплопродукция на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела человека зависит от возраста и пола. Для вычисления ДВОО найденную по табл. 29.2 цифру следует умножить на площадь поверхности тела (в м<sup>2</sup>) и сделать перерасчет на сутки. Площадь поверхности тела находят по номограмме в зависимости от массы тела и роста.

Разница между показателями ДВОО, рассчитанными разными методами, не превышает обычно 10 %.

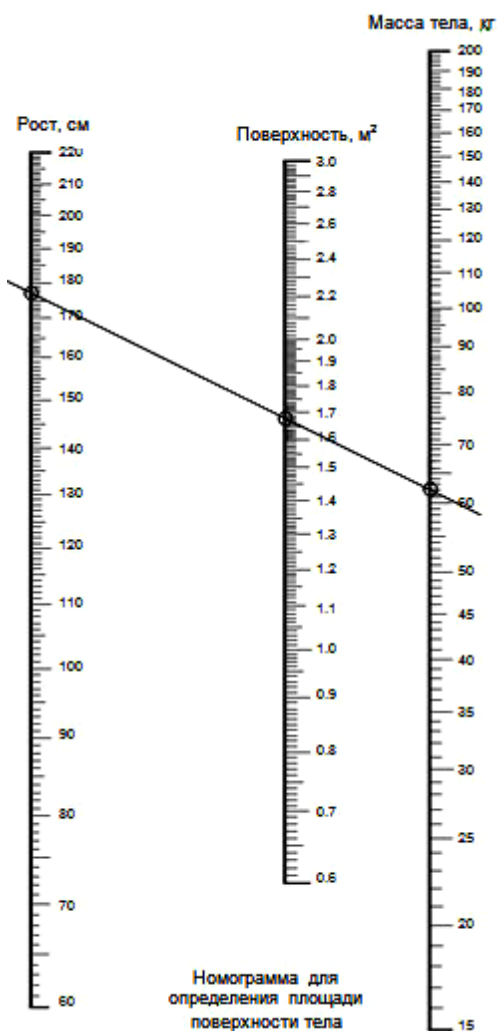


Таблица 29.2  
Основные энергетические потребности здоровых людей в зависимости от возраста и пола

Возраст, годы	Мужчины, ккал/м <sup>2</sup> *час	Женщины, ккал/м <sup>2</sup> *час
14–16	46,0	43,0
16–18	43,0	40,0
18–20	41,0	38,0
20–30	39,5	37,0
30–40	39,5	36,5
40–50	38,5	36,0

(E. F. DuBois. Basal Metabolism in Health and Disease. 3rd. ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1936. 151 p.)

#### Указания к оформлению протокола:

Рассчитайте собственную ДВОО по формулам (на основе табл. 29.1, 29.2) и таблицам Гарриса–Бенедикта.

#### ПРОТОКОЛ

1. Пол *ж* (м/ж); рост *170* см; МТ = *55* кг; возраст *19* лет.

2. ДВОО = 1,0 (0,9) · МТ · 24 = *0,9* × 55 × 24 = = *1188* ккал/сутки,

ДВОО = *38,0* (из табл. 29.1) = 38,0 × 24 = = *912* ккал/сутки,

Площадь поверхности тела по номограмме = = *1,54* м<sup>2</sup>,

ДВОО<sub>(по Дюбуа)</sub> = S\*Э<sub>(по табл. 33.3)</sub>\*24 = *1,5* × 38,0 × 24 = = *1404* ккал/сутки,

ДВОО<sub>(по таблице Гарриса–Бенедикта)</sub> = А + Б = *1181* + 250 = = *1431* ккал/сутки.

Существует два основных метода **измерения** количества энергии, образующейся в организме (включая и энергию основного обмена): прямая и непрямая калориметрия.

**Прямая калориметрия** основывается на втором законе термодинамики, в соответствии с которым вся образующаяся в организме энергия в конечном итоге преобразуется в тепло. Для её проведения применяют специальные омываемые водой герметичные термоизолированные камеры. О количестве выделенной организмом энергии судят по изменению температуры протёкшей за это время массы воды. Данный метод сложен, требует специального оборудования и используется, как правило, в исследовательских целях.

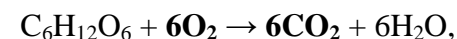
Другой подход более прост и доступен в рутинной практике — это **непрямая калориметрия с полным или с неполным газовым анализом**. Он основывается на определении величины **калорического эквивалента кислорода** ( $KЭO_2$ ) — того количества энергии, которое выделяется при окислении питательных веществ с использованием 1 литра  $O_2$ . Величина этого коэффициента зависит от вида используемых для окисления питательных веществ.

Как правило, в качестве субстратов для окислительного фосфорилирования используются углеводороды или липиды. Конечными продуктами их окисления являются  $CO_2$ ,  $H_2O$  и энергия. При этом молекула углеводорода содержит относительно больше кислорода, чем молекула жирной кислоты (сравните: глюкоза  $C_6H_{12}O_6$  и линолевая кислота  $C_{18}H_{32}O_2$ ).

Соответственно, на окисление 1 моль глюкозы будет затрачиваться меньше дополнительного кислорода, чем на окисление жирных кислот. Иными словами, используя одинаковое количество кислорода, при окислении углеводов будет получено больше энергии (5,05 ккал/л  $O_2$ ), чем при окислении липидов (4,69 ккал/л  $O_2$ ), даже несмотря на то, что при окислении 1 г жиров выделяется более чем в 2 раза больше энергии, чем при окислении углеводов.

Как правило, в организме одновременно идёт окисление как углеводов, так и жиров, но в разных органах и при разных функциональных состояниях в разных пропорциях. Соответственно и величина  $KЭO_2$  будет изменяться, отражая особенности катаболизма и производства энергии на 1 л потреблённого кислорода.

Для определения величины  $KЭO_2$  пациента рассчитывают его **дыхательный коэффициент** (ДК) — отношение объёма выделенного  $CO_2$  к объёму поглощённого за то же время  $O_2$ . Также как и  $KЭO_2$ , величина ДК максимальна при окислении глюкозы, а при окислении липидов она минимальная. Например, на окисление 1 моль глюкозы требуется затратить 6 моль  $O_2$  и при этом образуется 6 моль  $CO_2$ :



т. о.  $ДК = 6CO_2 / 6O_2 = 1,0$ .

На окисление жиров требуется затратить большее количество кислорода, соответственно ДК при их окислении будет меньшим (0,7).

Окисление белков также требует относительно больших затрат  $O_2$ . ДК при их окислении составляет 0,8. Но следует помнить, что белки последними вовлекаются в процессы катаболизма и окисляются не полностью, образуя азотсодержащие продукты обмена (мочевину, аммиак, креатинин и др.). В связи с этим  $KЭO_2$  при окислении белков в реальных условиях оказывается ниже ожидаемого — 4,46 ккал/л  $O_2$ , а не 4,80 ккал/л.

Как видно, КЭО<sub>2</sub> строго соответствует ДК, параллельно увеличиваясь от жиров к углеводам. Это даёт возможность использовать величину ДК для определения КЭО<sub>2</sub> расчётными методами или, что чаще, по таблицам (табл. 29.3).

Таблица 29.3

ДК	<b>0,70</b>	0,75	<b>0,80</b>	<b>0,85</b>	0,90	0,95	<b>1,00</b>
КЭО <sub>2</sub> , ккал/л O <sub>2</sub>	<b>4,69</b>	4,74	<b>4,80</b>	<b>4,86</b>	4,92	4,99	<b>5,05</b>
		<b>у белков 4,46 при окислении до мочевины</b>					

Т. о., определив величину ДК человека можно легко найти КЭО<sub>2</sub>. Умножив его на потребление кислорода (VO<sub>2</sub>) в минуту, определяют энергозатраты организма (Е):

$$E \text{ (ккал/мин)} = \text{КЭО}_2 \text{ (ккал/л O}_2\text{)} \times \text{VO}_2 \text{ (л O}_2\text{/мин)}$$

#### А. Непрямая калориметрия с полным газовым анализом

1. В стандартных условиях анализируют объём (МОД = 5 л/мин) и газовый состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха, определяя соотношение объёмов потребляемого кислорода и выделяемого СО<sub>2</sub>:

	Атмосферный воздух	Выдыхаемый воздух	[Разность]
O <sub>2</sub> , %	20,93	16,49	4,44
СО <sub>2</sub> , %	0,03	4,03	4,00

2. Определяют объёмы потреблённого O<sub>2</sub> и выделенного СО<sub>2</sub>:

$$\text{VO}_2 = \text{МОД} \times \text{разность O}_2 \text{ (\%)} / 100 \% = 5 \times 4,44 / 100 = 0,222 \text{ л.}$$

$$\text{VCO}_2 = \text{МОД} \times \text{разность CO}_2 \text{ (\%)} / 100 \% = 5 \times 4,00 / 100 = 0,200 \text{ л.}$$

3. Рассчитывают ДК и, используя его значение, находят величину КЭО<sub>2</sub>.

$$\text{ДК} = 0,200 / 0,222 = 0,9 \rightarrow \text{КЭО}_2 \text{ (по табл. 29.3)} = 4,92 \text{ ккал/л.}$$

4. Определяют энергозатраты в минуту (указывайте единицы измерения):

$$E = \text{КЭО}_2 \times \text{VO}_2 = 4,92 \text{ ккал/л O}_2 \times 0,222 \text{ л O}_2\text{/мин} = 1,09 \text{ ккал/мин}$$

5. Пересчитывают полученные энергозатраты на сутки — находят основной обмен (ОО):

$$\text{ОО} = E \times 60 \text{ мин} \times 24 \text{ ч} = 1,09 \times 60 \times 24 = 1569,6 \text{ ккал}$$

После чего сравнивают полученные значения с должными.

#### Б. Непрямая калориметрия с неполным газовым анализом

1. Для выполнения данного вида калориметрии достаточно определить только объём потреблённого O<sub>2</sub> так же, как в части А данной работы:

$$\text{VO}_2 = \text{МОД} \times \text{разность O}_2 \text{ (\%)} / 100 \% = 5 \times 4,44 / 100 = 0,222 \text{ л.}$$

2. ДК не рассчитывают, а определяют по таблице, основываясь на знании типа преимущественно окисляемых питательных веществ. При питании **смешанной пищей ДК** принимают равным **0,85** → **КЭО<sub>2</sub> = 4,86 ккал/л O<sub>2</sub>**.

При необходимости могут применяться специальные диеты с исключением, например, жиров и белков. В этом случае ДК стал бы равен 1,0.

3. Определяют энергозатраты в минуту (указывайте единицы измерения):

$$E = \text{КЭО}_2 \times \text{VO}_2 = 4,86 \text{ ккал/л O}_2 \times 0,222 \text{ л O}_2\text{/мин} = 1,08 \text{ ккал/мин.}$$

4. Пересчитывают полученные энергозатраты на сутки (основной обмен):

$$\text{ОО} = E \times 60 \text{ мин} \times 24 \text{ ч} = 1,08 \times 60 \times 24 = 1555,2 \text{ ккал.}$$

5. Разница при определении ОО двумя методами составила **14,4 ккал**.

МТ — важный показатель физического развития человека во все возрастные периоды. Для поддержания стабильной МТ у взрослого человека поступление энергии в организм должно равняться ее затратам. Повышение МТ является одним из важнейших факторов риска потери здоровья и развития сердечно-сосудистых, эндокринных и онкологических заболеваний. Ее понижение также является фактором риска снижения уровня соматического и генетического здоровья, однако, чаще встречается как симптом уже начавшегося заболевания. МТ следует измерять еженедельно. В случае увеличения или снижения ее при отсутствии отеков необходимо внести соответствующую поправку в количество поступающих с пищей калорий. Незначительные колебания массы тела отражают в основном изменения водного баланса.

**Материалы и оборудование:** рычажные или электронные весы, деревянный ростомер или металлический стадиометр.

**Ход работы.** Электронные весы «ТBF-531» позволяют также измерять содержание (в процентах) жира в организме.

Оценка результатов измерения проводится путем сравнения измеренной величины МТ с рассчитанной должной МТ (ДМТ) для данного человека, а также с помощью весоростового индекса. ДМТ зависит от роста, пола, возраста, типа конституции и некоторых других факторов. Для определения ДМТ существует множество методов: формулы, номограммы, таблицы и т. п. Наиболее простой способ определения ДМТ связан с ее расчетом по **формуле Брока–Бругша:**

ДМТ = Рост (см) – 100 (при росте до 165 см);

ДМТ = Рост (см) – 105 (при росте от 166 до 175 см);

ДМТ = Рост (см) – 110 (при росте свыше 175 см).

Формулы для расчета ДМТ в зависимости от роста и пола человека:

ДМТ (мужчин) =  $48 + (\text{Рост (см)} - 152) \cdot 1,1$  кг/см;

ДМТ (женщин) =  $48 + (\text{Рост (см)} - 152) \cdot 0,9$  кг/см.

При астеническом типе сложения ДМТ может быть уменьшена на 10 %, при гиперстеническом телосложении — может быть увеличена на 10 %. Обязательным является также учет возраста человека. После 30 и до 50 лет ДМТ может быть увеличена на 3–13 % к ДМТ в 20 лет.

Опасность для здоровья представляет, как повышенная, так и пониженная МТ. Повышение МТ человека по сравнению с ДМТ:

- на 15–29 % свидетельствует об ожирении I степени;
- на 30–49 % свидетельствует об ожирении II степени;
- на 50–100 % свидетельствует об ожирении III степени;
- свыше 100 % свидетельствует об ожирении IV степени.

Пониженная МТ человека по сравнению с ДМТ

- на 10–20 % означает слабую степень белково-энергетической недостаточности (БЭН) рациона;
- на 21–30 % означает умеренную степень (БЭН) рациона;
- на 31–40 % означает тяжелую степень (БЭН) рациона;
- свыше 40 % означает кахексию.

Оценка МТ с помощью **расчета весоростового индекса** (табл. 29.4) — **индекса массы тела (ИМТ)**. ИМТ рассчитывается по формуле  $\text{ИМТ} = \text{МТ}_{\text{кг}} / (\text{Рост}_{\text{м}})^2$ . В соответствии с полученным ИМТ можно оценить степень риска развития сопутствующих заболеваний.

Таблица 29.4

## Индекс массы тела (ИМТ) и понятия нормы и массы тела (МТ)

	Гипотрофия (сниженная МТ)	Норма МТ	Повышенная МТ (Ожирение $\geq 30,0$ )
ИМТ	< 18,5	18,5–25,0	> 25,0
Риск за- болеваний	Анемии; снижение иммуни- тета и повышение частоты инфекционных заболеваний легких, мочевых путей и др.; остеопороз, кахексия	Мини- мальный	Ожирение, сахар- ный диабет, атеро- склероз, артериаль- ная гипертензия и др.

Таблица 29.5

Содержание жира у здоровых людей (в % от массы тела)  
разного возраста и пола

Пол	Возраст		
	18–39 лет	40–59 лет	старше 60 лет
Мужчины	8–20 %	12–22 %	13–25 %
Женщины	21–33 %	23–34 %	24–36 %

## Указания к оформлению протокола:

1. Укажите вашу фактическую (измеренную) МТ.
2. Рассчитайте вашу ДМТ и ИМТ.

## ПРОТОКОЛ

1. МТ = 55 кг. Рост 170 см, 1,7 м. Пол *ж* (м/ж).

2. ДМТ по Брока = 170 – 105 = 65 кг.

ДМТ (с учетом пола и роста) = 48 + (170 – 152) \* 0,9 (1/0,9) = 64,2 кг.

ИМТ = 55 / 2,89 = 19,03

**Вывод:** МТ *в норме* (в норме, понижена/степень, повышена/степень)

<p><b>Температура тела</b> — важный показатель состояния здоровья человека. Её правильное измерение и адекватный мониторинг имеют важнейшее значение для правильной диагностики и лечения пациента. Нормальной температурой тела для взрослых в состоянии бодрствования и физиологического покоя (<b>при измерении в подмышечной впадине</b>) считается температура от 36 до 36,9 °С. Однако следует учитывать, что во время сна с 3 до 5 ч утра температура тела может достигать минимальных значений: 35,1–36,0 °С. Таким образом, норма температуры тела при измерении в подмышечной впадине составляет <b>36 ± 0,9 °С</b> (35,1–36,9 °С).</p> <p>Температура 37 °С и выше рассматривается как повышенная (<i>гипертермия</i>), а 35 °С и ниже — как пониженная (<i>гипотермия</i>).</p> <p>Нормальными значениями оральной температуры считаются 35,5–37,5 °С, ректальной и наружного слухового прохода (ауральной) — 36,0–38,0 °С.</p>	<p><b>Работа электронного термометра</b> основана на другом принципе: вместо изменения объёма жидкости — изменение сопротивления проводника. Чем выше температура, тем ниже сопротивление. Чаще всего в качестве проводника используют платину, расплывённую на керамику. Эти устройства значительно дороже, требуют элемента питания, а со временем их точность снижается и требуется калибровка.</p> <p>К достоинствам электронных термометров относят высокую скорость измерения — 1 мин. Однако это справедливо для измерения сублингвальной или ректальной температуры. Подмышечная впадина сообщается с окружающей средой, поэтому после помещения в неё термометра и прижатия руки к туловищу в ней на протяжении 8–10 мин и более нарастает температура. Соответственно, измерение аксиллярной температуры следует продолжать даже после звукового сигнала термометра (он свидетельствует только о том, что скорость повышения температуры измерительного датчика прибора в данный момент составила менее 0,1 °С за 16 с).</p>
<p>Для измерения температуры тела используют контактные и бесконтактные термометры. К <b>контактным</b> термометрам относят жидкостные термометры, в которых в стеклянную колбу заключены жидкий металл или жидкость (спирт, пентан или др.), а также электронные термометры. К <b>бесконтактным</b> — инфракрасные термометры.</p> <p>Работа <b>жидкостного термометра</b> основана на термическом расширении заключённой в него жидкости. Ранее это была ртуть, сегодня её заменяют «галистаном» — нетоксичной смесью металлов галлия, индия и олова. Такие термометры называют нертутными или галистановыми. Они сопоставимы со ртутными по точности — предел допустимой погрешности от –0,15 до +0,1 °С, однако боятся заморзания (при температуре ниже +15 °С в галистане происходят структурные изменения, влияющие на точность измерения, а при –19 °С он начинает быстро расширяться и разрушает резервуар термометра). Длительное хранение галистановых термометров рекомендуется в вертикальном положении при температуре выше +6 °С для предотвращения разрыва столбика галистана в капилляре. При 0 °С он выдерживает хранение в течение месяца, при –15 °С — до суток. В случае боя термометра галистан собирают тканью, смоченной спиртом, и хранят в пластмассовой (полиэтилен, полипропилен) или стеклянной таре до утилизации в специализированной организации. В металлических ёмкостях хранить его нельзя.</p>	<p><b>Бесконтактные инфракрасные термометры</b> измеряют мощность теплового излучения объекта измерения. Поскольку измерение температуры проводится с поверхности кожи, обычно в области лопатки или лучезапястного сустава над лучевой артерией, такие термометры в режиме измерения температуры тела отображают не реально измеренную температуру ядра, а температуру оболочки с поправочным коэффициентом, установленным по результатам эпидемиологических исследований.</p> <p>Достоинством таких термометров является скорость измерения (1–2 с), возможность измерения температуры наружного слухового прохода вблизи барабанной перепонки, температуры объектов окружающей среды. Недостатками — снижение точности при нарушении инструкции по эксплуатации, зависимость от температуры кожи (т. е. окружающей среды).</p>

**Материалы и оборудование:** максимальный ртутный термометр, электронный медицинский термометр, инфракрасный термометр, антисептик, вата, ёмкость для отработанных материалов.

#### А. Определение времени измерения аксиллярной температуры контактными термометрами

Кожа подмышечной ямки должна быть сухой, так как при влажной коже термометр будет показывать более низкие значения температур из-за испарения влаги с поверхности резервуара. Обследуемый должен удерживать термометр в течение всего времени измерения плотно прижав плечо к туловищу. При выполнении работы необходимо следить, чтобы резервуар ртутного и кончик датчика электронного термометров удерживались по среднеаксиллярной линии. Во время измерения температуры человек должен находиться в состоянии бодрствования и полного покоя.

Осмотрите медицинские термометры, убедитесь в их целости и дважды протрите антисептиком рабочие поверхности. Встряхните ртутный термометр, крепко удерживая его за конец, противоположный резервуару, до температуры 35–35,5 °С. Запишите исходные показания в протокол.

Включите электронный термометр, нажав кнопку и дождав-шись короткого «бип»-сигнала. В это время термометр выполняет внутренний автотест, в случае успешного прохождения которого и температуры окружающей среды ниже 32 °С на дисплее появится символ «L» и мигающий знак «°С». При обнаружении ошибок отобразится символ «Егг».

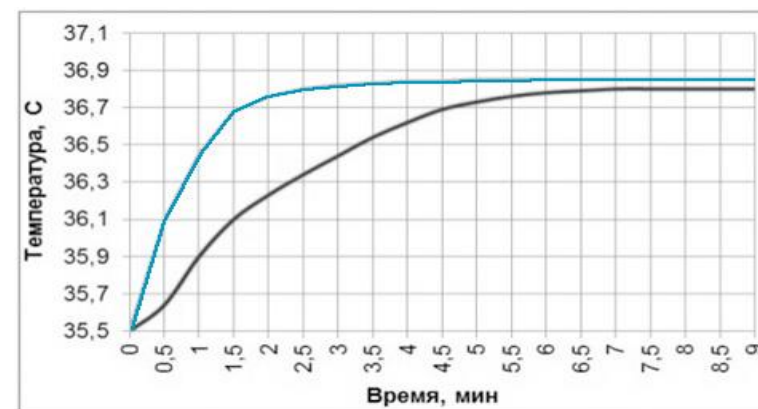
*Поместите оба термометра* в подмышечную впадину таким образом, чтобы их резервуар и датчик располагались по средне-подмышечной линии, а шкала и дисплей были доступны для наблюдения без извлечения термометров наружу. В качестве исходного показания электронного термометра запишите первое появившееся на дисплее значение.

*Записывайте* в протокол показания обоих термометров через 30 с, 1, 2, 3, 5, 8, 10, 12, 15 мин. Обратите внимание! Звуковой «бип»-сигнал и прекращение мигания символа «°С» на электронном термометре не означают окончания измерения, а указывают на снижение скорости нарастания температуры.

#### ПРОТОКОЛ

*Построены графики* изменения показаний жидкостного (ртутного или гали-станового) и электронного термометров в зависимости от времени измерения температуры.

Показания термометра	30 с	1 мин	2 мин	3 мин	5 мин	8 мин	10 мин	15 мин
Жидкостный термометр	–	–	–	36,4	36,7	36,8	36,8	36,8
Электронный термометр	36,1	36,5	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8



**Выводы.** У испытуемого температура тела, измеренная в подмышечной впадине, составила: ртутным термометром **36,8** °С, электронным термометром **36,8** °С. Продолжительность её измерения контактными термометрами должна быть не менее **5** мин. Скорость измерения температуры тела электронным термометром **выше**, чем жидкостным.

**Б. Измерение температуры тела бесконтактным инфракрасным термометром**

Существует множество модификаций инфракрасных термометров, обладающих разными функциональными возможностями. Как правило, все они позволяют оценить температуру ядра тела путём измерения температуры кожных покровов. Для измерения температуры обычно используют межбровную область (глабелла) или область лучезапястного сустава (в соответствии с инструкцией производителя термометра). Это обусловлено близким прохождением ветвей глазной артерии (надглазничной и надблоковой) или лучевой артерии, что позволяет относительно точно оценить температуру ядра тела.

Некоторые модели термометров позволяют оценивать температуру наружного слухового прохода вблизи барабанной перепонки. Учитывая его анатомические особенности, для получения достоверных результатов необходимо потянуть ушную раковину ребёнка до года кзади, детей старшего возраста и взрослых — кверху и кзади. В результате канал наружного слухового прохода выпрямляется. Датчик при этом следует вводить плотно, но осторожно, особенно у детей, во избежание повреждения барабанной перепонки. Измерение проводят на одном и том же ухе, поскольку показания между ними могут отличаться.

Погрешность измерения для используемого термометра в режимах «ухо» и «лоб»:  $\pm 0,2$  °С и  $\pm 0,4$  °С, соответственно.

Учитывая, что для расчёта температуры тела производители термометров используют специальные математические алгоритмы, нормальные значения температуры могут отличаться для разных моделей термометров. В этом случае необходимо основываться на указаниях инструкции производителя. Некоторые модели термометров позволяют вводить в настройках поправочные коэффициенты для установления соответствия с показаниями контактных термометров (подходит для индивидуального использования).

**Ход работы.** Убедитесь в чистоте датчика термометра. При необходимости, протрите его ватой с антисептиком и дождитесь полного высыхания. Включите термометр, нажав на кнопку измерения температуры (рис. 29.1). Для отключения звука удерживайте её на протяжении 5 с.

1. Поднесите датчик термометра к коже глабеллы на расстояние 0–3 см и, в режиме измерения температуры лба взрослого человека, нажмите кнопку «Измерить».

2. Нажатием кнопки «Режим» переключите термометр в режим измерения температуры поверхностей и проведите повторное измерение в области глабеллы.

3. В режиме измерения температуры лба взрослого человека проведите измерение температуры в области лучезапястного сустава над проекцией лучевой артерии до и после охлаждения или согревания кожи под холодной (или тёплой — 37–40 °С) водой.

*Запишите результаты* в протокол.



Рис. 29.1

**ПРОТОКОЛ**

Отображаемая термометром температура тела (°С) при измерении:

температуры лба в режиме:		температуры запястья:	
измерения t лба взрослого человека	измерения t поверхностей	исходно	после охлаждения (согревания)
36,4	31,3	29,1	20,4 (35,0)

**Выводы.** Отображаемая бесконтактным инфракрасным термометром температура тела человека является результатом не прямого измерения температуры ядра тела, а *регистрации теплового потока (инфракрасного излучения) над поверхностью кожи измеряемого участка тела*. На неё может повлиять *объём кровотока через поверхностные сосуды*.

Температура кожи различных участков поверхности тела неодинакова и колеблется в значительных пределах в зависимости от температуры окружающей среды, интенсивности обменных процессов, степени кровотока через поверхностные ткани и других факторов. На коже пальцев ног обычно самая низкая температура — 24,4 °С, а если человек купается в прохладной воде или находится в условиях низкой окружающей температуры, она может снижаться до 16 °С, не вызывая каких-либо неприятных ощущений. Измерение температуры кожи в какой-либо одной точке поверхности тела не позволяет судить о температуре кожных покровов в целом. Для этого необходимо установить среднее значение температуры для нескольких участков в соответствии с площадью, которую занимает данный участок. С этой целью температуру каждого участка умножают на соответствующий коэффициент. Сумма всех коэффициентов должна быть равной 1.

По данным Р. Шмидта и Г. Тевса (1996), средневзвешенная температура кожи обнаженного человека в условиях температурного комфорта составляет 33–34 °С.

**Ход работы.** Средневзвешенную температуру кожных покровов регистрируйте при помощи бесконтактного инфракрасного термометра в режиме измерения температуры поверхностей, последовательно измеряя температуру 7 стандартных участков кожных покровов, указанных в таблице протокола.

Средневзвешенная температура (СТ) кожных покровов тела человека рассчитывается по формуле:

$$СТ = k_1 \times t_1 + k_2 \times t_2 + k_3 \times t_3 + k_4 \times t_4 + k_5 \times t_5 + k_6 \times t_6 + k_7 \times t_7,$$

где  $t_i$  — температура кожи, измеренная на различных участках поверхности тела;  $k_i$  — коэффициент соответствующего участка поверхности тела.

**Указания к оформлению протокола:**

1. Зарегистрируйте средневзвешенную температуру кожных покровов;
2. Полученные данные внесите в таблицу;
3. Сделайте вывод о средневзвешенной температуре кожных покровов тела человека.

**ПРОТОКОЛ**

Таблица 29.6

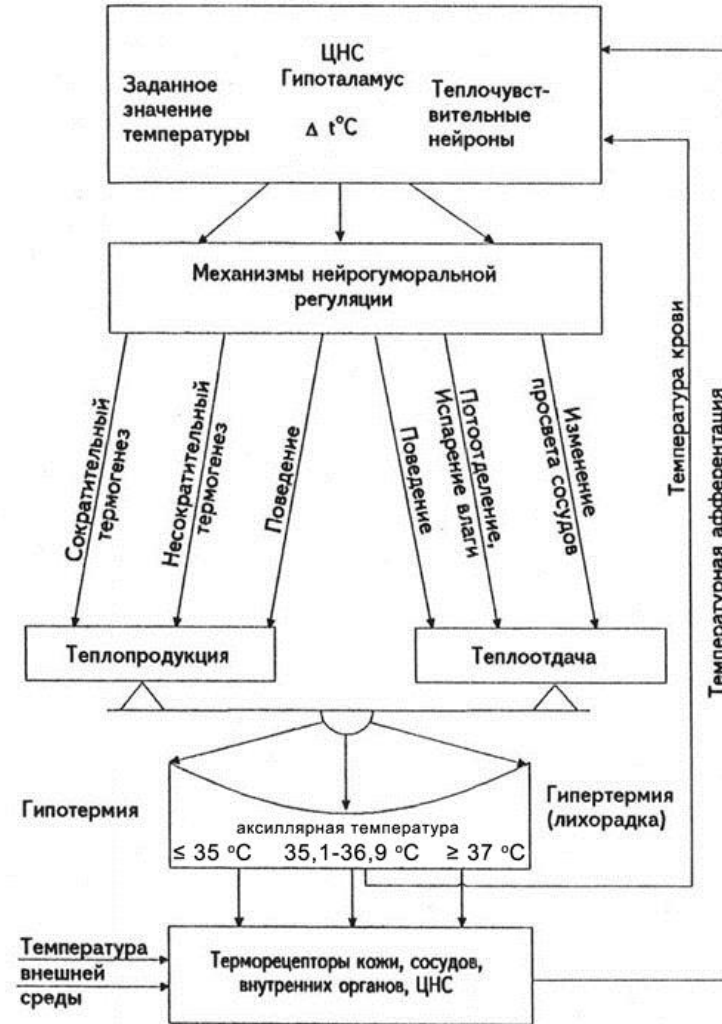
№ п/п	Место измерения	Температура (t)	Коэффициент (k)	t × k
1	Лоб	35,0	0,07	2,45
2	Стопа	29,0	0,07	2,03
3	Голень	33,0	0,32	10,56
4	Грудь	36,0	0,18	6,48
5	Спина	36,0	0,17	6,12
6	Плечо	32,0	0,14	4,48
7	Кисть	30,0	0,05	1,5
<b>Средневзвешенная температура кожных покровов</b> $\sum(t_i \times k_i) =$				33,62 °С

**Вывод:** Средневзвешенная температура кожных покровов испытуемого отличается от температуры «ядра», потому что оболочка тела *пойкилотермная*. При снижении температуры окружающей среды наиболее вероятно переохлаждение акральных участков тела (кончик носа, ушные раковины, пальцы).

**ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ПОДДЕРЖАНИЕ ПОСТОЯНСТВА ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА**

**Работа 29.7**

**Ход работы.** Используя материалы лекции, учебника, ЭУМК, заполнена схема функциональной системы, обеспечивающей поддержание постоянства температуры внутренней среды организма.



## ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

### ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

### Занятие 30 (12)

Дата: \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

#### Основные вопросы:

1. Общая характеристика системы выделения. Выделительная функция почек, кожи, легких, пищеварительного аппарата.
2. Почки: топография, строение, функции. Особенности регионарного кровотока в почках.
3. Нефрон как морфофункциональная единица почки, виды нефронов, их структура, функции.
4. Основные процессы мочеобразования.
5. Структура почечного фильтра. Механизм клубочковой фильтрации. Образование первичной мочи, её количество и состав.
6. Канальцевая реабсорбция: её механизмы и особенности в проксимальных и дистальных канальцах.
7. Механизм поворотно-противоточно-концентрационной системы нефрона. Изменения осмотического давления мочи при прохождении ее по нефрону.
8. Пороговые и непороговые вещества. Понятие о почечном клиренсе.
9. Канальцевая секреция. Физиологическая сущность процессов секреции и экскреции в почечных канальцах.
10. Эндокринная, метаболическая и гомеостатическая функции почек. Роль почек в выделении лекарственных веществ, красителей и диагностических препаратов.
11. Мочевыведение и мочеиспускание, их регуляция. Представление о топографии, строении мочеточников, мочевого пузыря, и мочеиспускательного канала.
12. Показатели функции мочевыводящей системы (частота, объём мочевого выведения, дневной и ночной диурез). Количество, состав и свойства конечной мочи.
13. Нервная и гуморальная регуляция образования и выделения мочи.

#### ЛИТЕРАТУРА

##### Основная

1. *Физиология с основами анатомии* : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 553–555, 564–602.
2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.

##### Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 407–429.
4. *Физиология с основами анатомии* : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 287–302.
5. *Гистология, цитология, эмбриология* : учеб. / Т. М. Студеникина [и др.] ; под ред. Т. М. Студеникиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание, 2020. – 464 с. – С. 414–429.
6. *Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция* : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с. – С. 122–127.

### ТИПИЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБЩЕГО АНАЛИЗА МОЧИ В НОРМЕ

<p><b>Физико-химические свойства:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– цвет — соломенно-жёлтый;</li> <li>– прозрачность — прозрачная;</li> <li>– плотность — 1008–1025 г/л;</li> <li>– реакция — рН 4,5–8,0;</li> <li>– суточное количество — 0,4–2,0 л/сут.</li> </ul>	<p><b>Химический состав:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– белок — рутинными методами не определяется (&lt; 150 мг/сут или &lt; 100 мг/л);</li> <li>– глюкоза — рутинными методами не определяется (&lt;130 мг/сут или &lt;100 мг/л);</li> <li>– кетоновые тела — не определяются;</li> <li>– желчные пигменты — уробилиноген (&lt; 3,2 мкмоль/л)</li> </ul>	<p><b>Микроскопия осадка:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– эритроциты — (0–1) в поле зрения; лейкоциты — у мужчин (0–3), а у женщин (0–6) в поле зрения;</li> <li>– эпителиальные клетки плоского и переходного эпителия — единичные;</li> <li>– цилиндры (белковые слепки канальцев) — единичные.</li> </ul>
---	---	---

<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чему равно эффективное фильтрационное давление, если давление в капиллярах клубочка равно 45 мм рт. ст., гидростатическое давление в капсуле — 12 мм рт. ст., онкотическое давление крови — 27 мм рт. ст.?</li> <li>2. Концентрация креатинина в плазме крови 60 мкмоль/л, в конечной моче — 6840 мкмоль/л, объём суточной порции мочи 1020 мл. Определите СКФ (мл/мин), дайте физиологическую оценку полученному результату.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Что такое порог выведения и какие вещества относят к пороговым?</li> <li>4. В каких случаях и почему в конечной моче здорового человека рутинными методами можно обнаружить глюкозу? белок?</li> <li>5. Как изменяется диурез при выключении реабсорбции ионов Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup> в восходящей части петли Генле?</li> <li>6. К каким изменениям в организме приводит гиперсекреция альдостерона?</li> <li>7. Какие факторы стимулируют секрецию ренина?</li> </ol>
--	---

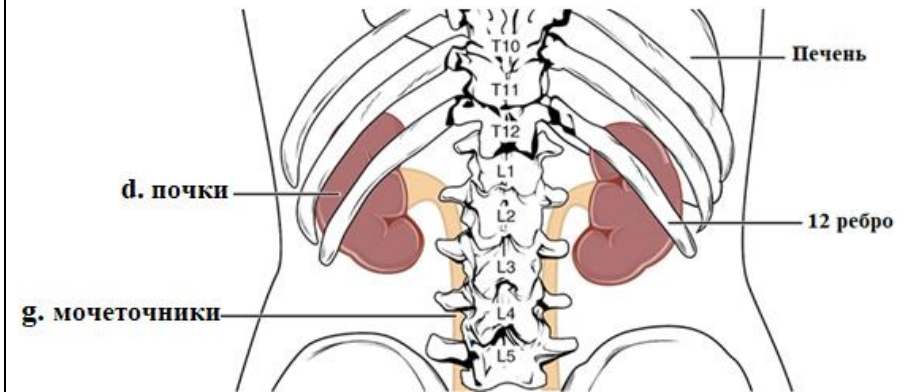
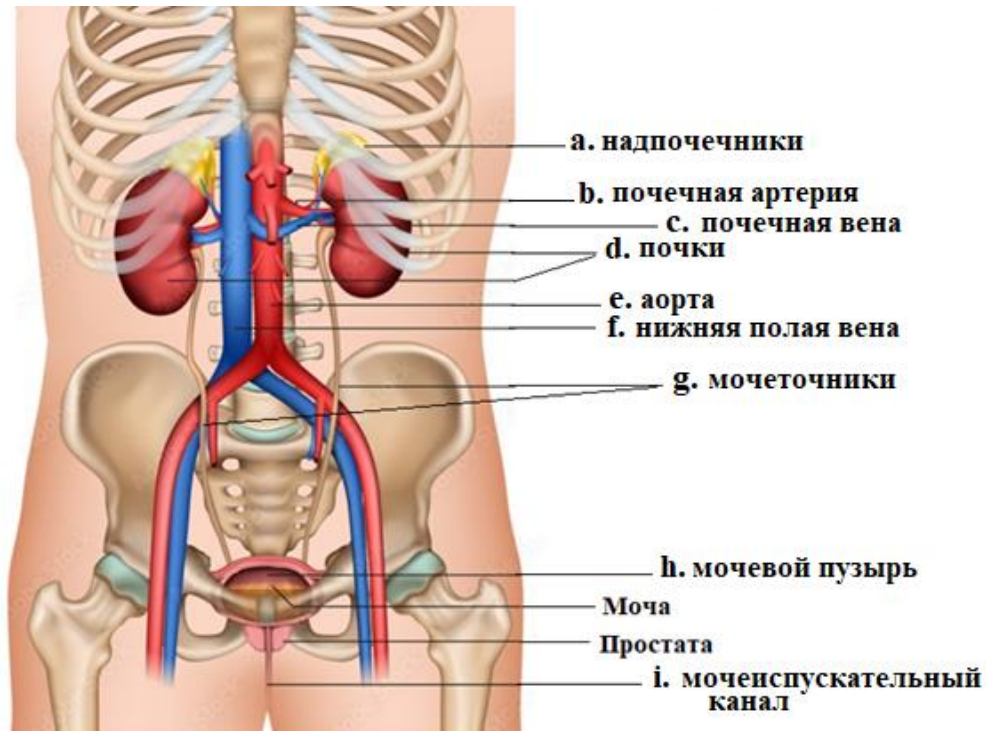
### ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

### Работа 30.1

<p>Выделение (экскреция) — это <i>процесс удаления из организма конечных продуктов обмена веществ, чужеродных и токсичных веществ, тепловой энергии, избытка воды, солей, органических соединений, который постоянно происходит в организме и обеспечивает поддержание оптимального состава внутренней среды организма, в первую очередь крови</i></p>	<p>Система выделения — это <i>функциональная совокупность органов (почки, легкие, кожа, пищеварительный тракт) и управляющего нервно-гуморального аппарата, объединенных общей функцией экскреции веществ и отведения тепловой энергии из организма</i></p>
<p>Главный орган удаления: азотсодержащих веществ (мочевины, мочевой кислоты, креатинина), большинства минеральных веществ, воды и других веществ — <i>почки</i>; желчных кислот и билирубина — <i>пищеварительный тракт</i>; CO<sub>2</sub> — <i>легкие</i>; тепловой энергии — <i>кожа</i></p>	<p>Почки — <i>парный, паренхиматозный</i> орган массой около <b>150 г бобовидной</b> формы, расположенный в <i>забрюшинном</i> пространстве. Структурно-функциональной единицей почки — <i>нефрон</i>. Среди них выделяют: 1) <i>корковые (70–80 %)</i>; 2) <i>юкстамедуллярные (20–30 %) нефроны</i></p>

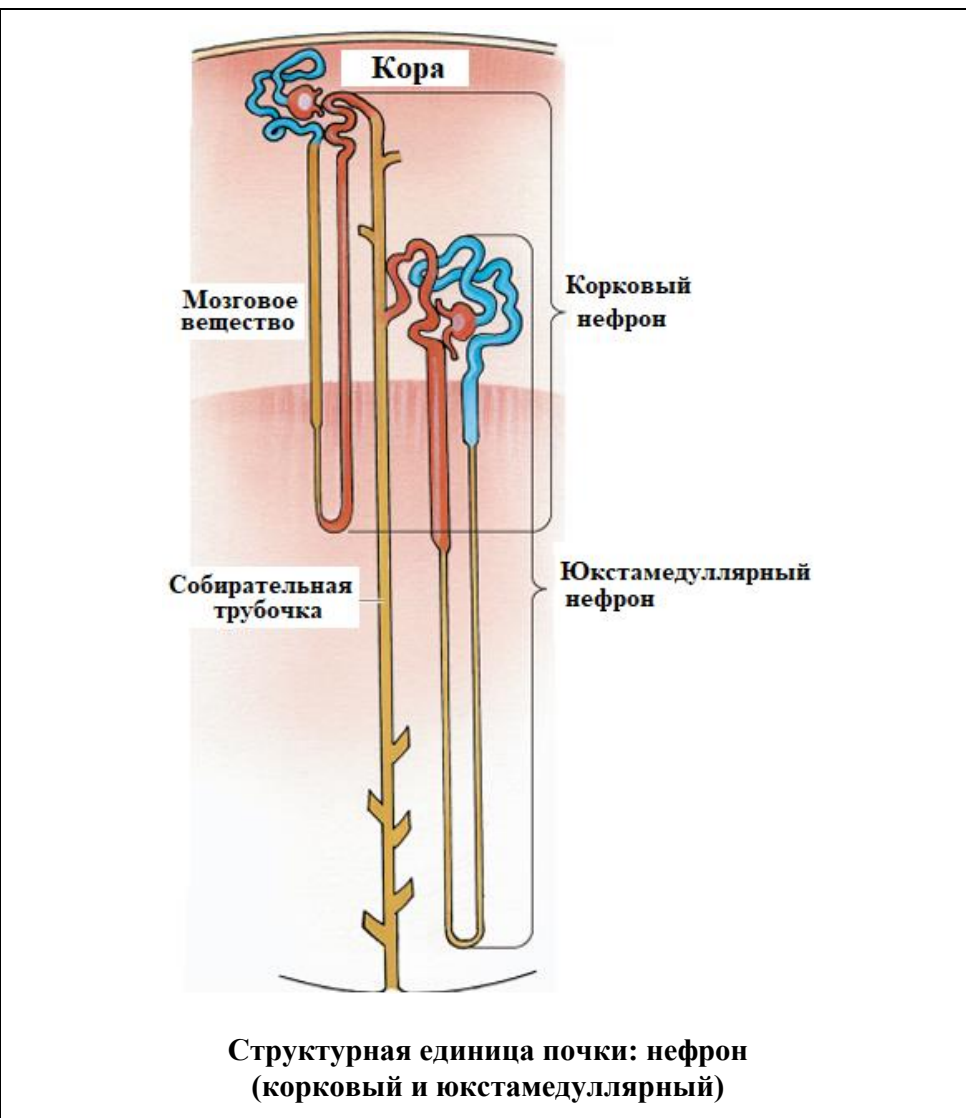
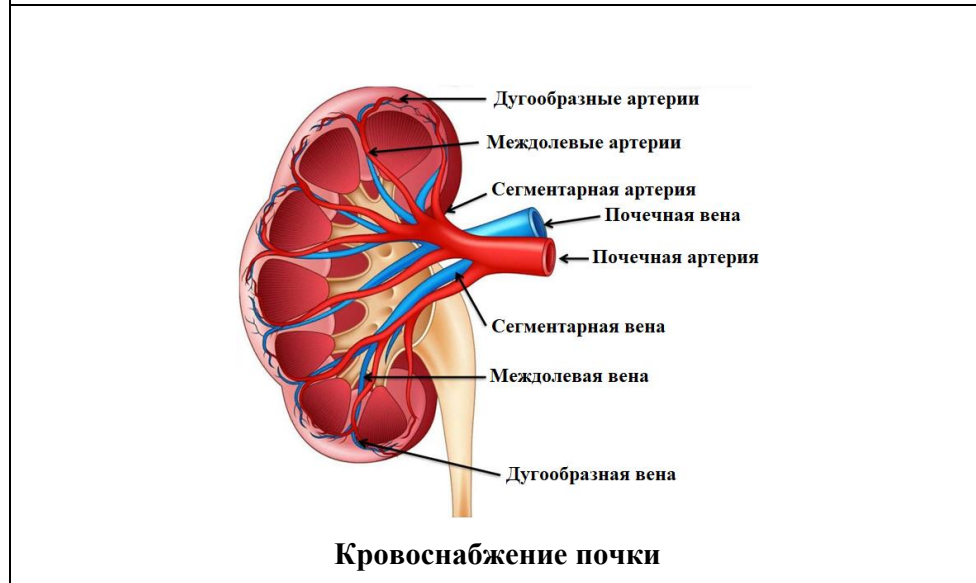
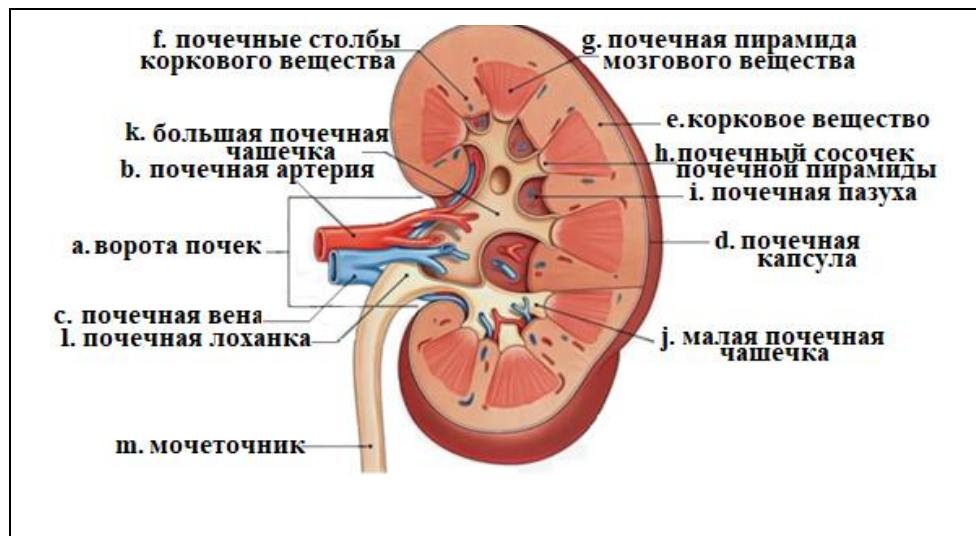
<p>Функции почек: 1) <i>выделительная (экскреторная)</i>; 2) <i>гомеостатическая</i> (поддержание рН, Росм); 3) <i>инкреторная</i> (эритропоэтин, ренин, кальцитриол); 4) <i>метаболическая</i> (глюкоза)</p>	<p>Структуры нефрона: 1) <i>почечное тельце (капиллярный клубочек и капсула Шумлянского–Боумена)</i>; 2) <i>проксимальный каналец (извитой и прямой сегменты)</i>; 3) <i>петля Генле (нисходящий и восходящий отделы)</i>; 4) <i>дистальный каналец (прямой и извитой сегменты)</i>; 5) <i>соединительный каналец</i></p>
<p>Особенности почечного кровотока: 1) <i>обильное кровоснабжение (в среднем 1100 мл/мин, или 22 % МОК)</i>; 2) <i>наличие «чудесной» сети капилляров (двукратное деление сосудов на сети клубочковых (первая) и перитубулярных (вторая) капилляров)</i>; 3) <i>высокое гидростатическое давление крови в клубочковых капиллярах (50–70 мм рт. ст.)</i>; 4) <i>выраженные регионарные особенности кровотока (соотношение кровотока — корковое вещество : наружная зона мозгового вещества : внутренняя зона мозгового вещества в норме 1,00 : 0,25 : 0,06)</i>; 5) <i>относительное постоянство кровотока и СКФ через капилляры нефронов при колебании системного АД (от 75 до 160 мм рт. ст.)</i></p>	<p>Три процесса, обеспечивающих образование мочи:  1) <i>клубочковая фильтрация</i>;  2) <i>канальцевая реабсорбция</i>;  3) <i>канальцевая секреция</i></p> <p>СКФ (<i>скорость клубочковой фильтрации</i>) — это <i>количество первичной мочи, образующееся в почках в единицу времени</i>. СКФ за сутки у мужчин <i>180 л</i>, у женщин <i>150 л (125 мл/мин, 110 мл/мин соответственно)</i></p>
<p>Фильтрация в клубочках — это <i>первый этап мочеобразования, который заключается в переходе жидкости и растворенных в ней веществ из кровеносных капилляров клубочков в полость капсулы Шумлянского–Боумена</i></p>	<p>Формула расчёта ФД: <math>ФД = ГДк - (ГДпм + ОДк) = 60 - (18 + 32) = 10</math> мм рт. ст.; где ФД — <i>фильтрационное давление</i>, ГДк — <i>гидростатическое давление крови в капиллярах клубочка</i>, ГДпм — <i>гидростатическое давление первичной мочи в капсуле Шумлянского–Боумена</i>, ОДк — <i>онкотическое давление крови</i></p>
<p>Клубочковый фильтр состоит из трёх элементов: 1) <i>эндотелий (капилляров клубочка)</i>; 2) <i>базальная мембрана</i>; 3) <i>эпителий (внутреннего листка капсулы Шумлянского–Боумена, образованного особыми клетками — подоцитами)</i></p>	
<p>Реабсорбция (обратное всасывание) — это <i>возврат необходимых организму веществ из просвета канальцев, трубочек и протоков в интерстиций и кровь</i></p>	<p>Беспороговые вещества — это <i>вещества, не имеющие порога выведения и удаляющиеся из организма при любой их концентрации в плазме крови</i>. Примеры этих веществ: 1) <i>инулин</i>, 2) <i>креатинин</i></p>
<p>Пороговые вещества — это <i>вещества, которые в нормальных условиях практически полностью реабсорбируются из первичной мочи при участии механизмов облегченного транспорта, но появляются в конечной моче, когда их концентрация в плазме крови увеличится и превысит «порог выведения»</i></p>	<p>Примеры веществ реабсорбируемых выше 99 %: 1) <i>вода</i>; 2) <i>глюкоза</i>; 3) <i>бикарбонаты</i>; 4) <i>ионы натрия</i>; 5) <i>ионы хлора</i>; на 50 %: <i>мочевина</i>; на 0 %: 1) <i>креатинин</i>; 2) <i>инулин</i></p>
<p>Два значения термина «секреция» для описания работы почек: 1) <i>секреция — это процесс (механизм) транспорта веществ, подлежащих удалению, в просвет канальцев не через клубочек, а из интерстиция почки или непосредственно из клеток почечного эпителия</i>; 2) <i>секреция — это транспорт биологически активных веществ (эритропоэтина, кальцитриола, ренина и др.), синтезируемых в клетках почки, в интерстиций и кровь</i></p>	<p>Конечная моча: объём <i>0,4–2,0 л/сут</i>; дневной: ночной диурез от <i>3 : 1</i> до <i>4 : 1</i>, рН = <i>4,5–8,0</i>; прозрачность <i>прозрачная</i>; цвет <i>соломенно-желтый, оранжево-желтый</i>; белок <i>0</i> (до 100 мг); глюкоза <i>0</i> (до 130 мг); мочевины <i>25–35 г/сут</i></p>

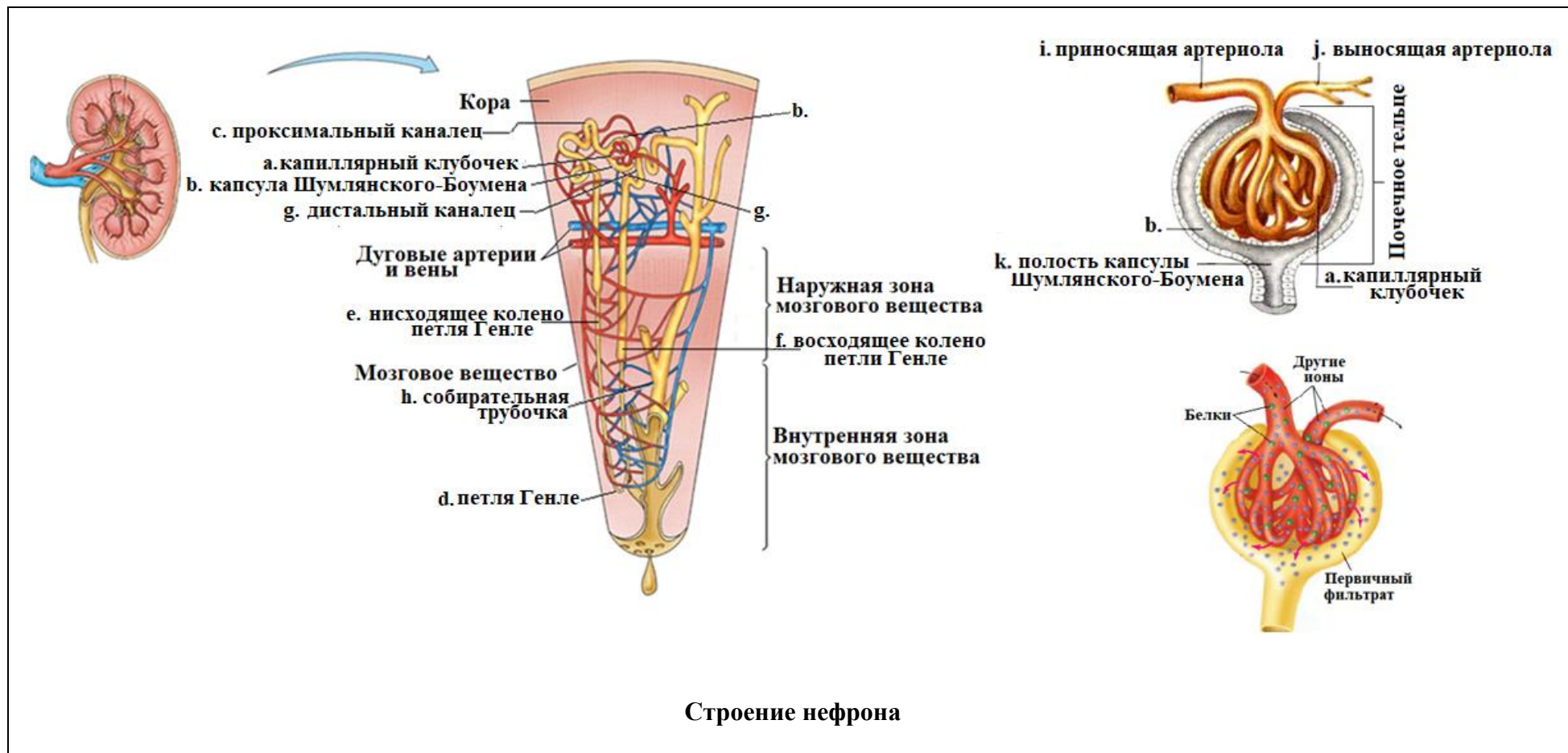
<p>Исследование мочи имеет большое практическое значение, так как полученные результаты позволяют оценить функцию почек и некоторые стороны обмена веществ в организме.</p> <p>Общий анализ мочи позволяет оценить её физические (цвет, прозрачность, запах, количество), физико-химические (удельный вес, реакция мочи) свойства, наличие патологических включений (белка, глюкозы, кетоновых тел, форменных элементов крови), а также выявить экзогенных веществ в моче (нитритов, ртути, висмута, мышьяка, брома и бромистых препаратов и т. д.).</p> <p>В данной работе определение показателей конечной мочи осуществляется методом колориметрии: тест-полоска имеет различные индикаторные подушечки, меняющие цвет (или интенсивность цвета) после контакта с биологической жидкостью.</p>	<p><b>Материалы и оборудование.</b> Тест-полоски, стакан, воронка стеклянная, пробирка, штатив, салфетка, антисептик, вата, ёмкость для отработанных материалов.</p>	<p>3. Аккуратно на салфетке поднесите тест-полоску к контрольной шкале, расположенной на упаковке, и определите результаты 10 показателей исследуемой мочи, сравнив цвет каждой индикаторной подушечки со стандартными образцами, расположенными на упаковке.</p>																																																							
	<p><b>Ход работы:</b></p> <p>1. Соберите среднюю порцию мочи в стакан (9–10 мл) и перелить её с помощью воронки в пробирку (высота столбика около 9–10 см).</p> <p>2. Погрузите тест-полоску в исследуемую мочу, смочив все индикаторные подушечки. Достаньте тест-полоску и промокните излишки жидкости салфеткой. Для этого тест-полоску положите на салфетку стороной, не содержащей индикаторных подушечек.</p>	<p><b>Указания к оформлению протокола:</b></p> <p>1. <i>Внесите</i> полученные показатели исследуемой мочи в протокол.</p> <p>2. <i>Оцените</i> полученный результат, <i>сравнив его с нормой</i>.</p>																																																							
<b>ПРОТОКОЛ</b>																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Тест</th> <th>Норма</th> <th>Результат</th> <th>Оценка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Лейкоциты</td> <td>WBC</td> <td>не выявляются</td> <td>–</td> <td><i>норма</i></td> </tr> <tr> <td>2. Нитриты</td> <td>NIT</td> <td>не выявляются</td> <td>–</td> <td><i>норма</i></td> </tr> <tr> <td>3. Уробилиноген</td> <td>URO</td> <td>&lt; 3,2 мкмоль/л (0,2 E.U./dl)</td> <td><i>&lt; 3,2 мкмоль/л</i></td> <td><i>норма</i></td> </tr> <tr> <td>4. Белок</td> <td>PRO</td> <td>не выявляется</td> <td>–</td> <td><i>норма</i></td> </tr> <tr> <td>5. pH</td> <td>PH</td> <td>4,0–8,0</td> <td><i>3,8</i></td> <td><i>норма</i></td> </tr> <tr> <td>6. Скрытая кровь</td> <td>OB</td> <td>не выявляется</td> <td>–</td> <td><i>норма</i></td> </tr> <tr> <td>7. Удельный вес</td> <td>SG</td> <td>1,008–1,025</td> <td><i>1,035</i></td> <td>&gt;</td> </tr> <tr> <td>8. Кетоновые тела</td> <td>KET</td> <td>не выявляются</td> <td>+</td> <td>&gt;</td> </tr> <tr> <td>9. Билирубин</td> <td>BIL</td> <td>не выявляется</td> <td>–</td> <td><i>норма</i></td> </tr> <tr> <td>10. Глюкоза</td> <td>GLU</td> <td>не выявляется</td> <td>+</td> <td>&gt;</td> </tr> </tbody> </table>			Тест		Норма	Результат	Оценка	1. Лейкоциты	WBC	не выявляются	–	<i>норма</i>	2. Нитриты	NIT	не выявляются	–	<i>норма</i>	3. Уробилиноген	URO	< 3,2 мкмоль/л (0,2 E.U./dl)	<i>&lt; 3,2 мкмоль/л</i>	<i>норма</i>	4. Белок	PRO	не выявляется	–	<i>норма</i>	5. pH	PH	4,0–8,0	<i>3,8</i>	<i>норма</i>	6. Скрытая кровь	OB	не выявляется	–	<i>норма</i>	7. Удельный вес	SG	1,008–1,025	<i>1,035</i>	>	8. Кетоновые тела	KET	не выявляются	+	>	9. Билирубин	BIL	не выявляется	–	<i>норма</i>	10. Глюкоза	GLU	не выявляется	+	>
Тест		Норма	Результат	Оценка																																																					
1. Лейкоциты	WBC	не выявляются	–	<i>норма</i>																																																					
2. Нитриты	NIT	не выявляются	–	<i>норма</i>																																																					
3. Уробилиноген	URO	< 3,2 мкмоль/л (0,2 E.U./dl)	<i>&lt; 3,2 мкмоль/л</i>	<i>норма</i>																																																					
4. Белок	PRO	не выявляется	–	<i>норма</i>																																																					
5. pH	PH	4,0–8,0	<i>3,8</i>	<i>норма</i>																																																					
6. Скрытая кровь	OB	не выявляется	–	<i>норма</i>																																																					
7. Удельный вес	SG	1,008–1,025	<i>1,035</i>	>																																																					
8. Кетоновые тела	KET	не выявляются	+	>																																																					
9. Билирубин	BIL	не выявляется	–	<i>норма</i>																																																					
10. Глюкоза	GLU	не выявляется	+	>																																																					
<p><b>Вывод:</b> <i>снижение pH, увеличение относительной плотности, наличие глюкозы и кетоновых тел — признаки сахарного диабета</i></p>																																																									
<p>Экспресс-анализ мочи весьма удобен в рутинной практике, например при самоконтроле состояния пациента или при визитах на дому, однако он менее точен, чем лабораторные методы исследования. Кроме того, тест-полоски чувствительны к условиям хранения, например, могут реагировать с компонентами воздуха. Поэтому при их нарушении или истечении срока годности достоверность результатов резко снижается.</p>																																																									



**Функции почек:**

1. *Выделительная (экскреторная)*
2. *Гомеостатическая*
3. *Инкреторная*
4. *Метаболическая*
5. *Регуляция системного артериального давления*





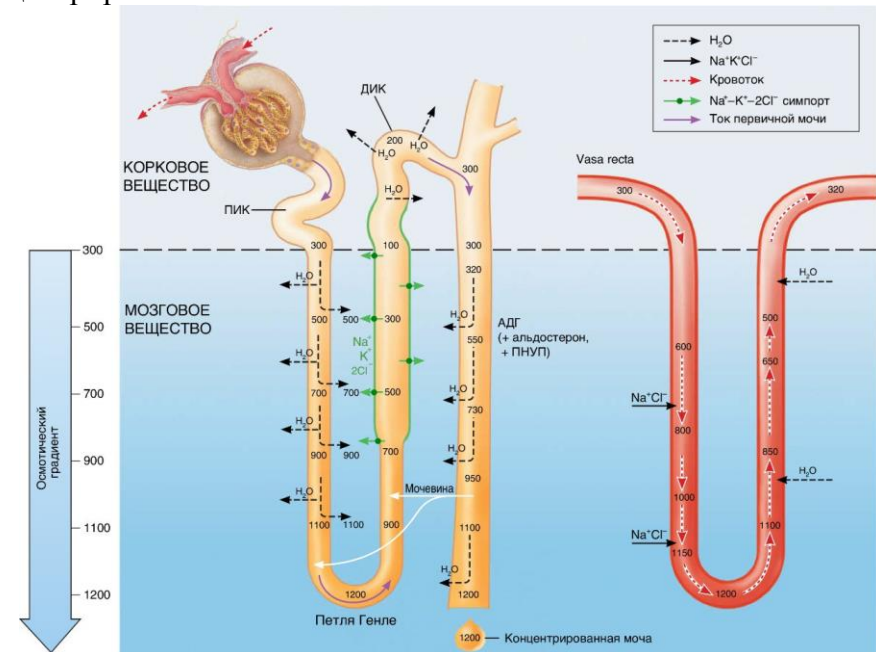
Работа проводится с использованием компьютерной программы «Kidney», раздел «Петля Генле», Механизмы концентрирования мочи (поворотно-противоточная система). На представленной анимации видна упрощенная схема строения петли Генле. Дальнейшее перемещение по страницам программы осуществляется нажатием клавиши «Пробел» («Space»). Из любого места программы можно вернуться в Главное меню с помощью клавиши **F10**.

Осмотическое давление первичной мочи в начальной части нисходящего колена петли Генле равно осмотическому давлению плазмы крови (290 мосмоль/л). Далее в нисходящем колене его величина будет определяться величиной давления в интерстициальном пространстве, поскольку стенка нисходящего колена петли Генле проницаема для воды. В восходящем колене осуществляется активная реабсорбция NaCl в интерстициальное пространство почки, тем самым повышая осмотическое давление жидкости в нём примерно на 200 мосмоль/л. При этом осмолярность мочи в восходящем колене снижается.

Стенки нисходящего и восходящего участков петли Генле расположены параллельно друг другу, а направление движения потоков жидкости в них противоположное (противоток). Благодаря этому и вследствие постоянной работы натриевого насоса (показан на анимации красным цветом) между жидкостью нисходящего колена и жидкостью интерстициального пространства почки будет поддерживаться градиент осмотического давления, силы которого обусловят реабсорбцию части воды из первичной мочи в интерстиций. Далее эта жидкость переходит в кровь венозных сосудов, расположенных вдоль канальцев.

Осмотическое давление мочи нисходящих канальцев нефрона по мере приближения к вершине петли Генле будет возрастать (до 1200–1400 мосмоль/л), а в восходящем колене за счет постоянной работы натриевого насоса вновь уменьшаться. Поскольку, используя описанный механизм реабсорбции воды, одновременно функционируют многие тысячи рядом расположенных нефронов почки, то их общая насосная и реабсорбционная мощность не просто арифметически складывается, а умножается. В результате совместной работы нефроны формируют возрастающий градиент осмолярности в интерстициальном пространстве почки по направлению вглубь мозгового вещества.

**Задание.** Схематичное изображение нефрона и механизмов концентрирования мочи в петле Генле.



Градиент осмолярности в интерстициальном пространстве поддерживается также мочевиной, которая выходит сюда из канальцев нефрона и собирательных трубочек. Вследствие реабсорбции большого количества воды и солей из первичной мочи, объём жидкости и её осмолярность к началу дистальных извитых канальцев нефрона значительно уменьшается ( $\approx$  на 75 % или до 24 л/сутки, осмолярность около 60 мосмоль/л).

В нормальных условиях в дистальных извитых канальцах и собирательных трубочках функционируют водные каналы (аквапорины), через которые в интерстиций и далее в кровь реабсорбируется большая часть оставшейся воды. Оставшаяся жидкость (около 1,5 л) с нереабсорбированными и растворенными в ней многочисленными солями, метаболитами и другими веществами, образует конечный объём мочи, осмолярность которой составляет около 300–500 мосмоль/л.

#### Ответы на следующие вопросы:

1. Какие процессы происходят в нисходящем колене петли Генле?

*Нисходящее колено проницаемо для воды, не проницаемо для ионов (в сторону интерстиция). Это колено называют коленом концентрирования мочи.*

2. Какие процессы происходят в восходящем колене петли Генле?

*Восходящее колено не проницаемо для воды, проницаемо для ионов (толстый участок). Это колено называют коленом разведения мочи.*

3. Как и почему изменится объём и осмолярность конечной мочи:

а) *при гипергликемии: осмолярность конечной мочи увеличится (в случае превышения порога выведения для глюкозы, 10 ммоль/л), объём конечной мочи увеличится;*

б) *при приеме большого количества солей: Росм. крови  $\uparrow$ , стимулируется образование АДГ,  $\uparrow$  реабсорбция воды, объём конечной мочи уменьшается, осмолярность увеличивается;*

в) *при водной депривации: ОЦК  $\downarrow$ , Росм. крови  $\uparrow$ , стимулируется образование АДГ,  $\uparrow$  реабсорбция воды, объём конечной мочи уменьшается, осмолярность увеличивается;*

г) *при избыточной водной нагрузке: ОЦК  $\uparrow$ , Росм. крови  $\downarrow$ , угнетается выработка АДГ,  $\downarrow$  реабсорбция воды, объём конечной мочи увеличивается, осмолярность уменьшается;*

д) *при приеме фуросемида — ингибитора реабсорбции  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Cl}^-$  в восходящем колене петли Генле: вода в меньшей степени реабсорбируется из нисходящего колена петли Генле, объём конечной мочи увеличивается, осмолярность, как правило, не изменяется;*

е) *при гиперсекреции АДГ:  $\uparrow$  реабсорбция воды, объём конечной мочи уменьшается, осмолярность увеличивается;*

ж) *при гипосекреции АДГ:  $\downarrow$  реабсорбция воды, объём конечной мочи увеличивается, осмолярность уменьшается.*

**Вопросы для подготовки к итоговому занятию:**

1. Общая характеристика системы пищеварения: значение; органы, понятие об их топографии и общем плане строения; функции.
2. Общее представление об иннервации, крово- и лимфообращении органов пищеварительной системы.
3. Секреторная функция. Пищеварительные железы, виды секреции. Общее представление о пищеварительных соках. Гастроинтестинальные гормоны и их функции.
4. Моторная функция. Представление о нервной и гуморальной регуляции моторики пищеварительного аппарата. Роль адрено-, холино-, серотонино-, гистамино- и пуринергической медиации.
5. Всасывательная функция. Представление о градиенте всасывания в пищеварительном тракте продуктов гидролиза белков, жиров, углеводов, воды и минеральных солей.
6. Экскреторная функция. Значение для организма. Выделение экскретов в различных отделах пищеварительного аппарата.
7. Пищеварение в полости рта. Понятие о топографии и строении органов полости рта, механической и химической обработке пищи в ней. Механизмы регуляции жевания и секреции слюны.
8. Глотание. Представление о морфофункциональных особенностях глотки и пищевода.
9. Пищеварение в желудке. Представление о топографии, макро- и микростроении желудка, его железах.
10. Состав и свойства желудочного сока. Фазы желудочной секреции. Механизмы регуляции желудочной секреции и моторики.
11. Тонкая кишка: представление об её топографии, отделах, строении, особенностях крово- и лимфообращения, иннервации.
12. Пищеварение в 12-перстной кишке.
13. Поджелудочная железа: функции; представление об её топографии и строении. Состав и свойства сока поджелудочной железы. Регуляция панкреатической секреции.
14. Печень: представление об её топографии, макро- и микростроении, функциях, особенностях кровообращения.
15. Состав, свойства и функции желчи. Регуляция образования желчи, выделения ее в 12-перстную кишку.
16. Полостной и мембранный гидролиз пищевых веществ в тонком кишечнике. Моторная деятельность тонкой кишки и ее регуляция.
17. Толстая кишка: представление об её топографии, отделах, строении, особенностях крово- и лимфообращения, иннервации.
18. Пищеварение в толстом кишечнике. Моторная деятельность толстого кишечника и ее регуляция. Дефекация.
19. Роль микрофлоры толстого кишечника для организма.
20. Всасывание веществ в различных отделах пищеварительного тракта. Виды и механизмы всасывания.
21. Пищевая мотивация, представление о пищевом центре. Регуляция пищевого поведения. Физиологические основы голода и насыщения.

22. Обмен веществ и энергии в организме. Процессы анаболизма и катаболизма, их соотношение при различных функциональных состояниях организма.
23. Понятие о нормальной потребности в питательных веществах. Нутриенты и ксенобиотики, их роль в организме.
24. Основной обмен и факторы, определяющие его величину. Энергозатраты организма в условиях основного обмена. Методы исследования основного обмена. Пластическая и энергетическая роль питательных веществ.
25. Общий обмен. Энергозатраты организма при различных видах трудовой деятельности (в соответствии со степенью тяжести физического труда). Рабочая прибавка. Специфически-динамическое действие пищи.
26. Методы определения прихода и расхода энергии (прямая и непрямая калориметрия, расчет по таблицам и формулам).
27. Питание. Физиологические основы и принципы здорового питания. Нормы питания в зависимости от возраста, вида труда и состояния организма. Понятие о пищевых и непищевых факторах риска для здоровья человека. Суточные потребности в белке, жирах, углеводах, воде.
28. Водно-солевой обмен. Потребность в воде и минеральных веществах. Представление о регуляции водно-солевого обмена.
29. Витамины. Виды, значение в жизнедеятельности организма, потребность в витаминах.
30. Масса тела как объективный показатель баланса прихода и расхода энергии. Понятие о норме массы тела и ее регуляции. Избыточная (ожирение) и недостаточная (гипотрофия) масса тела.
31. Терморегуляция. Понятие о гомеотермии, пойкилотермии и гетеротермии. Значение температурного гомеостаза.
32. Температура тела человека и её суточные колебания. Температура различных участков кожных покровов и внутренних органов. Понятие о гипо- и гипертермии, лихорадке.
33. Теплопродукция организма. Источники теплопродукции в организме. Сократительный и несократительный термогенез. Метаболические процессы в бурой жировой ткани. Регуляция процессов теплопродукции.
34. Теплоотдача организма. Понятие о теплопередаче внутри организма. Физические процессы и физиологические механизмы, обеспечивающие теплоотдачу. Регуляция процессов теплоотдачи.
35. Нервные и гуморальные механизмы терморегуляции. Периферические и центральные терморцепторы. Центры терморегуляции.
36. Функциональная система, обеспечивающая поддержание постоянства температуры внутренней среды организма.
37. Общая характеристика системы выделения. Выделительная функция почек, кожи, легких, пищеварительного аппарата.
38. Почки: топография, строение, функции. Особенности регионарного кровообращения в почках.
39. Нефрон как морфофункциональная единица почки, виды нефронов, их структура, функции.
40. Основные процессы мочеобразования.
41. Структура почечного фильтра. Механизм клубочковой фильтрации. Образование первичной мочи, её количество и состав.
42. Канальцевая реабсорбция: её механизмы и особенности в проксимальных и дистальных канальцах.
43. Механизм поворотного-противоточно-концентрационной системы нефрона. Изменения осмотического давления мочи при прохождении ее по нефрону.
44. Пороговые и непороговые вещества. Понятие о почечном клиренсе.

45. Канальцевая секреция. Физиологическая сущность процессов секреции и экскреции в почечных канальцах.
46. Эндокринная, метаболическая и гомеостатическая функции почек. Роль почек в выделении лекарственных веществ, красителей и диагностических препаратов.
47. Мочевыведение и мочеиспускание, их регуляция. Представление о топографии, строении мочеточников, мочевого пузыря, и мочеиспускательного канала.
48. Показатели функции мочевыводящей системы (частота, объём мочевыделения, дневной и ночной диурез). Количество, состав и свойства конечной мочи.
49. Нервная и гуморальная регуляция образования и выделения мочи.

#### **Практические навыки:**

1. Проведение сиалометрии и физиологическая оценка получаемых показателей.
2. Оценка влияния желчи на состояние жира.
3. Измерение массы тела. Расчет индекса массы тела. Физиологическая оценка получаемых показателей и формирование научно обоснованных рекомендаций по коррекции массы тела.
4. Измерение аксиальной температуры тела с использованием жидкостных (стеклянных) и электронных термометров: оценка возможных ошибок при выполнении. Физиологическая оценка получаемых показателей.
5. Физиологическая оценка показателей состава и свойств конечной мочи (общий анализ мочи).

#### **Ситуационные задачи:**

1. Рассчитайте должную величину основного обмена и общих энергозатрат организма женщины 26 лет (188 см, 81 кг), занятого умственным трудом, используя таблицы Гарриса–Бенедикта и по методу Дюбуа.
2. По результатам обследования у мужчины 38 лет (рост 166 см, вес 72 кг) были получены следующие показатели: ЧД = 14 в 1 мин, ДО = 500 мл, содержание в выдыхаемом воздухе кислорода = 15,93 %, углекислого газа = 4,28 %. Рассчитайте суточные энергозатраты и определите величину рабочей прибавки испытуемого.
3. При определении суточных энергозатрат было установлено, что мужчина за одну минуту потребляет 1200 мл кислорода и выделяет 1020 мл углекислого газа. Как называется применённый метод калориметрии. Сравните результаты, полученные с использованием метода прямой калориметрии — 2370 ккал/сут. Объясните полученные результаты.
4. Рассчитайте и оцените индекс массы тела женщины 36 лет (рост 162 см, масса 76 кг). Дайте (при необходимости) рекомендации по коррекции массы тела.
5. Сделайте заключение об азотистом балансе организма, если у человека потребление белка с пищей составляет 68,75 г/сут, а выделение азота 12 г/сут.

6. Какие питательные вещества преобладали в рационе испытуемых, если в состоянии физического покоя ДК у одного из них составил 0,75, у второго — 0,87, у третьего — 0,97?
7. Сделайте физиологическое заключение по результатам общего анализа мочи: суточный объём — 8 литров, бесцветная, прозрачная, плотность — 1001 г/л, белок — нет, глюкоза — нет, эритроциты — нет, лейкоциты — 1–2 в поле зрения. Чем могут быть обусловлены полученные результаты?
8. Сделайте физиологическое заключение по результатам общего анализа мочи: суточный объём — 2,4 литра, бесцветная, прозрачная, плотность — 1038 г/л, белок — нет, глюкоза — есть, эритроциты — нет, лейкоциты — 0–1 в поле зрения. Чем могут быть обусловлены полученные результаты?

### ЛИТЕРАТУРА

#### для подготовки к итоговому занятию

##### *Основная*

1. *Физиология с основами анатомии* : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 363–401, 494–547, 553–555, 564–602.

2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.

##### *Дополнительная*

3. *Нормальная физиология* : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 345–371, 372–394, 395–406, 407–429.

4. *Физиология с основами анатомии* : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 244–302.

5. *Гистология, цитология, эмбриология* : учеб. / Т. М. Студеникина [и др.] ; под ред. Т. М. Студеникиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание, 2020. – 464 с. – С. 337–390, 416–429.

6. *Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция* : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с. – С. 92–127.

### ОРГАНИЗАЦИЯ КОЛЛОКВИУМА

Коллоквиум проводится в форме **компьютерного тестирования** по вопросам, охватывающим все темы разделов дисциплины, и **устного или письменного собеседования**. На выполнение теста отводится до 28 минут.

На текущей аттестации осуществляется контроль усвоения **теоретического** материала и **практических** навыков с выставлением **двух отдельных** отметок.

Учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет»

**ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ (чек-лист)**  
для контроля практических навыков по учебной дисциплине  
Анатомия и физиология человека

ФИО студента \_\_\_\_\_  
Факультет \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_

Практический навык: «**Проведение сиалометрии и физиологическая оценка получаемых показателей**»

№ п/п	Параметр выполнения действия	Отметка в баллах
1	Перечень основных средств защиты (СИГ) и санитарно-гигиенической одежды (СГО)	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
2	Определение понятия «сиалометрия». Основные источники слюны, её суточное количество	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
3	Материалы и оборудование, предварительные условия и ход работы	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
4	Оценка результата. Произвести расчёт скорости нестимулированной и стимулированной саливации и сравнить полученный результат с должной величиной	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
	Итоговая отметка по 10-балльной шкале	

Учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет»

**ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ (чек-лист)**  
для контроля практических навыков по учебной дисциплине  
Анатомия и физиология человека

ФИО студента \_\_\_\_\_  
Факультет \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_

Практический навык: «**Измерение массы тела. Расчет индекса массы тела. Физиологическая оценка получаемых показателей и формирование научно обоснованных рекомендаций по коррекции массы тела**»

№ п/п	Параметр выполнения действия	Отметка в баллах
1	Материалы и оборудование для оценки массы тела	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
2	Расчет ДМТ по формуле Брока–Бругша	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
3	Расчет ДМТ с учетом пола и роста	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
4	Расчет индекса массы тела	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
5	Физиологическая оценка полученных показателей	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
6	Формирование научно обоснованных рекомендаций по коррекции массы тела в случае повышения / понижения МТ человека по сравнению с ДМТ	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
	Итоговая отметка по 10-балльной шкале	

Учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет»

**ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ (чек-лист)**

для контроля практических навыков по учебной дисциплине  
Анатомия и физиология человека

ФИО студента \_\_\_\_\_

Факультет \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_

Практический навык: «**Измерение аксиальной температуры тела с использованием жидкостных (стеклянных) и электронных термометров: оценка возможных ошибок при выполнении. Физиологическая оценка получаемых показателей**»

№ п/п	Параметр выполнения действия	Отметка в баллах
1	Нормальная температура тела	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
2	Цель проведения термометрии	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
3	Виды термометров, используемых для определения температуры тела	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
4	Где измеряют температуру тела	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
5	Материалы и оборудование для термометрии	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
6	Измерение температуры аксиллярной температуры контактными термометрами	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
7	Измерение температуры тела бесконтактным инфракрасным термометром	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
	Итоговая отметка по 10-балльной шкале	

Учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет»

**ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ (чек-лист)**

для контроля практических навыков по учебной дисциплине  
Анатомия и физиология человека

ФИО студента \_\_\_\_\_

Факультет \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_

Практический навык: «**Физиологическая оценка состава и свойств конечной мочи (общий анализ мочи)**»

№ п/п	Параметр выполнения действия	Отметка в баллах
1	Подготовка обследуемого к сбору мочи	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
2	Верная санитарно-гигиеническая подготовка студента к проведению исследования	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1
3	Верное проведение процедуры подготовки тест-полоски	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
4	Правильная оценка показателей, оцениваемых при анализе мочи	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
5	Правильное название отклонений от нормы	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
	Итоговая отметка по 10-балльной шкале	

# АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ И ПСИХИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

## ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИИ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ЗРИТЕЛЬНОЙ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ

Занятие 32 (14)

Дата: \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Основные вопросы:

1. Общие принципы строения сенсорных систем, их классификация. Роль сенсорных систем в развитии мозга и познании мира.
2. Зрительная сенсорная система. Строение, функции. Представление об особенностях строения и свойств глаза, обеспечивающих функцию зрения.
3. Понятие о строении и функциональном значении сетчатой оболочки глаза. Фотохимические процессы в рецепторах сетчатки при действии света. Функции пигментных, горизонтальных, биполярных, амакриновых и ганглиозных клеток сетчатки.
4. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах зрительной системы.
5. Теории цветоощущения. Основные формы нарушения цветового восприятия, значение для трудовой деятельности и профотбора.
6. Поле зрения. Острота зрения. Рефракция и аккомодация. Возрастные особенности зрения. Основы коррекции нарушения рефракции.
7. Понятие о движениях глаз, центральных и периферических механизмах координации зрительной и глазодвигательной функций.

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная

1. *Физиология с основами анатомии* : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 721–744.
2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.

#### Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. / А. А. Семенович [и др.] ; под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – 3-е изд., испр. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 470–488.
4. *Основы анатомии и общей физиологии человека*. Частная анатомия и физиология костной, мышечной, нервной, эндокринной и репродуктивной систем, кожи. Сенсорные системы, высшие психические функции человека : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева, А. В. Евсеева. – Минск: БГМУ, 2018. – 138 с. – С. 111–115.
5. *Физиология с основами анатомии* : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 302–318.
6. *Гистология, цитология, эмбриология* : учеб. / Т. М. Студеникина [и др.] ; под ред. Т. М. Студеникиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание, 2020. – 464 с. – С. 247–248, 249–258.

<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем отличаются первичночувствующие рецепторы от вторичночувствующих?</li> <li>2. В чем проявляется адаптация рецепторов? Какие рецепторы относятся к быстро адаптирующимся и какие — к медленно адаптирующимся?</li> <li>3. Что понимают под остротой зрения? Какая формула используется для определения остроты зрения?</li> <li>4. Исследование остроты зрения проводилось с расстояния 3,3 м. Используя таблицу Сивцева, определите остроту зрения обследуемого, если при исследовании правого глаза он без ошибок назвал все символы седьмой, а левого глаза — восьмой сверху строки.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. В чем причины близорукости? Какие линзы нужны для её коррекции? Для коррекции дальнозоркости?</li> <li>6. Какие фоторецепторы обеспечивают восприятие света и цвета в условиях низкой и высокой освещенности?</li> <li>7. При исследовании полей зрения пациента обнаружено выпадение левых половин полей зрения с обеих сторон. В какой части зрительных путей имеется повреждение?</li> </ol>
--	---

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

## Работа 32.1

<p>Сенсорные системы — это <i>совокупность сенсорных рецепторов, нервных путей и центров, обеспечивающая восприятие и анализ сигналов о состоянии внешней и внутренней среды, а также механизмы оптимальной настройки активности названных структур на восприятие, анализ и синтез поступающей информации</i></p>	
<p>Орган чувств — это <i>специализированные образования, в которых сосредоточены специфические рецепторы и вспомогательные структуры, обеспечивающие возможность функционирования этих рецепторов и передачи возбуждения на афферентные нейроны</i></p>	<p>Глазное яблоко — это <i>орган шарообразной формы, несколько сплюснутый краниокаудально, ограниченный двумя сферическими поверхностями: задней — с большим диаметром и передней — с меньшим. Оно расположено в костной впадине — глазнице, или орбите, образованной костями черепа. В нем расположены световоспринимающий, светопреломляющий и светорегулирующий аппараты</i></p>
<p>Анализатор (по И. П. Павлову) — это <i>морфофункциональное образование, состоящее из трех отделов: периферического, проводникового и центрального. Они обеспечивают восприятие сигналов, проведение информации в ЦНС, ее анализ, что приводит к формированию ощущения</i></p>	<p>Восприятие фотонов света осуществляется двумя видами рецепторов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) палочками;</li> <li>2) колбочками</li> </ol>
<p>Общие принципы функционирования сенсорных систем: 1) <i>многоуровневость залегания нервных центров, входящих в анализатор</i>; 2) <i>многоканальность и дублирование путей проведения информации</i>; 3) <i>дивергенция и конвергенция на разных уровнях передачи информации</i>; 4) <i>принцип обратных связей</i>; 5) <i>принцип кортикализации</i></p>	<p>Острота зрения — это <i>способность глаза различать две точки, расположенные друг от друга на минимальном условном расстоянии</i></p>
<p>Зрительная система — это <i>совокупность структур, обеспечивающих восприятие светового излучения (электромагнитные волны длиной 390–700 нм), проведение информации в ЦНС, и участвующая в формировании зрительных ощущений</i></p>	<p>Поле зрения — это <i>угловое пространство, видимое глазом при фиксированном взгляде и неподвижной голове</i></p>

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ

## Работа 32.2

Под **остротой зрения** понимают способность глаза воспринимать две точки, расположенные на минимальном расстоянии друг от друга, как отдельные. Две точки будут восприниматься раздельно, если их изображения на сетчатке (два активированных фоторецептора) будут разделены как минимум одним невозбужденным фоторецептором, в ином случае изображение сольётся. Угол, образованный крайними точками рассматриваемого предмета и узловой точкой глаза (находится у заднего полюса хрусталика), называют *углом зрения*. Глаз человека способен различать две точки раздельно под углом зрения 1' (1 угловая минута). Остроту зрения такого глаза считают равной 1.0. Некоторые здоровые люди имеют высокую остроту зрения 1.5, 2.0 единицы и более, что не является признаком гиперметропии. В практической деятельности нормальной считается острота зрения не менее 0.8 единиц.

**Материалы и оборудование.** Таблицы для определения остроты зрения для дали (Головина или Сивцева, Орловой) и для близи, указка, рулетка на 5 м, щиток для глаза.

**Ход работы.** Исследование проводится с помощью таблиц с буквами убывающих размеров. Рядом с каждой строкой букв слева указано расстояние (D), с которого нормальный глаз должен видеть буквы данной строки под углом зрения 1'. Таблицу размещают на хорошо освещенной стене ( $\geq 700$  лк). Испытуемый должен находиться на расстоянии 5 м от таблицы. Исследование проводится для каждого глаза отдельно, начиная с правого. Один глаз испытуемый закрывает специальным щитком. Недопустимо надавливать на глаз, щуриться, наклонять голову.

Исследователь на 2–5 с устанавливает кончик указки точно под буквой (оптотипом) на таблице, испытуемый должен её назвать. Определение начинают с показа в разбивку оптотипов 10 ряда таблицы, постепенно переходя к рядам с более крупными знаками. Остроту зрения оценивают по самой нижней строке, в которой были правильно названы все знаки. При необходимости рассчитывают остроту зрения по формуле:

$$V = d / D,$$

где  $V$  — острота зрения (*visus*);  $d$  — расстояние до таблицы (т. е. расстояние, с которого испытуемый видит строку);  $D$  — расстояние, с которого нормальный глаз должен отчетливо видеть буквы данной строки.

**Указания к оформлению протокола:**

Определена острота зрения обоих глаз.

### ПРОТОКОЛ

Глаз	Острота зрения	Вывод (нормальная, снижена)
Правый	1.0 [испытуемый видит 10 строк]	нормальная
Левый	0.7 [испытуемый видит 7 строк]	снижена

Подпишите названия.



Рис. 32.1. Строение глазного яблока

Подписаны названия, используя материалы компьютерного класса.

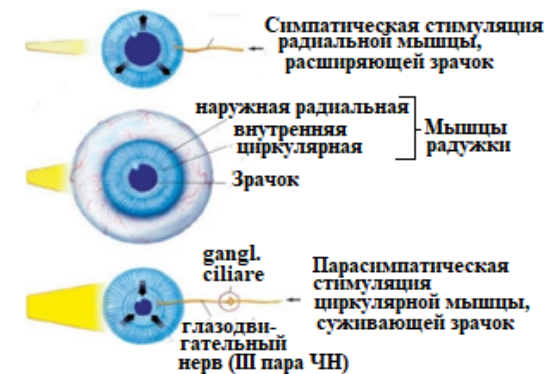


Рис. 32.2. Механизм сужения и расширения зрачка

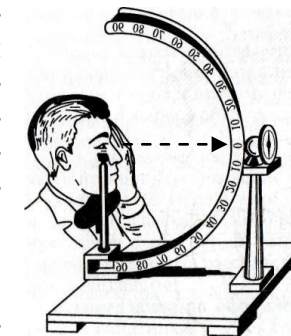
## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ПОЛЯ ЗРЕНИЯ (ПЕРИМЕТРИЯ)

## Работа 32.3

**Поле зрения** называется пространство, видимое глазом человека при фиксации взора в одной точке. Величина поля зрения неодинакова у различных людей и зависит от функционального состояния сетчатки глаза, глубины расположения глазного яблока, размеров и формы надбровных дуг и носа. Различают цветное (хроматическое) и бесцветное (ахроматическое) поле зрения. Ахроматическое поле зрения больше хроматического, так как оно обусловлено наличием палочек, расположенных преимущественно на периферии сетчатки. Для различных цветов поле зрения также неодинаково: больше всего оно для синего цвета, а самое узкое для зеленого. Примерные границы ахроматического поля зрения составляют кнаружи  $90^\circ$ , кверху —  $50^\circ$ , кнутри —  $55^\circ$ , книзу —  $65^\circ$ .

**Материалы и оборудование:** периметр Форстера, объекты разных цветов, линейка, цветные карандаши.

**Ход работы.** Кинетическая периметрия выполняется с помощью периметра Форстера, представляющего собой штатив с подвижной металлической дугой с делениями (в градусах) на боковой поверхности. Испытуемый садится спиной к источнику света и устанавливает подбородок на подставку штатива слева — для исследования правого глаза. Высоту подставки отрегулируйте так, чтобы нижний край глазницы находился на уровне визирной пластинки. На протяжении всего исследования взор обследуемого глаза остается фиксированным на белой точке периметра, другой глаз закрывается щитком. Начинайте исследование с горизонтального положения периметра. Медленно двигайте объект (цветной квадрат или кружок диаметром 5–10 мм) по внутренней поверхности дуги от периферии к центру; испытуемый должен назвать момент появления объекта в поле зрения и указать его цвет. Если цвет не назван или назван неправильно, продолжают движение стимула до момента опознания цвета. По шкале на дуге периметра отметьте границу поля зрения. Повторите исследование при двух косых и вертикальном положениях периметра для цветного объекта, а затем для объекта белого цвета. Необходимо в каждом меридиане проводить тест-объект до центра, чтобы убедиться в сохранности зрительных функций на всем протяжении поля зрения. Результаты (в градусах) внесите в таблицу в протоколе.

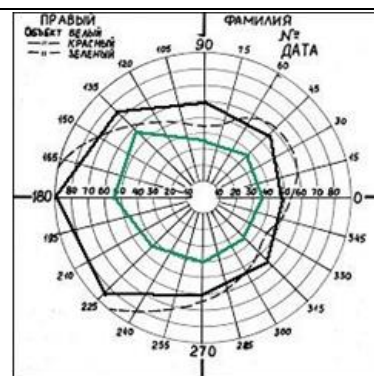


### Указания к оформлению протокола:

По полученным результатам *начерчены границы* хроматического и ахроматического полей зрения. Сравнили величину поля зрения для белого цвета с отмеченной на схеме нормой и с полями зрения для других цветов. Объяснена причина различия между ними.

### ПРОТОКОЛ

Направления осей	Величина поля зрения правого глаза, °. Цвет			
	зеленый	синий	красный	белый
180° (кнаружи)	55	70	50	90
135° (кверху наружи)	59	45	35	74
90° (кверху)	35	40	25	60
45° (кверху кнутри)	38	33	25	56
0° (кнутри)	36	40	25	49
315° (книзу кнутри)	35	30	23	57
270° (книзу)	40	50	30	60
225° (книзу наружи)	43	60	45	82



Вывод: *сужения поля зрения для белого цвета не выявлено. Поля зрения для других цветов должны быть меньше, чем для белого, т. к. за белый цвет (ахроматическое зрение) отвечают палочки, а их больше на периферии.*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ СЕТЧАТКИ

Работа 32.4

(компьютерная кампиметрия)

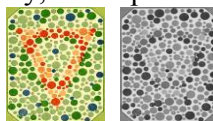
<p>Определение световой чувствительности центральных областей сетчатки имеет важное значение, так как она во многом определяет остроту зрения. Чувствительность зависит не только от функционального состояния нейронов этой части сетчатки, но и от кровотока в её сосудах, состояния зрительного нерва, зрительных путей, зрительной коры и других факторов.</p>	
<p><b>Ход работы.</b> Работа выполняется с помощью программы «05_EyeTests» → «Field sensitivity test». При входе в программу на экране появляется координатная сетка, соответствующая угловым размерам центральной области сетчатки. На сетке нанесены 68 точек, которые в процессе исследования будут по одной появляться на экране в случайном порядке.</p>	<p>После появления последней точки результаты тестирования будут представлены в виде их цветового распределения в соответствии со шкалой цветов. Точки синего цвета отражают участки максимальной светочувствительности, точки голубого, зеленого, желтого, красного и сиреневого цветов соответствуют участкам со всё более и более низкой чувствительностью зрительной системы. Преобладание синего и голубого цвета говорит о высокой чувствительности сетчатки, зеленого и желтого — о нормальной средней чувствительности. При сниженной чувствительности сетчатки преобладают точки красного и сиреневого цветов.</p>
<p>Работа выполняется после темновой адаптации зрения в затемнённой комнате. Ваши глаза должны находиться на расстоянии около 30 см от экрана на уровне его середины (в этом случае расстояние между окружностями сетки составит 50). Подоприте подбородок, закрыв один глаз пальцами ладони, и держите голову максимально неподвижно. Исследование проводится для каждого глаза отдельно.</p>	<p>Значительное влияние на результаты исследования оказывает качество затемнения и время предварительной темновой адаптации. Но при выполнении работы в одинаковых для всей группы условиях результаты различных испытуемых можно сравнивать и при непродолжительном времени адаптации.</p>
<p>Ознакомьтесь с работой программы. Нажмите «<b>Enter</b>». Координатная сетка исчезнет, в центре появится крестик для фиксации взгляда. В верхнем левом углу будет идти обратный отсчет точек, начиная с 68. В течение всего времени исследования <b>взгляд должен быть фиксирован на крестике в центре экрана</b>. Через некоторое время в поле зрения появляется светящаяся точка. Яркость точки постепенно возрастает, и в какой-то момент становится достаточной для того, чтобы различить её на темном экране. Как только точка становится различимой, немедленно нажимайте «<b>Enter</b>». Чем раньше вы замечаете светящуюся точку, тем меньше яркость, необходимая для восприятия стимула данным участком сетчатки, то есть тем больше её чувствительность. После появления нескольких точек вернитесь в меню, нажав «<b>Esc</b>» и «<b>Esc</b>».</p>	<p>Для выхода из программы нажмите «<b>Alt+Tab</b>», закройте окно.</p> <p><b>Указания к оформлению протокола:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. <i>Оцените</i> световую чувствительность зрительной системы в центральной области поля зрения.</li><li>2. <i>Укажите</i> локализацию слепого пятна и механизм его возникновения.</li><li>3. <i>Сделайте вывод</i> о состоянии световой чувствительности центральных областей сетчатки исследуемого глаза.</li></ol>
<p>Заново начните тест и выполните его полностью.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ПРОТОКОЛ</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. На экране преобладают точки <b>зеленого и синего</b> цветов.</li><li>2. Участок сниженной чувствительности (физиологическая скотома) располагается на <b>20°</b> кнаружи и является проекцией <b>слепого пятна (физиологическая скотома)</b>.</li><li>3. <b>Вывод.</b> Чувствительность сетчатки исследуемого глаза <i>[Если преобладают синие цвета — высокая (N), зеленые и жёлтые — средняя (N), жёлтые и красные или сиреневые — снижена]</i> (высокая, средняя /нормальная/ или сниженная).</li></ol>

Глаз человека может различать как оттенки черного, белого и серого цветов, так и все цвета и оттенки радуги. Способность правильно различать основные цвета называется нормальной трихромазией, люди с нормальным цветоощущением — нормальными трихроматами.

У некоторых людей, чаще у мужчин, встречаются различные нарушения цветового восприятия. Выделяют три типа врожденных дефектов цветового зрения: дефект восприятия красного цвета (**протанопия**), зеленого (**дейтеранопия**) и синего (**тританопия**). Состояние, при котором понижено восприятие какого-либо цвета, называется аномальной трихромазией. Полная слепота на определённый цвет называется дихромазией (различаются лишь два цвета), а слепота на все цвета (черно-белое восприятие) — монохромазией. Полная цветовая слепота встречается крайне редко.

Исследование цветового зрения имеет особое значение для лиц, которым по роду профессии необходимо хорошо ориентироваться во всех цветах — врачам, дизайнерам, химикам, водителям, косметологам и т. д.

Для диагностики дефектов цветового зрения широко используются полихроматические таблицы Е. Б. Рабкина или Ишихары. Они состоят из разноцветных кружков одинаковой яркости (несколько уровней яркости). Некоторые из них, окрашенные в один цвет, образуют на фоне остальных, окрашенных в другой цвет, какую-нибудь цифру или фигуру. Эти выделяющиеся по цветам знаки легко различимы при нормальном цветоощущении, но сливаются с окружающим фоном при неполноценном цветовосприятии. Кроме того, в таблицах есть скрытые знаки, отличающиеся от фона не по цвету, а по яркости составляющих их кружков. Эти скрытые знаки (не) различают только лица с нарушенным цветоощущением. Данные таблицы должны регулярно проверяться для контроля изменения тона или насыщенности цветов.



В настоящее время всё большее распространение получают компьютерные версии полихроматических таблиц или тестов на их основе. Однако их использование требует специальной проверки изображений и калибровки видеотехники. Полученные в быту результаты не могут служить основой для медицинской диагностики.

**Материалы и оборудование:** полихроматические таблицы Е. Б. Рабкина или Ишихары, экран для закрытия одного глаза, сантиметровая лента на 5 м.

**Ход работы.** Исследование проводится при дневном освещении. Обследуемый сидит спиной к источнику света. Каждую таблицу следует устанавливать строго вертикально на уровне глаз испытуемого на расстоянии 0,5–1 м от него. Не рекомендуется класть таблицы на стол или держать их в наклонной плоскости — это может исказить результаты исследования. Продолжительность экспозиции одной таблицы не должна превышать 5 с.

Каждый глаз обследуется отдельно, при этом второй глаз закрывается специальным щитком. Если исследуемый пользуется очками, то он должен рассматривать таблицы в очках. При массовых профессиональных отборах, с целью экономии времени, допустимо производить проверку двух глаз одновременно.

**Указания к оформлению протокола:**

1. *Опишите* результаты исследования цветовосприятия.
2. Сделайте заключение о наличии или отсутствии нарушений цветового зрения у испытуемого. В случае выявления нарушений *укажите*, к какому виду они относятся.

**ПРОТОКОЛ**

1. Испытуемый правильно распознал **все** (*все или нет*) цифры, буквы, фигуры в таблицах Рабкина или Ишихары.
2. Вывод: **нарушение цветового зрения не выявлено.**  
*[Нарушение восприятия красного — протанопия, зеленого — дейтеранопия, синего — тританопия].*

<p>Работа выполняется с помощью программы «05_EyeTests» → «Color test» после темновой адаптации зрения в полузатемненной комнате. При включении программы «Color test» на экране появляются два освещенных квадрата.</p> <p>А. Постепенно увеличивая интенсивность цвета левого квадрата путем нажатия клавиши «D», найдите пороговую величину интенсивности цвета квадрата, при которой испытуемый уверенно определит её цвет. Нажмите клавишу «Enter» и запишите условную пороговую величину различения данного цвета. Попросите испытуемого не смотреть на экран и нажатием клавиши «S» и «W» смените цвет на другой, уменьшите его интенсивность до нуля последовательным нажатием клавиши «A». Затем увеличивайте интенсивность цвета, нажимая на клавишу «D», и найдите пороговую величину интенсивности цвета левого квадрата, при которой испытуемый уверенно определит новый цвет. Нажмите клавишу «Enter» и запишите условную <b>пороговую величину различения</b> данного цвета. Повторите определение порогов различения для других цветов.</p>	<p>Б. Установите произвольную, близкую к средней, интенсивность окраски левого квадрата последовательным нажатием клавиши «D». Испытуемый должен нажатием клавиш → или ← подобрать идентичную интенсивность окраски правого квадрата. При завершении подбора нажмите клавишу «Enter» и запишите цифровые значения <b>разностного порога цветовосприятия</b>. При полном совпадении интенсивности цвета разностный порог равен 0,00; несовпадение подбора отмечается положительными или отрицательными значениями разностных порогов, величина которых индивидуальна.</p> <p><b>Указания к оформлению протокола:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Отметьте величины порогов различения различных цветов. Сравните полученные результаты с другими студентами группы и укажите цвета, для которых пороги различения максимальны и минимальны.</i></li> <li>2. <i>Определите величину разностного порога цветовосприятия для одного из цветов.</i></li> <li>3. <i>В случае выявления нарушений укажите, к какому виду они относятся.</i></li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>ПРОТОКОЛ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Значения порогов различения цветов составляют: красный <b>0,023</b>; желтый <b>0,058</b>; зеленый <b>0,044</b>; синий <b>0,040</b>.</li> <li>2. Значение разностного порога восприятия <b>синего</b> цвета составляет <b>0,012</b>.</li> <li>3. <b>Вывод.</b> Порог различения максимален для <b>желтого</b> цвета и минимален для <b>красного</b> цвета. Нарушения цветового зрения: <b>не выявлены</b> (<i>не выявлены; если выявлены, то какие</i>).</li> </ol>
---	--

**ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ СЛУХОВОЙ, ВЕСТИБУЛЯРНОЙ, ОБОНЯТЕЛЬНОЙ, ВКУСОВОЙ, КОЖНОЙ И ВИСЦЕРАЛЬНОЙ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ. НОЦИЦЕПЦИЯ. НОЦИЦЕПТИВНАЯ И АНТИНОЦИЦЕПТИВНАЯ СИСТЕМЫ: СТРОЕНИЕ, ФУНКЦИИ, МЕХАНИЗМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

**Занятие 33 (15)**

Дата: \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Основные вопросы:**

1. Слуховая сенсорная система. Особенности строения и свойств звуковоспринимающего и звукопроводящего аппаратов, обеспечивающие функцию слуха. Понятие о механизмах восприятия и анализа звуков.
2. Бинауральный слух. Аудиометрия, ее значение для оценки слуха. Возрастные особенности слуха. Основы коррекции нарушений слуха.
3. Вестибулярная сенсорная система (гравитации). Представление об особенностях строения и свойств рецепторного отдела, обеспечивающих восприятие и оценку положения тела в пространстве в статике и при перемещении.
4. Обонятельная сенсорная система. Рецепция запахов. Проводящие пути и центральные отделы обонятельной системы. Классификация запахов.
5. Система вкуса. Вкусовая чувствительность. Вкусовые луковицы, строение. Проводящие пути и центральные отделы вкусовой системы. Восприятие вкуса. Классификация вкусовых ощущений. Методы определения порога вкусового ощущения и функциональной мобильности.
6. Кожная чувствительность. Виды сенсорных рецепторов кожи и их функции. Терморцепция. Проприоцептивная чувствительность. Особенности строения проводящих путей и центральных отделов.
7. Интероцептивная чувствительность. Рецепторные механизмы. Виды висцеральной чувствительности. Реакции организма на раздражение интерорецепторов. Роль интероцепции в поддержании гомеостаза.
8. Ноцицептивная система: ноцицептивная рецепция и проведение сигналов болевой чувствительности.
9. Боль: виды, проявления и биологическое значение. Механизмы формирования болевых ощущений: роль медиаторов, гормонов и олигопептидов мозга. Боль как результат интегративной деятельности мозга.
10. Влияние боли на организм. Поведенческие, вегетативные и электрофизиологические корреляты боли.
11. Антиноцицептивная система. Эндогенные опиатные пептиды (эндорфины, энкефалины), их роль в регуляции боли. Роль эмоций в регуляции болевой чувствительности.
12. Принципы обезболивания.

**ЛИТЕРАТУРА**

**Основная**

1. *Физиология с основами анатомии* : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 744–774, 792–809.
2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.

**Дополнительная**

3. *Нормальная физиология*: учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 480–495, 496–499, 499–518.
4. *Физиология с основами анатомии* : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 318–323, 324–334.
5. *Основы анатомии и общей физиологии человека. Частная анатомия и физиология костной, мышечной, нервной, эндокринной и репродуктивной систем, кожи. Сенсорные системы, высшие психические функции человека* : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева, А. В. Евсеева. – Минск : БГМУ, 2018. – 138 с. – С. 116–119, 121–125.

<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <p>1. Как изменяется амплитуда, сила и частота звуковых колебаний при передаче их через структуры среднего уха?</p> <p>2. В какой части улитки ширина основной (базиллярной) мембраны наибольшая? Какие частоты воспринимают волосковые клетки, расположенные в этой части основной мембраны?</p> <p>3. При исследовании слухового анализатора была выявлена латерализация звука влево. Слева время костной проводимости составило 18 с, воздушной проводимости — 18 с. Справа время костной проводимости составило 7 с, воздушной проводимости — 36 с. Дайте физиологическую оценку полученным результатам.</p> <p>4. Благодаря чему на линейные ускорения и ускорения силы тяжести реагируют рецепторы отолитового аппарата и не реагируют рецепторы полукружных каналов?</p> <p>5. К каким вкусовым веществам чувствительность человека максимальна?</p>	<p>6. При пассивном сгибании левой руки в лучезапястном суставе Аfferентные волокна какого анализатора по пути в первичные зоны коры не проходят через таламус и не перекрещиваются?</p> <p>7. Какие участки кожи обладают наибольшей пространственно-различительной способностью?</p> <p>8. Назовите основные медиаторы боли.</p> <p>9. Какова роль таламуса в формировании болевой чувствительности? Обонятельной? Других видов чувствительности?</p> <p>10. На человека действует болевой раздражитель. Можно ли, не спрашивая отчета об его ощущениях, узнать, что он чувствует боль?</p> <p>11. Перечислите основные антиноцицептивные системы.</p> <p>12. Испытуемый утверждает, что рука не изменила своего положения. С нарушением функции какой сенсорной системы это может быть связано?</p>
---	--

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

## Работа 33.1

<p>Слуховая система — это <i>совокупность структур, воспринимающих, проводящих и анализирующих звуковые явления окружающей среды</i></p>	<p>Боль — это <i>особое психическое состояние, возникающее в ответ на действительное или возможное повреждающее воздействие</i></p>
<p>Вестибулярная система — это <i>совокупность структур, обеспечивающих восприятие информации о прямолинейных или вращательных ускорениях при движении тела, а также об изменении положения головы и всего тела в пространстве, проведение информации в ЦНС и участвующая в пространственной ориентации человека, поддержании позы и координации движений</i></p>	<p>Эпикритичекая боль — <i>«тупая», плохо локализуемая боль, сохраняющаяся длительное время и не сопровождающаяся развитием адаптации [волокна типа С, интраламинарные ядра таламуса]</i></p>

<p>Обонятельная система — это <i>сенсорная система, которая позволяет определять присутствие в воздухе пахучих веществ, способствует ориентации организма в окружающей среде и совместно с другими анализаторами способствует формированию ряда сложных форм поведения — пищевой, оборонительной, половой</i></p>	<p>Протопатическая боль — <i>«тупая», плохо локализуемая боль, сохраняющаяся длительное время и не сопровождающаяся развитием адаптации [волокна типа С, интраламинарные ядра таламуса]</i></p>
<p>Вомероназальная система — это <i>добавочная обонятельная система, расположенная в основании носовой перегородки и включающая вомероназальные нервы и добавочную обонятельную луковицу. Рецепторные клетки вомероназального органа специализированы к восприятию феромонов — веществ, влияющих на половое поведение других особей данного вида (для человека такие вещества не определены)</i></p>	<p>Ноцицептивная система — <i>совокупность нервных образований (ноцицепторов, проводящих путей и нейронов коры постцентральной извилины), обеспечивающих формирование болевых ощущений (сенсорная система боли)</i></p>
<p>Система вкуса обеспечивает восприятие пяти основных вкусовых качеств: а) <i>сладкого</i>; б) <i>кислого</i>; в) <i>горького</i>; г) <i>соленого</i>; д) <i>умами (мясной, вкус мяса)</i></p>	<p>По природе восприятия болевых воздействий ноцицепторы делят на: 1) <i>механоноцицепторы (давление-укол, механическое повреждение)</i>; 2) <i>хемоноцицепторы (медиаторы боли — алгогены)</i>; 3) <i>термоноцицепторы (<math>t^{\circ} \geq 45</math>)</i>; 4) <i>полимодальные ноцицепторы</i></p>
<p>Рецепторами прикосновения в коже являются: 1) <i>тельца Мейснера</i> 2) <i>рецепторы волосяного фолликула</i></p>	<p>Эндорфиновая, серотониновая, норадренэргическая, ГАМК-эргическая подсистемы являются частями <i>антиноцицептивной системы</i></p>
<p>Интерорецептивная чувствительность — это <i>способность организма воспринимать информацию о состоянии внутренней среды организма и тем самым участвовать в регуляции работы внутренних органов</i></p>	<p>Обезболивающее действие аспирина обусловлено блокадой синтеза медиаторов боли — <i>простогландинов</i></p>

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА ЗВУКА

Человек и животные обладают пространственным слухом, который позволяет установить место расположения источника звука, степень его удаленности и направление его перемещения, а также увеличивает четкость восприятия. Временные характеристики пространственного слуха базируются на объединении данных, получаемых от обеих ушей (**бинауральный слух**). Бинауральный слух определяется двумя основными факторами. Для низких частот важнейшим фактором является различие во времени достижения звуковой волной правого и левого уха, для высоких частот — различия в интенсивности звука.

**Материалы и оборудование:** стетоскоп с трубками разной длины, камертон, карандаши.

**Ход работы.** Испытуемый с закрытыми глазами должен определить направление источника звука, создаваемого постукиванием (например, карандашом о карандаш) или звуком камертона справа, слева, спереди, сзади за спиной испытуемого. Затем вставьте в уши испытуемого оливы стетоскопа, одна из трубок которого значительно длиннее другой. Стетоскоп должен находиться у испытуемого за спиной. Повторите опыт с определением направления источника звука.

**Указания к оформлению протокола:**

1. Отметьте правильность определения локализации источника звука.
2. Укажите, как зависит восприятие локализации источника звука от длины трубок стетоскопа.
3. Объясните механизм наблюдаемого явления.

**ПРОТОКОЛ**

1. Испытуемый определяет локализацию источника звука **правильно** (правильно, неправильно).
2. При проведении исследования со стетоскопом испытуемый локализует источник звука со стороны **короткой трубки**.
3. **Вывод.** Одним из факторов, лежащих в основе определения локализации источника звука, является **разность времени прихода звуковой волны к каждому уху**.

Это происходит вследствие **более ранней** активации волосковых клеток уха, расположенного ближе к источнику звука.

## СТРОЕНИЕ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА

Подписаны названия

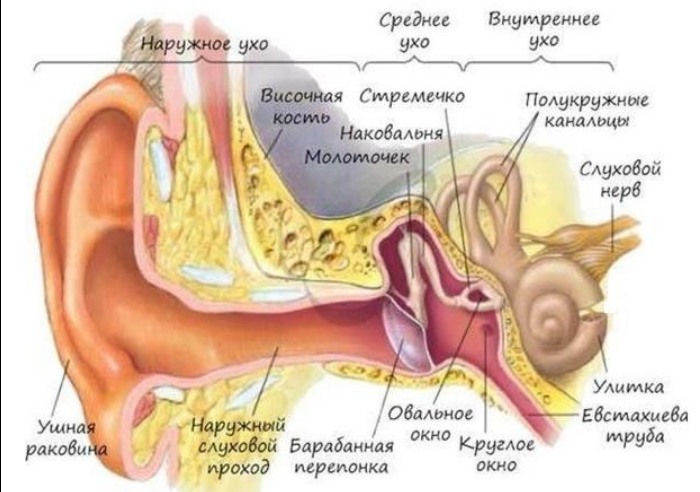


Рис. 33.1. Строение рецепторного отдела слухового анализатора

**Опыт Вебера**  
 Различают костную и воздушную проводимость звука. Воздушная проводимость звука обеспечивается распространением звуковой волны обычным путем через звукопроводящий аппарат. Костное проведение звука — это передача звуковых волн непосредственно через кости черепа.

**Материалы и оборудование:** камертон 128 (C<sub>128</sub>) или 256 Гц (C<sub>256</sub>), секундомер, ватные тампоны или беруши.

**Ход работы.** Рукоятку звучащего камертона приставьте к середине темени (или назиона, или верхней челюсти над резцами). Выясните у испытуемого, слышит ли он звук одинаковой силы или же одним ухом звук слышен лучше. При поражении звуковоспринимающего аппарата наблюдается латерализация звука в сторону здорового уха, при поражении звукопроводящего аппарата звук латерализуется в сторону пораженного (плохо слышащего) уха. Повторите опыт, закрыв слуховой проход одного уха.

**Опыт Ринне.** Сравнение воздушной и костной проводимости звуков позволяет дифференцировать повреждение звукопроводящего и звуковоспринимающего аппаратов.

**Ход работы.** Рукоятку звучащего камертона приставьте к сосцевидному отростку и измерьте время до исчезновения ощущения звука (время костной проводимости). Затем, не прекращая отсчёт времени, поднесите тот же камертон к наружному слуховому проходу. В норме испытуемый должен слышать звучание все ещё колеблющегося камертона. Измерьте общее время, в течение которого слышен звук (время воздушной проводимости). Повторите исследование с другой стороны, стараясь добиться одинаковой силы звучания камертона.

В норме время воздушной проводимости больше времени костной проводимости и примерно одинаковое с обеих сторон (*положительный опыт Ринне*). При нарушении звукопроводящего аппарата время воздушной проводимости не превышает время костной (*отрицательный опыт Ринне*).

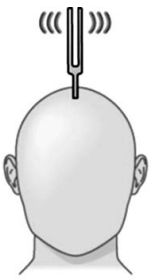
**ПРОТОКОЛ**

- Латерализация звука **не выявлена** (не выявлена; если выявлена, укажите направление).
- При закрытии наружного слухового прохода наблюдается латерализация звука в сторону **закрытого** уха.
- Вывод.** Причиной латерализации звука является **повышение плотности наружного уха**.

**ПРОТОКОЛ**

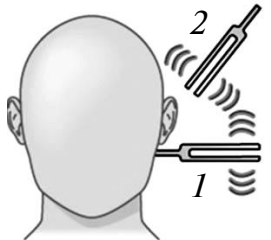
Ухо	Время проведения звука, с	
	Костная проводимость (N: C <sub>128</sub> ≈ 35 с; C <sub>256</sub> ≈ 20 с)	Воздушная проводимость (N: C <sub>128</sub> ≈ 75 с; C <sub>256</sub> ≈ 40 с)
Правое	<b>30</b>	<b>78</b>
Левое	<b>25</b>	<b>32</b>

**Вывод.** Опыт Ринне Опыт Ринне **положителен справа и отрицателен слева.**



**Общее заключение по результатам опытов Вебера и Ринне**

Нарушение	Латерализация (опыт Вебера)	Опыт Ринне
Нет	Нет (звук по средней линии)	Воздушная > костной
Звуко-восприятия	К здоровому уху	Воздушная > костной, короче на стороне поражения
Звуко-проведения	К поражённому уху	Костная ≥ воздушной, костная короче на здоровой стороне



## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СЛУХОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ ЗВУКА (АУДИОМЕТРИЯ)

Работа 33.5

Ухо человека воспринимает звуковые колебания в диапазоне 16–20 000 Гц. Наибольшая чувствительность к звуковым колебаниям находится в пределах 1–5 кГц, что совпадает с диапазоном частот человеческой речи.

Чувствительность системы слуха оценивают по минимальной величине звукового давления, достаточной для возникновения слухового ощущения, т. е. по порогу слышимости. В области частот человеческой речи он близок к нулю. Для определения этого минимального звукового давления используют аудиометры. С их помощью в клинической практике генерируют звуковые колебания в диапазоне от 125 до 8000 Гц (аппараты экспертного класса — до 20 000 Гц) с интенсивностью от –10 до 120 дБ. Для того чтобы охарактеризовать состояние слуховой системы у испытуемого, находят пороги слышимости для каждой фиксированной частоты звуковых колебаний и строят графическую зависимость порогов слышимости от частоты звука — **аудиограмму**.

В клинике обычно строят кривую, отражающую разницу между должной и измеренной величинами порога слышимости на разных частотах.

Нормальным считается отклонение от должных величин до 25 дБ.

**Материалы и оборудование:** аудиометр, наушники.

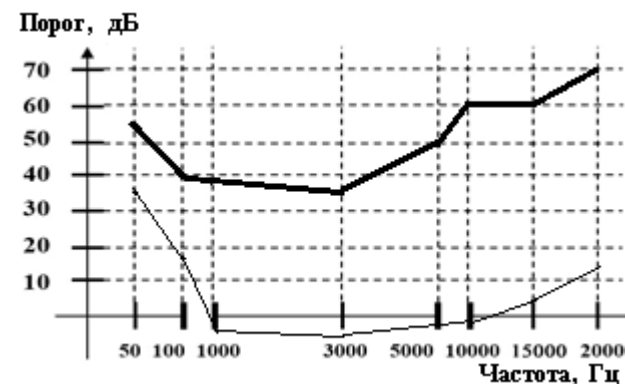
**Ход работы.** С помощью генератора звуков определите пороги абсолютной слуховой чувствительности (в децибелах) для различных частот. Во время исследования в помещении должна соблюдаться полная тишина. Любые посторонние звуки влияют на результат! Испытуемый отмечает момент, когда слышит в наушниках самый тихий звук, нажатием на кнопку или другим знаком.

**Указания к оформлению протокола:**

1. *Заполните* таблицу и *постройте* аудиограмму испытуемого (в центре).
2. *Найдите разницу:* «измеренная – должная (нормальная)» величины порогов слышимости и *постройте* клиническую аудиограмму (справа).
3. Пунктиром *постройте* аудиограммы пациента с тугоухостью.
4. *Укажите* область наибольшей слуховой чувствительности испытуемого. Какие изменения аудиограммы могут указывать на снижение слуховой чувствительности?

Частота, Гц	Должная величина, дБ	Порог, дБ	
		у испытуемого	при тугоухости
50	30	34	55
100	19	16	40
1 000	0	-1	39
3 000	-1	-6	35
5 000	1	-2	50
10 000	3	0	60
15 000	5	5	60
20 000	10	13	70

### ПРОТОКОЛ



**Вывод.** Наибольшая слуховая чувствительность отмечается у испытуемого в области частот 1000–5000 Гц. На снижение слуховой чувствительности указывает **повышение** порогового уровня звукового давления.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ. ЭСТЕЗИОМЕТРИЯ (ИЗМЕРЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПОРОГОВ)

Работа 33.6

Тактильная чувствительность изучается методом **эстезиометрии**. Различают пространственную (дискриминационную) чувствительность, которая характеризуется пространственным порогом, и чувствительность, которая определяется по силовым порогам.

Под абсолютным (силовым) порогом тактильной чувствительности понимают ту минимальную энергию стимула, при которой он может быть обнаружен. Выделяют нижний порог абсолютной чувствительности — минимальную величину интенсивности воздействия, и верхний порог — максимальную величину доболевого интенсивности воздействия, необходимую для возникновения ощущения. Разностный, или дифференциальный, порог — это та минимальная разница в интенсивности двух однотипных воздействий, которая необходима для формирования ощущения едва уловимой разницы в этих воздействиях. Абсолютные пороги тактильной чувствительности обычно определяют при помощи специально калиброванных волосков Фрея разного диаметра (разной жёсткости).

В данной работе исследуется **дискриминационная чувствительность** — способность различать два одинаковых раздражения различной локализации (рис. 33.2.). Она характеризуется величиной **пространственного порога** тактильной чувствительности — тем **наименьшим расстоянием** между двумя точками кожи, при одновременном раздражении которых возникает **ощущение двух прикосновений**. Это так называемая пространственно-различительная способность кожи.

**Материалы и оборудование:** эстезиометр (циркуль Вебера).

**Ход работы.** Испытуемый должен сидеть с закрытыми глазами. Эстезиометром с максимально сведёнными браншами прикасаются к определенному участку кожи. Необходимо следить за тем, чтобы обе иглы эстезиометра прикасались одновременно и с одинаковым давлением. Повторяют прикосновение, постепенно увеличивая расстояние между браншами эстезиометра (каждый раз на 1 мм), и находят то минимальное расстояние, при котором возникает ощущение двух отдельных прикосновений (внесите в протокол). Это расстояние является пространственным порогом для данного участка кожи.

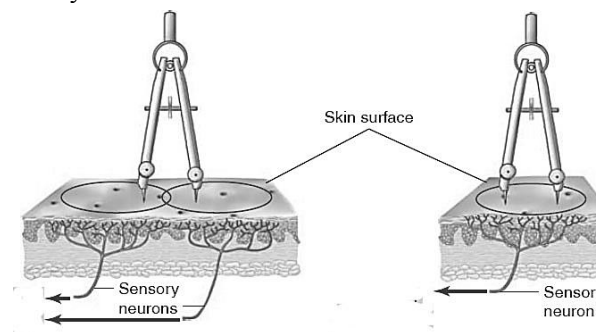


Рис. 33.2. Дискриминационная чувствительность

### Указания к оформлению протокола:

1. Найденные величины пространственных порогов тактильной чувствительности занесите в таблицу.
2. Сравните пространственные пороги тактильной чувствительности исследованных участков кожи. Объясните причины их различия.

### ПРОТОКОЛ

Кожная поверхность	Пространственный порог (в мм)
Внутренняя сторона предплечья	<b>14</b>
Наружная сторона предплечья	<b>16</b>
Кончик указательного пальца	<b>2</b>
Щека	<b>6</b>
Лоб	<b>5</b>
Губа (красная кайма)	<b>1</b>
Губа (носогубный треугольник)	<b>3</b>

**Вывод.** Пространственные пороги тактильной чувствительности наименьшие на **кончике указательного пальца и красной каймы губ, наибольшие на наружной стороне предплечья**. Причиной этого является **различие размеров рецептивных полей**.

Слизистая оболочка рта богато иннервирована, ее рецепторы представлены свободными нервными окончаниями и специальными образованиями, например колбами Краузе, тельцами Руффини, Мейснера, Меркеля. По характеру информации, которая поступает в ЦНС из полости рта, различают не менее 6 видов чувствительности: вкусовую, холодовую, тепловую, тактильную, болевую и проприоцептивную.

Специфическая особенность сенсорной функции слизистой оболочки рта — ее *вкусовая чувствительность*. Расстройства вкуса могут проявляться в виде потери вкусовой чувствительности (**авгезия**), понижения (**гипогевзия**), повышения (**гипергевзия**) и извращения (**парагевзия**) ее. Кроме этого, бывают расстройства тонкого анализа вкусовых веществ (**дисгевзия**) и даже вкусовые галлюцинации.

Роль вкусового анализатора и его значение изолированно определить трудно, так как естественный адекватный раздражитель — пища, поступившая в полость рта, возбуждает одновременно и рецепторы других анализаторов. Таким образом, вкусовое ощущение является сложной суммой возбуждений, идущих в кору большого мозга от вкусовых, обонятельных, тактильных, температурных и болевых рецепторов. Прежде всего, в слизистой оболочке рта возбуждаются тактильные рецепторы, несколько позже — температурные, а затем рецепторы, реагирующие на химический состав пищи. Импульсы от них идут в ЦНС по различным нервным волокнам с разной скоростью. От комплекса возникающих возбуждений зависят и различные оттенки вкусовых ощущений.

Вкусовые рецепторные клетки собраны во вкусовые луковицы, которые находятся преимущественно в сосочках языка: грибовидных, листовидных, желобовидных или окруженных валом. Грибовидные сосочки покрыты неороговевающим эпителием, наибольшее их количество находится в кончике языка. Листовидные сосочки в виде 3–8 параллельных складок длиной 2–5 мм располагаются в основании боковой поверхности языка. Желобовидные сосочки в количестве 8–15 локализованы в области корня языка в виде римской цифры V. Валик слизистой оболочки, окружающий каждый сосочек, отделяется от него глубокой бороздой, куда открываются мелкие слизистые белковые железы.

Исследование чувствительности вкусового анализатора проводится методом определения порога вкусового ощущения, а также методом функциональной мобильности.

Вкусовые пороги определяются для каждого из пяти основных вкусовых раздражителей согласно топографии вкусовых полей, так как у подавляющего большинства людей отдельные участки языка обладают неодинаковой чувствительностью к веществам различного вкусового качества. Так, кончик языка наиболее чувствителен к сладкому, боковые поверхности — к соленому и кислому, корень — к горькому. Наиболее высокий уровень мобилизации рецепторов наблюдается натошак, а после приема пищи он снижается. Подобная реакция вкусовых сосочков является результатом рефлекторных влияний от желудка, возникающих при раздражении его пищей. Этот феномен получил название **гастролингвального рефлекса**.

**Материалы и оборудование:** растворы поваренной соли, сахара, лимонной кислоты, глутамата Na и хинина, каждый раствор в 4 концентрациях: 1 %, 0,1 %, 0,01 % и 0,001 %.

**Ход работы.** Испытуемому с помощью пипетки или в пробирке дают 2–3 мл раствора неизвестного ему вещества, начиная с минимальной его концентрации. Подержав раствор во рту 20–30 с (не глотая), он должен определить вкус раствора.

Если испытуемый не может определить вкус, ему дают раствор с большей концентрацией вещества до тех пор, пока он уверенно не определит вкус. Концентрация раствора, в котором испытуемый правильно определил вкус вещества, является пороговой. Чем меньше эта концентрация, тем выше чувствительность к данному веществу. Перед исследованием нового вкуса полость рта ополаскивается водой.

<p><b>Указания к оформлению протокола:</b></p> <p>1. Определите пороги вкусовой чувствительности у испытуемого с помощью тестированных растворов.</p> <p>2. Полученные данные внесите в таблицу.</p>	<b>ПРОТОКОЛ</b>	
	<b>Вещество</b>	<b>Порог различения вкуса, %</b>
<p>2. <b>Вывод:</b> Минимальный порог вкусовой чувствительности для <i>горького</i> вкуса. Биологический смысл этого явления заключается в том, что <i>большинство ядовитых веществ имеют горький вкус</i>. Максимальный порог — для <i>сладкого, соленого и умами</i> вкуса.</p>	Горькое (хинин)	<i>0,001</i>
	Сладкое (сахар)	<i>0,1</i>
	Соленое (поваренная соль)	<i>0,1</i>
	Кислое (лимонная кислота)	<i>0,01</i>
	Умами (глутамат натрия)	<i>0,1</i>

**Изучите механизмы работы вкусовых рецепторов**

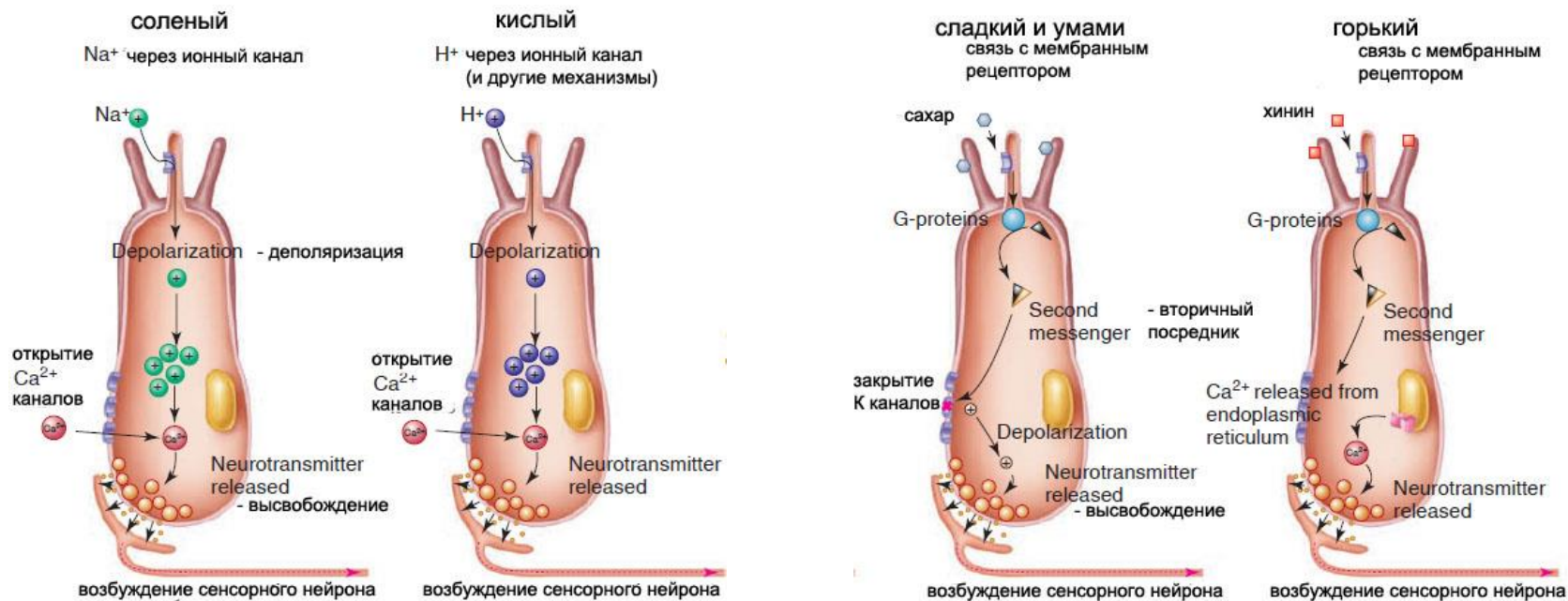


Рис. 33.3.

<p><b>Материалы и оборудование.</b> растворы поваренной соли, сахара, лимонной кислоты, глутамата Na и хинина, каждый раствор в 4 концентрациях: 1 %, 0,1 %, 0,01 % и 0,001 %.</p> <p><b>Ход работы.</b> У испытуемого по указанной выше методике определяют пороги вкусовой чувствительности, или продолжают исследование у того же испытуемого, что в предыдущей работе. Испытуемому предлагают пообедать в столовой. Через 30 минут после приема пищи вновь определяют пороги вкусовой чувствительности.</p> <p><b>Указания к оформлению протокола:</b></p> <p>1. Определите пороги вкусовой чувствительности у испытуемого до и после приема пищи.</p> <p>2. Полученные данные внесите в таблицу.</p>	<b>ПРОТОКОЛ</b>	
	<b>Порог различения вкуса, %</b>	
<b>Вещество</b>	<b>до приема пищи</b>	<b>после приема пищи</b>
Горькое (хинин)	<i>0,001</i>	<i>0,01</i>
Сладкое (сахар)	<i>0,1</i>	<i>1</i>
Соленое (поваренная соль)	<i>0,01</i>	<i>0,1</i>
Кислое (лимонная кислота)	<i>0,01</i>	<i>0,1</i>
Умами (глутамат натрия)	<i>0,1</i>	<i>1</i>
<p>2. <b>Вывод:</b> А). Порог вкусовой чувствительности у испытуемого для сладкого вкуса <i>0,1</i> (%), для соленого <i>0,01</i> (%), для кислого <i>0,01</i> (%), для горького <i>0,001</i> (%), умами <i>0,1</i> (%).</p> <p>Б). Вкусовая чувствительность у испытуемого после приема пищи для сладкого вкуса <i>1</i> (↓), для соленого <i>0,1</i> (↓), для кислого <i>0,1</i> (↓), для горького <i>0,01</i> (↓), для умами <i>1</i> (↓).</p> <p>3. Указана причина изменения вкусовой чувствительности у испытуемого после приема пищи: <i>снижение вкусовой чувствительности является результатом рефлекторных влияний от желудка при воздействии на слизистую желудочным содержимым (гастролингвальный рефлекс).</i></p>		

Для выявления пространственной суммации возбуждения в центральном представительстве того или иного анализатора производят адекватное раздражение сначала малых, а затем больших участков специфического рецептивного поля. В последнем случае наблюдается усиление ощущения и укорочение времени, необходимого для его формирования. Это указывает на наличие пространственной суммации возбуждения в нервных центрах.

**Материалы и оборудование.** Стаканчики с растворами сахарозы 0,1 %, 0,5 %, 1 %, чашка Петри с фильтровальной бумагой, нарезанной квадратиками площадью 4 мм<sup>2</sup>, 8 мм<sup>2</sup>, 20 мм<sup>2</sup>, глазной анатомический пинцет, секундомер, стакан с водой.

**Ход работы.** Перед началом работы испытуемого инструктируют о ходе исследования. Ему на кончик языка будут накладываться квадратики фильтровальной бумаги, смоченные водным раствором сахарозы. О появлении вкусового ощущения он должен будет сообщать экзаменатору, после каждой пробы необходимо тщательно прополоскать рот водой. Затем приступают к исследованию.

Сначала находят порог ощущения для сахарозы при раздражении небольшого участка языка. Для этого просят испытуемого высунуть язык и помещают на его кончик квадратик фильтровальной бумаги площадью 4 мм<sup>2</sup>, смоченный 0,1%-ным раствором сахарозы (раствором наименьшей концентрации).

Затем с интервалом в одну минуту испытывают действие двух более высоких концентраций — 0,5%-ной и 1%-ной. Находят концентрацию сахарозы, при которой испытуемый ощутит вкус сладкого.

Определив порог ощущения для раствора сахарозы, приступают к изучению пространственной суммации возбуждения в центральном представительстве вкусового анализатора. С этой целью сравнивают сроки, необходимые для формирования вкусового ощущения при действии пороговой концентрации сахарозы на участки языка разной площади — 4 мм<sup>2</sup>, 8 мм<sup>2</sup> и 20 мм<sup>2</sup>.

**Сроки эти определяют, помещая на кончик языка и прилежащие к нему области квадратики фильтровальной бумаги соответствующего размера.**

**Указания к оформлению протокола:**

1. Определите по секундомеру временные интервалы от начала действия сахарозы до момента появления у испытуемого ощущения сладкого.
2. Внесите полученные результаты в таблицу.
3. Сравните сроки формирования вкусового ощущения при адекватном раздражении участков языка разной площади.

**ПРОТОКОЛ**

Время формирования вкусового ощущения секунды	Величина раздражаемой поверхности языка		
	4 мм <sup>2</sup>	8 мм <sup>2</sup>	20 мм <sup>2</sup>
	<i>16</i>	<i>10</i>	<i>4</i>

**Вывод:** *чем больше площадь раздражаемой поверхности языка, тем быстрее формируются вкусовые ощущения.*

**ВРОЖДЕННЫЕ И ПРИОБРЕТЕННЫЕ ФОРМЫ ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ  
ОРГАНИЗМА К ИЗМЕНЕНИЮ УСЛОВИЙ СУЩЕСТВОВАНИЯ**

**Занятие 34 (16)**

Дата: \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

<p><b>Основные вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Врожденные формы поведения (безусловные рефлексы и инстинкты), их значение для приспособительной деятельности организма.</li><li>2. Приобретенные формы поведения, их виды (условный рефлекс, динамический стереотип), значение для приспособления животных и человека к изменяющимся условиям существования. Классификация условных рефлексов. Современные представления о механизмах образования условных рефлексов.</li><li>3. Торможение условных рефлексов. Виды торможения.</li><li>4. Типы высшей нервной деятельности человека. Значение работ И. М. Сеченова и И. П. Павлова для развития учения о психической деятельности человека и поведения.</li><li>5. Память: понятие, виды, механизмы. Роль внимания в запоминании и обучении. Понятие о видах нарушения памяти.</li></ol>	<p><b>ЛИТЕРАТУРА</b></p> <p><i>Основная</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 775 – 782.</li><li>2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.</li></ol> <p><i>Дополнительная</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>3. <i>Нормальная физиология</i> : учеб. / А. А. Семенович [и др.]; под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – 3-е изд., испр. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 429–453.</li><li>4. <i>Физиология с основами анатомии</i> : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 335–347.</li><li>5. <i>Основы анатомии и общей физиологии человека. Частная анатомия и физиология костной, мышечной, нервной, эндокринной и репродуктивной систем, кожи. Сенсорные системы, высшие психические функции человека</i> : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева, А. В. Евсеева. – Минск : БГМУ, 2018. – 138 с. – С. 128–130.</li></ol>
<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. В чем заключаются общие черты и различия между безусловными и условными рефлексами? между безусловными и условными видами торможения?</li><li>2. Какой раздражитель — условный или безусловный — должен действовать первым при выработке классического условного рефлекса?</li><li>3. Какой вид торможения выработанного условного рефлекса наблюдается при прекращении его подкрепления?</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>4. Какие структуры мозга являются важнейшими для процессов памяти? Что такое амнезия?</li><li>5. В чем заключается отличие механизмов, лежащих в основе процессов кратковременной и долговременной памяти?</li><li>6. Какие общие черты имеются у сангвиника и флегматика? Сангвиника и холерика? Какие черты отличают их друг от друга (по И. П. Павлову)?</li></ol>

<p>Безусловный рефлекс — <i>врождённая (генетически детерминированная) специфичная для данного вида организма стереотипная реакция в ответ на стимуляцию рецепторов, осуществляемая с участием ЦНС</i></p>	<p>Оперантные условные рефлексы — <i>рефлексы, вырабатывающиеся у животных при повторяющемся подкреплении их определенных самостоятельных действий безусловным раздражителем</i></p>
<p>Инстинкт — <i>сложная врожденная стереотипная поведенческая реакция, выполняемая в определённой последовательности при наличии необходимых внешних факторов и внутреннего состояния организма</i></p>	<p>Динамический стереотип — <i>устойчивая последовательность группы условных рефлексов, вырабатываемых в результате многократного воздействия набора следующих в определенном порядке условных раздражителей, объединенных выполнением конкретной задачи</i></p>
<p>Условный рефлекс — <i>индивидуальная приобретённая приспособительная реакция организма, возникающая на основе формирования в ЦНС временной связи между условным и безусловно-рефлекторным актами</i></p>	<p>Память — <i>способность индивидуума воспринимать, запечатлевать, сохранять и воспроизводить информацию о прошлом опыте</i></p>
<p>Импринтинг — <i>это совокупность процессов, обеспечивающих закрепление в памяти детенышей на ранних стадиях постнатального развития образов окружающих объектов, родителей и их действий, а также формирование в ряде случаев «реакции следования» за движущимся объектом</i></p>	<p>Консолидация памяти — <i>процесс закрепления в памяти новой информации, её перевода из кратковременной памяти в долговременную. В основе этого процесса лежит укрепление имеющихся и возникновение новых синапсов между нейронами, синтез различных пептидов, нейромодуляторов и т. д.</i></p>
<p>Запредельное торможение — <i>безусловное (возникающее сразу, без повторений) торможение условного рефлекса при чрезмерной силе действующего условного стимула</i></p>	<p>Антероградная амнезия — <i>потеря способности к запоминанию новой информации, начиная с момента воздействия, вызвавшего амнезию. Может возникать при повреждении ряда структур мозга: гиппокампа, мамиллярных тел, медиальных отделов височных долей</i></p>

**Ассоциативная память** основана на самостоятельном, инициативном использовании человеком разных способов запоминания, хранения и воспроизведения информации. Она позволяет установить смысловую связь между предъявляемым новым событием (словом) и его ассоциацией с другими текущими или прошлыми событиями (обстановкой, временем, предметами, символами и т. д.).

**Материалы:** ручки, чистые листы бумаги.

**Ход работы.** На чистом листе бумаги студент рисует таблицу, состоящую из двадцати ячеек, и последовательно нумерует их. Размер ячеек должен быть достаточным для внесения в них пометок.

Зачитывается ряд слов (словосочетаний) (прил. 1), которые студент должен запомнить, прослушав их *один раз*. Перед каждым словом называют его порядковый номер, затем дают время на фиксацию изображений. Примеры рядов слов (словосочетаний) приведены в прил. 1.

Для облегчения запоминания нужно фиксировать вызванные словами ассоциации, делая на бумаге пометки — символы или рисунки, но *не слова*. Количество словосочетаний — 20. Интервал между ними при чтении составляет 10–15 с (не более 20 с), что достаточно для фиксации ассоциаций. Затем рисунки следует убрать и не возвращаться к ним в течение 30–60 мин.

Через указанное время каждый студент должен самостоятельно с помощью своих пометок вспомнить и записать все словосочетания. Затем проверяют правильность воспроизведения и подсчитывают количество ошибок. Ошибкой считается любое отклонение от исходного словосочетания (замена слова, предлога, падежа и т. д.). За каждое правильно воспроизведённое словосочетание даётся по 1 баллу.

*Оцените результат* по табл. 17.1.

**Результаты:**  
Количество ошибок — 1; набрано баллов — 19.

**Заключение:** *уровень развития смысловой памяти высоко развитый.*

Таблица 34.1

**Оценка уровня развития ассоциативной (смысловой) памяти**

Баллы	Уровень развития ассоциативной памяти
20	Очень высокий
16–19	Высокий
8–15	Средний
4–7	Низкий
0–3	Слабый

**Особенности типа мышления** отражаются типами рисунков испытуемого. Все изображения можно разделить на 5 основных видов:

- *абстрактные* — в виде линий, не оформленных в какой-либо образ;
- *знаково-символические* — в виде знаков или символов (геометрические фигуры, стрелки и т. д.);
- *конкретные* — конкретные предметы;
- *сюжетные* — изображаемые предметы, персонажи объединяются в какую-либо ситуацию, сюжет, выполняют действия;
- *метафорические* — изображения в виде метафор, художественного вымысла и т. д.

В зависимости от наиболее часто используемого вида изображений можно сделать предположение об особенностях типа мышления испытуемого. Если преимущественно используются абстрактные и знаково-символические рисунки, это свидетельствует о преобладании стремления к обобщению, синтезу информации. Такие люди характеризуются высоким уровнем развития *абстрактно-логического* мышления. Сюжетные и метафорические изображения преобладают у людей с *творческим* типом мышления. При преобладании конкретных изображений можно предполагать *конкретно-действенный* тип мышления.

Рассмотрите сделанные рисунки, *определите* их преобладающий вид и *сделайте заключение* о предположительном типе мышления.

**Заключение:** тип мышления: *абстрактно-логическое, учитывая преимущественное использование абстрактных и знаково-символических изображений.*



Также как и при исследовании кратковременной памяти на цифровые или буквенные комплексы, объём кратковременной зрительной памяти при предъявлении однородных объектов достигает 8–9 единиц.

**Материалы и оборудование:** секундомер, ручка.

**Ход работы.** 1. Испытуемому предъявляется стимульная таблица с изображением 9 фигур (прил. 2) и предлагается внимательно рассмотреть и запомнить эти фигуры в течение 10 секунд.

2. После этого испытуемый на рис. 34.1 должен обнаружить среди множества символов фигуры первой таблицы и пометить их на рисунке либо нарисовать их отдельно на листе бумаги.

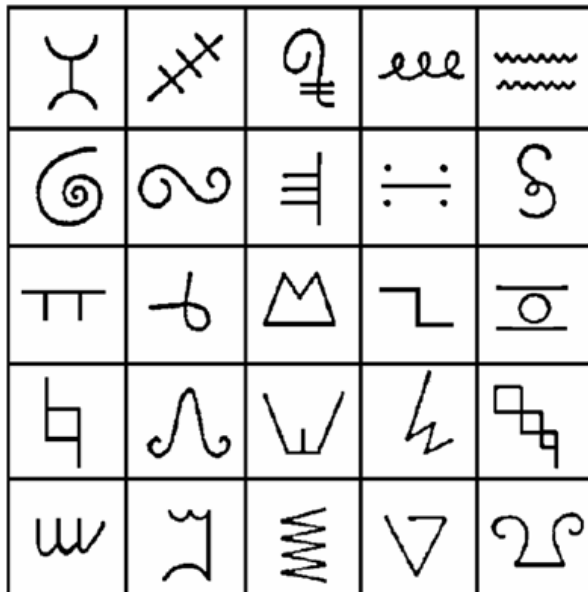


Рис. 34.1

3. Оцените количество правильно запомненных фигур, сопоставляя данные рис. 34.1 с образцом в прил. 2.

4. Рассчитайте показатель уровня узнавания (E):

$$E = M / (9 + N),$$

где M — количество правильно узнанных фигур; N — количество неправильно узнанных (не узнанных) фигур.

5. Оцените объём кратковременной зрительной памяти по уровню узнавания (E) (табл. 34.4).

Таблица 34.4

Уровень узнавания (E)	Степень развития зрительной памяти
0,90–1,00 балл	высоко развитая зрительная память
0,70–0,89 баллов	средне развитая зрительная память
0,69 баллов и ниже	слабо развитая зрительная память

**ПРОТОКОЛ**

Число правильно узнанных фигур (M) = 8

Число неправильно узнанных фигур (N) = 1

Уровень узнавания (E) =  $M / (9 + N) = 8 / (9 + 1) = 0,8$

**Вывод:** зрительная память *средне развитая*.

<p><b>Ход работы.</b> Используя материалы лекции, учебника, ЭУМК, учебного видеофильма заполнена табл. 34.5, охарактеризованы нервные процессы при разных типах высшей нервной деятельности.</p>	<i>Таблица 34.5</i>				
	<b>Типы высшей нервной деятельности</b>				
	<b>Характеристика нервных процессов</b>	<b>Холерик</b>	<b>Сангвиник</b>	<b>Флегматик</b>	<b>Меланхолик</b>
	Сила	<i>Высокая</i>	<i>Высокая</i>	<i>Высокая</i>	<i>Слабый</i>
Подвижность	<i>Высокая</i>	<i>Высокая</i>	<i>Низкая</i>		
Уравновешенность	<i>Нет</i>	<i>Да</i>	<i>Да</i>		

**Основные вопросы:**

1. Представление о сознании, мышлении, бессознательном.
2. Системная организация целенаправленного поведения (по П. К. Анохину). Узловые механизмы функциональной системы поведения: афферентный синтез, принятие решения, формирование аппарата предвидения результатов, эфферентный синтез, обратная афферентация.
3. Мотивации: виды, нейрогуморальные механизмы формирования. Роль гипоталамуса и лимбической системы в формировании биологических мотиваций. Роль коры головного мозга в формировании социальных мотиваций.
4. Эмоции: виды, нейрофизиологические механизмы формирования, биологическое значение. Эмоциогенные структуры мозга. Эмоциональный стресс, пути повышения устойчивости к нему.
5. Первая и вторая сигнальные системы. Назовите основные виды речи и их характеристики. Дайте определения понятиям: организм, индивидуум, личность. Функциональная асимметрия коры больших полушарий, связанная с развитием речи у человека.
6. Сон: виды, проявления, физиологическое значение. Нейрофизиологические механизмы сна.

**ЛИТЕРАТУРА**

**Основная**

1. *Физиология с основами анатомии* : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с. (Высшее образование). – С. 775–782.
2. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии.

**Дополнительная**

3. *Нормальная физиология* : учеб. / А. А. Семенович [и др.] ; под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – 3-е изд., испр. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с. – С. 442–469.
4. *Физиология с основами анатомии* : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 371 с. – С. 347–365.
5. *Основы анатомии и общей физиологии человека. Частная анатомия и физиология костной, мышечной, нервной, эндокринной и репродуктивной систем, кожи. Сенсорные системы, высшие психические функции человека* : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева, А. В. Евсеева. – Минск : БГМУ, 2018. – 138 с. – С. 131–134.

<p><b>Вопросы для самоподготовки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В какую из фаз сна отмечается минимальный тонус скелетных мышц?</li> <li>2. Какая частота ЭЭГ характерна для фазы быстрого сна? глубокого сна?</li> <li>3. Как изменится поведение человека при повреждении лобной коры?</li> <li>4. Где локализуется слуховая кора?</li> <li>5. В чём выражается функциональная асимметрия полушарий?</li> <li>6. При каком виде афазии у человека нарушены понимание и смысл речи при сохранении способности бегло говорить?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. При каком виде афазии у человека нарушены произнесение слов и построение фраз при сохранении понимания речи?</li> <li>8. Как называется совокупность возбуждений, возникающих при удовлетворении потребности?</li> <li>9. По каким признакам можно судить испытывает ли человек эмоции?</li> <li>10. Что является компонентами стадии афферентного синтеза по П. Анохину?</li> <li>11. По каким признакам можно оценить наличие или отсутствие сознания у человека?</li> </ol>
---	--

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

## Работа 35.1

<p>Мотивация — <i>эмоционально окрашенное побуждение организма к действию с целью удовлетворения существующей у него потребности</i></p>	<p>Сознание — <i>совокупность психических процессов, позволяющих человеку мыслить, ориентироваться в окружающем мире, времени и в собственной личности</i></p>
<p>Эмоции — <i>особая форма психического отражения, которая в форме непосредственного переживания отражает не объективные явления, а субъективное к ним отношение</i></p>	<p>Мышление — <i>процессы оперирования поступающей и хранящейся в памяти информацией с целью познания явлений и закономерностей окружающего мира, прогнозирования результатов действий и проявлений сознания</i></p>
<p>Сон — <i>специфическое физиологическое состояние, периодически сменяющее бодрствование, и характеризующееся выключением сознания, понижением мышечного тонуса и всех видов чувствительности человека</i></p>	<p>Внимание — <i>состояние активного бодрствования, при котором психическая деятельность сосредоточена и направлена на восприятие и анализ определённой информации или событий</i></p>
<p>Центр Гесса — <i>центр, который находится в области ядер шва ствола мозга и является важным участником формирования состояния сна. Повышение его активности вызывает торможение ретикулярной формации, в результате снижается активность коры больших полушарий и возникает состояние сна</i></p>	<p>Вторая сигнальная система — <i>система передачи информации с помощью «сигнала сигналов» — понятий, реализуемых в словах и речи в целом, символах, художественных образах. Возникает на базе первой сигнальной системы</i></p>

## ОЦЕНКА ЛАТЕНТНОГО ПЕРИОДА ПРОСТОЙ И СЛОЖНОЙ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ

Работа 35.2

<p>Откройте программу «05 Eye_tests» → «Reaction test». На тёмном экране появится светлый треугольник. Через 2–3 с он исчезнет. При его повторном появлении необходимо максимально быстро нажимать клавишу <b>Enter</b>. В верхней части экрана появится значение латентного периода Вашей простой сенсомоторной реакции в миллисекундах.</p> <p>Повторите тест с начала. При этом сразу после исчезновения треугольника начните в уме последовательно отнимать число 7 от 200 (200 – 7 = 193, 193 – 7 = 186 и т. д.) с максимальной скоростью. Не прерывая счета, при появлении второго треугольника также максимально быстро нажмите клавишу <b>Enter</b>.</p> <p>Запишите полученные значения латентных периодов простой и сложной сенсомоторной реакции.</p>	<p>На основании измеренных латентных периодов <i>проведено сравнение скорости</i> простой и сложной сенсомоторных реакций. <i>Объяснены различия.</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ПРОТОКОЛ</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Латентный период (мс)</th> </tr> <tr> <td>простой сенсомоторной реакции:</td> <td style="text-align: center;"><b>240</b></td> </tr> <tr> <td>сложной сенсомоторной реакции:</td> <td style="text-align: center;"><b>360</b></td> </tr> </table> <p><b>Вывод:</b> <i>увеличение латентного периода сложной сенсомоторной реакции по сравнению с простой сенсомоторной реакцией связано с распределением внимания на большее число объектов (видов деятельности)</i></p>	Латентный период (мс)		простой сенсомоторной реакции:	<b>240</b>	сложной сенсомоторной реакции:	<b>360</b>
Латентный период (мс)							
простой сенсомоторной реакции:	<b>240</b>						
сложной сенсомоторной реакции:	<b>360</b>						

## ПРОЯВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ПОЛУШАРИЙ (выполняется дома самостоятельно)

Работа 35.3

<p>Для оценки соотношения функций правого и левого полушария у человека используются множество тестов различного уровня сложности. В работе предлагается один из наиболее простых.</p> <p><b>Материалы и оборудование:</b> бумага, калькулятор.</p> <p><b>Ход работы.</b> Ответьте на вопросы опросника, пользуясь 11-балльной системой. Категоричному отрицанию соответствует 0 баллов, безоговорочному согласию — 10. Но если, например, первый же вопрос поставит вас в тупик, поскольку вы не относите себя к мрачным личностям, но в то же время не торопитесь пополнить ряды счастливых оптимистов, то в вашем распоряжении баллы от 1 до 9. Постарайтесь поставить себе справедливую оценку «за настроение».</p>	<p>При необходимости, используйте визуальную аналоговую шкалу:</p> <p style="text-align: center;">0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10</p> <p style="text-align: center;">(абсолютно «нет») (абсолютно «да»)</p> <p><i>Баллы внесите в опросник.</i></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Пункт</th> <th style="width: 70%;">Утверждение</th> <th style="width: 20%;">Балл</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>У меня преобладает хорошее настроение</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Я помню то, чему учился (училась) несколько лет назад</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Прослушав раз-другой мелодию, я могу правильно воспроизвести её</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Когда я слушаю рассказ, то представляю его в образах</td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Я считаю, что эмоции в разговоре только мешают</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Мне трудно даётся математика</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Я легко запоминаю незнакомые лица</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>В группе приятелей я первым(ой) начинаю разговор</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Если обсуждают чьи-то идеи, я требую аргументов</td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>У меня преобладает плохое настроение</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Анализ результатов (значимой считается разница 5 и более баллов):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Л &gt; П.</b> Если разница превышает 5 баллов, велика вероятность, что у Вас преобладает логический тип мышления.</li> <li><b>Л &lt; П.</b> Вероятно, у Вас преобладает художественный тип мышления.</li> <li><b>Л = П.</b> Наиболее вероятно, что у Вас в равной степени сочетаются логический и художественный типы мышления (<b>различие менее 5 баллов</b>).</li> </ol>	Пункт	Утверждение	Балл	1	У меня преобладает хорошее настроение	3	2	Я помню то, чему учился (училась) несколько лет назад	5	3	Прослушав раз-другой мелодию, я могу правильно воспроизвести её	5	4	Когда я слушаю рассказ, то представляю его в образах	9	5	Я считаю, что эмоции в разговоре только мешают	6	6	Мне трудно даётся математика	4	7	Я легко запоминаю незнакомые лица	5	8	В группе приятелей я первым(ой) начинаю разговор	3	9	Если обсуждают чьи-то идеи, я требую аргументов	9	10	У меня преобладает плохое настроение	6
Пункт	Утверждение	Балл																																
1	У меня преобладает хорошее настроение	3																																
2	Я помню то, чему учился (училась) несколько лет назад	5																																
3	Прослушав раз-другой мелодию, я могу правильно воспроизвести её	5																																
4	Когда я слушаю рассказ, то представляю его в образах	9																																
5	Я считаю, что эмоции в разговоре только мешают	6																																
6	Мне трудно даётся математика	4																																
7	Я легко запоминаю незнакомые лица	5																																
8	В группе приятелей я первым(ой) начинаю разговор	3																																
9	Если обсуждают чьи-то идеи, я требую аргументов	9																																
10	У меня преобладает плохое настроение	6																																
<p style="text-align: center;"><b>ПРОТОКОЛ</b></p> <p><b>Сумма баллов по пунктам 1, 2, 5, 8, 9 (Л) = 3 + 5 + 6 + 3 + 9 = 26</b> Значение Л характеризует левое полушарие.</p> <p><b>Сумма баллов по пунктам 3, 4, 6, 7, 10 (П) = 5 + 9 + 4 + 5 + 6 = 29</b> Значение П характеризует правое полушарие.</p> <p><b>Разница Л – П = –3 балла.</b></p> <p><b>Вывод</b> <i>вероятно, у Вас преобладает художественный тип мышления</i></p>																																		

<p><b>Внимание</b> — состояние активного бодрствования, характеризующее направленность психической деятельности на восприятие и анализ определённого вида событий и информации. Это один из важнейших психологических процессов, от характеристик которого зависит состояние познавательной готовности к обучению, успешность учебной и профессиональной деятельности.</p> <p><b>Основные показатели внимания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>устойчивость</i> — способность сохранения внимания на одном и том же, достаточно высоком уровне в течение длительного периода времени;</li> <li>– <i>переключение</i> — свойство, которое характеризуется скоростью переключения внимания с одного объекта или события на другие, способность отвлекаться от первого и сосредоточиваться на втором;</li> <li>– <i>объём внимания</i> — это количество объектов или событий, которые одновременно могут находиться в сфере внимания человека.</li> </ul>	<p><b>Ход работы.</b> Работа выполняется индивидуально каждым из студентов группы. Стандартные корректурные таблицы содержат 1600 знаков. Время выполнения работы — 5 мин (300 с)<sup>1</sup>.</p> <p><b>Инструкция для испытуемых.</b> По сигналу вы должны начать внимательно просматривать каждый ряд табл. 35.1 слева направо, находить и зачёркивать ту букву, с которой <b>данный ряд начинается</b>. Работа проводится на время с максимальной скоростью и точностью. Через каждую минуту по команде «черта» отметьте вертикальной линией то место на бланке, где вас застала эта команда. Работа прекращается по команде «стоп» (отметьте место окончания).</p> <p>Для проверки результатов выполнения корректурной пробы используйте контрольную таблицу в прил. 3.</p> <p><i>Объём внимания</i> оценивается по количеству просмотренных за 5 мин знаков (удовлетворительный показатель — 850 и более букв).</p> <p><i>Концентрация внимания</i> оценивается по количеству допущенных за 5 мин ошибок (в норме ≤ 5; их увеличение указывает на снижение концентрации).</p> <p><i>Показатель переключения внимания (C)</i> рассчитывается по формуле:</p> $C = [(K_S - O_S) / K_S] \times 100 \%,$ <p>где <math>O_S</math> — количество ошибочно просмотренных <b>строк</b>; <math>K_S</math> — общее количество строк в просмотренной части таблицы.</p> <p><i>Показатель продуктивности и устойчивости внимания (S)</i> рассчитывается по формуле:</p> $S = (0.5 \times N - 2.8 \times n) / t,$ <p>где <math>S</math> — показатель продуктивности и устойчивости внимания в единицу времени, бит/с; <math>N</math> — количество просмотренных знаков в единицу времени; <math>n</math> — количество ошибок, допущенных в единицу времени; <math>t</math> — единица времени, с<sup>2</sup>.</p> <table border="1" data-bbox="1041 1050 1951 1267"> <thead> <tr> <th>S, бит/с</th> <th>Продуктивность и устойчивость внимания</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Выше 3,25</td> <td>Очень высокие</td> </tr> <tr> <td>2,1–3,25</td> <td>Высокие</td> </tr> <tr> <td>1,6–2,1</td> <td>Средние</td> </tr> <tr> <td>1,3–1,6</td> <td>Низкие</td> </tr> <tr> <td>0,0–1,3</td> <td>Очень низкие</td> </tr> </tbody> </table>	S, бит/с	Продуктивность и устойчивость внимания	Выше 3,25	Очень высокие	2,1–3,25	Высокие	1,6–2,1	Средние	1,3–1,6	Низкие	0,0–1,3	Очень низкие
S, бит/с	Продуктивность и устойчивость внимания												
Выше 3,25	Очень высокие												
2,1–3,25	Высокие												
1,6–2,1	Средние												
1,3–1,6	Низкие												
0,0–1,3	Очень низкие												
<p>Корректурная проба, впервые предложенная В. Bourdon в 1895 г., позволяет оценить способность к концентрации и устойчивости внимания.</p> <p>Исследование проводится при помощи специальных корректурных таблиц — бланков с рядами расположенных в случайном порядке колец Ландольта, букв, цифр, фигур (грибок, домик, ведёрко, цветок и т. п. — для детей 3–5 лет). В работе предлагается буквенный вариант таблиц.</p> <p><b>Материалы и оборудование:</b> секундомер, карандаш, стандартные корректурные таблицы с рядами строчных букв, расположенных в случайном порядке без интервалов.</p>													

<sup>1</sup> Существуют и электронные варианты корректурной пробы и других тестов для оценки высших интегративных функций головного мозга. Некоторые из них: [https://metodorf.ru/tests/korrekt\\_proba.php](https://metodorf.ru/tests/korrekt_proba.php).

<sup>2</sup> 60 с при определении продуктивности и устойчивости внимания за каждую минуту работы и 300 с при определении продуктивности и устойчивости внимания за все 5 мин.

Указания к оформлению протокола. После окончания корректуры:

1. Определите количество букв, просмотренных за каждую минуту, и за 5 мин в целом. *Определите объём внимания.*

2. Определите количество ошибок (пропущенные и неправильно зачёркнутые буквы), допущенных за каждую минуту, и за все 5 мин (таблица для предварительной проверки дана в прил. 3). *Определите концентрацию внимания.*

3. *Рассчитайте показатель* продуктивности и устойчивости внимания за каждую минуту работы и за 5 мин в целом.

4. По показателям продуктивности и устойчивости внимания (S), полученным в процессе выполнения задания, *постройте график*, отражающий динамику изменения продуктивности и устойчивости внимания во время выполнения пробы.

5. *Сделайте вывод* об объёме, концентрации, переключаемости, продуктивности и устойчивости внимания.

**Примеры оценки уровня и динамики продуктивности и устойчивости внимания**

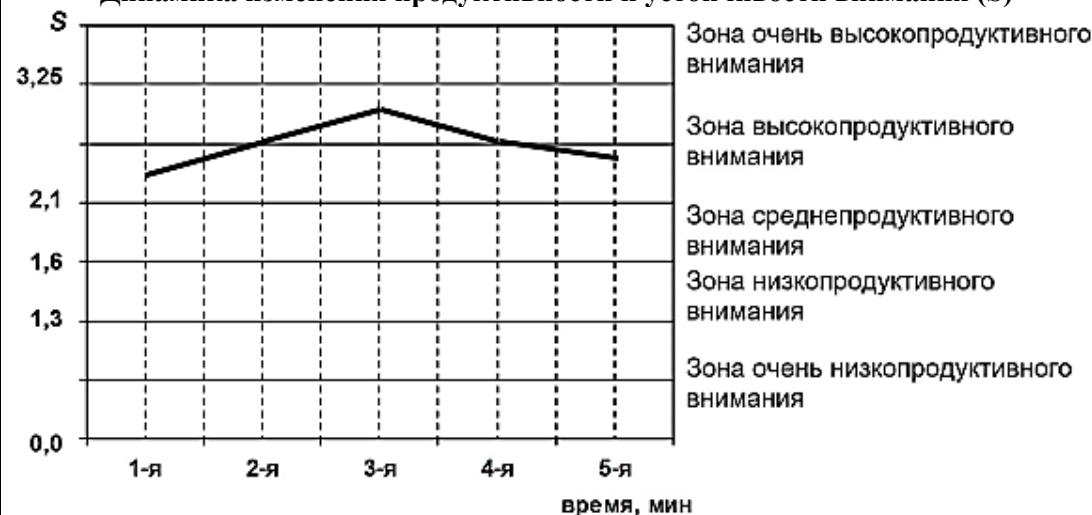


- 1 — внимание очень высокопродуктивное и устойчивое;
- 2 — внимание низкопродуктивное, но устойчивое;
- 3 — внимание среднепродуктивное и среднеустойчивое;
- 4 — внимание среднепродуктивное, неустойчивое;
- 5 — внимание среднепродуктивное и крайне неустойчивое.

**ПРОТОКОЛ**

Минута	Показатели внимания					
	объём, букв (N)	концентрация, ошибок (n)	устойчивость (S, бит/с)	переключение		
				O <sub>S</sub>	K <sub>S</sub>	C (%)
1-я	280	0	2,33	0	7	100%
2-я	320	1	2,62	1	8	88%
3-я	344	0	2,87	0	8,6	100%
4-я	332	2	2,67	2	8,3	76%
5-я	304	0	2,53	0	7,6	100%
за все 5 мин	<b>1580</b>	<b>3</b>	<b>2,61</b>	<b>3</b>	<b>39,5</b>	<b>92%</b>

Динамика изменения продуктивности и устойчивости внимания (S)



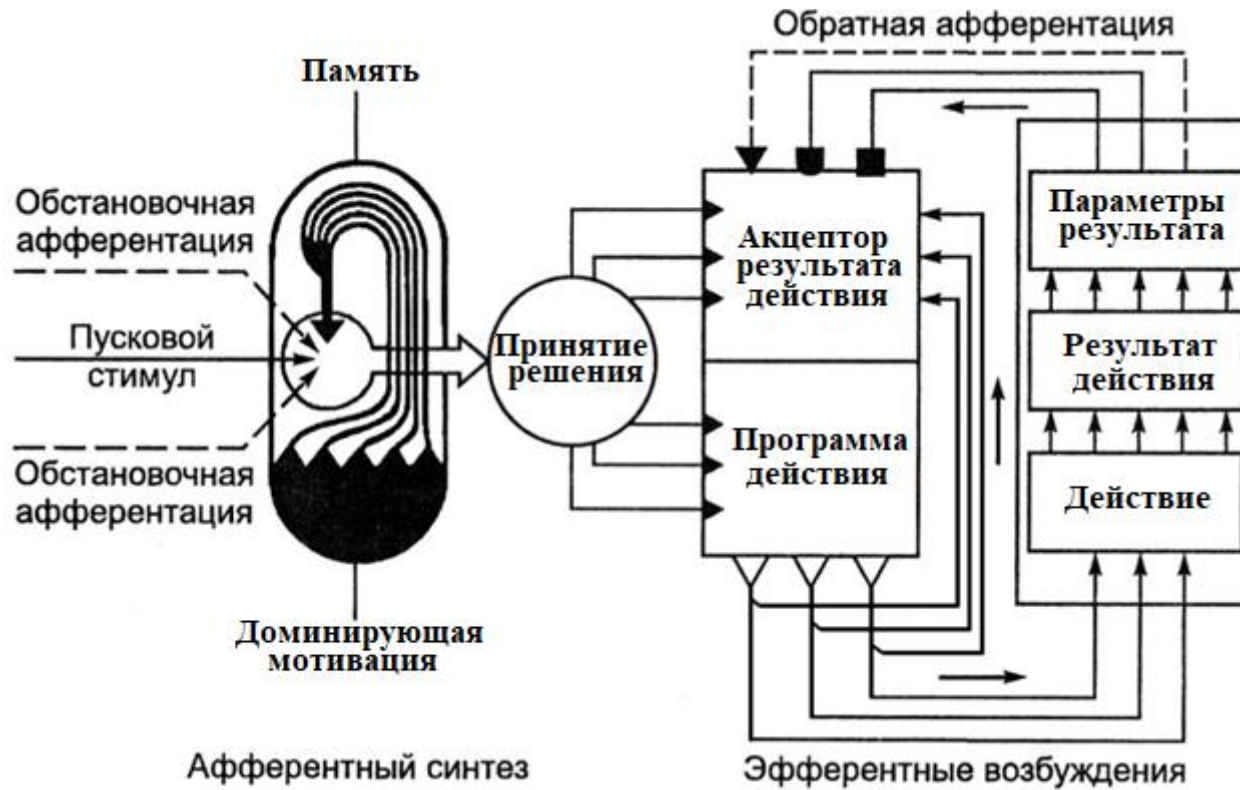
**Вывод.** У испытуемого объём внимания *удовлетворительный* (1580 знаков); концентрация *нормальная* (3 ошибки); переключаемость — 92 %. По результатам анализа динамики показателя продуктивности и устойчивости внимания можно заключить, что внимание *высокопродуктивное, устойчивое, незначительно изменяющееся* по мере увеличения продолжительности работы.

### СТАНДАРТНАЯ БУКВЕННАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ КОРРЕКТУРНОЙ ПРОБЫ<sup>3</sup>

<p>СХАВСХЕВИХНИСХНВХВКМНАИСЕМВХЕНАИСНПУКСОВ  ВЕНХИВСНАВВСАВСАЕКМАХВКЕОРУМЛПНАВЫВАМПРИ  НХСРОВНВОТКНЛМЧАМОЛТВНЛМИСМГУВВНСМЛОЛТЛБ  ХАКИТОНВММБЛЧСХНГХАИХКМИНГСВЧХФИСБЛМОГНХ  АХВСТМОНЕУБСТГАХЫЧНАТНВЛСМНГАХВВЛГМВЕМНМ -  СОРНВУЛОНСМСЛНХЧССИОЛКОМГИСМВЛХТСИМНЕПСМ  УХРАОПНИСМИОТУХНГВЛВЯШГВИМТСНУХЛОГНЦСИМУ  ИКНГАЕПВОРСМИТУХЫЖВСИНУХТЯДЛАНТСИМХВУМОЛ  БВАПМИСРОКНЕОЛЭТФОЕУВВОАЖМБНАОПМЮӨХЦЩАМБ  СИТНЫДАОРЕГСМИТАНЦХЭОАЛСЬМАЫЖЧТСНМКЕАВЭХ --  ВАПУЕКАЧМСИТВДЛМТИНФЭЧБГГКПВЯЕХЮЩАНСМВАТ  ЕКНМСИТВДЮБСЕГОВЧВЯЕХЮТГМИОУЕАВСВЮХЦТМА  МНГАЕЛИЬЮМПВЕХФЛУЕАСМОЛВГОИВЧСМКЕНГОВМАЕ  ХВАПРСМИТСФШВХАПКЕНУИТСОЛЭВАТИСРЕВШЛАОЭМ  НГМИТГОЛХИНАПМТИНГОЛЭСВАИНРХВАЛЭЮМИНЕРПМ -  АПРВМИСНКМГОАМИВТХИНВЕАПРОЛАИСЕНВХАЭВММА  БВМИЕНКЛОВМАВХМКЕНГИТМАВЛОМНГЕОЭЛАВТММЕМ  УИМЕВАРПОТИМТИГОХЮБТИСМУЛОАНЕГИАУФВАСМИА  ТНГОРАМИСПАРВЭМТСАШНКТОМНГАРМИСТЭХВИМТ  ВАПНСИМОЛХЭВТОЕНГАМИСВДЛАРПНМГМИТСЮБВАХЭ --  ЛНХЧССИОЛКОДЛМТИНВТИСМУЛПРОИСМЕАЛОВБИТЮМ  ОРЕГСМИТАМКАХВКЕОРУМФЭЧБГГКОРМГСММИИРША  УКЕНАПМСИРВШОРОАПМУЕКНГТСОЭВКЕНВУАЕПИСФМ  ВЯЕХЮСМВПАЕВКВЛВРАНГЕИМТВДЮАПОРАОШУОВЛФЕ  МТОНАПСМИВПРАОЭХШКНЕВАСМИФАВКЕНСИАРЕОТИВ -  КХАПРСМИТОВПНАКМГОДЛАТСИВПАМКЕГНХЛОЫВАПК  СММИВПАЕАНКГАРОАИПТСМСВПАЕНУГКНРИМИМЕАТ  ИТОСМШВАЕАУКГНВДЛАОПЭБТСИМПВАМБЛЧСМИВАЭХ  ХВАПРСМИТСФШВХАПКЕНУИТСОЛЭВАТИСРЕВШЛАОЭМ  ЕНГАРПСМИВАПРОИТИСМПВАЕУХЭДВАПРСШМИАПКНВ --  ГОВРПАШКНСИТВОГАЭШДАРСМИВАКМНЦГСИТЛВОАРО  АВСРПВАМКЕНГМТИВЛВЭСИВАЕНВЛОАРШАМИАХУФАП  ВОЛСМИАПНШУХЭВТСИАПАМНЕВРЛЕЧСАВКАИСМРАЕВ  РОВНВШТЛМТИРОТИМРШНЭХВАПСТРИМКМПВГКНЕПРА  БВАЕКУМИЦФЭЕАПРСИМХВВАЛОКЕНГМИВЭЛАЮВСМИЕ -  ДУКШНМИСМАВОРИТВЭВОРАМНКГЛОМИСТЦЯХЭЛАОРС  КНАЕВПСМИМРЛЭЯВСМИКШВПОЛЭХУНВЕКПРВСМИТОР  ИМАКЕНВАЭОЛМТИСПЕАНВШГФХВПАРУЛОСИМТРОАХЕ  ХКЕНИСПВАМЧСИТВАРПОЛХГНКЕЭФЫВУКЕСИМАПХА  ТОРВМСИПЕУКНВГЛОЭХФЦУЕМСИТМОАРПНЕКХНКШАГ --</p>	<p>ГИТВОГАЭШДАРСМИВАКМНЦГСОВРПАШКНСИТЛВОАРО  ЕХЮТГМИОУЕАВСКНМСИТВДЮБСЕГОВЧВЯЕБЮХЦТМА  НСМГУНЛМИНСМЛОТВВВХСРОВНВОТКНЛМЧАМОЛТВЛБ  БНЯЕХЮСМБДЮАПОРАОШУВПАЕВКЛВРАГБЕИМТОВЛФЕ  АХВСТМОНЕУБСТГАХЫЧНАТНВЛСМНГАХВВЛГМВЕМНБ -  КНАЕВПСМИМРЛЭЯВСМИКШВПОЛЭХУНВЕКПРВСМИТОР  УХРАОПНИСМИОТУХНГВЛВЯШГВИМТСНУХЛОГНЦСИМУ  ВАПУЕКАЧМСИТВДЛМТИНФЭЧБГГКПВЯЕХЮЩАНСМВАТ  УИМЕВАРПОТИМТИГОХЮБТИСМУЛОАНЕГИАУФВАСМИА  ИКНГАЕПВОРСМИТУХЫЖВСИНУХТЯДЛАНТСИМХВУМОЛ --  СИТНЫСМИТАНЦХЭОАЛСЬМАЫДАОРЕГЖЧТСНМКЕАВЭХ  МНГАЕЛИЬЮМПВЕХФЛУЕАСМОЛВГОИВЧСМКЕНГОВМАЕ  НГМИТГОЛХИНАПМТИНГОЛЭСВАИНРХВАЛЭЮМИНЕРПМ  ХВАПРСМИТСФШВХАПКЕНУИТСОЛЭВАТИСРЕВШЛАОЭМ  СХАВИХНСХНВБЕВИСХВКМНАИСЕМВХЕНАИСНПУКСОВ -  ВОЛСМИАПНШУХЭВТСИАПАМНЕВРЛЕЧСАВКАИСМРАЕВ  АПРВМИСНКМГОАМИВТХИНВЕАПРОЛАИСЕНВХАЭВММА  ИТОСМШВАЕАУКГНВДЛАОПЭБТСИМПВАМБЛЧСМИВАЭХ  БВМИЕНКЛОВМАВХМКЕНГИТМАВЛОМНГЕОЭЛАВТММЕМ  ТНГОРАМИСПАРВЭМТСАШНКТОМНГАРМИСТЭХВИМТ --  БВАЕКУМИЦФЭЕАПРСИМХВВАЛОКЕНГМИВЭЛАЮВСМИЕ  ВАПНСИМОЛХЭВТОЕНГАМИСВДЛАРПНМГМИТСЮБВАХЭ  ХВАМСИРНКЕГОМЛЭЮБСМИХВАНЕГЛХУЫМСОЛЭТЕТМГ  ЛНХЧССИОЛКОДЛМТИНВТИСМУЛПРОИСМЕАЛОВБИТЮМ  ХКЕНИСПВАМЧСИТВАРПОЛХГХКЕЭФЫВУКЕСИХАПХА -  ОРЕГСМИТАМКАХВКЕОРУМФЭЧБГГКОРМГСММИИРША  БВАПМИСРОКНЕОЛЭТФОЕУВВОВАЖМБНАОПМЮӨХЦЩАМБ  УКЕНАПМСИРВШОРОАПМУЕКНГТСОЭВКЕНВУАЕПИСФМ  МТОНАПСМИВПРАОЭХШКНЕВАСМИФАВКЕНСИАРЕОТИВ  СОРНВУЛОНСМСЛНХЧССИОЛКОМГИСМВЛХТСИМНЕПСМ --  КХАПРСМИТОВПНАКМГОДЛАТСИВПАМКЕГНХЛОЫВАПК  ТОРВМСИПЕТКНВГЛОЭХФЦУЕМСИТМОАРПНЕКХНТШАГ  СММИВПАЕАНКГАРОАИПТСМСВПАЕНУГКНРИМИМЕАТ  ВЕНХИВСНАВВСАВСАЕКМАХВКЕОРУМЛПНАВЫВАМПРИ  ЕНГАРПСМИВАПРОИТИСМПВАЕУХЭДВАПРСШМИАПКНВ -  АВСРПВАМКЕНГМТИВЛВЭСИВАЕНВЛОАРШАМИАХУФАП  ХАКИТОНВММБЛЧСХНГХАИХКМИНГСВЧХФИСВЛМОГНХ  РОВНВШТЛМТИРОТИМРШНЭХВАПСТРИМКМПВГКНЕПРА  ДУКШНМИСМАВОРИТВЭВОРАМНКГЛОМИСТЦЯХЭЛАОРС  ИМАКЕНВАЭОЛМТИСПЕАНВШГФХВПАРУЛОСИМТРОАХЕ --</p>
---	--

<sup>3</sup> Одной чертой «—» отмечены деления по 5 строк, двумя «— —» — по 10 строк. В таблице в каждой колонке по 40 строк, в каждой строке 40 символов. Всего 1600 + 1600 = 3200 символов.

Ход работы. Схема функциональной системы целенаправленного поведения по П. К. Анохину.



## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. *Физиология с основами анатомии* : учеб. / А. И. Тюкавин, Н. А. Арсениев, А. Г. Васильев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 813 с.
2. Материал лекций, настоящего практикума и ЭУМК.

### Дополнительная

3. *Анатомия человека* : учеб. В 2 т. / М. Р. Сапин [и др.]; под ред. М. Р. Сапина. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – Т. I. – 528 с., Т. II. – 426 с.
4. *Брин, В. Б.* Физиология человека в схемах и таблицах : учеб. пособие / В. Б. Брин. – СПб. : Лань, 2021. – 607 с.
5. *Важнейшие физиологические особенности детского организма* : учеб.-метод. пособие / И. Н. Семененя, В. А. Переверзев, Д. А. Александров [и др.]. – Минск : БГМУ, 2025. – 88 с.
6. *Гистология, цитология, эмбриология* : учеб. / Т. М. Студеникина [и др.]; под ред. Т. М. Студеникиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание, 2020. – 464 с.
7. *Зильбернагель, С.* Наглядная физиология / С. Зильбернагель, А. Деспопулос. – М. : Лаборатория знаний, 2019. – 424 с.
8. *Избранные лекции по физиологии человека. Часть 1: Общая физиология и физиология ЦНС* / под ред. А. В. Евсеева. – М. : РИТМ, 2024. – 220 с.
9. *Избранные лекции по физиологии человека. Часть 2: Висцеральная физиология* / под ред. А. В. Евсеева. – М. : РИТМ, 2024. – 230 с.
10. *Кандел, Э.* В поисках памяти / Э. Кандел. – М. : Астрель, 2012. – 736 с.
11. *Кубарко, А. И.* Гемодинамика. Функциональные показатели кровообращения в вопросах и ответах : учеб.-метод. пособие / А. И. Кубарко, Д. А. Александров, Н. А. Башаркевич. – Минск : БГМУ, 2012. – 23 с.
12. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. – Минск : Высшая школа, 2013. – Ч. 1. – 542 с.
13. *Кубарко, А. И.* Регуляция кровообращения в вопросах и ответах : учеб.-метод. пособие / А. И. Кубарко, Д. А. Александров, Н. А. Башаркевич. – Минск : БГМУ, 2015. – 79 с.
14. *Кубарко, А. И.* Сердечный цикл. Методы исследования сердечной деятельности в вопросах и ответах : учеб.-метод. пособие / А. И. Кубарко, Д. А. Александров, Н. А. Башаркевич. – Минск : БГМУ, 2012. – 49 с.
15. *Кубарко, А. И.* Физиологические свойства и особенности миокарда в вопросах и ответах : учеб.-метод. пособие / А. И. Кубарко, Д. А. Александров, Н. А. Башаркевич. – Минск : БГМУ, 2012. – 29 с.
16. *Кузнецов, В. И.* Анатомия и физиология человека : учеб. пособие / В. И. Кузнецов, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. В. И. Кузнецова. – Минск : Новое знание, 2015. – 560 с.
17. *Микроциркуляция* в вопросах и ответах : учеб.-метод. пособие / Д. А. Александров [и др.]. – Минск : БГМУ, 2017. – 50 с.
18. *Морман, Д.* Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. – 4-е междунар. изд. – СПб. : Питер, 2000. – 256 с.
19. *Нормальная физиология* : учеб. : в 2 т. / А. Г. Камкин [и др.]; под ред. А. Г. Камкина. – М. : МИА, 2025. – Т. 1. – 786 с.
20. *Нормальная физиология* : учеб. : в 2 т. / А. Г. Камкин [и др.]; под ред. А. Г. Камкина. – М. : МИА, 2025. – Т. 2. – 770 с.
21. *Нормальная физиология* : учеб. / А. А. Семенович [и др.]; под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – 3-е изд., испр. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с.
22. *Нормальная физиология. Краткий курс* : учеб. пособие / под ред. В. В. Зинчука. – Минск : Высшая школа, 2010. – 431 с.

23. *Нормальная физиология. Ситуационные задачи и тесты* : учеб. пособие / под ред. К. В. Судакова. – М. : Медицинское информационное агентство, 2006. – 248 с.
24. *Нормальная физиология* : учеб. : в 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. – Минск : Высшая школа, 2013–2014. – Ч. 1. – 541 с., Ч. 2. – 603 с.
25. *Нормальная физиология* : учеб. пособие / А. А. Семенович [и др.] ; под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2018. – 520 с.
26. *Орлов, Р. С. Нормальная физиология* : учеб. / Р. С. Орлов, А. Д. Ноздрачев. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 696 с.
27. *Основы анатомии и общей физиологии человека. Частная анатомия и физиология костной, мышечной, нервной, эндокринной и репродуктивной систем, кожи. Сенсорные системы, высшие психические функции человека* : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева, А. В. Евсеева. – Минск: БГМУ, 2018. – 138 с.
28. *Основы морфологии и общей физиологии человека. Общие принципы регуляции функций* : практикум / В. А. Переверзев [и др.]. – Минск : БГМУ, 2017. – 72 с.
29. *Санитарные нормы и правила «Требования к организации и проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения и распространения вирусных гепатитов»* : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 06.02.2013 № 11.
30. *Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь»* : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 № 180.
31. *Уард, Дж. Наглядная физиология* : учеб. пособие / Дж. Уард, Р. Линден, Р. Кларк ; пер. с англ. Е. Г. Ионкиной, О. С. Глазачева. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 136 с.
32. *Физиология и основы анатомии* : учеб. / под ред. А. В. Котова, Т. Н. Лосевой. – М. : Медицина, 2011. – 1056 с.
33. *Физиология с основами анатомии* : учеб. для студ. фарм. ф-тов мед. вузов / Н. А. Барбараш [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. Г. Зилова, М. А. Медведева, Д. С. Свешникова. – М. : МИА, 2021. – 376 с.
34. *Физиология человека* : учеб. пособие / А. А. Семенович [и др.] ; под ред. А. А. Семеновича. – 4-е изд. – Минск : Высшая школа, 2012. – 544 с.
35. *Холл, Д. Э. Медицинская физиология по Гайтону и Холлу* / Д. Э. Холл. – М. : Логосфера, 2024. – 1315 с.
36. *Частная анатомия и физиология систем: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной; пищеварения, выделения. Физиология обмена веществ и энергии, терморегуляция* : учеб.-метод. пособие / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2019. – 135 с.

**ПРИМЕРЫ ТЕРМИНОВ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЁМА АССОЦИАТИВНОЙ ПАМЯТИ  
(к работе 34.2)**

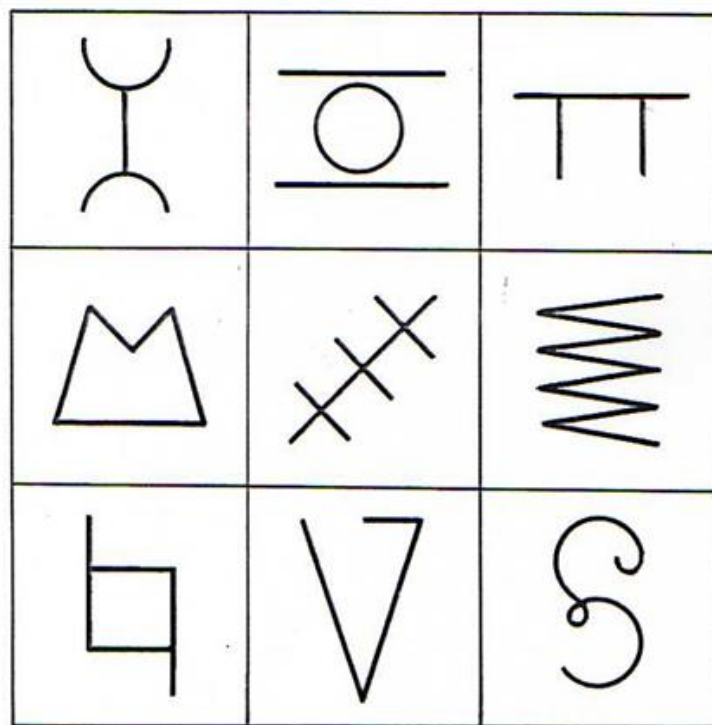
Пример 1.

(1) Береговой, (2) утрата, (3) сладкий, (4) ствол, (5) пика, (6) ласковое животное, (7) собака на соломе, (8) печальный, (9) занемочь, (10) хруст льда, (11) перелёт шмеля, (12) ясный путь, (13) ветреный, (14) верный товарищ, (15) пламя, (16) собачье счастье, (17) вечерний звонок, (18) лёгкая ходьба, (19) накрениться, (20) судьба.

Пример 2.

(1) Символ, (2) недоумение, (3) чудесное утро, (4) энергоёмкий, (5) неприятный осадок, (6) исцелиться, (7) долгий поход, (8) светлые думы, (9) знающий, (10) ласковый ветер, (11) лень, (12) красивый танец, (13) май, (14) время перемен, (15) расцветающий, (16) до свидания, (17) разруха, (18) взаимопонимание, (19) иммунный, (20) прожаренная рыба.

**СТИМУЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЁМА ЗРИТЕЛЬНОЙ ПАМЯТИ** — предъявляется в течение 10 секунд!  
(к работе 34.4)



**КОНТРОЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ  
РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ КОРРЕКТУРНОЙ ПРОБЫ (к работе 35.8)**

В таблице приведены наименование и количество букв, которые должны быть вычеркнуты в соответствующей строке корректуры.

Строка	Букв	Строка	Букв	Строка	Букв	Строка	Букв
1	С, 6	11	В, 3	21	Л, 5	31	Г, 3
2	В, 8	12	Е, 4	22	О, 3	32	А, 7
3	Н, 5	13	М, 5	23	У, 3	33	В, 5
4	Х, 6	14	Х, 3	24	Б, 3	34	Р, 5
5	А, 4	15	Н, 5	25	М, 3	35	Б, 3
6	С, 8	16	А, 6	26	К, 4	36	А, 4
7	У, 4	17	Б, 4	27	С, 3	37	К, 3
8	И, 4	18	У, 3	28	И, 3	38	И, 3
9	Б, 4	19	Т, 5	29	Х, 2	39	Х, 3
10	С, 4	20	В, 4	30	Е, 2	40	Т, 2

продолжение:

Строка	Букв	Строка	Букв	Строка	Букв	Строка	Букв
1	Г, 3	11	С, 4	21	Б, 3	31	К, 4
2	Е, 4	12	М, 5	22	В, 4	32	Т, 4
3	Н, 5	13	Н, 5	23	Х, 3	33	С, 3
4	Б, 3	14	Х, 2	24	Л, 5	34	В, 8
5	А, 4	15	С, 6	25	Х, 5	35	Е, 2
6	К, 3	16	В, 5	26	О, 3	36	А, 7
7	У, 4	17	А, 6	27	Б, 5	37	Х, 6
8	В, 3	18	И, 3	28	У, 3	38	Р, 5
9	У, 3	19	Б, 4	29	М, 3	39	А, 4
10	И, 4	20	Т, 5	30	С, 8	40	И, 3

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....	4
<b>АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ</b> .....	6
Занятие 19 (1). Строение, функции сердца и сосудов. Гемодинамика. Функциональные показатели кровообращения. Микроциркуляция.....	6
Занятие 20 (2). Физиологические свойства и особенности миокарда. Сердечный цикл. Методы исследования сердечной деятельности .....	19
Занятие 21 (3). Регуляция работы сердца .....	28
Занятие 22 (4). Регуляция кровообращения .....	33
<b>АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ</b> .....	41
Занятие 23 (5). Строение и функции дыхательного аппарата. Внешнее дыхание. ....	41
Занятие 24 (6). Газообмен в легких и тканях. Транспорт газов кровью.....	55
Занятие 25 (7). Регуляция дыхания .....	61
Занятие 26 (8). <b>Итоговое занятие</b> по разделам «Анатомия и физиология системы кровообращения и дыхания».....	68
Чек-листы для контроля практических навыков .....	73
<b>АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ</b> .....	75
Занятие 27 (9). Общая характеристика системы пищеварения. Регуляция пищевого поведения. Пищеварение в полости рта и желудке .....	75
Занятие 28 (10). Пищеварение в тонком и толстом кишечнике. Роль поджелудочной железы и печени в пищеварении. Всасывание.....	86
<b>ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ.</b> <b>ФИЗИОЛОГИЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ</b> .....	95
Занятие 29 (11). Обмен веществ и энергии. Физиологические основы здорового питания. Физиология терморегуляции .....	95
<b>ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ</b> .....	109
Занятие 30 (12). Физиология выделения.....	109
Занятие 31 (13). <b>Итоговое занятие</b> по разделам «Анатомия и физиология системы пищеварения», «Обмен веществ и энергии. Физиологические основы здорового питания. Физиология терморегуляции», «Физиология выделения».....	118
Чек-листы для контроля практических навыков .....	122

<b>АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ И ПСИХИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА</b> .....	124
Занятие 32 (14). Общие принципы строения и функции сенсорных систем. Строение и функции зрительной сенсорной системы .....	124
Занятие 33 (15). Частная физиология сенсорных систем. Строение и функции слуховой, вестибулярной, обонятельной, вкусовой, кожной и висцеральной сенсорных систем. Ноцицепция. Ноцицептивная и антиноцицептивная системы: строение, функции, механизмы функционирования .....	131
Занятие 34 (16). Врожденные и приобретенные формы приспособительных реакций организма к изменению условий существования .....	142
Занятие 35 (17). Высшие интегративные функции мозга как физиологическая основа психических функций человека .....	148
<b>РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА</b> .....	155
Приложение 1 .....	157
Приложение 2 .....	158
Приложение 3 .....	159

Учебное издание

**Переверзев** Владимир Алексеевич  
**Голодок** Татьяна Петровна  
**Александров** Денис Александрович и др.

**РУКОВОДСТВО К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ ПО ЧАСТНОЙ АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ  
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ, ДЫХАТЕЛЬНОЙ, ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ, ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ,  
СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ; ФИЗИОЛОГИИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ,  
ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ И ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Методические рекомендации

Под редакцией В. А. Переверзева, Т. П. Голодок, Д. А. Александрова

Ответственный за выпуск В. А. Переверзев  
Компьютерная вёрстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 20.02.26. Формат 60×84/8. Бумага писчая «Снегурочка».  
Ризография. Гарнитура «Times».  
Усл. печ. л. 18,83. Уч.-изд. л. 11,0. Тираж 37 экз. Заказ 106.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/187 от 24.11.2023.  
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.