

# НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ. ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

для студентов, обучающихся по специальностям  
«Лечебное дело», «Педиатрия»

Студент \_\_\_\_\_ уч. год: \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_ факультета

Преподаватель \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

# НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ. ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Практикум для студентов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело», «Педиатрия»

Под редакцией Д. А. Александрова, В. А. Переверзева

*2-е издание, исправленное*



Минск БГМУ 2024

УДК 612.1/8(075.8)  
ББК 28.707.3я73  
Н83

Рекомендовано Научно-методическим советом университета  
в качестве практикума 15.05.2024 г., протокол № 17

**А в т о р ы:** канд. мед. наук, доц. Д. А. Александров<sup>1</sup>; д-р мед. наук, проф. В. А. Переверзев<sup>1</sup>; д-р мед. наук, проф. И. Н. Семененя; д-р мед. наук, проф. А. И. Кубарко<sup>1</sup>; д-р мед. наук, проф. А. В. Евсеев<sup>2</sup>; д-р мед. наук, проф. В. А. Правдивцев<sup>2</sup>; канд. мед. наук, доц. Т. Г. Северина<sup>1</sup>; канд. мед. наук, доц. В. И. Власенко<sup>1</sup>; ст. преп. Ю. В. Гайкович<sup>1</sup>; ст. преп. А. Г. Чабан<sup>1</sup>; ст. преп. В. Н. Фоменко<sup>1</sup>; ст. преп. М. И. Гаптарь<sup>1</sup>; ст. преп. А. А. Анисимов<sup>1</sup>; ассист. М. О. Абаймова<sup>1</sup>; ассист. Л. Д. Рагунович<sup>1</sup>; мл. науч. сотр. Е. М. О. Корниенко<sup>3</sup>

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

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

<sup>3</sup> ГУ «Республиканский научно-практический центр медицинской экспертизы и реабилитации»

**Р е ц е н з е н т ы:** канд. мед. наук, доц., зав. каф. инфекционных болезней и детских инфекций Белорусской медицинской академии последипломного образования Ю. Л. Горбич; кафедра физиологии человека и животных Белорусского государственного университета

**Нормальная физиология. Частная физиология : практикум для студентов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело», «Педиатрия» / Д. А. Александров [и др.] ; под ред. Д. А. Александрова, В. А. Переверзева. – 2-е изд., испр. – Минск : БГМУ, 2024. – 155 с.**

ISBN 978-985-21-1676-3.

Представлены вопросы к практическим и итоговым занятиям по разделам курса нормальной физиологии, изучаемым в четвертом семестре. Даны описания практических работ и протоколы их выполнения, необходимая дополнительная информация по темам занятий. Приведены задания для организации самостоятельной работы студентов, справочная информация. Первое издание вышло в 2023 году.

Предназначен для студентов 2-го курса, обучающихся по специальностям «Лечебное дело» (включая специализацию «Военно-медицинское дело»), «Педиатрия», в том числе для студентов медицинского факультета иностранных учащихся.

УДК 612.1/8(075.8)  
ББК 28.707.3я73

ISBN 978-985-21-1676-3

© УО «Белорусский государственный  
медицинский университет», 2024

**Система дистанционного обучения:** <https://etest.bsmu.by/> → Студентам и курсантам → Выберите Ваш факультет → Нормальная физиология.  
 Примерный перечень экзаменационных вопросов можно найти в ЭУМК в разделе «ЭКЗАМЕН». Экзаменационные вопросы ежегодно пересматриваются кафедрой и размещаются в ЭУМК не позднее, чем за две недели до начала экзамена.

№ занятия	Тема занятия	Защищено
<b>ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ</b>		
Занятие 19 (1).	Гемодинамика. Функциональные показатели кровообращения. Микроциркуляция	
Занятие 20 (2).	Физиологические свойства и особенности миокарда	
Занятие 21 (3).	Сердечный цикл. Методы исследования сердечной деятельности	
Занятие 22 (4).	Регуляция работы сердца	
Занятие 23 (5).	Регуляция кровообращения	
<b>ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ</b>		
Занятие 24 (6).	Вентиляция лёгких	
Занятие 25 (7).	Газообмен в лёгких и тканях. Транспорт газов кровью	
Занятие 26 (8).	Регуляция дыхания	
Занятие 27 (9).	Функциональные резервы гемокардиореспираторной системы в газообмене	
Занятие 28 (10).	<b>ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ</b> по разделам «Физиология кровообращения. Физиология дыхания»	
<b>ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ</b>		
Занятие 29 (11).	Общая характеристика системы пищеварения. Регуляция пищевого поведения. Пищеварение в полости рта и желудка	
Занятие 30 (12).	Роль печени и поджелудочной железы в пищеварении. Пищеварение в тонком и толстом кишечнике	

<b>ОРГАНИЗАЦИЯ</b>
<i>IV семестр (весенний):</i>
Практических занятий — 17 (68 часов). Лекций — 11 (22 часа). Самоподготовка 56 ч.
2 коллоквиума — занятия 28 (10) и 33 (15). Компьютерный тест (50 тестовых вопросов) и устное/письменное собеседование.
<b>Допуск к экзамену:</b>
– отсутствие пропусков лекций и практических занятий;
– выполненные и защищённые (подписанные) практические работы;
– итоговые занятия сданы на положительную отметку;
– сдан зачёт за III семестр.

№ занятия	Тема занятия	Защищено	
<b>ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ.</b>			
Занятие 31 (13).	Обмен веществ и энергии. Питание. Регуляция массы тела. Терморегуляция		
<b>ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ</b>			
Занятие 32 (14).	Физиология выделения		
Занятие 33 (15).	<b>ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ</b> по разделам «Физиология пищеварения. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция. Физиология выделения»		
<b>ИНТЕГРАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОЗГА</b>			
Занятие 34 (16).	Врождённые и приобретённые формы приспособительных реакций организма к изменению условий существования		
Занятие 35 (17).	Высшие интегративные функции мозга как физиологическая основа психических функций человека		
Учитывая отсутствие пропусков практических занятий и лекций, защиту всех практических работ и положительные результаты текущей аттестации — <b>К ЭКЗАМЕНУ ДОПУЩЕН:</b>			
	<i>дата</i>	<i>рейтинговый балл</i>	<i>подпись</i>

**Экзамен двухэтапный.** Первый этап — компьютерный тест (60 тестовых вопросов) с учётом рейтинга. Второй этап — устное собеседование по вопросам, включающим теоретический материал и практические навыки

\* Защиту практических работ преподаватель подтверждает своей подписью в конце соответствующего занятия (раздела). В данной таблице преподаватель может отмечать защищённые занятия в удобной ему форме при необходимости. Защищённым считается занятие при условии освоения методик выполнения всех практических работ, умении их выполнять, оценивать и защищать полученные результаты, и при наличии достаточных теоретических знаний по выполненным работам и рассмотренным вопросам занятий, а также при соблюдении учебной дисциплины и правил техники безопасности.

Отметка о допуске к экзамену с выставлением даты допуска и рейтингового балла в данной таблице обязательна.



## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее издание предназначено для организации самостоятельной работы студентов при подготовке к учебным занятиям и оказания помощи в протоколировании практических работ по курсу нормальной физиологии. Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями действующих учебных программ по нормальной физиологии для специальностей высшего образования «Лечебное дело» и «Педиатрия», утверждённых Министерством здравоохранения Республики Беларусь. Его издание призвано повысить качество практической подготовки выпускников учреждений высшего медицинского образования.





Характер студенческого практикума кафедры нормальной физиологии постоянно совершенствуется и ориентирован на исследование состояния физиологических функций организма здорового человека. В его создании в разные годы принимали участие выдающиеся педагоги и учёные В. Н. Гурин, Ф. И. Висмонт, В. А. Сятковский, Л. И. Белорыбкина, А. А. Семенович, Н. А. Башаркевич, А. Н. Харламова, М. Л. Колесникова, Р. И. Дорохина, В. А. Касап, Т. В. Короткевич, С. А. Белугин, Г. А. Прудников и многие другие, за что авторы выражают им искреннюю благодарность. В настоящей практикум введены работы, предусматривающие использование компьютерной техники для обучения и контроля знаний студентов, моделирования известных физиологических феноменов, демонстрации современных клинических методов исследования физиологических функций, отработки навыков оценки состояния физиологических функций организма.

Все работы выполняются самостоятельно и индивидуально!

При подготовке к текущим и итоговым занятиям, зачёту, экзамену студенты имеют возможность воспользоваться 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 практикума.

*При подготовке к занятию студенту необходимо внимательно изучить соответствующий раздел практикума, прочитать описание практических работ и **выполнить задания, предназначенные для самостоятельной работы дома** (указания на это даны в скобках после названия практической работы), ответить на вопросы для самоподготовки.*

Для облегчения работы с практикумом в нём используются следующие обозначения:

-  — материал электронного атласа, доступен в компьютерном классе, ауд. 104, или в ЭУМК;
-  — учебный видеофильм, демонстрируется на занятии или доступен в ЭУМК;
-  — виртуальный эксперимент, выполняется в компьютерном классе. Программа может быть доступна в ЭУМК;
-  — демонстрационная работа. Выполняется в демонстрационной лаборатории, ауд. 135.

В конце каждого раздела практикума, при условии освоения студентом практических навыков и наличии достаточных теоретических знаний по выполненным работам и рассмотренным вопросам занятий, а также при соблюдении учебной дисциплины и правил техники безопасности, ставится подпись преподавателя, свидетельствующая о защите практических работ по соответствующему разделу. *Своевременная защита всех практических работ является обязательным условием допуска студента к зачёту или экзамену по нормальной физиологии.*



В процессе работы над настоящим практикумом авторы прилагали все усилия для предоставления наиболее полной и актуальной информации, включая описание техники выполнения практических работ, приведённых нормативных и справочных данных. Тем не менее, медицина 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)).

## СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

[C<sub>x</sub>]<sub>o</sub> — внеклеточная концентрация вещества x;  
[C<sub>x</sub>]<sub>i</sub> — внутриклеточная концентрация вещества x;  
A — альвеолярный газ (alveolar);  
a — газ артериальной крови (arterial);  
C<sub>Na</sub> — клиренс натрия;  
C<sub>H<sub>2</sub>O</sub> — клиренс свободной воды;  
C<sub>осм</sub> — осмолярный клиренс;  
C<sub>ПАГ</sub> — клиренс парааминогиппуровой кислоты;  
e — выдыхаемый воздух (expired);  
F — фракция, % (или доля);  
Hb — см. HGB;  
HCN-каналы — активирующиеся при гиперполяризации, управляемые циклическими нуклеотидами каналы (hyperpolarization-activated cyclic nucleotide-gated channels);  
HGB — содержание гемоглобина (hemoglobin);  
HR — heart rate, см. ЧСС;  
HTC или Ht — гематокрит (hematocrit);  
i — вдыхаемый воздух (inspired);  
ICF — внутриклеточная жидкость (intracellular fluid);  
I<sub>f</sub> — катионный ток HCN-каналов (от англ. funny — странный, необычный)  
LA — left atrium, см. ЛП;  
LV — left ventricle, см. ЛЖ;  
P — парциальное давление (или напряжение) газа;  
pH — водородный показатель;  
Q — см. МОК;  
QTc — скорректированный интервал QT;  
RA — right atrium, см. ПП;  
RV — right ventricle, см. ПЖ;  
RVO — выносящий тракт правого желудочка (right ventricle output);  
S — насыщение, сатурация (saturation);  
SGLT2 — натрий-глюкозный котранспортёр 2-го типа (sodium/glucose cotransporter 2);  
T<sup>c</sup><sub>H<sub>2</sub>O</sub> — показатель реабсорбции осмотически свободной воды;  
TV — см. ДО (tidal volume);  
v — газ венозной крови (venous);  
AB — см. МОАВ;  
AB-узел — атриоventрикулярный узел (соединение),  
Ашоффа-Тавары узел;

АГ — артериальная гипертензия;  
АД — артериальное давление;  
АДГ — антидиуретический гормон, вазопрессин;  
АД<sub>диа</sub> — диастолическое артериальное давление;  
АД<sub>пульс</sub> — пульсовое артериальное давление;  
АД<sub>срд</sub> — среднее гемодинамическое артериальное давление;  
АД<sub>сис</sub> — систолическое артериальное давление;  
АМП — анатомическое мёртвое пространство;  
АНС — автономная нервная система;  
Ао — луковица аорты, выносящий тракт левого желудочка;  
АР — адренорецептор;  
атм. — атмосфера;  
АХ — ацетилхолин;  
БГМУ — учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»;  
БДГ — быстрое движение глазных яблок;  
ВИ — вегетативный индекс Кердо;  
ВИП — вазоактивный интестинальный пептид;  
ВИЧ — вирус иммунодефицита человека;  
ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения;  
ГКРС — гемо-кардио-респираторная система;  
ГМК — гладкомышечные клетки;  
ДВОО — должная величина основного обмена;  
ДЖЕЛ — должная жизненная ёмкость лёгких;  
ДК — дыхательный коэффициент;  
ДМТ — должная масса тела;  
ДО — дыхательный объём;  
ДП — двойное произведение;  
ДПОС — должная пиковая объёмная скорость;  
ДСЦ — длительность сердечного цикла;  
ЕВ — ёмкость вдоха;  
ЖЕЛ — жизненная ёмкость лёгких;  
ЖК — желчные кислоты;  
ЖКТ — желудочно-кишечный тракт;  
ЗД — задержка дыхания;  
ЗМСК — задняя створка митрального клапана;  
ЗСЛЖ — задняя стенка левого желудочка;  
ИК — индекс концентрирования;  
ИКЧ — индекс курящего человека;  
ИМТ — индекс массы тела;

ИО — индекс оксигенации;  
ИС — индекс Скибинской;  
КБМ — кора большого мозга;  
КД — кислородный долг;  
КД — кровяное давление;  
КДО — конечнодиастолический объём;  
КДР — конечно-диастолический размер ЛЖ;  
КЕК — кислородная ёмкость крови;  
КП — кислородный пульс;  
КСО — конечносистолический объём;  
КСР — конечно-систолический размер ЛЖ;  
КУК — коэффициент утилизации кислорода;  
КЭО<sub>2</sub> — калорический эквивалент кислорода;  
ЛЖ — левый желудочек;  
ЛЗ — лиганд-зависимый;  
ЛКМ — левая кнопка мыши;  
ЛП — левое предсердие;  
МВЛ — максимальная вентиляция лёгких;  
МДВд — максимальное давление вдоха;  
МДВ<sub>вд</sub> — максимальное давление выдоха;  
МДД — медленная диастолическая деполаризация;  
МЕТ — метаболический эквивалент;  
МЖП — межжелудочковая перегородка;  
мм рт. ст. — миллиметр ртутного столба;  
МНГР — механизмы нейро-гуморальной регуляции;  
МОАВ — минутный объём альвеолярной вентиляции;  
МОД — минутный объём дыхания;  
МОК — минутный объём крови, объёмный кровоток, минутный кровоток, сердечный выброс;  
МОС — максимальная (мгновенная) объёмная скорость;  
Мосм — осмолярность конечной мочи;  
МПК — максимальное потребление кислорода;  
МТ — масса тела;  
МЦР — микроциркуляторное русло;  
ОО — основной обмен;  
ОПС — см. ОПСС;  
ОПСС — общее периферическое сопротивление сосудов;  
ОФВ<sub>1</sub> — объём форсированного выдоха за 1-ю секунду выдоха;  
ОЦК — объём циркулирующей крови;  
ПАГ — парааминогиппуровая кислота;

ПАНО — порог анаэробного обмена;  
ПД — потенциал действия;  
ПЖ — правый желудочек;  
ПЗ — потенциал-зависимый;  
ПКМ — показатель концентрирования мочи;  
ПНУП — предсердный натрийуретический пептид;  
ПОС — пиковая объёмная скорость;  
ПП — правое предсердие;  
ПСМК — передняя створка митрального клапана;  
ПСНС — парасимпатическая нервная система;  
РААС — ренин-ангиотензин-альдостероновая система;  
РОВд — резервный объём вдоха;  
РОВыд — резервный объём выдоха;  
СА-узел — синоатриальный узел, Кис-Флака узел;  
СВ — см. МОК;  
СГ — сфигмография;  
СГО — санитарно-гигиеническая одежда;

СДЦ — сосудодвигательный центр;  
СИ — сердечный индекс;  
СКФ — скорость клубочковой фильтрации;  
СКФ<sub>к-г</sub> — скорость клубочковой фильтрации, рассчитанная по формуле Кокрофта-Голта;  
СМАД — суточное мониторирование артериального давления;  
СНС — симпатическая нервная система;  
СЦ — сердечный цикл;  
УЗ — ультразвук, ультразвуковой;  
УЗИ — ультразвуковое исследование;  
УО — ударный объём;  
УО — ударный объём;  
ФВ — фракция выброса;  
ФГДС — фиброгастродуоденоскопия;  
ФЖЕЛ — форсированная жизненная ёмкость лёгких;  
ФК — функциональный класс;

ФКГ — фонокардиография;  
ФМП — физиологическое (функциональное) мёртвое пространство;  
ФОЕ — функциональная остаточная ёмкость;  
ФФ — фракция фильтрации;  
ЦНС — центральная нервная система;  
ЧВС — частота возбуждений сердца;  
ЧД — частота дыхания;  
ЧП — частота пульса;  
ЧСС — частота сердечных сокращений;  
ЭКГ — электрокардиография;  
ЭПК — эффективный почечный кровоток;  
ЭПП — эффективный почечный плазмоток;  
ЭУМК — электронный учебно-методический комплекс (<http://etest.bsmu.by>);  
ЭФД — эффективное фильтрационное давление;  
ЭЭГ — электроэнцефалография, электроэнцефалограмма.





<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 изменяется величина венозного возврата крови к сердцу при глубоком вдохе и глубоком выдохе?</li> <li>5. Как изменится величина венозного возврата при веноконстрикции и венодилатации? Как это отразится на величине ударного объема (УО)?</li> <li>6. От каких факторов зависит наполнение и напряжение пульса?</li> <li>7. Что такое скорость распространения пульсовой волны?</li> <li>8. Как рассчитывается пульсовое АД? Среднее гемодинамическое АД? Назовите их нормальные величины в большом круге кровообращения.</li> <li>9. Чем опасно повреждение вен шеи, синусов твердой мозговой оболочки?</li> <li>10. В чем разница между понятиями «скорость пульса», «скорость распространения пульсовой волны» и «линейная скорость кровотока»?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Нарисуйте изменения линейной и объёмной скорости кровотока, давления крови в различных отделах сосудистого русла.</li> <li>12. Рассчитайте среднюю линейную скорость тока крови в аорте, если её средний диаметр 2,4 см, сердечный выброс (Q) — 7 596 мл/мин.</li> <li>13. Какой вид транспорта через стенку капилляра характерен для кислорода, углекислого газа, воды, липо- и гидрофильных низкомолекулярных веществ, для высокомолекулярных соединений?</li> <li>14. 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>15. Перечислите основные факторы, способствующие превышению фильтрации над реабсорбцией и развитию интерстициального отёка.</li> </ol>
---	---

<p><b>Работа 19.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b></p>	
<p>Гемодинамика — _____ _____</p>	<p>Артериальное давление — _____ _____</p>
<p>Микроциркуляция — _____ _____</p>	<p>Пульсовое давление — _____ _____</p>
<p>Пульс — _____</p>	<p>Ударный объём — _____</p>
<p>Сфигмограмма — _____ _____</p>	<p>Объёмная скорость кровотока (сердечный выброс) — _____ _____</p>
<p>Анакрота — _____ _____</p>	<p>Число Рейнольдса — _____ _____</p>
<p>Катакрота — _____</p>	<p>Вазоконстрикция — _____</p>
<p>Дикротический зубец — _____</p>	<p>Вазодилатация — _____</p>

## Работа 19.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Микроциркуляция» (19:03) — к работе 19.5;
2. «Капилляроскопия» (6:06) — к работе 19.4.

Преподаватель может предложить просмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



## Работа 19.3. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПРАКТИКУМОМ

Программа обучения на кафедре нормальной физиологии предусматривает выполнение студентами практических работ, овладение практическими навыками работы с некоторыми электроприборами, компьютерной техникой, исследовательским оборудованием, лабораторной посудой, химическими реактивами и биологическими жидкостями.

Кроме того, студентам может быть предоставлено право выполнять научную работу в лабораториях кафедры во внеучебное время.

При наличии у студента признаков простудного заболевания студент к посещению занятий *не допускается*. Следует незамедлительно обратиться к врачу и сообщить об этом в деканат факультета. Использование защитной маски (повязки) такими лицами обязательно в любом случае!

Кроме того, маски и иные средства индивидуальной защиты должны использоваться и здоровыми лицами в периоды обострения сезонной заболеваемости респираторными инфекциями и повышенной эпидемиологической опасности.

### Общие требования.

1. Студенты до входа в учебное помещение должны надевать халат.
2. Рабочее место следует содержать в чистоте, не загромождать его посторонними предметами. В лаборатории не следует хранить личную одежду, принимать пищу.
3. Запрещается садиться на подоконники и столы, раскачиваться на стульях, пользоваться сломанной мебелью. При наличии подобной на рабочем месте следует известить преподавателя и/или лаборантов кафедры.
4. Во время учебного занятия строго запрещается самовольно ходить по учебной аудитории, разговаривать по телефону, а также заряжать мобильные устройства.
5. Во время перерывов следует проветривать учебную аудиторию. Открывать и/или закрывать окна и форточки можно только с разрешения преподавателя.
6. Во время работы в лаборатории следует соблюдать тишину и порядок, строго руководствоваться описанием хода работ в практикуме, не допускать торопливости, беспорядочности и неряшливости.
7. К выполнению каждой работы студенты могут приступать только после разрешения преподавателя и уяснив методику работы.
8. Запрещается уходить с рабочего места и оставлять без присмотра работающие приборы.
9. Студентам запрещается работать в демонстрационной лаборатории в отсутствие преподавателя или лаборанта, а также в неустановленное время без разрешения преподавателя.
10. Не допускается отвлечение студентов, работающих в лаборатории, посторонними лицами, делами или разговорами.

Для общего наблюдения за порядком, соблюдением правил и выполнением требований техники безопасности при работе в лабораториях и учебных помещениях назначаются дежурные из числа студентов группы. **Дежурный студент обязан:**

- открывать и закрывать учебную лабораторию, в т.ч. на период отсутствия студентов в лаборатории (ключ находится в лаборантской — **комната № 103**. После открытия или закрытия двери ключ **немедленно** возвращается в лаборантскую);
- следить за чистотой и порядком в лаборатории, поддерживать в чистоте доску, на перерывах проветривать лабораторию;
- получать в лаборантской различные материалы, необходимые для выполнения лабораторных работ занятия;
- по окончании занятия (работы) очистить доску, проверить состояние учебной лаборатории — выключены ли вода и электричество, закрыты ли окна, — и сдать полученные материалы в лаборантскую. *Не забудьте проверить, сдан ли ключ от учебной лаборатории в лаборантскую!*

<p><b>Правила безопасности при работе с электрооборудованием.</b></p> <p>При работе с электрооборудованием и электроприборами возможны случаи поражения людей электрическим током и возникновения пожара.</p> <p>В случае обнаружения неисправности электроприбора или электрооборудования необходимо по возможности сразу обесточить оборудование, и в любом случае немедленно сообщить о неисправности преподавателю.</p> <p>При работе с электрооборудованием <b>строго запрещается</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проверять наличие напряжения пальцами и касаться токоведущих частей;</li> <li>– работать на незаземлённом электрооборудовании и приборах, если это не разрешено инструкцией к прибору;</li> <li>– пользоваться неисправным электрооборудованием и/или электропроводкой;</li> <li>– оставлять без присмотра работающие приборы;</li> <li>– вешать на штепсельные розетки, выключатели и электропровода различные вещи;</li> <li>– включать в сеть электрические приборы со снятой задней крышкой или в разной степени разобранном состоянии.</li> </ul>	<p><b>Действия в случае возникновения пожара.</b></p> <p>В случае возникновения загорания нужно немедленно отключить напряжение, сообщить преподавателю или дежурному лаборанту, а также заведующему кафедрой, и приступить к тушению пожара (<i>огнетушители имеются в комнатах № 104, 135</i>).</p> <p>Прежде, чем приступить к тушению, необходимо <b>обесточить</b> электросеть помещения. Затем, после ознакомления с инструкцией на корпусе огнетушителя, применить огнетушитель. Для тушения можно также использовать имеющиеся пожарные рукава: размотать рукав, открыть кран (<i>пожарные краны с рукавами находятся за 136-й комнатой, в нише между комнатами 139 и 140, 133 и 132, а также напротив 104 комнаты</i>). Кроме того, можно использовать песок (ведро с песком имеется в комнате 103). Решение о вызове пожарной бригады (телефон 101) принимает руководство кафедры.</p>
<p><b>Общие правила оказания первой медицинской помощи.</b></p> <p>Первая медицинская помощь пострадавшим должна оказываться немедленно и правильно. От этого зависит жизнь и последствия травм, ожогов и отравлений. С конкретными правилами её оказания Вы будете знакомиться на клинических кафедрах.</p> <p>Если при поражении электрическим током или по другой причине получены серьёзные травмы, ожоги, необходимо вызвать скорую медицинскую помощь, при лёгких поражениях после оказания первой помощи пострадавшие направляются в учреждение здравоохранения. Помните, что оказывая помощь человеку, находящемуся под действием тока, нельзя прикасаться к нему голыми руками. Прежде всего, нужно отключить установку (прибор), которой касается пострадавший, а при невозможности этого — отделить пострадавшего от токоведущих частей, используя палки, доски и другие сухие предметы, не проводящие электрический ток, или перерубить провода топором с сухой рукояткой.</p> <p><i>Во всех случаях необходимо вызвать дежурного лаборанта, который находится в комнате № 103 (104), или преподавателя кафедры.</i></p>	
<p><b>ПРАВИЛА ПРИ РАБОТЕ С КРОВЬЮ И ИНЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ЖИДКОСТЯМИ</b></p>	
<p>При работе с кровью следует помнить о возможной инфицированности крови вирусами (ВИЧ, вирусных гепатитов и др.) и связанным с этим повышенным риском заражения, которому подвергаются врачи и лаборанты, проводящие серологические и клинические исследования.</p> <p>При работе с кровью на учебных занятиях кафедрой используется кровь лабораторных животных. Тем не менее, учитывая значительную опасность биологических материалов для здоровья врача, следует всегда помнить, что <b>любая кровь, также как и другие биологические жидкости, при контакте с ней должна по умолчанию рассматриваться как инфицированная</b>. Правила профилактики инфицирования при работе с любым биологическим материалом необходимо знать в деталях и следовать им неукоснительно.</p>	<p>При лабораторных исследованиях крови и других биологических жидкостей используются средства индивидуальной защиты и санитарно-гигиеническая одежда (СГО): резиновые перчатки, очки, маска (или щиток), халат, шапочка, непромокаемый фартук и нарукавники. <b>Запрещается работа с кровью или другими биологическими жидкостями без использования средств индивидуальной защиты.</b></p> <p>Попадание крови или другой биологической жидкости на кожу и слизистые, особенно при их повреждении, должно квалифицироваться как аварийный контакт с инфицированным материалом.</p>

<p><b>1. В случае попадания биологического материала на поврежденные кожные покровы (укола, пореза) необходимо:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– немедленно снять перчатки рабочей поверхностью внутрь и погрузить их в ёмкость с дезинфицирующим раствором или поместить в непромокаемый пакет (ёмкость) для последующего обеззараживания (далее — <i>снять перчатки</i>);</li> <li>– промыть место повреждения под проточной водой или, при её отсутствии, физиологическим раствором (далее — физраствором);</li> <li>– обработать рану 3% перекисью водорода или другим антисептиком;</li> <li>– заклеить рану лейкопластырем и при необходимости провести гигиеническую антисептику кожи рук и надеть новые перчатки.</li> </ul>	<p><b>5. В случае загрязнения биологическим материалом объектов внешней среды (столешница, пол и др.) биологические загрязнения на поверхности объектов внешней среды обеззараживаются раствором дезинфицирующего средства без фиксирующего эффекта (спирты, альдегиды) и удаляются с поверхности с последующей влажной уборкой.</b></p>
<p><b>2. В случае загрязнения биологическим материалом кожных покровов без нарушения их целостности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– промыть загрязнённый участок кожных покровов проточной водой (физраствором);</li> <li>– затем провести мытьё с мылом под проточной водой (физраствором).</li> </ul>	<p><b><i>Во всех случаях необходимо вызвать дежурного лаборанта, который находится в комнате № 103 (104, 135), или преподавателя кафедры.</i></b></p>
<p><b>3. В случае попадания биологического материала на слизистую оболочку:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– немедленно <i>снять перчатки</i></li> <li>– вымыть руки под проточной водой (физраствором);</li> <li>– промыть (не тереть) слизистую оболочку водой (физраствором);</li> <li>– при попадании в глаза — обильно промыть их водой (физраствором) не снимая контактных линз, затем повторно промыть водой без контактных линз;</li> <li>– при попадании в полость носа — промыть её тампоном, смоченным водой (физраствором).</li> </ul>	<p><b>Указания к оформлению протокола:</b>  <i>после ознакомления с правилами и проведения инструктажа по технике безопасности распишитесь в «Журнале контрольных листов инструктажа студентов (учащихся) по технике безопасности» (находится в компьютерном классе, кабинет № 104) и в данном практикуме.</i></p>
<p><b>4. В случае загрязнения биологическим материалом средств индивидуальной защиты (СИЗ), личной одежды, обуви:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– промыть перчатки, не снимая с рук, под проточной водой (физраствором);</li> <li>– снять загрязнённые СИЗ, личную одежду, обувь;</li> <li>– СИЗ, личную одежду и обувь сложить в непромокаемые пакеты (ёмкость) для последующего обеззараживания;</li> <li>– <i>снять перчатки</i>;</li> <li>– провести гигиеническую антисептику кожи рук и обработать кожные покровы в области проекции загрязнения СИЗ, личной одежды, обуви водой с мылом.</li> </ul>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>ПРОТОКОЛ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При работе с электрооборудованием _____ касаться токоведущих частей.</li> <li>2. Огнетушители располагаются в аудиториях _____.</li> <li>3. Во время занятия _____ заряжать мобильный телефон или иное устройство от электросети.</li> <li>4. Любая кровь или биологическая жидкость, ткань, при контакте с ней по умолчанию рассматривается как _____</li> <li>5. При загрязнении биологической жидкостью кожных покровов: _____</li> <li>6. При уколе иглой, загрязнённой кровью, рану обрабатывают: _____</li> <li>7. При попадании исследуемой крови на слизистую оболочку её промывают: _____</li> <li>8. С правилами по технике безопасности, в том числе при проведении практических работ с кровью и с другими биологическими жидкостями и тканями, ознакомлен и проинструктирован: _____</li> </ol> <p style="text-align: center;"> <span style="margin-right: 100px;">(дата)</span> <span style="margin-right: 100px;">(подпись студента)</span> <span>И.О.Фамилия студента</span> </p> </div>

### Работа 19.4. НАБЛЮДЕНИЕ ЗА КРОВОТОКОМ В КАПИЛЛЯРАХ НОГТЕВОГО ЛОЖА ЧЕЛОВЕКА (КАПИЛЛЯРОСКОПИЯ)



**Капилляроскопия** — метод прижизненного изучения осмотром (под увеличением) капилляров эпителиальных или эндотелиальных покровов животных и человека (кожа, слизистые оболочки и др.). У человека, как правило, исследуют капилляры кожной складки ногтевого ложа и капилляры бульбарной конъюнктивы глаз, где они наиболее доступны наблюдению. По состоянию сосудов МЦР бульбарной конъюнктивы можно судить об особенностях кровотока в сосудах головного мозга, т. к. эти сосуды являются конечными веточками магистральных сосудов, питающих головной мозг.

При капилляроскопии ногтевого ложа наблюдается группа капиллярных петель, состоящих из артериол, венул малого диаметра и собственно капилляров. Количество видимых капилляров составляет 10–30/мм<sup>2</sup>.

**Ход работы.** Работа выполняется в учебной аудитории или демонстрируется в виде учебного видеофильма.

1. Положите руку на стол ладонью вниз. Осветительную лампу с тепловым фильтром расположите так, чтобы пятно света было сфокусировано на коже, покрывающей основание одного из ногтей. Проследите, чтобы отражение света от поверхности кожи не мешало наблюдению.

На околоногтевой валик нанесите каплю иммерсионного масла. Подождите несколько минут для просветления кожи. Сфокусируйте бинокулярную лупу (×20) на петлях капилляров. Выберите петлю для наблюдения. Определите, постоянен ли диаметр петли, происходит ли иногда полное закрытие капилляров? Можно ли различить отдельные эритроциты? Если да, проследите, как происходит их перемещение (обычно эритроциты проходят в один ряд равномерно, без разрывов, как бы «протискиваясь» сквозь капилляр).

2. Наденьте на руку манжету сфигмоманометра и повысьте в ней давление до 50 мм рт. ст., чтобы сдавить вены, сохранив артериальный приток. Отметьте изменения, происходящие на уровне капилляров.

3. Восстановите нормальный кровоток, ненадолго понизив давление в манжете, а затем установите его уровень примерно на 100 мм рт. ст. Отметьте, как ведут себя капилляры.

4. Понижьте на несколько минут давление до нуля, а затем быстро доведите его до 150 мм рт. ст., полностью пережав артерии. Опишите, что произошло, и заметьте, через какое время прекратится ток крови. Ослабьте давление и снимите манжету.

#### Указания к оформлению протокола:

1. Опишите кровоток и состояние сосудов капиллярной петли при разной степени перекрытия притока крови к исследуемой капиллярной сети.

2. Сделайте вывод о различиях в характере изменения кровотока в сосудах МЦР при нарушении венозного оттока и артериального притока крови.

#### ПРОТОКОЛ

Состояние капиллярной сети		Исходно	Давление в манжете сфигмоманометра, мм рт. ст.		
			50	100	150
Диаметр капиллярной петли	<i>арт</i>	<i>арт &lt; вен</i>	<i>не изменён</i>	↓	
	<i>вен</i>		↑↑↑	↑↑↑	
Извитость сосудов	<i>арт</i>	<i>нет</i>	↑	<i>нет</i>	
	<i>вен</i>	<i>нет</i>	↑↑↑	↑↑↑	
Характер движения эритроцитов		<i>равномерный</i>	<i>с разрывами, замедлен</i>	<i>пульсирующий, с остановками</i>	
Диapedез эритроцитов		<i>нет</i>	<i>есть</i>	<i>возможен</i>	
Кровенаполнение		<i>нормальное</i>	<i>вен – ↑↑↑</i>	<i>арт – ↓, вен – ↑↑</i>	

Примечание: *арт* — артериальное колено; *вен* — венозное колено петли.

**Вывод:** Капилляроскопия позволяет оценить \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ сосудов микроциркуляторного русла.

На нарушение венозного оттока указывают \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, на нарушение артериального притока — \_\_\_\_\_

**Работа 19.5. ИЗУЧЕНИЕ КРОВОТОКА В СОСУДАХ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА (МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯ)**



**Ход работы.** Просмотрите учебный фильм «Микроциркуляция».

Используя материалы фильма, учебника, лекций, ЭУМК, *заполните пробелы:*

1. В артериолах кровь течёт \_\_\_\_\_, чем в венах.

2. Внесите нормативные значения:

средняя линейная скорость кровотока в капиллярах в покое: \_\_\_\_\_;

давление крови в артериолах \_\_\_\_\_;

давление крови на артериальном конце капилляра: \_\_\_\_\_;

давление крови на венозном конце капилляра: \_\_\_\_\_;

давление крови в венах и венулах: \_\_\_\_\_;

площадь поперечного сечения капилляров \_\_\_\_\_.

3. Роль артериоло-венулярных анастомозов: \_\_\_\_\_.

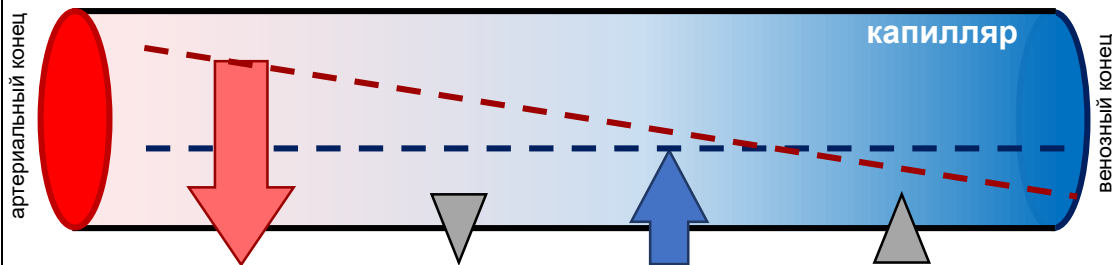
4. Перечислите механизмы транскапиллярного обмена веществ на уровне микроциркуляторного русла:

- 1) \_\_\_\_\_;
- 2) \_\_\_\_\_;
- 3) \_\_\_\_\_;
- 4) \_\_\_\_\_.

5. Какой преимущественный вид транспорта через стенку капилляра характерен для:

- кислорода \_\_\_\_\_;
- углекислого газа \_\_\_\_\_;
- воды \_\_\_\_\_;
- глюкозы \_\_\_\_\_;
- липофильных веществ \_\_\_\_\_;
- высокомолекулярных соединений \_\_\_\_\_?

*Напишите уравнение Старлинга:*



$\text{ЭФД} = \text{_____} + \text{_____} - \text{_____} - \text{_____};$

$V = k (\text{_____} + \text{_____} - \text{_____} - \text{_____}) =$

$= k ((\text{_____} + \text{_____}) - (\text{_____} + \text{_____})).$

$\text{ЭФД} \text{ — } \text{_____}$

$V \text{ — } \text{_____}$

6. Как влияет на скорость транскапиллярного обмена повышение артериального давления? \_\_\_\_\_; венозного давления? \_\_\_\_\_.

7. Основными факторами, которые могут привести к интерстициальному отёку, являются: \_\_\_\_\_.

8. Давления, способствующие фильтрации (выходу жидкости) из капилляра:

- 1) \_\_\_\_\_;
- 2) \_\_\_\_\_.

Давления, способствующие реабсорбции (возврату жидкости) в капилляр:

- 1) \_\_\_\_\_;
- 2) \_\_\_\_\_.

## Работа 19.6. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АРТЕРИАЛЬНОГО ПУЛЬСА МЕТОДОМ ПАЛЬПАЦИИ

**Артериальный пульс** — ритмические колебания стенки артерии, обусловленные выбросом крови из сердца в артерии и изменением в них давления в течение систолы и диастолы.

**Ход работы.** Охватите правой рукой кисть обследуемого в области лучезапястного сустава так, чтобы большой палец располагался на тыльной стороне предплечья, а остальные — на его передней латеральной поверхности (рис. 19.1). Нащупав лучевую артерию, тремя пальцами прижимайте её к подлежащей кости до появления ощущения под пальцами пульсовых толчков. Оцените пульс по следующим показателям:

1. **Ритм** пульса. Определяют по длительности интервалов между пульсовыми ударами. У здорового человека пульсовые волны следуют друг за другом через приблизительно равные промежутки времени.

В норме встречается **дыхательная аритмия**, при которой пульс возрастает на вдохе и уменьшается при выдохе. Дыхательная аритмия чаще встречается у молодых людей и у лиц с лабильной автономной нервной системой.

2. **Частота** пульса. Считают количество пульсовых толчков в течение 20–30–60 с, затем, при необходимости, пересчитывают на 60 с (1 минуту). Частота пульса в состоянии покоя может колебаться в пределах 60–90 уд/мин<sup>1</sup>. Повышение частоты пульса более 90 уд/мин называют тахикардией, снижение меньше 60 уд/мин — брадикардией.

3. **Наполнение** (амплитуда) пульса — субъективный показатель, оцениваемый пальпаторно по высоте подъёма артериальной стенки во время похождения пульсовой волны. Наполнение пульса зависит от **систолического объёма крови, эластичности стенок артерий, объёма циркулирующей крови**.

4. **Напряжение** пульса — субъективный показатель, оцениваемый по силе надавливания на артерию, достаточной для исчезновения её пульсации дистальнее места прижатия. Напряжение пульса зависит от величины **систолического артериального давления**. При нормальном давлении крови напряжение пульса оценивается как умеренное. Чем выше давление, тем труднее полностью сдавить артерию, и при высоком давлении пульс становится напряженным или твёрдым. При низком артериальном давлении артерия сдавливается легко, и пульс оценивается как мягкий.

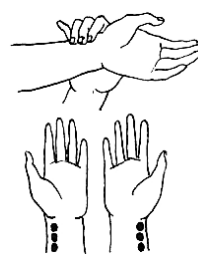


Рис. 19.1

5. **Скорость** пульса — субъективный показатель, определяемый пальпаторно по скорости достижения артериальной стенкой максимальной амплитуды колебаний. Скорость пульса зависит от скорости прироста давления в артериальной системе в течение систолы, что в свою очередь зависит от **пульсового давления, ударного объёма крови и сопротивления артерий**. Если во время систолы в аорту выбрасывается большой объём 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.

Наполнение и скорость пульса могут быть определены объективно по записи пульса — сфигмограмме.

### Указания к оформлению протокола:

1. *Внесите в таблицу* показатели своего пульса, а также минимальные, максимальные и средние значения частоты пульса у студентов группы.
2. *Сделайте заключение* о состоянии пульса, сравнив результаты с нормой.

### ПРОТОКОЛ

Свойство пульса	Норма	Варианты отклонения	Данные обследования
Ритм	Ритмичный	Аритмичный	
Частота	60–90	Редкий (брадикардия, < 60), частый (тахикардия, > 90)	
Наполнение	Хорошее	Слабое — нитевидный пульс	
Напряжение	Умеренное	Мягкий или твёрдый пульс	
Скорость	Нормальная	Быстрый или медленный пульс	

Частота пульса у студентов группы: мин. \_\_\_\_\_, макс. \_\_\_\_\_, средняя \_\_\_\_\_.

**Заключение:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> У новорождённого средняя частота пульса — 140 уд/мин; в 1–6 мес. — 130; в 1 год — 115; в 5–10 лет — 95; в 11–14 лет — 85; в 15–18 лет — 82 уд/мин.



## Работа 19.7. ОЦЕНКА СВОЙСТВ ПУЛЬСА ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА СФИГМОГРАММЫ



**Сфигмограмма** — графическая запись артериального пульса. Кривая сфигмограммы отражает изменения диаметра артерии под датчиком.

Откройте компьютерную программу «07\_Heart Sounds» → «General Tutorials» → «Hemodynamics» → «Normal Left Heart Pressures and the Carotid Pulse».

Слева появляется динамическое изображение движения левых отделов сердца, справа — *поликардиограмма*, на которой представлена синхронная запись следующих кривых: электрокардиограмма (зелёная), сфигмограмма сонных артерий (СГ, красная), фонокардиограмма (ФКГ, жёлтая), изменения давления в полости левого желудочка (коричневая), изменения давления в полости левого предсердия (лимонно-жёлтая).

1. Нажмите «Carotid». Нажимая кнопки «I, Play All, II» изучите временные соотношения I и II тонов сердца на фонокардиограмме и основных элементов сфигмограммы: анакроты, катакроты, инцизуры, дикротического зубца. Соотнесите их с изображением движения крови в левом желудочке и аорте, смыкания и открытия клапанов сердца. Ответьте на 1-й и 2-й вопросы протокола.

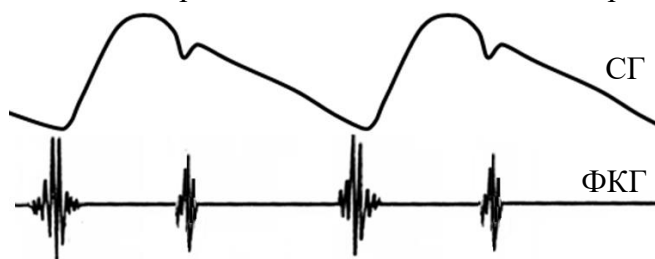


Рис. 19.2. Сфигмограмма (СГ) и фонокардиограмма (ФКГ)

2. Нажав кнопку «I», перейдите в «General Tutorials» → «Inspection and Palpation» → «Carotid Pulse». На нормальной сфигмограмме пульсовых колебаний *a. carotis* сравните скорости анакроты и катакроты, обратите внимание на положение дикротического зубца. Нажмите «Labels» и запомните, как можно по сфигмограмме определить период изгнания крови во время систолы (Systolic Ejection Period).

3. Нажмите кнопку «Aortic Stenosis» → «Labels» и пронаблюдайте как изменяются скорость и форма анакроты при аортальном стенозе. Объясните наблюдаемые явления. Вернитесь к нормальной сфигмограмме, нажав «Return to Normal».

4. Выберите «Aortic Regurgitation» и изучите как изменяется характер сфигмограммы при острой недостаточности аортальных клапанов и регургитации крови. Сравните продолжительность периода изгнания крови и скорость пульса при недостаточности аортальных клапанов и при аортальном стенозе.

Выйдите из программы, последовательно нажав «Exit», «Yes», «Exit».

### Указания к оформлению протокола:

1. На рис. 19.2 *обозначьте* на сфигмограмме анакроту, катакроту, инцизуру и дикротический зубец.
2. Там же *обозначьте* 1-й и 2-й тоны на фонокардиограмме.
3. Основываясь на анализе сфигмограммы, *ответьте* на вопросы протокола.

### ПРОТОКОЛ

1. Начало прироста давления крови в аорте и каротидной артерии совпадает с возникновением \_\_\_\_\_ тона сердца. Этот прирост давления крови отражается \_\_\_\_\_ (назовите элемент сфигмограммы).
2. Появление на сфигмограмме дикротического зубца совпадает по времени с возникновением \_\_\_\_\_ тона сердца. Причиной возникновения дикротического зубца является \_\_\_\_\_.
3. Скорость прироста анакроты при аортальном стенозе \_\_\_\_\_ вследствие \_\_\_\_\_; скорость прироста анакроты при недостаточности аортальных клапанов \_\_\_\_\_ вследствие \_\_\_\_\_.

### Работа 19.8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ

**Пульсовая волна** представляет собой волнообразное движение стенки сосуда, которое происходит вследствие распространения образующейся в аорте первичной волны по направлению к периферии. Её скорость значительно превышает линейную скорость тока крови в сосудах и может определяться по времени задержки начала пульсовой волны на периферической артерии относительно начала пульсовой волны на центральной артерии.

Скорость распространения пульсовой волны рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{ПВ}} = \frac{L, \text{ м}}{t, \text{ с}},$$

где  $V_{\text{ПВ}}$  — скорость распространения пульсовой волны, м/с;  
 $L$  — расстояние между датчиками, м;  
 $t$  — разница во времени прохождения пульсовой волны, с.

Скорость распространения пульсовой волны позволяет оценить растяжимость и упругое сопротивление сосудистой стенки. В норме у взрослых людей скорость распространения пульсовой волны в сосудах эластического типа равна 5–7 м/с, в сосудах мышечного типа — 6–10 м/с.

Она может **увеличиваться** при:

- уменьшении растяжимости сосудов (например, при атеросклерозе);
- повышении тонуса гладкомышечных клеток сосудов;
- повышении среднего гемодинамического давления крови.

**Уменьшение** скорости распространения пульсовой волны наблюдается, как правило, при:

- снижении среднего гемодинамического давления крови;
- понижении тонуса гладкомышечных клеток сосудов.

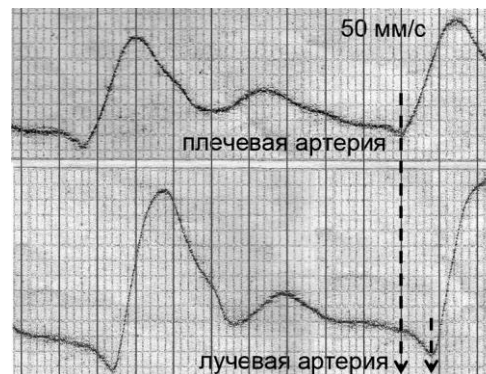
Увеличение скорости распространения пульсовой волны в последние годы рассматривается в качестве независимого фактора риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, выявляющегося на ранних доклинических стадиях их развития.

**Ход работы.** Попросите испытуемого сесть на стул, положив одну руку на стол. На внутренней поверхности верхней трети плеча испытуемого (вблизи подмышечной впадины) — в месте наилучшей пальпации плечевой артерии — укрепите один из датчиков для регистрации пульса. На предплечье у лучезапястного сустава — в месте наилучшей пальпации лучевой артерии — укрепите второй датчик. Каждый из датчиков присоедините к отдельному каналу регистратора. Запишите сфигмограммы плечевой и лучевой артерии.

**Указания к оформлению протокола:**

1. Рассчитайте время, за которое протягивается 1 мм ленты, при скорости протяжки 50 мм/с.
2. По задержке во времени начала анакроты на плечевой и лучевой артериях определите разницу во времени прохождения пульсовой волны.
3. Рассчитайте скорость распространения пульсовой волны, сравните её с нормой.

#### ПРОТОКОЛ



1. Время, затрачиваемое на протяжку 1 мм ленты: 50 мм — 1 с  
 1 мм — X с  
 $X = \frac{1 \text{ мм}}{50 \text{ мм/с}} = \frac{1}{50} \text{ с}$
2. Разница во времени прохождения пульсовой волны:  $t = \text{_____ с}$ .
3. Зная, что расстояние между датчиками  $L = 56 \text{ см}$ , скорость распространения пульсовой волны составила:  
 $V_{\text{ПВ}} = \frac{56 \text{ см}}{t} = \text{_____ м/с}$

**Вывод:** \_\_\_\_\_

**Работа 19.9. ИЗМЕРЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ АУСКУЛЬТАТИВНЫМ МЕТОДОМ КОРОТКОВА  
И ПАЛЬПАТОРНЫМ МЕТОДОМ РИВА–РОЧЧИ**

**А. Измерение АД крови аускультативным методом Короткова**

Офисное (клиническое) измерение АД является основным методом определения степени артериальной гипертензии (АГ) и стратификации риска. Измерения АД следует проводить по методике ВОЗ приборами, которые прошли метрологический контроль. Дополнительными методами выявления АГ являются домашнее и суточное мониторирование АД (СМАД).

**Материалы и оборудование:** тонометр, фонендоскоп, вата, антисептик.

**Ход работы.** Протрите головку фонендоскопа антисептиком. Для получения достоверных и воспроизводимых величин АД необходимо строго соблюдать стандарты его измерения:

- объясните испытуемому (пациенту) процедуру измерения);
- измерение проводите в тихом помещении при комфортной температуре после 5-минутного отдыха. После активной физической или эмоциональной нагрузки измерять АД можно не ранее чем через полчаса;
- за полчаса исключают приём пищи, кофеина (чай, кофе, кола и т. п.) или курение (если пациент курит);
- следует учитывать сроки приёма вазоактивных лекарственных средств;
- испытуемый обычно сидит на стуле, опираясь на спинку в удобной позе, рука расположена свободно на столе ладонью вверх, ноги расслаблены и не перекрещиваются (рис. 19.3). Мочевой пузырь должен быть опорожнён;
- исключите разговор во время измерения АД;

- манжету тонометра и головку фонендоскопа недопустимо накладывать на одежду. Закатанный рукав не должен сдавливать ткани плеча;
- размер манжеты должен соответствовать размерам руки. Резиновый баллон в манжете должен охватывать не менее 80 % окружности плеча. Критерии выбора стандартной манжеты по окружности руки (см):  
22–26 см — небольшая манжета;  
27–34 см — манжета для взрослых;  
35–44 см — большая манжета для взрослых;  
45–52 см — манжета для наложения на бедро для взрослых.
- расположите середину раздуваемой части (баллона) манжеты над плечевой артерией, а трубки тонометра — сбоку от локтевого сгиба;
- середина манжеты должна быть расположена на уровне сердца (приблизительно на уровне 4-го межреберья или середины грудины), её нижний край должен быть на 2–3 см выше локтевой ямки. Между манжетой и кожей плеча должен плотно проходить палец;
- в локтевой ямке (медиальное сухожилие *m. biceps brachii*) пальпируйте пульсирующую плечевую артерию, на место её проекции поместите мембрану фонендоскопа.



Рис. 19.3. Измерение АД

- закройте клапан груши и быстро нагнетайте воздух до достижения давления примерно на 30 мм рт. ст. выше, чем ожидаемое давление в артерии, при этом пульс на лучевой артерии должен исчезнуть;
- медленно снижайте давление со скоростью примерно 2 мм рт. ст. в секунду и выслушивайте сосудистые тоны в плечевой артерии. Обследуемый при этом не должен видеть шкалу манометра;

### Работа 19.9. (продолжение)

- **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;
- запись значений систолического и диастолического АД производится с точностью до 2 мм рт. ст.

Нормальные величины артериального давления у взрослых составляют<sup>2</sup>:

Таблица 19.1

Нормальное	100–139	60–89
Категории нормального АД	Величина артериального давления, мм рт. ст.	
	систолическое	диастолическое
высокое нормальное	130–139	85–89
нормальное	120–129	80–84
оптимальное	100–119	60–79

- 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 1–2 мин повторите измерение артериального давления. Если разница составила более 10 мм рт. ст., проведите третье измерение. Учитывают средний результат из двух последних измерений;
- после этого проведите измерение на второй руке. 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.

#### Наиболее частые ошибки, приводящие к неправильному измерению АД:

- использование манжеты, не соответствующей охвату плеча;
- малое время для адаптации пациента к условиям врачебного кабинета;
- высокая скорость снижения давления в манжете;
- неправильное положение руки пациента
- отсутствие контроля асимметрии.

#### Б. Измерение АД крови пальпаторным методом Рива–Роччи

Измерение АД проводится способом, описанным в предыдущей части работы. При этом для определения величины давления фонендоскоп не используется. Определяется пульсация на лучевой артерии. После нагнетания воздуха в манжету (пульсация исчезает) продолжают пальпацию артерии и начинают снижать давление в манжете до появления пульсации, в этот момент регистрируют систолическое АД.

Метод Рива–Роччи позволяет получить ориентировочное представление о величине АД в тех случаях, когда имеются затруднения в выслушивании тонов Короткова (большой объём подкожной жировой клетчатки, малый сердечный выброс и т. д.) или требуется ориентировочно определить уровень АД перед его измерением аускультативным методом.

<sup>2</sup> У новорождённого ребёнка систолическое давление составляет в среднем около 70 мм рт. ст., к году увеличивается до 90 мм рт. ст. и в последующем постепенно растёт, достигая значений, характерных для взрослого человека, в период пубертата. У детей старше года для ориентировочного расчёта величины систолического АД можно воспользоваться формулой  $АД_{сис} = 100 + n$  или  $90 + 2n$ , где  $n$  — возраст в годах. Диастолическое АД составляет  $1/3$ – $2/3$  систолического.

Повышение давления с возрастом идёт параллельно росту скорости распространения пульсовой волны по сосудам мышечного типа и связано с повышением их тонуса и увеличением общего периферического сопротивления сосудов.

**Работа 19.9. (продолжение)****ПРОТОКОЛ**

1. При измерении АД по методу Короткова были получены следующие результаты (средние из двух последних измерений):

Рука	Артериальное давление, мм рт. ст.	
	систолическое	диастолическое
Правая		
Левая		

Таким образом величина артериального давления составила:

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ мм рт. ст.

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ мм рт. ст.

2. При измерении АД по методу Рива-Роччи величина артериального давления составила:

\_\_\_\_\_ мм рт. ст.

\_\_\_\_\_ мм рт. ст.

3. **Вывод.** У испытуемого АД<sup>3</sup>: \_\_\_\_\_ (нормальное, низкое — гипотензия, высокое — гипертензия).

Если измеренное АД нормальное, то оно относится к категории<sup>4</sup>: \_\_\_\_\_ (оптимальное, нормальное, высокое нормальное).

АД, измеренное по методу Рива-Роччи, соответствует величине \_\_\_\_\_ (систолического, диастолического, пульсового, среднего гемодинамического) давления по Короткову.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

<sup>3</sup> Оценивается по любому показателю (АД<sub>сис</sub> или АД<sub>диа</sub>), отклоняющемуся от нормы.

<sup>4</sup> По табл. 19.1. АД относят к той категории, в которую попадают цифры более высокого АД<sub>сис</sub> или АД<sub>диа</sub>.

<p><b>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Функции предсердий, желудочков и клапанов сердца. Направление потоков крови в сердце. Связь большого и малого кругов кровообращения.</li> <li>2. Особенности метаболизма и кровоснабжения миокарда в состоянии относительного покоя и при физической нагрузке. Коронарный кровоток в миокарде правого и левого желудочков в систолу и диастолу.</li> <li>3. Строение и функции проводящей системы сердца. Ход распространения возбуждения по проводящей системе сердца. Особенности проведения возбуждения по АВ-соединению. Градиент автоматии.</li> <li>4. Автоматия сердца. Механизмы автоматии. Потенциал действия пейсмекерных клеток, его фазы и ионные механизмы. Роль фазы МДД.</li> <li>5. Физиологические свойства сократительного миокарда. Потенциал действия клеток сократительного миокарда, его фазы и ионные механизмы.</li> <li>6. Распространение возбуждения по миокарду. Электромеханическое сопряжение. Источники и роль ионов кальция в разных отделах сердца. Механизм сокращения и расслабления типичного кардиомиоцита.</li> <li>7. Временные соотношения возбуждения, возбудимости и сокращения миокарда. Роль длительной фазы рефрактерности. Реакция сердечной мышцы на дополнительное раздражение. Понятие об экстрасистоле.</li> <li>8. Законы сокращения сердца. Роль пред- и постнагрузки. Факторы, определяющие величину пред- и постнагрузки. Работа желудочков сердца.</li> </ol>	<p><b>ЛИТЕРАТУРА</b>  <i>Основная</i>                  [1].                  [2]. С. 233–242, 251–253.</p> <p><i>Дополнительная</i>                  [3]. Ч. 2. С. 6–25, 53–55.                  [4]. С. 237–244, 278–279, 281.                  [17]. С. 5–30.</p>		
<p><b>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</b></p>	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <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. Почему возбуждение от предсердий к желудочкам проводится только через атриовентрикулярный узел?</li> <li>4. Какие электрофизиологические особенности строения атриовентрикулярного узла Вы знаете?</li> <li>5. Какая фаза потенциала действия клеток водителя ритма лежит в основе автоматии сердца?</li> <li>6. Какие структуры проводящей системы сердца обладают наибольшей и наименьшей автоматией?</li> </ol> </td> <td style="vertical-align: top;"> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Что можно использовать в качестве показателя автоматии?</li> <li>8. Какова роль HCN-каналов (<math>I_f</math>-тока)?</li> <li>9. Какова роль циклических нуклеотидов в регуляции проницаемости HCN-каналов (величины <math>I_f</math>-тока)?</li> <li>10. Какова роль длительного периода рефрактерности в миокарде?</li> <li>11. Что такое экстрасистола?</li> <li>12. Что такое «уязвимый период сердца»? Чем он обусловлен?</li> <li>13. В чем заключается «основной закон сердца»?</li> <li>14. Что такое пред- и постнагрузка, какое влияние оказывает повышение пред- и постнагрузки на сокращения миокарда?</li> <li>15. Почему при блокаде Na/K-АТФазы повышается возбудимость и сократимость миокарда?</li> </ol> </td> </tr> </table>		<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. Почему возбуждение от предсердий к желудочкам проводится только через атриовентрикулярный узел?</li> <li>4. Какие электрофизиологические особенности строения атриовентрикулярного узла Вы знаете?</li> <li>5. Какая фаза потенциала действия клеток водителя ритма лежит в основе автоматии сердца?</li> <li>6. Какие структуры проводящей системы сердца обладают наибольшей и наименьшей автоматией?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Что можно использовать в качестве показателя автоматии?</li> <li>8. Какова роль HCN-каналов (<math>I_f</math>-тока)?</li> <li>9. Какова роль циклических нуклеотидов в регуляции проницаемости HCN-каналов (величины <math>I_f</math>-тока)?</li> <li>10. Какова роль длительного периода рефрактерности в миокарде?</li> <li>11. Что такое экстрасистола?</li> <li>12. Что такое «уязвимый период сердца»? Чем он обусловлен?</li> <li>13. В чем заключается «основной закон сердца»?</li> <li>14. Что такое пред- и постнагрузка, какое влияние оказывает повышение пред- и постнагрузки на сокращения миокарда?</li> <li>15. Почему при блокаде Na/K-АТФазы повышается возбудимость и сократимость миокарда?</li> </ol>
<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. Почему возбуждение от предсердий к желудочкам проводится только через атриовентрикулярный узел?</li> <li>4. Какие электрофизиологические особенности строения атриовентрикулярного узла Вы знаете?</li> <li>5. Какая фаза потенциала действия клеток водителя ритма лежит в основе автоматии сердца?</li> <li>6. Какие структуры проводящей системы сердца обладают наибольшей и наименьшей автоматией?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Что можно использовать в качестве показателя автоматии?</li> <li>8. Какова роль HCN-каналов (<math>I_f</math>-тока)?</li> <li>9. Какова роль циклических нуклеотидов в регуляции проницаемости HCN-каналов (величины <math>I_f</math>-тока)?</li> <li>10. Какова роль длительного периода рефрактерности в миокарде?</li> <li>11. Что такое экстрасистола?</li> <li>12. Что такое «уязвимый период сердца»? Чем он обусловлен?</li> <li>13. В чем заключается «основной закон сердца»?</li> <li>14. Что такое пред- и постнагрузка, какое влияние оказывает повышение пред- и постнагрузки на сокращения миокарда?</li> <li>15. Почему при блокаде Na/K-АТФазы повышается возбудимость и сократимость миокарда?</li> </ol>			

<b>Работа 20.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>	
СА-узел — _____ _____	Электромеханическое сопряжение — _____ _____
АВ-узел — _____ _____	Относительная рефрактерность — _____ _____
Пейсмекер — _____ _____	Абсолютная рефрактерность — _____ _____
АВ-задержка — _____ _____	Уязвимый период сердца — _____ _____
Градиент автоматии — _____ _____	Экстрасистола — _____ _____
Медленная диастолическая деполяризация (МДД) — _____ _____	Преднагрузка — _____ _____
Триггерный кальций — _____ _____	Постнагрузка — _____ _____
Функциональный синцитий — _____ _____	Феномен лестницы Боудича — _____ _____

### **Работа 20.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ**



Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Приготовление препарата изолированного сердца лягушки» (09:27) — к работе 20.3;
2. «Автоматия сердца» (09:30) — к работам 20.3 и 20.4.

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



### Работа 20.3. АВТОМАТИЯ СЕРДЦА И ВЛИЯНИЕ НА НЕЁ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ



**Автоматия сердца** — способность сердца к генерации электрических импульсов, вызывающих его сокращение. Способностью к автоматии обладают атипичные кардиомиоциты, образующие проводящую систему сердца.

Способность к автоматии уменьшается по ходу проводящей системы, начиная от синоатриального узла, который является водителем ритма сердца и в норме определяет частоту сокращений сердца, по направлению к волокнам Пуркинье. Это явление получило название «градиент автоматии».

#### Ход работы.

**А.** Просмотрите учебные видеофильмы «Приготовление препарата изолированного сердца лягушки» и «Автоматия сердца лягушки».

1. Пронаблюдайте сокращения изолированного сердца лягушки.
2. Пронаблюдайте опыт Станниуса (наложение лигатуры между венозным синусом и правым предсердием).

**Результаты:** после наложения лигатуры Станниуса \_\_\_\_\_

**Вывод** (локализация водителя ритма сердца): \_\_\_\_\_

#### Ответьте на вопросы:

Как изменится работа сердца (ЧСС, последовательность сокращений предсердий и желудочков) при нарушении связи между синусовым и атриовентрикулярным узлом? \_\_\_\_\_

Как изменится работа сердца человека, если водителем ритма сердца станет пучок Гиса? \_\_\_\_\_  
 волокна Пуркинье? \_\_\_\_\_

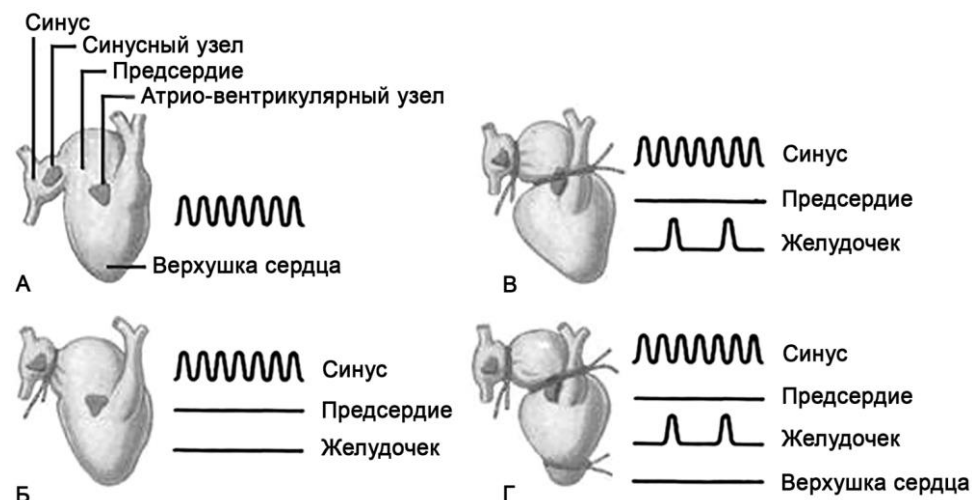


Рис. 20.1. Опыт Станниуса:

А — строение сердца лягушки; Б — наложение I лигатуры;  
 В — наложение II лигатуры; Г — наложение III лигатуры

#### Б. Влияние температуры на автоматию сердца.

Записывают ПД пейсмекерных клеток сердца лягушки *in situ* при комнатной температуре, затем наносят на область пейсмекера несколько капель холодного раствора Рингера; после восстановления работы сердца на область пейсмекера наносят несколько капель тёплого раствора Рингера.

#### Результаты:

частота ПД пейсмекерных клеток:  
 при охлаждении пейсмекера сердца \_\_\_\_\_,  
 при согревании пейсмекера сердца — \_\_\_\_\_.

**Вывод.** При гипотермии у человека можно ожидать \_\_\_\_\_ ЧСС, а при гипертермии (лихорадке) — \_\_\_\_\_ ЧСС.



**Работа 20.4. МЕХАНИЗМЫ ГЕНЕРАЦИИ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЕЙСТВИЯ (ПД) КЛЕТОК СИНОАТРИАЛЬНОГО УЗЛА И КЛЕТОК СОКРАТИТЕЛЬНОГО МИОКАРДА ЖЕЛУДОЧКОВ (выполняется дома самостоятельно)**



**Ход работы.** Работа выполняется дома самостоятельно и закрепляется во время занятия на основе просмотра учебного видеofilма «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 _____ ( $\uparrow\downarrow$ ) проницаемости мембраны для ионов _____ и повышение — для ионов _____ (через _____ каналы _____-типа) и ионов _____ ( $I_f$ -ток)	фаза 0	преимущественно, входящий через _____ потенциалзависимые каналы ток ионов _____
фаза 0	входящий через _____ потенциалзависимые каналы _____-типа ток _____ и _____	фаза 1	прекращается входящий ток _____, преобладает выходящий ток ионов _____, медленно нарастает входящий ток _____
фаза 3	закрытие _____ потенциалзависимых _____/_____ -каналов и _____ ( $\uparrow\downarrow$ ) проницаемости мембраны для ионов _____, выходящих из атипичного кардиомиоцита	фаза 2	уравновешены выходящий ток ионов _____ и входящий ток ионов _____
		фаза 3	инактивируются _____-каналы, преобладает выходящий ток ионов _____

*Нарисуйте два последовательных ПД пейсмекерной клетки, обозначьте их фазы*



*Нарисуйте два последовательных ПД типичного кардиомиоцита желудочков, обозначьте их фазы*



## Работа 20.5. ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ФОРМИРОВАНИЯ РИТМА СЕРДЦА И ГРАДИЕНТА АВТОМАТИИ



На основании материалов лекции, фильма и программы «08\_12Lead»:

1. *Рассчитайте* длительность сердечного цикла (ДСЦ) при ЧСС = 75 в мин.:

$$ДСЦ_{СА} = 60 / ЧСС = \underline{\quad} / \underline{\quad} = \underline{\quad} \text{ с} = \underline{\quad} \text{ мс.}$$

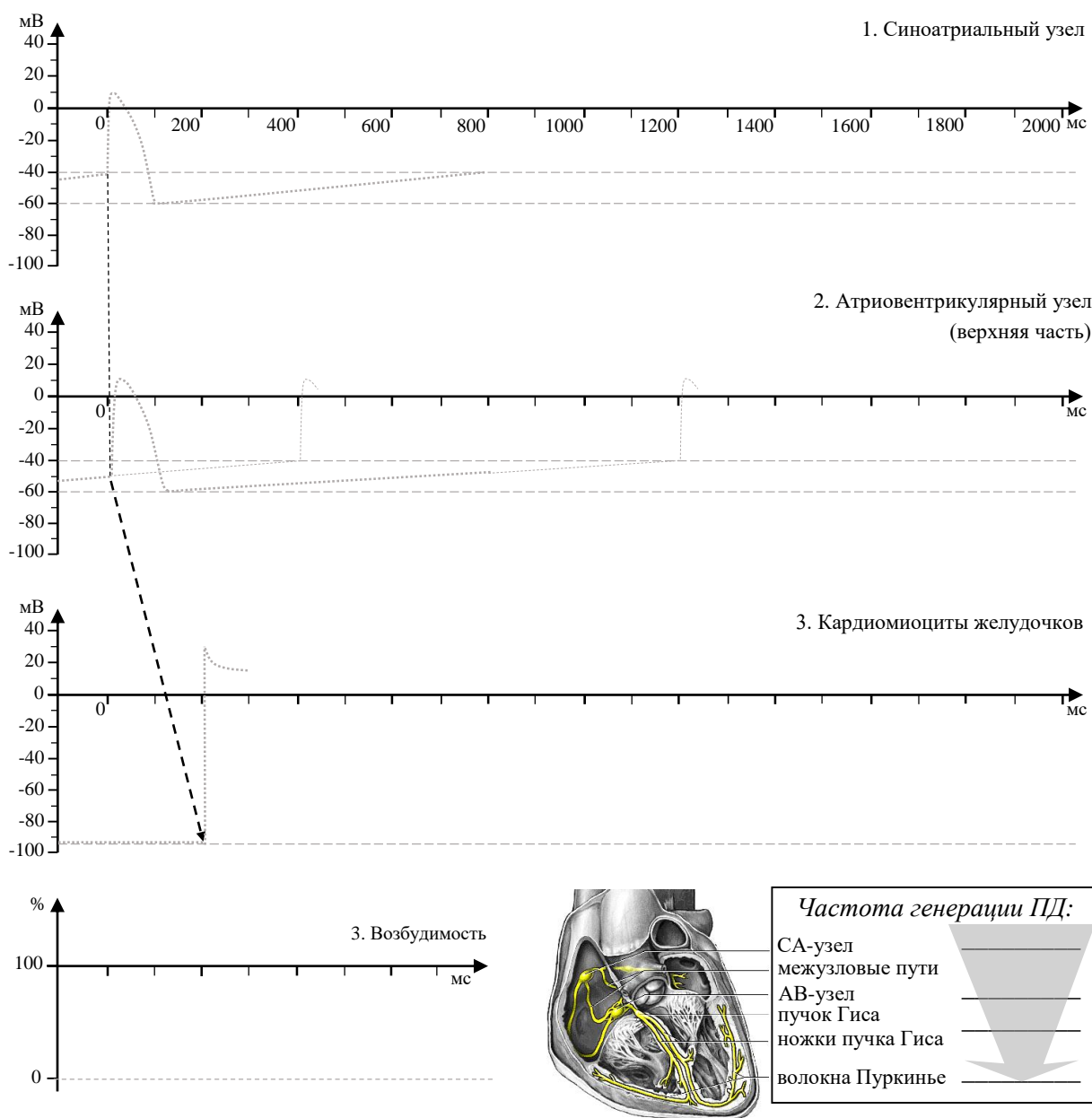
*Нарисуйте* потенциалы действия СА-узла при данной частоте генерации импульсов.

2. *Рассчитайте* длительность сердечного цикла (ДСЦ) при ЧСС = 50 в мин.:

$$ДСЦ_{АВ} = 60 / ЧСС = \underline{\quad} / \underline{\quad} = \underline{\quad} \text{ с} = \underline{\quad} \text{ мс.}$$

*Нарисуйте пунктиром* потенциалы действия АВ-узла при данной частоте генерации импульсов *и сплошной линией* — ПД, генерируемые в соответствии с частотой разрядов действующего водителя ритма 1-го порядка.

3. *Нарисуйте* потенциалы действия клеток сократительного миокарда, а также синхронное изменение возбудимости типичных кардиомиоцитов в ходе возбуждения и график их сокращения. *Обозначьте фазы ПД и фазы возбудимости.*



### Работа 20.6. АНАЛИЗ КРИВОЙ ИЗМЕНЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ, ИЗМЕРЕННОГО ПРЯМЫМ МЕТОДОМ



Для выполнения работы используется компьютерная программа «04\_PRAТ». Подробное описание порядка работы с программой дано в работе 1.5.

Золотым стандартом определения величины кровяного давления является его прямое измерение. Для этого в кровеносный сосуд или камеру сердца вводится катетер, соединённый с манометром, что позволяет в режиме реального времени очень точно отслеживать изменения гемодинамики в различных участках сердечно-сосудистой системы. Однако этот метод является инвазивным и связан с опасностью инфицирования, развития кровотечений или тромбозов и других осложнений.

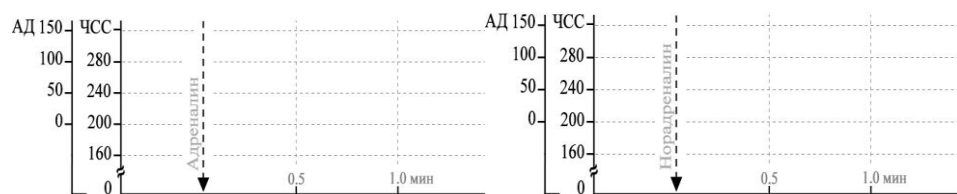
Учитывая ценность получаемой диагностической информации, его применяют в отделениях интенсивной терапии и реанимации, при хирургических вмешательствах и т. д.

#### Указания к оформлению протокола.

1. Заполните таблицу. Нарисуйте графики изменения артериального давления (АД) при действии адреналина и норадреналина.
2. Определите, в чем заключаются различия влияния адреналина и норадреналина на основные показатели системной гемодинамики и местного кровотока.

### ПРОТОКОЛ

Показатель	Исходное значение	Крыса №1. Адреналин 20 мкг/кг	Крыса №2. Норадреналин 20 мкг/кг	Выводы
АДсис., мм рт. ст. (BP <sub>sys</sub> )	111	125	178	<p>При введении <b>адреналина</b> в физиологических концентрациях отмечается ___ (↑ или ↓) АД<sub>диа</sub> и АД<sub>сгд</sub>, что указывает на ___ (↑ или ↓) ОПС вследствие ___ (расширения или сужения) сосудов. Рост АД<sub>сис</sub> обусловлен ___ сердца и ___ ОПС, что проявляется ___ ЧСС, ___ АД<sub>пульс</sub> и ___ АД<sub>диа</sub>.</p> <p>↑ или ↓) ОПС в этом случае ___ (↑ или ↓) кровотока в сосудах МЦР и способствует централизации кровотока.</p>
АДсгд., мм рт. ст. (BP <sub>mea</sub> )	81	64	139	
АД <sub>диа</sub> ., мм рт. ст. (BP <sub>dia</sub> )	68	38	122	
ЧСС, уд/мин (H. R.)	161	256	216	
Пульсовое давление, мм рт. ст. (рассчитайте)				



Исправить задания на страницах

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)



<b>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</b>	
1. При каком давлении в левом желудочке начинается период изгнания крови, если артериальное давление составляет 115/70 мм рт. ст.?	5. При катетеризации полости сердца измерение давления крови показало колебания от 0 до 25 мм рт. ст., содержание оксигемоглобина в крови составило 60 % HbO <sub>2</sub> . Какая полость сердца была катетеризована?
2. Чему равны значения конечно-диастолического (КДО), ударного (УО) и конечно-систолического объёмов (КСО) крови?	6. Какой интервал (комплекс) ЭКГ отражает длительность «электрической систолы» желудочков и как зависит его продолжительность от частоты сердечных сокращений?
3. 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). Какова была средняя ЧСС, если средняя величина УО составила 75 мл?	7. 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.
4. Каким фазам сердечного цикла соответствуют начало анакроты и дикротического зубца СГ; зубцов Р и Q ЭКГ; III тона ФКГ?	
<b>Работа 21.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>	
Ударный объём (УО) — _____	Электрокардиография (ЭКГ) — _____
Конечно-диастолический объём (КДО) — _____	Калибровочный сигнал (калибровка) — _____
Конечно-систолический объём (КСО) — _____	Изоэлектрическая линия — _____
Фракция выброса (ФВ) — _____	Зубец ЭКГ — _____
Сердечный индекс (СИ) — _____	Сегмент ЭКГ — _____
Минутный объём крови (МОК) — _____	Интервал ЭКГ — _____
Систола — _____	Желудочковый комплекс ЭКГ — _____
Диастола — _____	Электрическая систола желудочков — _____
Сердечный цикл — _____	Поликардиография — _____
Изометрическое сокращение — _____	Тоны сердца — _____

## Работа 21.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Электрокардиография» (16:43) — к работе 21.3.

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеofilмы, размещённые в ЭУМК.



## Работа 21.3. РЕГИСТРАЦИЯ И АНАЛИЗ ЭКГ



**Электрокардиография** — метод исследования биоэлектрической активности сердца путём записи изменений разности потенциалов, создаваемой электрическим полем сердца во время его возбуждения.

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.

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. [18]).

Источником импульсов, возбуждающих миокард, являются атипичные кардиомиоциты проводящей системы сердца. 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 с малой скоростью проходит через атриовентрикулярный узел (атриовентрикулярная задержка), и затем с высокой скоростью по пучку Гиса, его ножкам и волокнам Пуркинью достигает миоцитов рабочего миокарда желудочков. Поскольку волокна Пуркинью ветвятся в субэндокардиальных слоях желудочков, волна возбуждения в желудочках распространяется от эндокарда к эпикарду.

Быстрый и почти одновременный выход возбуждения с волокон проводящей системы на обширные участки сократительного миокарда желудочков обеспечивает высокую синхронность возбуждения желудочков и эффективность систолы.

**Материалы и оборудование:** электрокардиограф, антисептик, вата, токопроводящая паста или 3–5 % раствор NaCl, марля.

**Ход работы.** 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.

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).

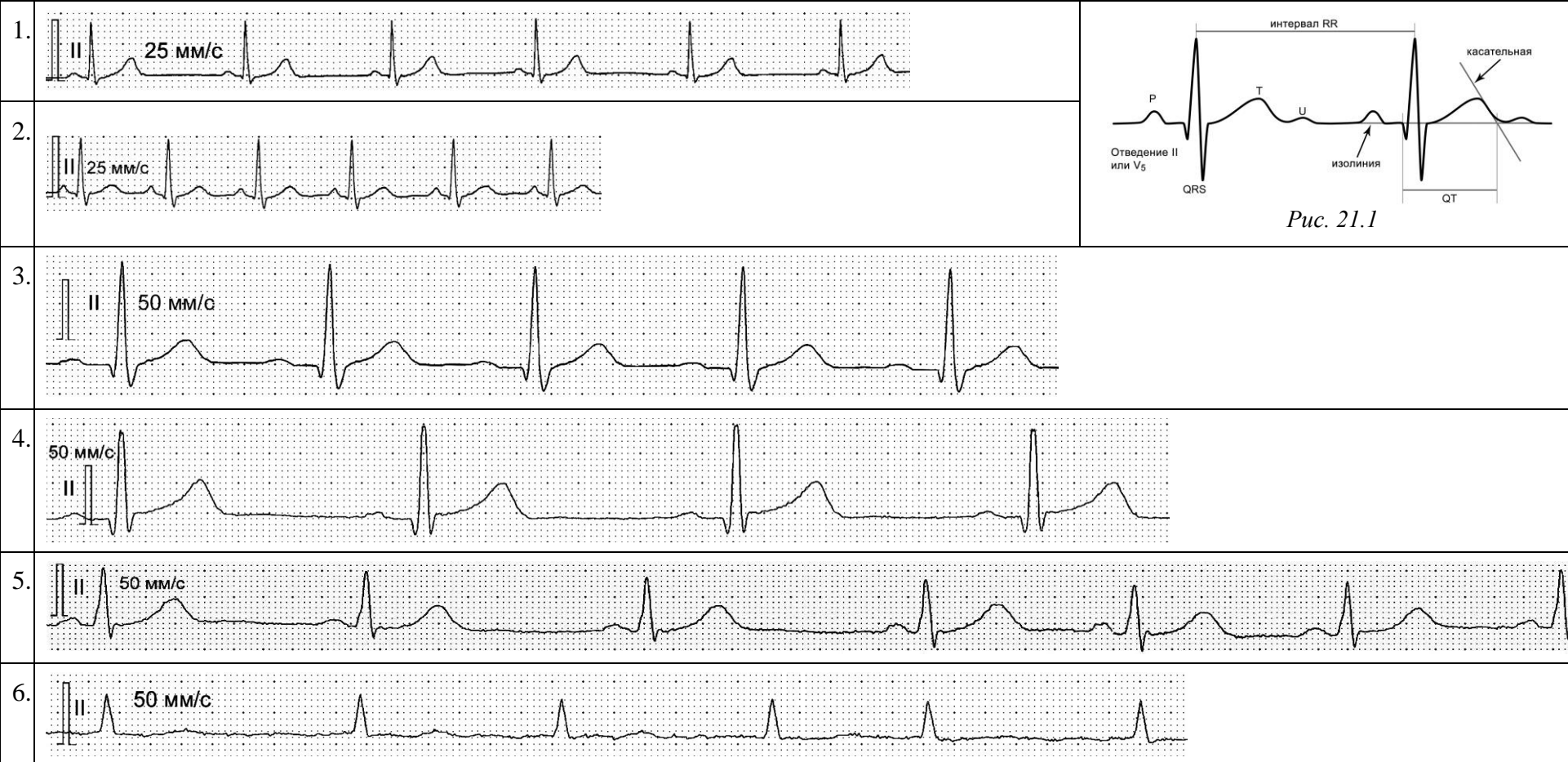
Шесть униполярных грудных отведений формируются при наложении грудных электродов: V<sub>1</sub> и V<sub>2</sub> — в 4-м межреберье по правой и левой окологрудным линиям, соответственно; V<sub>3</sub> — строго посередине между V<sub>2</sub> и V<sub>4</sub>; V<sub>4</sub> — в 5-м межреберье по левой среднеключичной линии; V<sub>5</sub> и V<sub>6</sub> — на уровне V<sub>4</sub> по передней и средней левым подмышечным линиям.

### Работа 21.3. (продолжение)

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.

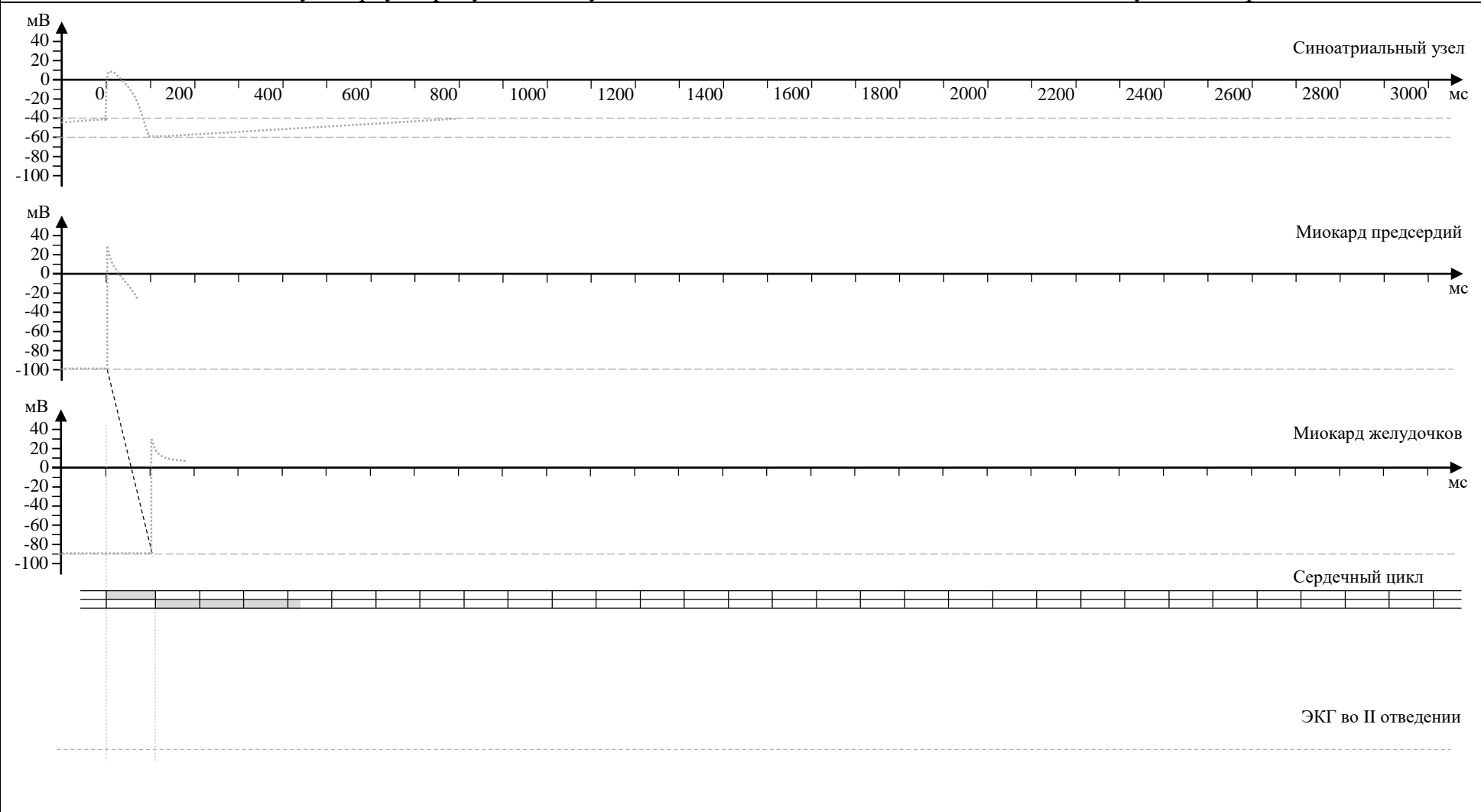
Проанализируйте полученную запись ЭКГ во II стандартном отведении<sup>5</sup> (номер ЭКГ указывает преподаватель, обведите его кружком).



<sup>5</sup> Из-за особенностей масштабирования при печати практикума размер ЭКГ № 5 уменьшен. Во всех случаях принимайте размер одного маленького квадрата на ленте равным 1 мм.

### Работа 21.3. (продолжение)

**Указания к оформлению протокола.** На основании материалов лекции, учебника и программы «08\_12Lead» *нарисуйте* сверху вниз (синхронно) потенциалы клеток синоатриального узла, клеток сократительного миокарда предсердий и желудочков сердца, а также ЭКГ при ЧСС = 75 в мин. Нижнюю пунктирную прямую используйте в качестве изолинии ЭКГ и *обозначьте* на ней зубцы, интервалы, комплексы.





### Работа 21.3. (продолжение)

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 = \_\_\_\_\_ мм;

скорость движения бумаги \_\_\_\_\_ мм/с;

1 мм = 1 : \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ с.

Дальнейший анализ ЭКГ проводят по следующим показателям:

#### 1. Определение источника сердечного ритма (синусовый или несинусовый ритм)

В норме регистрируется синусовый ритм, который характеризуется наличием во II стандартном отведении **положительных зубцов Р**, имеющих нормальную **одинаковую форму** и **предшествующих** каждому комплексу QRS. Длительность интервала PQ в норме одинакова и равна 0,12–0,20 с.

**Задание:** определите наличие на ЭКГ зубцов Р \_\_\_\_\_;

опишите их форму \_\_\_\_\_;

направление \_\_\_\_\_ (положительные или отрицательные);

расположение относительно комплексов QRS \_\_\_\_\_;

длительность PQ \_\_\_\_\_;

одинакова ли длительность PQ \_\_\_\_\_;

другие особенности \_\_\_\_\_.

**Заключение:** ритм \_\_\_\_\_

#### 2. Определение характера ритма (правильный, неправильный)

Для анализа характера ритма во II стандартном отведении измеряют длительность 5–6 последовательно зарегистрированных интервалов RR. Если длительности этих интервалов отличаются друг от друга не более чем на  $\pm 10\%$  от средней величины (или на 0,05–0,15 с), ритм считается правильным.

У здоровых молодых людей встречается синусовая дыхательная аритмия, при которой наблюдается постепенное укорочение интервалов RR (увеличение ЧСС) на вдохе и удлинение интервала RR (уменьшение ЧСС) на выдохе.

**Задание.** Определите длительность пяти интервалов и среднее RR. Рассчитайте отклонение RR от среднего по формуле  $\Delta = \left( \frac{RR_{\max} - RR_{\text{ср}}}{RR_{\text{ср}}} \right) \times 100\%$ :

Интервал	RR <sub>1</sub>	RR <sub>2</sub>	RR <sub>3</sub>	RR <sub>4</sub>	RR <sub>5</sub>	RR <sub>ср</sub>
Длительность, с						
Δ, %						

**Заключение:** характер ритма \_\_\_\_\_

### Работа 21.3. (продолжение)

#### 3. Определение частоты сердечных сокращений (ЧСС)

Определение ЧСС<sup>6</sup> 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 60 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).

$$\text{ЧСС} = \underline{\quad} : \underline{\quad} = \underline{\quad} \text{ в 1 мин.}$$

**Заключение:** \_\_\_\_\_

#### 4. Оценка проводимости

Признаком нарушения функции проводимости (замедления проведения импульса по структурам сердца) на ЭКГ является **увеличение длительности** её элементов. Для оценки проводимости измеряют длительность зубца P, которая характеризует время проведения возбуждения по предсердиям (в норме 0,06–0,10 с), длительность интервала PQ или PR (время проведения по предсердиям, атриовентрикулярному соединению и пучку Гиса, т. е. время проведения возбуждения от предсердий к желудочкам) (в норме 0,12–0,2 с) и общую длительность желудочкового комплекса QRS (проведение возбуждения по желудочкам) (в норме 0,06–0,1 с). Если время проведения превышает верхнюю границу нормы, считают, что проводимость снижена.

Продолжительность зубцов и интервалов измеряют во II отведении.

**Задание:** Длительность зубца P: \_\_\_\_\_ норма \_\_\_\_\_  
 интервала PQ: \_\_\_\_\_ норма \_\_\_\_\_  
 комплекса QRS: \_\_\_\_\_ норма \_\_\_\_\_

Сравните с нормой и *сделайте заключение о наличии или отсутствии нарушения проводимости* в различных отделах сердца.

**Заключение:** проводимость \_\_\_\_\_ (*нарушена или нет*).

#### 5. Оценка амплитуды зубцов ЭКГ во II стандартном отведении

Таблица 21.1

Зубцы ЭКГ	Норма, мВ		Измерено, мВ	Оценка (N, ↑, ↓)
	мин.	макс.		
P	0,05	0,25		
Q	0	0,3		
R	1,0	2,0		
S	0	0,6		
T	0,2	0,5		

#### 6. Оценка длительности зубцов, интервалов и комплексов ЭКГ во II отведении

Таблица 21.2

Зубцы	Норма, с		Измерено, с	Оценка (N, ↑, ↓)
	мин.	макс.		
P	0,06	0,10		
Q	0	0,03		
R	0,03	0,09		
S	0	0,03		
T	0,05	0,25		

Таблица 21.3

Интервалы	Норма, с		Измерено, с	Оценка (N, ↑, ↓)
	мин.	макс.		
PQ	0,12	0,20		
QRS	0,06	0,10		
QT	0,32	0,45		
RR	0,67	1,00		

<sup>6</sup> ЭКГ непосредственно характеризует автоматию, возбудимость и проводимость миокарда, но не его сократимость. Использование термина «ЧСС» является традиционным, но не совсем точным, поскольку ЭКГ прямо не отражает сокращение сердечной мышцы. Поэтому некоторые авторы предлагают вместо «ЧСС» использовать термин «частота возбуждений сердца» (ЧВС).

<b>Работа 21.3. (продолжение)</b>	
<p><b>7. Расчёт скорректированного интервала QT (QTc)</b></p> <p>Интервал QT отражает время электрической систолы желудочков и зависит, в первую очередь, от скорости и синхронности реполяризации кардиомиоцитов желудочков. Удлинение интервала QT указывает на неоднородность реполяризации, что является важным фактором риска развития тахиаритмий, в том числе фатальных.</p> <p>Поскольку длительность интервала QT зависит в том числе и от ЧСС, рассчитывают скорректированный интервал QT, который показывает какой была бы величина интервала QT при ЧСС = 60 в мин.</p> <p>При ЧСС от 60 до 100 в мин используют формулу Базетта:</p> $QTc = QT : \sqrt{RR}$ <p>При других значениях ЧСС применяют формулу Framingham:</p> $QTc = QT + 0,154 \times (1 - RR)$ <p>Нормальные значения QTc: 0,32-0,43 с (320-430 мс) для мужчин и 0,32-0,45 с (320-450 мс) для женщин.</p> <p><b>Задание:</b> определите длительность интервала QT (как показано на рис. 21.1, внесите в табл. 21.3), рассчитайте QTc и сделайте заключение (QTc в норме, укорочен или удлинен).</p> <p>QTc = _____ = _____.</p> <p><b>Заключение:</b> _____</p>	<p><b>8. Оценка направления зубцов ЭКГ во II отведении:</b></p> <p>зубцы _____ направлены вверх (положительны);  зубцы _____ направлены вниз (отрицательны);  зубцы _____ отсутствуют.</p> <p><b>9. Оценка формы зубцов ЭКГ во II отведении:</b></p> <p>зубцы _____ острые;  зубцы _____ уплощенные;  наличие других форм зубцов _____ (двухфазные и др.).</p> <p><b>10. Анализ сегмента ST:</b></p> <p>Отклонение сегмента ST от изоэлектрической линии является одним из основных признаков ишемии (недостаточного кровоснабжения) миокарда. В норме смещение сегмента ST от изоэлектрической линии вверх (элевация) или вниз (депрессия) не превышает 1 мм.</p> <p>Измеренное отклонение сегмента ST от изолинии составляет (используя «+» или «-»): _____ мм.</p> <p><b>Заключение:</b> признаки ишемии миокарда _____</p> <p><b>ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> по анализу ЭКГ:  ритм _____, ЧСС _____ в 1 мин,  проводимость _____, признаки ишемии миокарда _____</p>
<b>Работа 21.4. РЕГИСТРАЦИЯ И АНАЛИЗ ФОНОКАРДИОГРАММЫ (ЗАПИСАННОЙ СИНХРОННО С ЭКГ)</b>	
<p><b>Фонокардиограмма (ФКГ)</b> — кривая, отражающая частоту и амплитуду звуковых колебаний (тонов и шумов), возникающих в результате деятельности сердца</p> <p><b>Ход работы.</b> 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.</p>	<p><i>Нарисуйте ЭКГ синхронно с ФКГ, обозначьте их элементы</i></p> <p style="text-align: right;">ЭКГ</p> <p style="text-align: right;">ФКГ</p> <p><b>Анализ ФКГ:</b></p> <p>1. Выявляются тоны (какие) — _____ и шумы — _____.</p> <p>2. I тон следует за _____, его длительность — _____ (норма 0,07–0,13 с).</p> <p>3. II тон следует за _____, его длительность — _____ (норма 0,06–0,10 с).</p> <p><b>Вывод</b> (сравните полученные данные с нормой): _____</p>

## Работа 21.5. ОСНОВЫ АУСКУЛЬТАЦИИ СЕРДЦА, ФОНОКАРДИОГРАФИИ И ПОЛИКАРДИОГРАФИИ



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

### А. Основы аускультации сердца и фонокардиографии

1. 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 основание 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.

5. Выберите «Normal Splitting of the Second Sounds». Прослушайте нормальное соотношение I и II тонов во время выдоха, затем щёлкните «Breath In» и отметьте расщепление второго тона во время вдоха. Обратите внимание, что пульмональный компонент II тона (P2) на ФКГ начинает запаздывать по отношению к аортальному (A2), что указывает на более позднее закрытие клапана лёгочной артерии. Это происходит из-за снижения давления в грудной клетке во время вдоха и улучшения венозного возврата.

В результате, с одной стороны, увеличивается КДО правого желудочка, а с другой — увеличивается ёмкость сосудов малого круга кровообращения, вследствие чего время изгнания крови из правого желудочка увеличивается.

Время изгнания из левого желудочка не изменяется, поскольку ОПС большого круга относительно постоянно и мощный миокард левого желудочка увеличивает скорость потока изгоняемой крови.


**Задание:** заполните пробелы.

1. I тон сердца следует за \_\_\_\_\_ — \_\_\_\_\_ (длинной или короткой паузой — диастолой или систолой?) Он более \_\_\_\_\_ (высокий или низкий) и лучше выслушивается на \_\_\_\_\_ (верхушке или основании) сердца.

2. II тон сердца следует за \_\_\_\_\_ — \_\_\_\_\_ (длинной или короткой паузой — диастолой или систолой?) Он более \_\_\_\_\_ (высокий или низкий) и лучше выслушивается на \_\_\_\_\_ (верхушке или основании) сердца.

3. Причиной физиологического расщепления II тона является \_\_\_\_\_

**Б. Поликардиография** — это метод синхронной регистрации внешних проявлений деятельности сердца: электрических (ЭКГ), звуковых (ФКГ), механических (каротидная сфигмограмма). Дополнительно могут регистрироваться изменения давления в полостях желудочков и предсердий и другие показатели. Основываясь на анализе временных отношений элементов поликардиограммы проводят фазовый анализ сердечного цикла в норме и патологии.

Нажав кнопку , вернитесь в раздел «General Tutorials», выберите «Hemodynamics» → «Normal Left Heart Pressures and the Carotid Pulse». Слева появляется динамическое изображение движения левых отделов сердца, справа — поликардиограмма (рис. 21.2).

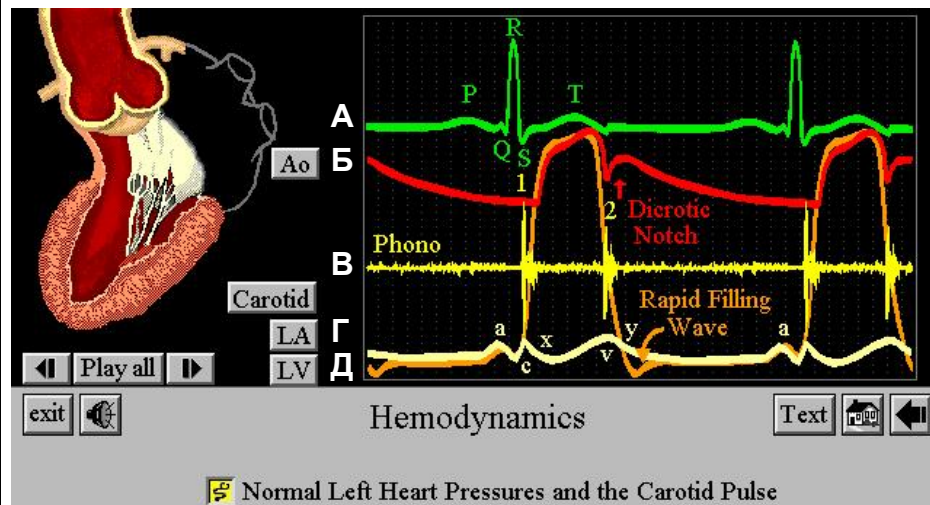


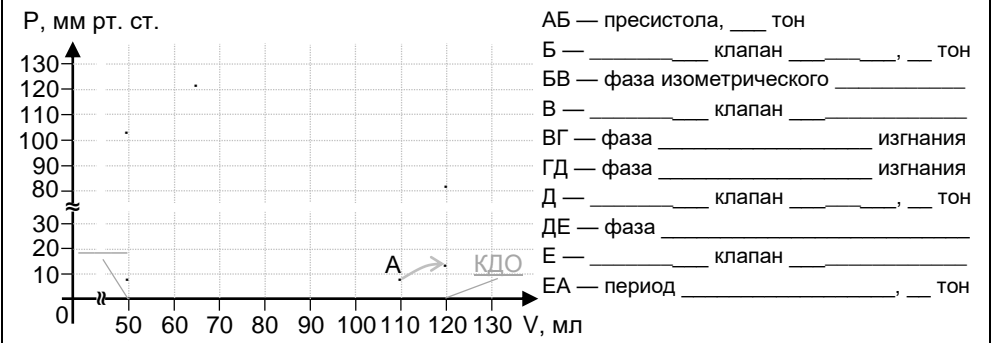


Рис. 21.2. Интерфейс подраздела «Normal Left Heart Pressures and the Carotid Pulse» раздела «Hemodynamics» программы «07\_Heart Sounds»: А — электрокардиограмма (зелёная линия), Б — сфигмограмма сонных артерий (красная линия), В — фонокардиограмма (ярко-жёлтая линия), Г — изменения давления в полости левого предсердия (лимонно-жёлтая линия), Д — изменения давления в полости левого желудочка (коричневая линия)

Нажимая кнопки , **Play All**,  проанализируйте временные соотношения основных элементов ФКГ, сфигмограммы, ЭКГ и кривых изменения давления в предсердиях и желудочках. Соотнесите их с изображением движения крови в левом желудочке и аорте, смыкания и открытия клапанов сердца, сделайте выводы о соответствии различных элементов поликардиограммы периодам и фазам сердечного цикла.

**Задание. 1.** Нарисуйте и обозначьте кривую изменения объёма и давления левого желудочка в разные фазы сердечного цикла (СЦ):



1. I тон сердца возникает в начале фазы \_\_\_\_\_ периода \_\_\_\_\_ сердечного цикла. Основной причиной возникновения I тона сердца является \_\_\_\_\_.  
Возникновение I тона совпадает по времени с \_\_\_\_\_ на ЭКГ и предшествует \_\_\_\_\_ на сфигмограмме.
3. II тон сердца возникает в начале фазы \_\_\_\_\_ периода \_\_\_\_\_ сердечного цикла и совпадает с возникновением \_\_\_\_\_ на сфигмограмме. Основной причиной возникновения II тона сердца является \_\_\_\_\_.
4. В промежутке между I и II тонами сердца объём желудочков \_\_\_\_\_, давление крови в них \_\_\_\_\_; в промежутке между II и III тонами объём желудочков \_\_\_\_\_, давление крови в них \_\_\_\_\_.

## Работа 21.6. ОСНОВЫ ЭХОКАРДИОГРАФИИ (УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СЕРДЦА, УЗИ) (демонстрация)



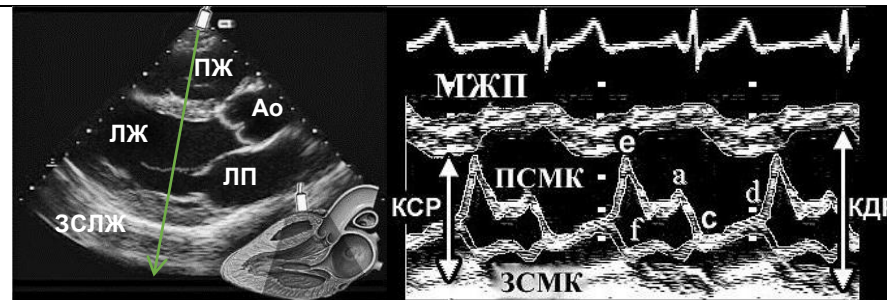
**Эхокардиография** — метод исследования морфологических структур сердца и сосудов, изменения их линейных размеров в динамике, позволяющий рассчитать скорость этих изменений, в том числе оценить объёмы полостей сердца в различные фазы сердечного цикла, а также параметры кровотока в полостях сердца и сосудах. Эхокардиография является наиболее распространенным 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, улавливается приемником 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» (подробная теоретическая информация в учебно-методическом пособии [18], вопросы 80–82).

1. Выберите «**General Tutorials**» → «**Introduction to Cardiac Imaging Modalities**» → «**Transthoracic Echocardiogram**». На появившемся видеоизображении (см. рис. 21.3) 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.



*Рис. 21.3.* 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.

<p>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 «<b>Labels</b>» и «<b>Play</b>».</p>	<p><b>Задание.</b></p> <p>1. <i>Укажите</i>, как изменяются во время систолы желудочков: толщина межжелудочковой перегородки _____; длина сосочковых мышц _____; объём желудочков в фазу изометрического сокращения _____.</p> <p>2. По результатам УЗИ сердца двух пациентов <i>рассчитайте</i> фракцию выброса (ФВ) и <i>оцените</i> сократительную способность их миокарда.</p> <p>Формула для расчёта ФВ: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 200px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span></p> <p>КДО и УО первого пациента <i>определите</i> по кривой объём-давление из задания в работе 21.5.</p>											
<p>3. Перейдите в «<b>Transesophageal Echocardiogram</b>» и, используя пищеводный доступ, изучите последовательность изменения положения створок аортального клапана и размеров левого желудочка в разные фазы сердечного цикла. Нажмите «<b>Switch Axis</b>», повернув на 90° ось распространения УЗ-волн, и изучите движение створок аортального клапана и правого желудочка (RVO).</p> <p>Для выхода из программы нажмите «<b>Exit</b>», «<b>Yes</b>», «<b>Exit</b>».</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">1-й пациент</th> <th style="text-align: center;">2-й пациент</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>КДО = _____;</td> <td>КДО = 130 мл;</td> </tr> <tr> <td>УО = _____.</td> <td>УО = 40 мл.</td> </tr> <tr> <td>ФВ = _____ : _____ × _____ = _____</td> <td>ФВ = _____ : _____ × _____ = _____</td> </tr> <tr> <td><b>Вывод:</b> сократительная способность миокарда _____ (не нарушена, снижена)</td> <td><b>Вывод:</b> сократительная способность миокарда _____ (не нарушена, снижена)</td> </tr> </tbody> </table>	1-й пациент	2-й пациент	КДО = _____;	КДО = 130 мл;	УО = _____.	УО = 40 мл.	ФВ = _____ : _____ × _____ = _____	ФВ = _____ : _____ × _____ = _____	<b>Вывод:</b> сократительная способность миокарда _____ (не нарушена, снижена)	<b>Вывод:</b> сократительная способность миокарда _____ (не нарушена, снижена)	
1-й пациент	2-й пациент											
КДО = _____;	КДО = 130 мл;											
УО = _____.	УО = 40 мл.											
ФВ = _____ : _____ × _____ = _____	ФВ = _____ : _____ × _____ = _____											
<b>Вывод:</b> сократительная способность миокарда _____ (не нарушена, снижена)	<b>Вывод:</b> сократительная способность миокарда _____ (не нарушена, снижена)											
<p>Ультразвуковое исследование сердца позволяет исследовать: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>												

<b>Исправить задания на страницах</b>	<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:</b>

(подпись преподавателя)

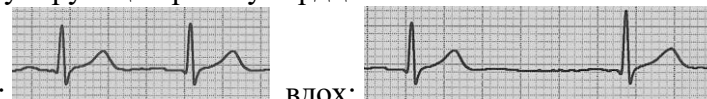
<p><b>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Важнейшие показатели работы сердца (ЧСС, УО, сократимость). Зависимость МОК, давления крови и органного кровотока от работы сердца.</li> <li>2. Классификация механизмов регуляции деятельности сердца. Интракардиальные механизмы регуляции сердечной деятельности.</li> <li>3. Экстракардиальные механизмы регуляции сердечной деятельности. Характеристика влияний парасимпатических и симпатических нервов и их медиаторов на работу сердца: основные эффекты и их механизмы.</li> <li>4. Рецепторные, ионные и молекулярные механизмы влияния нейромедиаторов и катехоламинов на частоту и силу сокращений сердца.</li> <li>5. Механизмы рефлекторной регуляции сердечной деятельности. Тонус нервных центров, влияющих на работу сердца.</li> <li>6. Характеристика основных рефлекторных реакций сердца на раздражение сосудистых и внесосудистых рефлексогенных зон.</li> <li>7. Гуморальные механизмы регуляции работы сердца: влияние катехоламинов, тиреоидных гормонов, ангиотензина II, электролитов и метаболитов.</li> <li>8. Характеристика работы сердца в условиях физических и психоэмоциональных нагрузок (ЧСС, УО, МОК, сократимость, коронарный кровоток, метаболизм).</li> </ol>		<p><b>ЛИТЕРАТУРА</b>  <i>Основная</i>                  [1].                  [2]. С. 255–263, 293–296.</p> <p><i>Дополнительная</i>                  [3]. Ч. 2. С. 55–68.                  [4]. С. 249–254, 279, 281.                  [19]. С. 5–42.</p>
<p><b>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите уравнение, отражающее связь между АД крови, сопротивлением кровотоку, ЧСС и УО сердца.</li> <li>2. 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>3. Как и почему изменятся вышеперечисленные показатели при воздействии на сердце: антагонистов Н-холинорецепторов (например, миорелаксанта d-губокурарина), антагонистов <math>M_2</math>-холинорецепторов (атропина)?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Как изменятся следующие показатели: активность аденилатциклазы кардиомиоцитов, скорость входа <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>5. Как и почему изменятся перечисленные в предыдущем вопросе показатели при воздействии на сердце блокаторов <math>\beta</math>-адренорецепторов?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. В каких функциональных отношениях находятся прессорный и депрессорный отделы сосудодвигательного центра?</li> <li>7. Как рефлекторно изменится работа сердца в ответ на быстрое повышение системного АД? Опишите звенья рефлекторной дуги.</li> <li>8. Опишите рефлекторные изменения работы сердца при быстром повышении АД в лёгочной артерии.</li> </ol>



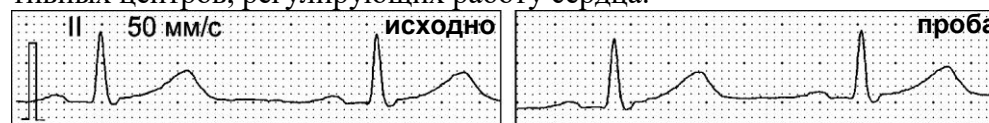
**Вопросы для самоподготовки (продолжение):**

9. Почему во время оперативного вмешательства на органах брюшной полости возможно рефлекторное угнетение сердечной деятельности?
10. Какие изменения ЧСС, УО, МОК, АД возникают при быстром переходе человека из горизонтального положения в вертикальное?
11. Как и почему изменится работа сердца под влиянием: значительного избытка ионов  $K^+$ ; избытка ионов  $Ca^{2+}$ ; передозировки блокаторов кальциевых каналов; ангиотензина II?
12. При нарушении кровоснабжения миокарда в межклеточной жидкости повышается концентрация ионов  $K^+$ . Как это повлияет на генерацию потенциалов действия в волокнах миокарда?

13. 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:



14. 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:

**Работа 22.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)**

Хронотропный эффект — _____ _____	Закон Франка-Старлинга — _____ _____
Инотропный эффект — _____ _____	Рефлекс Парина — _____ _____
Батмотропный эффект — _____ _____	Рефлекс Китаева — _____ _____
Дромотропный эффект — _____ _____	Рефлекс Гольца — _____ _____

**Работа 22.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ**

Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Влияние некоторых веществ на изолированное сердце лягушки» (05:18) — к работе 22.4.

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



**Работа 22.3. ВЛИЯНИЕ ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО И СИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛОВ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НА РАБОТУ СЕРДЦА (выполняется дома самостоятельно)**

Используя материалы лекции, учебника, ЭУМК, *заполните пропуски:*

<b>Парасимпатическая иннервация</b>	<b>Симпатическая иннервация</b>
1. Локализация преганглионарного нейрона: _____	1. Локализация преганглионарного нейрона: _____
2. Медиатор преганглионарных волокон _____	2. Медиатор преганглионарных волокон _____
3. Тип рецепторов на мембране ганглионарного нейрона: _____	3. Тип рецепторов на мембране ганглионарного нейрона: _____
4. Медиатор постганглионарных волокон _____	4. Медиатор постганглионарных волокон _____
5. Преимущественно иннервируемые структуры миокарда: _____	5. Преимущественно иннервируемые структуры миокарда: _____
6. Тип клеточных рецепторов в миокарде _____	6. Тип клеточных рецепторов в миокарде _____
7. Внутриклеточные механизмы передачи сигнала _____	7. Внутриклеточные механизмы передачи сигнала _____
8. Основные изменения в клетке при стимуляции рецепторов _____	8. Основные изменения в клетке при стимуляции рецепторов _____
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 _____.

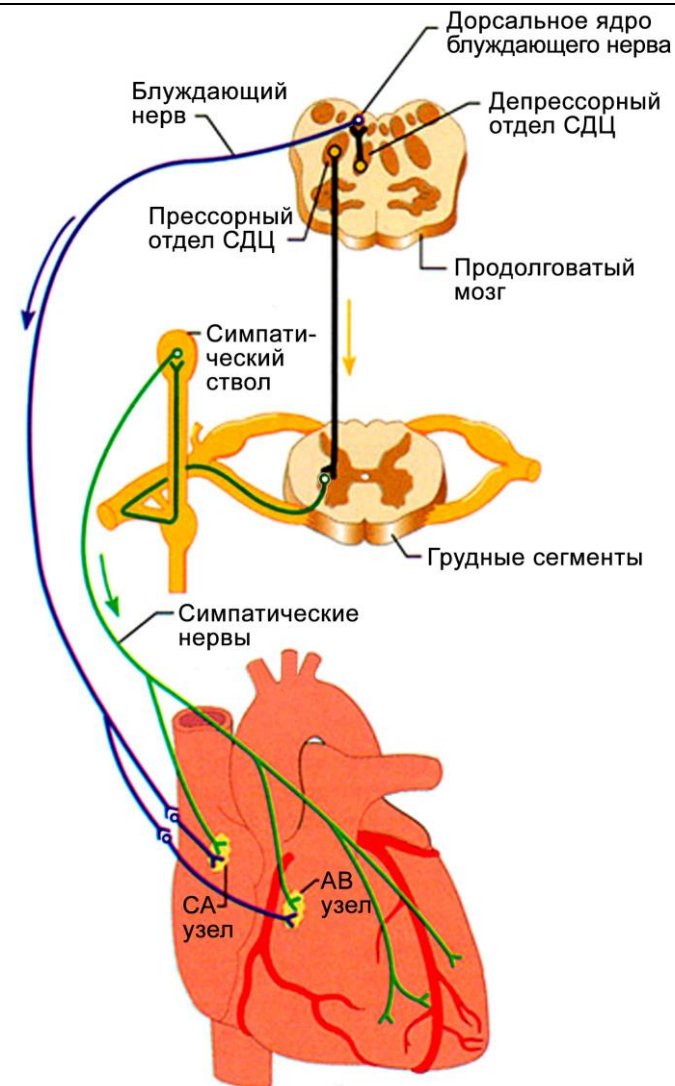


Рис. 22.1. Автономная иннервация сердца

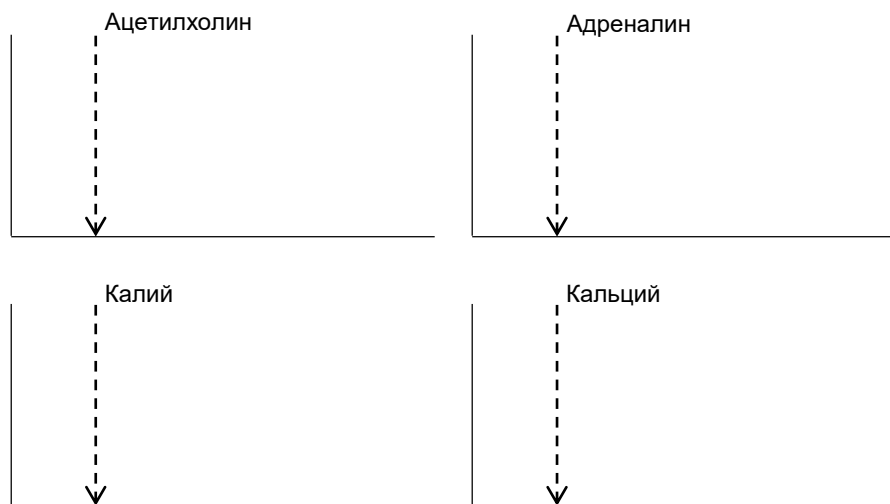
**Работа 22.4. ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ НА РАБОТУ ИЗОЛИРОВАННОГО СЕРДЦА ЛЯГУШКИ (демонстрация учебного видеофильма)**



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

**Задание.** *Просмотрите 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 \_\_\_\_ ( $\uparrow$  или  $\downarrow$ ) и оно останавливается в фазу \_\_\_\_\_, как и при избытке \_\_\_\_\_.

При этом градиент концентрации  $[Ca^{2+}]_o / [Ca^{2+}]_i$  \_\_\_\_ ( $\uparrow$  или  $\downarrow$ ), что приводит к \_\_\_\_\_ мембраны кардиомиоцитов и \_\_\_\_\_ потенциалзависимых натриевых каналов.

При избытке  $Ca^{2+}$  работа сердца \_\_\_\_ и оно останавливается в фазу \_\_\_\_\_, поскольку тропонин \_\_\_\_\_

**Ответьте на следующие вопросы:**

1. Как изменяется работа сердца ( $\uparrow$  или  $\downarrow$ ) под влиянием: умеренного повышения уровня кальция во внеклеточной среде \_\_\_\_; избытка катехоламинов \_\_\_\_; избытка ионов кальция \_\_\_\_?
2. Подобно какому веществу влияет на сердце значительный избыток ионов калия \_\_\_\_\_, кальция \_\_\_\_\_?
3. Как повлияет блокатор медленных кальциевых каналов на: проницаемость медленных кальциевых каналов клеток СА-узла \_\_\_\_; автоматию синусового узла \_\_\_\_; проводимость миокарда \_\_\_\_; длительность интервалов PQ \_\_\_\_, RR \_\_\_\_; ЧСС \_\_\_\_?
4. Как изменятся при усилении симпатических влияний на сердце: активность аденилатциклазы кардиомиоцитов \_\_\_\_; проницаемость медленных кальциевых каналов \_\_\_\_; вход  $Ca^{2+}$  в клетку \_\_\_\_; проницаемость HCN-каналов \_\_\_\_;  $I_f$ -ток \_\_\_\_; автоматия сердца (скорость МДД) \_\_\_\_; возбудимость кардиомиоцитов \_\_\_\_; длительность интервалов PQ \_\_\_\_, RR \_\_\_\_; ЧСС \_\_\_\_; сократимость миокарда \_\_\_\_; скорость прироста давления (dP/dt) в желудочках в фазу изометрического сокращения \_\_\_\_; величина УО \_\_\_\_; величина КСО \_\_\_\_; величина ФВ \_\_\_\_; МОК \_\_\_\_; АД крови \_\_\_\_; работа сердца \_\_\_\_; энергозатраты миокарда \_\_\_\_; потребность миокарда в кислороде \_\_\_\_?

## Работа 22.5. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ НА РЕАКТИВНОСТЬ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

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]
		(N: -4 ÷ -7)

**Вывод:** \_\_\_\_\_

### Б. Проба Данини–Ашнера (глазо-сердечный рефлекс)

При надавливании на глазные яблоки или тракции наружных мышц глаза возбуждаются нейроны глазной ветви тройничного нерва и далее, в стволе мозга, импульсы переключаются на центры блуждающего нерва. В результате при надавливании на глазные яблоки частота пульса у человека снижается на 4–9 уд/мин.

Снижение частоты пульса на 10 уд/мин и более указывает на повышенную возбудимость парасимпатической части автономной нервной системы. Снижение частоты пульса менее чем на 4 уд/мин или увеличение частоты пульса — извращённая реакция — указывают на преобладание тонуса симпатической части АНС.

Указанная рефлекторная реакция имеет клиническое значение в офтальмологии и кардиологии. При хирургической коррекции косоглазия натяжение наружных мышц глаза может привести к рефлекторной остановке сердца. В кардиологии данный рефлекс иногда используют для купирования тахикардии. Будьте осторожны! Слишком сильное или частое давление на глазные яблоки может привести к нарушению зрительных функций.

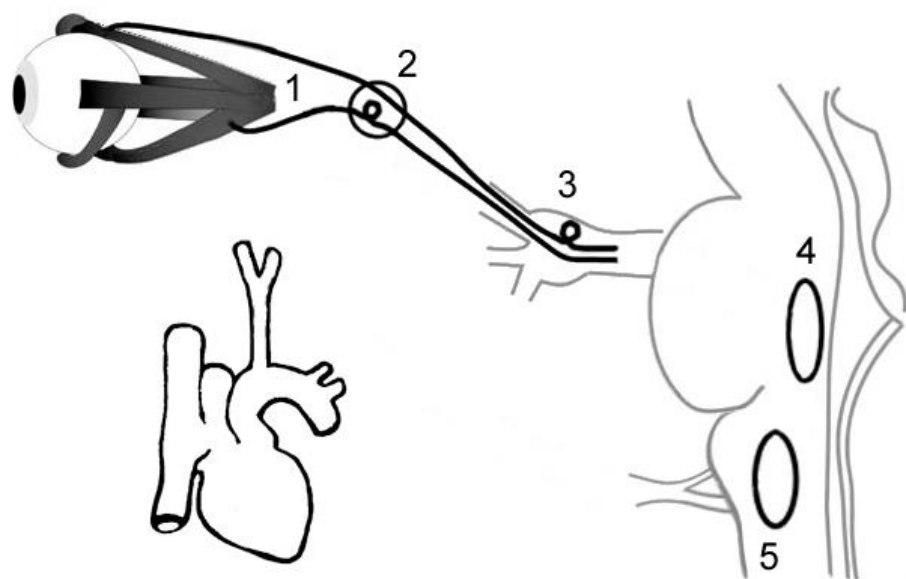
**Ход работы.** У испытуемого в положении лёжа после 5-минутного отдыха после предыдущей работы подсчитайте частоту пульса. Затем большим и указательным пальцами в течение 15–25 с осторожно надавливайте на боковые поверхности глазных яблок через закрытые веки до появления лёгкого дискомфорта. Прекратите надавливание и немедленно вновь подсчитайте частоту пульса (за 15 секунд и умножьте на 4).

#### Результаты.

Частота пульса, уд/мин		
исходная (ЧП <sub>исх</sub> )	после прекращения воздействия (ЧП <sub>пвв</sub> )	разность пульса [ЧП <sub>пвв</sub> – ЧП <sub>исх</sub> ]
		(N: -4 ÷ -9)

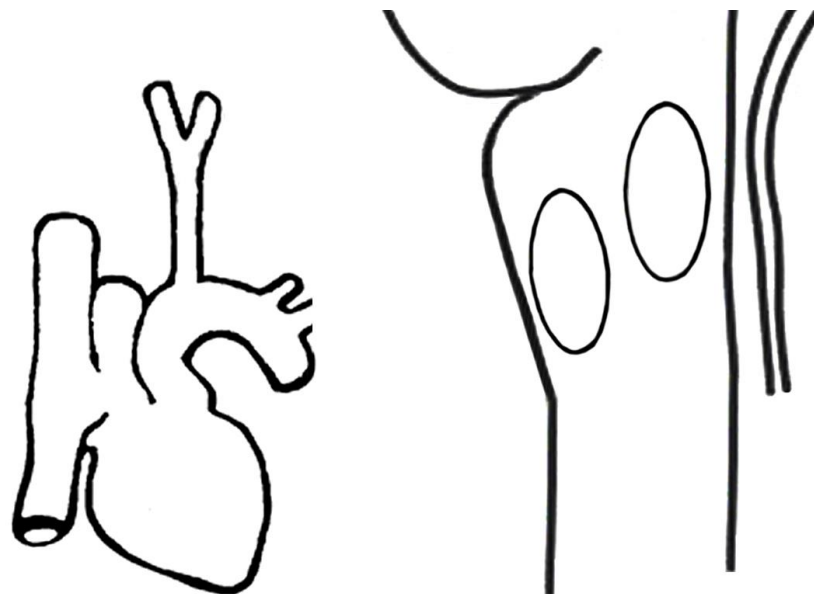
**Вывод:** \_\_\_\_\_

Работа 22.5. (продолжение)



**Нарисуйте рефлекторную дугу рефлекса Данини–Ашнера**

- 1 — длинные и короткие ресничные нервы; 2 — ресничный узел;  
3 — тройничный узел; 4 — чувствительное ядро тройничного нерва; 5 — дорсальное ядро блуждающего нерва



**Нарисуйте рефлекторную дугу барорецепторного рефлекса**

Укажите, как может измениться ЧСС при осторожном массаже проекции каротидного синуса на шее? \_\_\_\_\_

**В. Холодовая проба**

Холодовая проба широко применяется для стимуляции симпатического отдела автономной нервной системы и оценки его тонуса.

**Ход работы.** У испытуемого в положении лёжа после 5-минутного отдыха после предыдущей работы подсчитайте частоту пульса. Затем попросите испытуемого на 15–25 с погрузить руку в холодную воду со льдом (+4 °С). Прекратите охлаждение руки и немедленно вновь подсчитайте частоту пульса (за 15 секунд и умножьте на 4).

В норме ЧСС **увеличивается** на 6–24 уд/мин. Учащение пульса более чем на 24 уд/мин свидетельствует о преобладании тонуса симпатического отдела АНС, менее чем на 6 уд/мин — парасимпатического отдела АНС (в первую очередь, ядер блуждающего нерва).

**Результаты.**

Частота пульса, уд/мин		
исходная (ЧП <sub>исх</sub> )	после прекращения воздействия (ЧП <sub>пв</sub> )	разность пульса [ЧП <sub>пв</sub> – ЧП <sub>исх</sub> ]
		(N: +6 ÷ +24)

**Вывод:** \_\_\_\_\_

**Работа 22.5. (продолжение)**

**Г. 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]
		(N: -1 ÷ -6)

**Вывод:** \_\_\_\_\_

*Опишите* типовой механизм изменения ЧП при выполнении клиностатической пробы:

переход в положение лёжа →

\_\_\_ ↑ венозного возврата →

\_\_\_ КДО желудочков →

\_\_\_ силы сердечных сокращений (механизм \_\_\_\_\_) →

\_\_\_ АД →

\_\_\_ частоты афферентной импульсации по волокнам \_\_\_ и \_\_\_ пар ЧН →

\_\_\_ тонуса \_\_\_\_\_ отдела СДЦ →

\_\_\_ тонуса ядер \_\_\_\_\_ нерва →

\_\_\_ ЧСС и силы сердечных сокращений.

**Д. Оценка индекса Кердо**

**Вегетативный индекс Кердо (ВИ)** — один из наиболее простых показателей функционального состояния АНС. Он отражает быстрые изменения соотношения возбудимости её симпатического и парасимпатического отделов путём сопоставления показателей АД<sub>диа</sub> и ЧСС.

В состоянии вегетативного равновесия величины АД<sub>диа</sub> и ЧСС примерно равны, т.е. их отношение можно принять за 1. В этом случае ВИ равен 0. При симпатикотонии начинает преобладать величина ЧСС и ВИ становится положительным, а при парасимпатикотонии — преобладает величина АД<sub>диа</sub>, ВИ отрицателен.

**Ход работы.** Измерьте величину АД на плечевой артерии и подсчитайте частоту пульса (ЧСС) в покое и после физической нагрузки (10-20 интенсивных приседаний). *Запишите ВИ с указанием знака:*

**ВИ<sub>пок</sub>** = (1 – [АД<sub>диа</sub> / ЧСС]) × 100 = (1 – [\_\_\_\_ / \_\_\_\_]) × 100 = \_\_\_\_

**ВИ<sub>нагр</sub>** = (1 – [АД<sub>диа</sub> / ЧСС]) × 100 = (1 – [\_\_\_\_ / \_\_\_\_]) × 100 = \_\_\_\_

*В выводе укажите*, является ли ВИ положительным, отрицательным или же близок к нулю, *и оцените*, влияние какого отдела АНС на сердечно-сосудистую систему преобладало в покое и после нагрузки.

**Вывод:** \_\_\_\_\_

<b>Исправить задания на страницах</b>	<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:</b>

(подпись преподавателя)

**ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Сосудистый тонус (базальный, покоя, при действии АНС и сосудодвигательных веществ). Природа сосудистого тонуса. Механизмы его поддержания. Регуляция сосудистого тонуса как основной механизм поддержания давления крови в системном кровотоке и местного кровотока.
2. Рефлекторные механизмы регуляции кровообращения. Сердечно-сосудистый и сосудодвигательный центр (СДЦ), его афферентные и эфферентные связи. Важнейшие рефлексогенные зоны сердечно-сосудистой системы.
3. Кратковременные (быстрые) механизмы регуляции АД крови посредством рефлекторного изменения работы сердца и периферического сопротивления кровотоку. Роль отрицательной обратной связи. Ортостатическая и клиностатическая пробы.
4. Среднесрочные (промежуточные) нейрогуморальные механизмы регуляции АД крови: эффекты ангиотензина II при активации РААС, изменение транскапиллярного обмена и тонуса вен.
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.
6. Роль ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС) в регуляции объёма циркулирующей крови и АД крови.
7. Гуморальная регуляция кровообращения. Сосудосуживающие и сосудорасширяющие эндогенные вещества. Рецепторные механизмы регуляции тонуса гладкомышечных клеток сосудов нейромедиаторами и катехоламинами.
8. Механизмы регуляции регионального кровотока. Влияние нервных, гормональных, метаболических, миогенных механизмов и факторов, секретируемых эндотелием, на тонус гладкомышечных клеток сосудов.
9. Функциональная система, обеспечивающая регуляцию системного АД. Физиологические предпосылки нарушения уровня АД и теоретические основы коррекции этих нарушений.
10. Особенности кровотока и его регуляции в коронарных, церебральных, лёгочных, почечных, чревных и кожных сосудах (особенности реагирования на изменение  $pCO_2$ ,  $pO_2$  и другие метаболические факторы, особенности поглощения кислорода (величина коэффициента утилизации кислорода), относительная величина и стабильность кровотока).
11. Возрастные особенности регуляции гемодинамики.

**ЛИТЕРАТУРА**

*Основная*

- [1].  
 [2]. С. 281–294.

*Дополнительная*

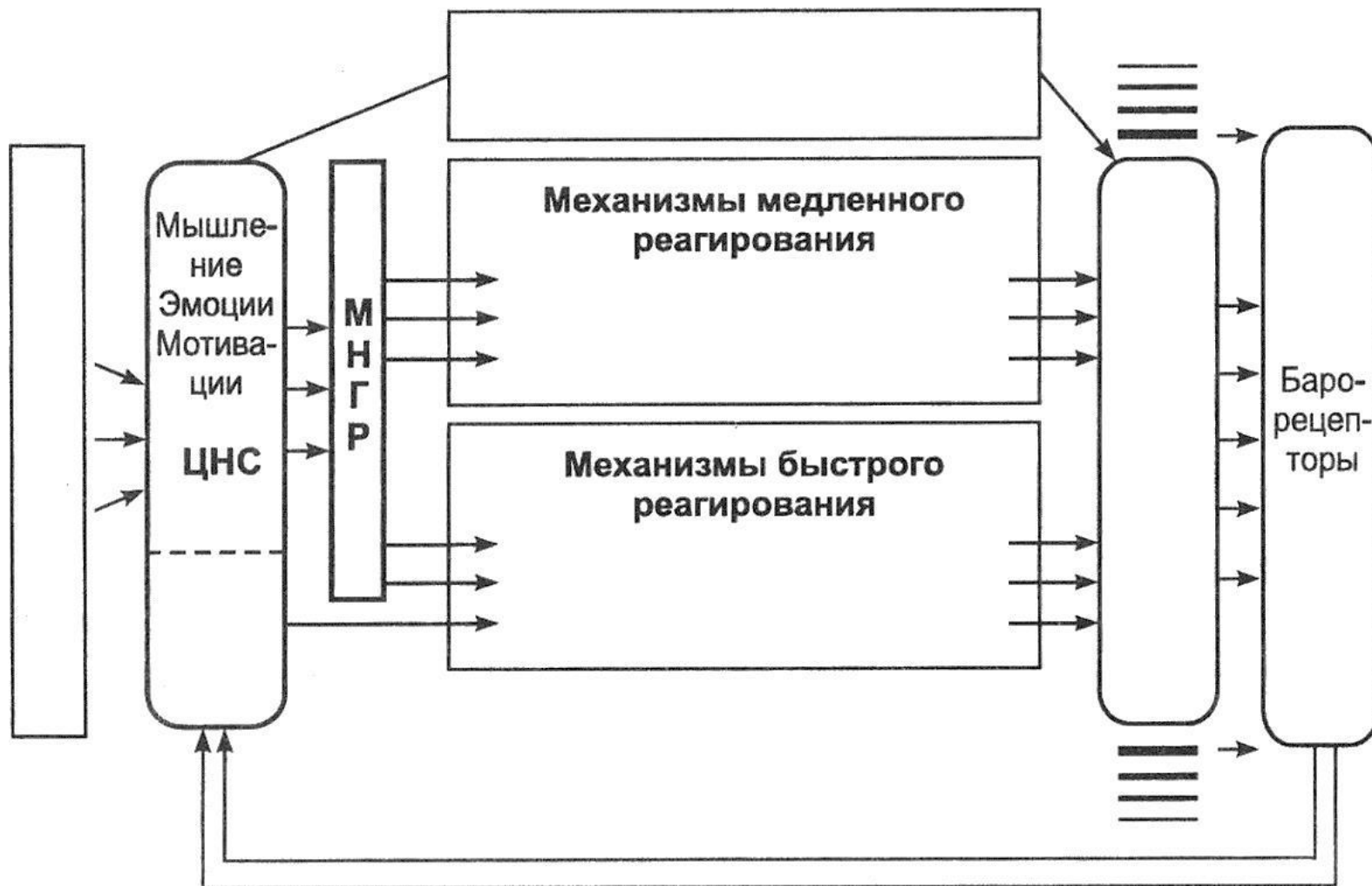
- [3]. Ч. 2. С. 103–132.  
 [4]. С. 263–274, 280–281.  
 [19]. С. 43–78.

<b>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</b>	
<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. Опишите последовательность артериального барорецепторного рефлекса, возникающего в ответ на быстрое снижение АД крови.</li> <li>4. Как изменится тонус прессорного и депрессорного отделов СДЦ в ответ на быстрое повышение системного АД крови; уменьшение <math>pO_2</math>, увеличение <math>pCO_2</math>, увеличение pH крови (алкалоз); эмоциональное напряжение?</li> <li>5. Как изменится АД, ЧСС и тонус сосудов при увеличении давления в лёгочной артерии?</li> <li>6. Почему при умеренном волнении человека его кожные покровы краснеют, а при выраженном волнении — бледнеют?</li> <li>7. Что такое «реакция перераспределения кровотока»? Какие механизмы лежат в её основе?</li> <li>8. Как влияет норадреналин на работу сердца и тонус сосудов внутренних органов? Адреналин? Какие рецепторы опосредуют эти эффекты?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Каковы стимулы для секреции предсердного натрийуретического фактора, какое действие он оказывает на тонус сосудов и на функцию почек?</li> <li>10. Как регулируется секреция ренина? Влияет ли он на тонус сосудов? Какой компонент РААС вызывает вазоконстрикцию?</li> <li>11. Перечислите факторы, секретируемые эндотелием, и их эффекты.</li> <li>12. Как влияет избыток альдостерона на ОЦК и её осмоляльность?</li> <li>13. В каких органах и тканях органный кровоток в покое пропорционален их метаболическим потребностям, в каких он выше? Почему?</li> <li>14. Как изменяется тонус артериальных сосудов скелетных мышц, кожи, миокарда, органов пищеварения при физической нагрузке?</li> <li>15. В чем заключается миогенный механизм ауторегуляции органный кровотока? Каково физиологическое значение этого механизма?</li> <li>16. У пациента артериальное давление снизилось до 100/70 мм рт. ст., затем до 60/30 мм рт. ст. Охарактеризуйте кровоток в сосудах почек; головного мозга.</li> </ol>
<b>Работа 23.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>	
Базальный тонус сосудов — _____	Эффект Остроумова-Бейлиса — _____
Максимальная вазодилатация — _____	Ренин — _____
Прессорный отдел СДЦ — _____	Ангиотензин — _____
Депрессорный отдел СДЦ — _____	Брадикинин — _____
Рефлексогенные зоны — _____	ПНУП (эффекты) — _____



**Работа 23.2. ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛЯЦИИ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ**  
**(выполняется дома самостоятельно)**

**Ход работы.** Используя материалы лекций, учебника, ЭУМК, заполните схему функциональной системы регуляции артериального давления крови.



**Работа 23.3. АНАЛИЗ РЕЦЕПТОРНЫХ И ИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ И РАБОТЫ СЕРДЦА**

**А.** Заполните пропуски, описав особенности иннервации и влияния парасимпатического и симпатического отделов АНС на тонус сосудов:

<b>Парасимпатическая иннервация</b> <i>(только некоторые сосудистые области)</i>	<b>Симпатическая иннервация</b>
1. Иннервируемые сосуды _____	1. Иннервируемые сосуды _____
2. Нейромедиатор преганглионарных волокон _____	2. Нейромедиатор преганглионарных волокон _____
3. Тип рецепторов на мембране ганглионарного нейрона _____	3. Тип рецепторов на мембране ганглионарного нейрона _____
4. Основной медиатор постганглионарных волокон _____	4. Основной медиатор постганглионарных волокон _____
5. Тип клеточных рецепторов на эндотелиоцитах и ГМК сосудов: _____	5. Типы клеточных рецепторов на ГМК сосудов: 1. _____ 2. _____
6. Внутриклеточные механизмы передачи сигнала при стимуляции эндотелиоцитов _____, при прямой стимуляции ГМК _____	6. Внутриклеточные пути передачи сигнала: 1. _____ 2. _____
7. Изменение состояния ГМК при стимуляции М <sub>3</sub> -холинорецепторов эндотелиоцитов сосудов _____, ГМК _____.	7. Изменение состояния ГМК при стимуляции α <sub>1</sub> -адренорецепторов _____, β <sub>2</sub> -адренорецепторов _____.



**Б. Влияние некоторых вазоактивных веществ на АД крови и работу сердца**

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.

**Ход работы.** Виртуальный эксперимент проводится в компьютерной программе «04\_PRAT».

Внесите полученные в соответствии с указаниями протокола данные в таблицу.

**ПРОТОКОЛ**

<b>Воздействия на сердце</b>	<b>АД<sub>сист</sub></b>	<b>АД<sub>срд</sub></b>	<b>АД<sub>диа</sub></b>	<b>ЧСС</b>
Исходные показатели				
Введение нифедипина (блокатор Ca <sup>2+</sup> каналов) 2 мг/кг				
Введение нифедипина (блокатор Ca <sup>2+</sup> каналов) 10 мг/кг				
Введение нифедипина (блокатор Ca <sup>2+</sup> каналов) 20 мг/кг				
Введение изосорбида динитрата (источник образования оксида азота) 100 мг/кг				

**Вывод:** нифедипин вызывает \_\_\_\_ (↑↓) ЧСС путём \_\_\_\_\_ Ca<sup>2+</sup> каналов проводящей системы сердца.  
 \_\_\_\_ (↑↓) АД<sub>сист</sub>, АД<sub>диа</sub> и АД<sub>срд</sub> происходит благодаря \_\_\_\_\_ Ca<sup>2+</sup> каналов кардиомиоцитов и ГМК сосудов.  
 Изосорбида динитрат (источник образования NO) вызывает \_\_\_\_ (↑↓) АД<sub>сист</sub>, АД<sub>диа</sub> и АД<sub>срд</sub> вследствие \_\_\_\_ (↑↓) тонуса сосудов.

**Работа 23.3. (продолжение)**

**В. 1.** Заполните пропуски в тексте:

**Источниками ионов кальция** для сокращения ГМК являются: \_\_\_\_\_.  
 При увеличении проницаемости плазматической мембраны мышечных клеток для  $Ca^{2+}$  тонус ГМК сосудов \_\_\_\_\_ при уменьшении —  
 \_\_\_\_\_. При увеличении проницаемости для кальция мембран эндоплазматического ретикулума тонус ГМК сосудов \_\_\_\_\_.

2. Опишите последовательность внутриклеточной передачи сигнала при активации  $\alpha_1$ - и  $\beta_2$ -адренорецепторов гладкомышечных клеток сосудов:

**Норадреналин +  $\alpha_1$ -адренорецептор** → ... \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Адреналин +  $\beta_2$ -адренорецептор** → ... \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Заполните таблицу (включая гормоны, нейромедиаторы и др.):

Сосудосуживающие вещества	Сосудорасширяющие вещества
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

4. Заполните таблицу:

**Влияние активации адренорецепторов на сосуды некоторых органов**

Сосуды органов	Основной тип рецепторов	Реакция сосудов
Миокарда		
Скелетных мышц		
Кожи		
Кишечника и печени		

### Работа 23.4. ОРТОСТАТИЧЕСКАЯ ПРОБА

Для оценки состояния АНС применяются **пробы с переменной положения тела в пространстве**, которые могут быть активными, когда испытуемый самостоятельно изменяет положение тела, и пассивными, при которых используют специальный поворотный стол.

По реакции сердечно-сосудистой системы на это возмущающее воздействие судят о функциональном состоянии регуляторных систем, их способности обеспечить постоянство внутренней среды в различных ситуациях. Ортостатическая проба характеризует тонус и реактивность преимущественно симпатического отдела АНС (СНС).

При переходе в положение стоя происходит депонирование значительного объема крови в нижней половине тела, что ведёт к уменьшению венозного возврата крови к сердцу и последующему временному уменьшению сердечного выброса на 20–30%. Для поддержания нормального уровня метаболизма тканей развиваются физиологические реакции, направленные на поддержание достаточного МОК: повышается ЧСС; АД<sub>сис</sub> не изменяется или снижается на 2–6 мм рт. ст. с постепенным приближением к исходному; АД<sub>диа</sub> повышается на 6–10 мм рт. ст. или на 10–15 % по отношению к исходному; АД<sub>пульс</sub> снижается, а затем, постепенно повышаясь за счёт повышения систолического, всё же остаётся ниже исходного.

**Материалы и оборудование:** тонометр, фонендоскоп, секундомер, кушетка.

**Ход работы.** У исследуемого в положении лёжа после 4–6 мин отдыха несколько раз с минутными промежутками подсчитывают ЧСС и измеряют АД (до получения стабильных результатов). Затем он поднимается и стоит 10 минут в свободной позе, за последние 15 секунд 1-й, 5-й и 10-й минут положения стоя определяется ЧСС (с пересчётом за минуту) и измеряется АД. Полученные данные вносятся в протокол.

#### **Оценка результатов:**

а) по изменению пульса и давления на первой минуте судят о возбудимости СНС, т. е. о вегетативном обеспечении деятельности;

б) показатели 2–10 минут характеризуют процесс восстановления тонуса АНС, изменившегося при перемене положения тела.

В норме учащение пульса **на первой минуте** должно находиться в пределах 6–24 удара в пересчёте за 1 мин. Учащение пульса менее 6 ударов в минуту свидетельствует о недостаточном нарастании тонуса СНС и преобладании тонуса парасимпатической нервной системы; учащение пульса выше 24 ударов в минуту — об избыточном тонусе СНС.

При оценке результатов **за 10 минут** по отклонению от исходных показателей **определяют тип реакции** на ортостатическое воздействие: физиологический, первичный гиперсимпатикотонический, вторичный гиперсимпатикотонический, гипотонический, гипотонический, симпатико-астенический (см. табл. 23.1).

В оценке ортостатических реакций нет единого общепринятого стандарта. В работе приводится классификация реакций по М. Г. Глезеру.

При **физиологическом типе** наблюдается умеренное увеличение ЧСС, умеренное снижение АД<sub>сис</sub> и повышение АД<sub>диа</sub> (см. выше).

При **первичной гиперсимпатикотонии** имеет место яркая симпато-адреналовая реакция, что проявляется выраженным увеличением ЧСС, АД<sub>сис</sub> и АД<sub>диа</sub>, ОПС с возможным повышением МОК и УО. Это связывают с возможным наличием очага возбуждения в центрах регуляции СНС и с повышенным выбросом катехоламинов.

**Вторичная гиперсимпатикотония** встречается чаще и характеризуется выраженным снижением УО, что проявляется резким снижением АД<sub>сис</sub> и более выраженным, чем при физиологическом типе, возрастанием ЧСС (более +20 в мин). При этом компенсаторно значительно увеличивается общее периферическое сопротивление и АД<sub>диа</sub>. Это наблюдается при уменьшении ОЦК вследствие депонирования крови при варикозном расширении вен, снижении тонуса вен после длительной гиподинамии, атрофии мышц конечностей, у реконвалесцентов после инфекционных заболеваний, при действии высоких температур, у лиц астенического телосложения.

Для **гипосимпатикотонии** характерно резкое снижение или отсутствие компенсаторных симпатоадреналовых реакций на перемену положения тела: ЧСС учащается незначительно или не изменяется, резко снижено АД<sub>сис</sub> и АД<sub>диа</sub> (до обморока). Такой тип реакции может быть следствием эндокринных и нейрогенных заболеваний, приёма лекарственных средств, снижающих симпатическую активность или индивидуальных особенностей человека («идиопатическая» постуральная гипотония).

**Симпатико-астеническому типу** реакции свойственно выраженное снижение частоты пульса, АД<sub>сис</sub> и АД<sub>диа</sub> до уровня покоя и ниже через 5–10 минут после вставания, хотя в первые минуты реакция была физиологической или гиперсимпатикотонической. Такая реакция свидетельствует об истощении адаптационно-компенсаторных механизмов симпатического отдела АНС и повышении тонуса блуждающего нерва.

### Работа 23.4. (продолжение)

#### Указания к оформлению протокола.

1. *Рассчитайте отклонение* исследуемых показателей от исходных: «показатель в вертикальном положении – исходный».
2. Сопоставив полученные результаты с данными таблицы 23.1, *сделайте заключение* о тоне СНС и типе гемодинамических реакций на ортостатическую пробу у испытуемого.

Таблица 23.1

#### Типы ортостатических реакций по М. Г. Глезеру (1995)

Тип реакции	ЧСС	АД <sub>сис</sub>	АД <sub>диа</sub>
физиологический	↑	– или ↓	↑
первично-гиперсимпатикотонический	↑↑	↑↑	↑↑
вторично-гиперсимпатикотонический	↑↑↑	↓↓	↑↑
гипосимпатикотонический	↑ или –	↓↓	↓↓
симпатико-астенический (к концу 5–10 минуты)	↓	↓	↓

#### ПРОТОКОЛ

Время	ЧСС уд/мин	откл. (уд. в мин и стрелкой)	АД <sub>сис</sub> , мм рт. ст.	откл. (мм рт. ст. и стрелкой)	АД <sub>диа</sub> , мм рт. ст.	откл. (мм рт. ст. и стрелкой)
В положении лёжа (исходно)		–		–		–
В вертикальном положении: 1-я мин						
5-я мин						
10-я мин						
<b>Тонус СНС:</b>						
<b>Тип реакции:</b>						

Исправить задания на страницах

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

<p><b>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Значение дыхания для организма. Основные этапы процесса дыхания.</li> <li>2. Физиологическая роль дыхательных путей и лёгких. Механизмы кондиционирования вдыхаемого воздуха.</li> <li>3. Мёртвое пространство: анатомическое и физиологическое. Минутный объём дыхания, альвеолярная вентиляция, максимальная вентиляция лёгких.</li> <li>4. Понятие о растяжимости лёгких и аэродинамическом сопротивлении. Эластическая тяга и эластические свойства грудной клетки и лёгких. Роль сурфактанта, его функции. Давление в плевральной полости, механизм его формирования, изменения при дыхании.</li> <li>5. Дыхательные мышцы, их иннервация. Биомеханика вдоха и выдоха.</li> <li>6. <u>Внутриутробные дыхательные движения плода. Структурные и функциональные изменения в лёгких после рождения. Изменения внутриплеврального давления при первых вдохах новорождённого. Тип дыхания новорождённого.</u></li> <li>7. Методы исследования вентиляции лёгких. Спирография, спирометрия. Объёмные показатели вентиляции лёгких, основные лёгочные объёмы и ёмкости.</li> <li>8. Пневмотахометрия, пневмотахография. Поточковые показатели вентиляции лёгких. Тест (индекс) Тиффно. Кривая «поток – объём».</li> <li>9. <u>Возрастная динамика изменения объёмных и потоковых показателей внешнего дыхания у детей.</u></li> <li>10. Понятие об обструктивных и рестриктивных нарушениях вентиляции лёгких. Показатели обструктивных и рестриктивных нарушений вентиляции.</li> <li>11. Лёгочный кровоток, его связь с вентиляцией и гравитацией. Вентиляционно-перфузионное отношение. Зоны Веста.</li> </ol>	<p><b>ЛИТЕРАТУРА</b>  <i>Основная</i>                  [1].                  [2]. С. 300–315.</p> <p><i>Дополнительная</i>                  [3]. Ч. 2. С. 144–171.                  [4]. С. 206–216, 229–231, 232.</p>
<p><b>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитайте минутный объём дыхания и альвеолярную вентиляцию при <math>DO = 450</math> мл и <math>ЧД = 10</math> /мин.</li> <li>2. Рассчитайте остаточный объём и функциональную остаточную ёмкость лёгких, если их общая ёмкость равна 7 л, <math>POVд = 3,5</math> л, <math>DO = 0,5</math> л, <math>POВыд = 1,5</math> л.</li> <li>3. Как изменится поверхностное натяжение жидкости в альвеолах, эластическая тяга лёгких и плевральное давление при недостатке сурфактанта?</li> <li>4. Каким станет давление в плевральной полости при пневмотораксе?</li> <li>5. Что такое растяжимость лёгких? Как она изменяется при вдохе и выдохе?</li> <li>6. Каково трансторакальное давление в середине и в конце вдоха? выдоха?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Акушерка утверждает, что ребёнок родился мёртвым. Как можно подтвердить или опровергнуть это утверждение?</li> <li>8. Как обеспечить дыхание человека при операции, если вскрыта грудная полость?</li> <li>9. Объём форсированного выдоха за 1-ю секунду (<math>ОФV_1</math>) составляет 1,2 л, ФЖЕЛ — 3,1 л. Рассчитайте индекс Тиффно и сделайте заключение.</li> <li>10. Сделайте заключение по следующим показателям дыхания:                  ЖЕЛ = 92 %, ПОС = 91 % от должной;  <math>МОС_{25} = 93</math> %, <math>МОС_{50} = 81</math> %, <math>МОС_{75} = 62</math> % от должной;                  Тест Тиффно = 63 %.</li> </ol>

<b>НОРМАТИВЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ 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 <sup>7</sup>
ПОСвыд (пиковая объёмная скорость выдоха)	мужчины — 5–10 л/с, женщины — 4–8 л/с; должная величина ПОС = 1,25 × ЖЕЛ
Тест Тиффно (ОФВ <sub>1</sub> / ЖЕЛ × 100 %)	70–85 %
<b>Работа 24.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>	
Дыхательный объём (ДО) — _____	Трансторакальное давление — _____
Минутный объём дыхания (МОД) — _____	Транспульмональное давление — _____
Минутный объём альвеолярной вентиляции (МОАВ, АВ) — _____	Трансмуральное давление — _____
Анатомическое мёртвое пространство (АМП) — _____	Спирография — _____
Физиологическое мёртвое пространство (ФМП) — _____	Резервный объём вдоха (РОВд) — _____
Жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) — _____	Резервный объём выдоха (РОВыд) — _____
Должная жизненная ёмкость лёгких (ДЖЕЛ) — _____	Функциональная остаточная ёмкость (ФОЕ) — _____
Растяжимость (податливость, комплаенс) лёгких — _____	Тест Тиффно — _____
Сурфактант — _____	ОФВ <sub>1</sub> — _____

<sup>7</sup> У новорождённого — 30–40/мин, в 1–2 мес. — 30–48/мин, 1–3 года — 28–35/мин, 10–12 лет — 18–20/мин.

## Работа 24.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Спирография» (04:16) — к работе 24.4;
2. «Спирометрия» (03:06) — к работе 24.5;
3. «Пневмотахометрия» (02:26) — к работе 24.6;
4. «Пикфлоуметрия» (01:30) — к работе 24.6.

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



## Работа 24.3. ИЗУЧЕНИЕ БИОМЕХАНИКИ ВДОХА И ВЫДОХА НА МОДЕЛЯХ

### А. Изучение роли плевральной жидкости

В процессе дыхания лёгкие постоянно растягиваются и сжимаются. При этом висцеральный листок плевры скользит относительно париетального. Облегчению скольжения листков плевры способствует тонкий слой мукоидной плевральной жидкости. Благодаря её незначительному объёму силы поверхностного натяжения жидкости эффективно удерживают листки плевры друг около друга.

**Материалы и оборудование.** Два предметных стекла с кольцами, вода, направляющие, динамометр.

**Ход работы.** Положите 2 совершенно сухих предметных стекла (при необходимости дополнительно протрите их салфеткой) друг на друга. Попробуйте переместить верхнее стекло по нижнему. Поместите стёкла в направляющие. Прикрепив к кольцу верхнего стекла динамометр и удерживая нижнее стекло за кольцо, попробуйте разъединить их (будьте осторожны, не разбейте стёкла!)

Повторите эксперимент, капнув между стёклами одну маленькую каплю воды. Затем — добавив несколько капель воды.


### ПРОТОКОЛ

После добавления между стёклами воды сопротивление параллельному скольжению стёкол значительно \_\_\_\_\_ (↑↓).

Сила, необходимая для разъединения стёкол, составила:  
сухих — \_\_\_\_\_ Н; влажных — \_\_\_\_\_ Н; мокрых — \_\_\_\_\_ Н.

**Вывод.** Функции плевральной жидкости: \_\_\_\_\_

### Б. Изучение динамики вентиляции изолированных лёгких на модифицированной модели Дондерса

 Модель Дондерса (рис. 24.1) предназначена для демонстрации роли механических факторов в вентиляции лёгких. В классическом эксперименте она представляет собой стеклянный колокол, дно которого затянато резиновой мембраной. Внутри колокола находятся лёгкие животного, которые соединены через трахею со специальной канюлей, которая герметично вставлена в пробку на вершине колокола. Через неё лёгкие сообщаются с внешней средой. При наличии бокового отростка можно измерять давление в колоколе. С помощью резиновой мембраны изменяют объём внутри колокола и наблюдают за движениями лёгких и колебаниями давления внутри колокола.

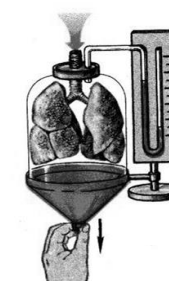


Рис. 24.1

**Материалы и оборудование.** Колба Бунзена, пробка с отверстием и стеклянной трубкой с плотно фиксированным резиновым шариком, шприц Жане 100-200 мл с силиконовой трубкой, вакуумный манометр.

**Ход работы.** Соедините шприц через трубку с боковым отводом колбы и потяните поршень шприца наружу. Объём воздуха в колбе уменьшится. Пронаблюдайте изменение объёма шарика, являющегося моделью лёгких. Отсоедините шприц и отметьте, как изменится объём шарика.

### ПРОТОКОЛ

**Вывод.** Растяжение лёгких во время вдоха происходит благодаря \_\_\_\_\_ (↑↓) давления в \_\_\_\_\_. Спадение ткани лёгких происходит \_\_\_\_\_ (активно или пассивно) под действием \_\_\_\_\_



## Работа 24.4. СПИРОГРАФИЯ (демонстрация учебного видеофильма)



**Спирография** — метод графической регистрации объёмов вдыхаемого и выдыхаемого воздуха.

**Ход работы.** Просмотрите учебный видеофильм «Спирография». Для определения важнейших дыхательных объёмов и ёмкостей при спирографии обычно вначале записывают спокойное дыхание (см. рис. 24.2), затем испытуемый должен сделать максимально глубокий вдох и сразу после него максимальный выдох — для определения ЖЕЛ. Затем снова записывают спокойное дыхание. В конце исследования испытуемый выполняет максимальную гипервентиляцию в течение 12–15 с. В пересчёте на 1 минуту это позволяет определить максимальную вентиляцию лёгких (МВЛ).

Для анализа используйте спирограмму, полученную в работе 24.7 (рис. 24.6), или собственную.

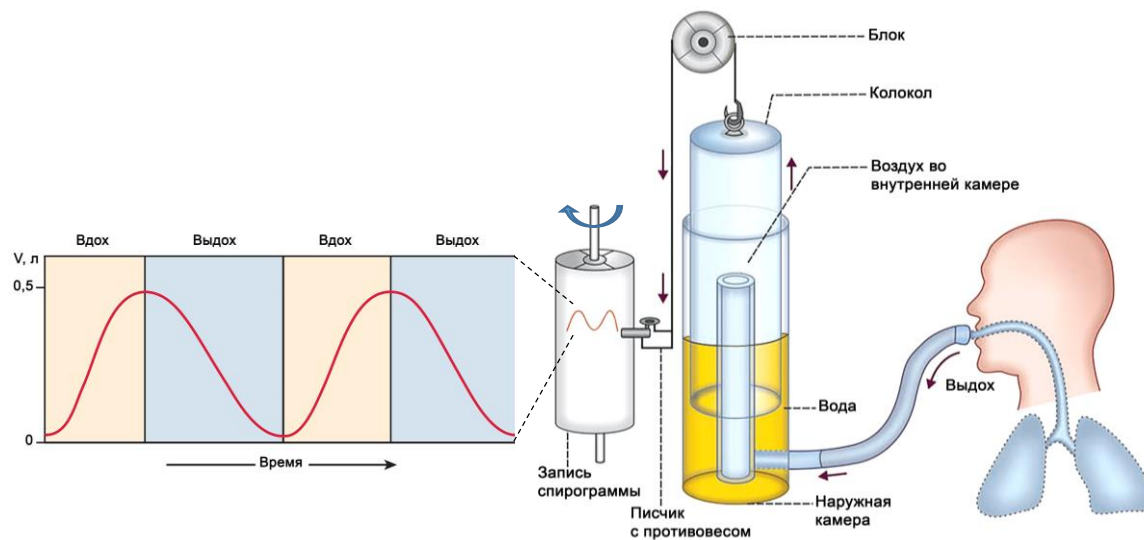


Рис. 24.2. Спирография

### Спирограмма (нарисовать)

Обозначьте дыхательные объёмы и ёмкости



### Анализ спирограммы (по учебному фильму)

Показатель	Результат измерения		Норма показателя
1. Частота дыхания			9–20 /мин
2. Ритмичность дыхания			ритмичное
3. Дыхательный объём			300–800 мл
4. Резервный объём вдоха	мл,	%	55–66 % от ЖЕЛ
5. Резервный объём выдоха	мл,	%	20–33 % от ЖЕЛ
6. Жизненная ёмкость лёгких			3–7 л
7. Минутный объём дыхания			4–9 л/мин
8. Альвеолярная вентиляция	мл,	%	80–65 % от МОД

**Вывод** (сравните полученные данные с нормой): \_\_\_\_\_

## Работа 24.5. СПИРОМЕТРИЯ

**Спирометрия** — метод измерения объёмов выдыхаемого воздуха.

Для спирометрии используют разные модели спирометров. Наиболее распространёнными являются водные и суховоздушные спирометры.

В водных спирометрах воздух выдыхается в специальную ёмкость, которая под его давлением поднимается над поверхностью воды и перемещает стрелку указателя. Эти спирометры достаточно точны, но громоздки и неудобны в повседневной работе.

В суховоздушных поток воздуха проходит через специальную турбинку, которая совмещена со стрелкой на табло. Они компактны, легки, могут использоваться в амбулаторных условиях, но менее точны. На сегодняшний день всё большее распространение получают компьютеризированные компактные модели спирометров, передающие данные непосредственно в приложение мобильного телефона.

**Материалы и оборудование.** Водный и суховоздушный спирометр, разовые дезинфицированные мундштуки (загубники, маски), соединительные шланги, антисептик, вата, ёмкость для отработанных отходов. Для полного перекрытия выдоха через нос перед измерением показателей лёгочных объёмов используйте специальный носовой зажим.

### 1. Определение жизненной ёмкости лёгких

**Жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ)** — наибольший объём воздуха, выдыхаемый при максимальном медленном выдохе, сделанном после максимального вдоха. ЖЕЛ является одним из важных показателей внешнего дыхания. При этом её величина зависит от пола, возраста, роста и массы тела, степени физического развития человека. Поэтому на практике величину ЖЕЛ принято сравнивать не с нормальным диапазоном, а с должной ЖЕЛ (ДЖЕЛ) — индивидуальной нормой ЖЕЛ. Её находят по таблицам, формулам или номограммам.

Одним из способов расчёта ДЖЕЛ является её определение с использованием таблиц Гаррис–Бенедикта (см. Приложение и работу 31.3). По таблицам на основании данных роста, массы тела и возраста определяется величина должного основного обмена, которая затем умножается на коэффициент **2,6** для мужчин или на **2,2** — для женщин.

**В физиологии дыхания различие между измеренной и должной величиной обычно не должно превышать 20 %. ЖЕЛ считается сниженной, если её фактическая величина составляет менее 80 % от ДЖЕЛ.** Отклонение измеренной ЖЕЛ в сторону больших значений, как правило, не является патологическим. У лиц, активно занимающихся физкультурой и спортом (особенно плаванием, лёгкой атлетикой, лыжным или велоспортом), индивидуальные значения ЖЕЛ иногда превышают ДЖЕЛ на 30 % и более.

**Ход работы.** Установите стрелку спирометра на нулевую отметку. Нос закройте зажимом. После максимального вдоха плотно обхватите губами мундштук спирометра и сделайте медленный максимально глубокий выдох. Повторите трижды и учитывайте лучший результат.

**Результаты.** Пол испытуемого \_\_ (м/ж), возраст \_\_ (лет), рост \_\_ (см), масса тела \_\_ (кг).  
ЖЕЛ = \_\_\_\_\_ мл; ДЖЕЛ = ( \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ ) × \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ мл.

ЖЕЛ – ДЖЕЛ = \_\_\_\_\_ мл, что составляет [(ЖЕЛ – ДЖЕЛ) × 100 / ДЖЕЛ] \_\_\_\_\_ % от ДЖЕЛ.

**Вывод:** \_\_\_\_\_

### 2. Влияние положения тела на величину ЖЕЛ

Определите величину ЖЕЛ в положении стоя, сидя и лёжа (по три раза с перерывами и учитывайте лучший результат).

**Результаты:** ЖЕЛ стоя \_\_\_\_\_, сидя \_\_\_\_\_, лёжа \_\_\_\_\_ мл.

**Вывод** (охарактеризуйте и объясните механизм влияния положения тела на величину ЖЕЛ):  
\_\_\_\_\_

### Работа 24.5. (продолжение)

#### 3. Влияние скорости выдоха на величину ЖЕЛ (проба Вотчала)

У испытуемого определите ЖЕЛ, затем ФЖЕЛ (форсированная ЖЕЛ). Для определения ФЖЕЛ после максимального вдоха делают **максимально быстрый и глубокий выдох**. В норме разность между ЖЕЛ и ФЖЕЛ не превышает 300 мл. Увеличение этой разности свидетельствует о сужении (обструкции) бронхов.

##### Результаты:

ЖЕЛ = \_\_\_\_\_, ФЖЕЛ = \_\_\_\_\_, ЖЕЛ – ФЖЕЛ = \_\_\_\_\_ мл.

**Вывод** (выявлены ли признаки бронхообструкции): \_\_\_\_\_

#### 4. Определение лёгочных объёмов

Установите стрелку спирометра на нуль. Испытуемый последовательно делает 5 спокойных выдохов в спирометр. Для определения среднего дыхательного объёма (ДО) полученный общий объём воздуха нужно разделить на 5.

Для определения резервного объёма выдоха (РОВ<sub>вд</sub>) испытуемый после окончания спокойного выдоха в атмосферу выдыхает оставшийся воздух в спирометр.

Прямое определение резервного объёма вдоха (РОВ<sub>вд</sub>) с помощью спирометра невозможно, так как прибор предназначен только для выдоха в измерительную ёмкость или турбинку. Чтобы найти РОВ<sub>вд</sub>, от ЖЕЛ нужно отнять ДО и РО<sub>вд</sub>.

##### Результаты:

ДО = \_\_\_\_\_ мл, \_\_\_\_\_ % (норма 300–800 мл, 15–20 % от ЖЕЛ).

РО<sub>вд</sub> = \_\_\_\_\_ мл, \_\_\_\_\_ % (норма 20–33 % от ЖЕЛ).

РОВ<sub>вд</sub> = ЖЕЛ – РО<sub>вд</sub> – ДО = \_\_\_\_\_ мл, \_\_\_\_\_ %  
(N 55–66 % от ЖЕЛ).

**Вывод** (сравните полученные данные с нормой): \_\_\_\_\_

### Работа 24.6. ПИКФЛОУМЕТРИЯ

**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.

**Ход работы.** Пиковая (максимальная) объёмная скорость выдоха у взрослых составляет 4–10 л/сек. Для нахождения должной пиковой объёмной скорости выдоха (ДПОС) измеренную ЖЕЛ умножают на 1,25:

$$\text{ДПОС}_{\text{вд}} = 1,25 \times \text{ЖЕЛ} = 1,25 \times \text{_____} = \text{_____}.$$

Величина ПОС вдоха обычно несколько меньше, чем ПОС выдоха, но должна быть не менее 3 л/сек.

Допустимое снижение ПОС от ДПОС не должно превышать 20 %.

Переключатель прибора установите в положение «выдох». Испытуемый после глубокого вдоха, плотно обхватив мундштук губами, делает максимальный форсированный выдох через рот. Результат определяют по максимальному отклонению стрелки пневмотахометра (или смещению ползунка — в портативных пикфлоуметрах).

Для определения ПОС вдоха установите переключатель прибора в положение «вдох» и после глубокого выдоха сделайте через трубку максимальный форсированный вдох.

Пикфлоуметрия имеет большое диагностическое значение — при нарушении проходимости бронхов (обструктивных нарушениях дыхания) ПОС выдоха резко снижается (> чем на 20 % от ДПОС).

##### Полученные результаты.

Пиковая объёмная скорость выдоха, л/с		
измеренная	должная	% отклонения ПОС <sub>вд</sub> от ДПОС <sub>вд</sub>

Пиковая объёмная скорость вдоха = \_\_\_\_\_ л/с

**Заключение** (выявлены ли признаки обструктивных нарушений): \_\_\_\_\_

**Работа 24.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЧЕСКОГО СПИРОМЕТРА МАС-1**

Таблица 24.1

**135** 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. 24.1.

**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. 24.3). 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.

Обозначения		Ед. изм.	Полное название показателя
русско-язычные	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

## Работа 24.7. (продолжение)

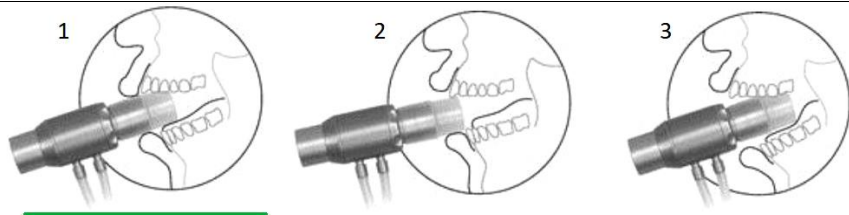


Рис. 24.3. Положение мундштука во рту испытуемого:  
1 — правильное; 2 и 3 — неправильное

### 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 изо 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. 24.4).

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.

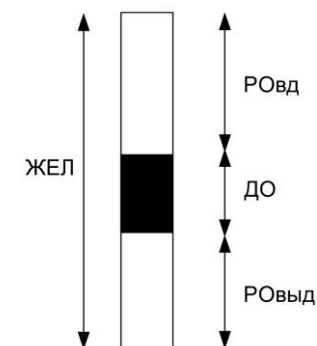


Рис. 24.4. Диаграмма объёмов

## 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 скажите: «Не торопясь, выдохните полностью». Убедитесь, что выдох полный (до гудка).

Скажите: «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. 24.5).

Пунктир на первой кривой соответствует значению  $ОФВ_1$ , на второй кривой — 1-ой 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).

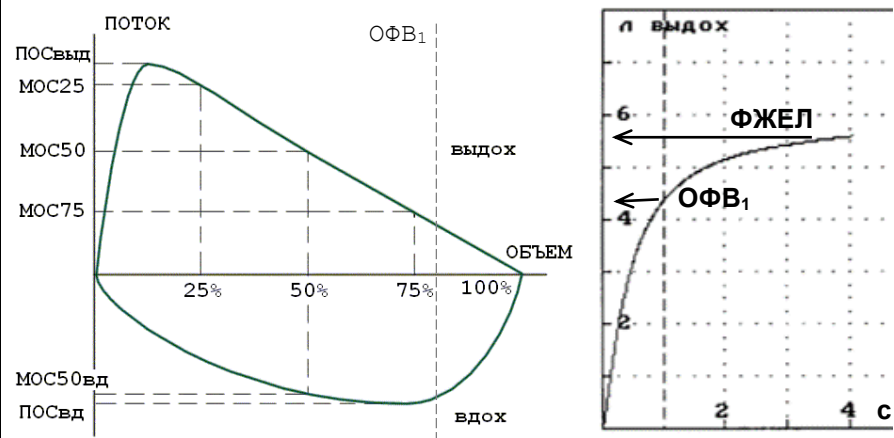


Рис. 24.5. Нормальная петля «поток – объём» (слева) и кривая форсированного выдоха (справа) здорового человека

## 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 гипоксии у испытуемого может закружиться 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].

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



## Работа 24.7. (продолжение)

### ПРОТОКОЛ

Для анализа состояния функции внешнего дыхания приводятся результаты определения потоковых показателей внешнего дыхания у одного из обследованных (см. табл. 24.2).

Таблица 24.2

Показатели	Величина показателя		
	Измеренная	Должная	% от должной
ФЖЕЛ	л*	5,25 л	_____*
ОФВ <sub>1</sub>	л*	4,16 л	_____*
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ	%*	70–85%	_____*
ПОС	7,21 л/с	9,47 л/с	76
МОС <sub>25</sub>	4,74 л/с	8,21 л/с	58
МОС <sub>50</sub>	1,96 л/с	5,27 л/с	37
МОС <sub>75</sub>	0,53 л/с	2,03 л/с	26
МОС <sub>25-75</sub>	1,52 л/с	4,26 л/с	36
МОС <sub>75-85</sub>	0,36 л/с	1,00 л/с	36

\* — определите по графику справа и рассчитайте.

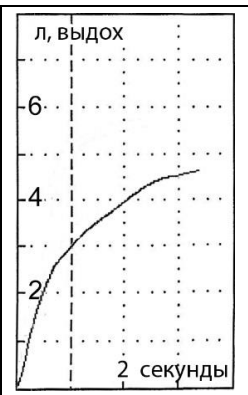
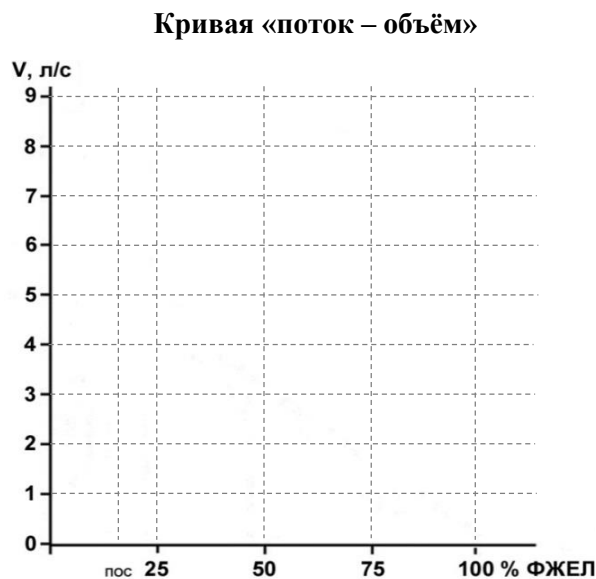
На основании приведённых в табл. 24.2 данных (ПОС, МОС<sub>25</sub>, МОС<sub>50</sub> и МОС<sub>75</sub>) постройте кривые «поток – объём»:

одну кривую для измеренных величин объёмной скорости потока воздуха во время выдоха (и отметьте точку ОФВ<sub>1</sub>), и другую — для её должных (нормальных) значений.

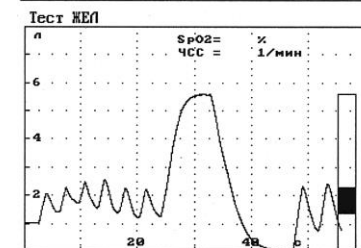
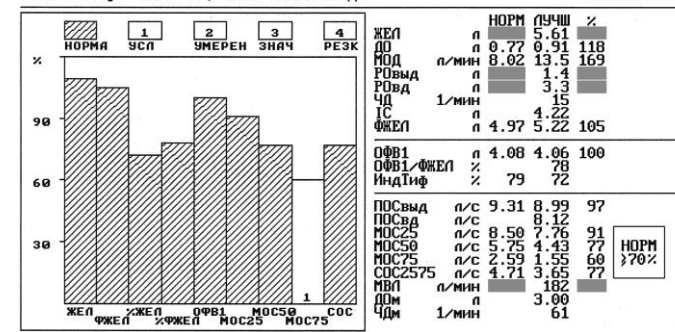
Учтите, что в начале и к концу выдоха (100% ФЖЕЛ) объёмная скорость выдоха равна 0 л/с.

На основании всех полученных данных сделайте заключение о наличии или отсутствии признаков обструктивных и/или рестриктивных нарушений внешнего дыхания у обследуемого.

**Вывод:** \_\_\_\_\_



Дата обследования пациента: 09январь2023, Начало: 09:07, Окончание: 09:35  
 Система норм: КЛЕМЕНТ, Раса: ЕВРОПЕОИД



Критерии качества тестов

- Нспирио 3 +
- дЖЕЛ л 0.06 +
- УокончСп л 0.01 +
- Нпневмо 3 +
- дОФВ1 л 0.02 +
- дФЖЕЛ л 0.19 +
- Уэкстр л 0.01 +
- УокончП 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(ИндТиф) в норме

**ВНИМАНИЕ!** Заключение является предварительным и требует подтверждения врача.

Заключение врача: \_\_\_\_\_

Подпись / Чашиния /

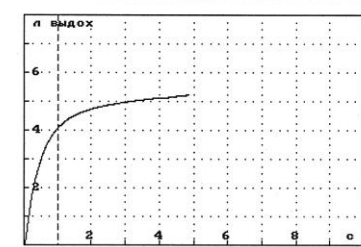
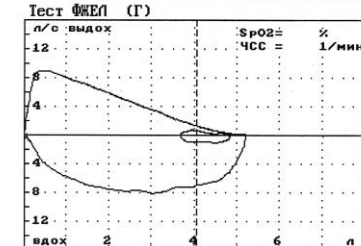


Рис. 24.6. Образец протокола спирометра MAC-1 (самостоятельно рассчитайте закрытые данные для себя)

<b>Работа 24.8. АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НАЗАЛЬНОГО КЛИРЕНСА</b>		
<p>Исследование подвижности ресничек эпителия полости носа (назального клиренса) позволяет получить достаточно точное представление о состоянии лёгочного клиренса. В клинической практике для скрининга дисфункции ресничного эпителия дыхательной системы используется <i>сахариновый тест</i>.</p> <p><b>Материалы и оборудование.</b> Сахарин в таблетках по 1 мм<sup>3</sup>, пинцет.</p>	<p><b>Ход работы.</b> Исследование проводится не ранее, чем через две недели после ОРИ или обострения хронического процесса в дыхательной системе.</p> <p>Испытуемому, сидящему на стуле вертикально с несколько наклонённой вперёд головой, на медиальную часть нижнего носового хода назальным пинцетом помещают 1 таблетку сахарина и измеряют время от введения сахарина в носовую полость до появления ощущения сладкого вкуса во рту.</p> <p>Во время проведения теста пациента просят не втягивать резко воздух и не чихать. В норме это время составляет <b>5–8 мин.</b></p>	<p>При инфекционных заболеваниях, хронических ринитах или синуситах, воздействии токсических газов и тому подобных состояниях указанное время увеличивается до 9–30 мин и более.</p> <p style="text-align: center;"><b>ПРОТОКОЛ</b></p> <p>Время назального клиренса составило _____ мин.</p> <p><b>Вывод.</b> Ток слизи в полости носа направлен от _____ в сторону _____. Это обеспечивается биением ресничек мерцательного эпителия. Признаки нарушения назального клиренса _____ (<i>выявлены, не выявлены</i>).</p>
<p><b>Исправить задания на страницах</b></p>		<p><b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:</b></p>

(подпись преподавателя)



<p><b>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</b></p>	<p><b>ЛИТЕРАТУРА</b> <i>Основная</i></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. Индекс оксигенации.</li> <li>4. Транспорт кислорода кровью. Транспортные формы кислорода. Кислородная ёмкость крови (КЕК), её изменения у плода и детей. Оксигеметрия. Пульсоксиметрия.</li> <li>5. Кривая диссоциации оксигемоглобина, её сдвиги, особенности у новорождённого и у взрослого человека. Факторы, влияющие на сродство гемоглобина к кислороду, их физиологическое значение.</li> <li>6. Транспорт углекислого газа кровью. Транспортные формы. Взаимосвязь между газообменом O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>.</li> <li>7. Газообмен между кровью и тканями. Коэффициент утилизации кислорода тканями (КУК) в покое и при физической нагрузке.</li> </ol>	<p>[1]. [2]. С. 316–325.</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 2. С. 171–190. [4]. С. 216–222, 231–233.</p>
<p><b>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Рассчитайте индекс оксигенации (ИО), если PaO<sub>2</sub> = 105 (63) мм рт. ст., FiO<sub>2</sub> = 0,21 (0,30). Объясните причины изменения ИО.</li> <li>8. Чему в среднем равно PvO<sub>2</sub> и каково насыщение Hb кислородом в венозной крови?</li> <li>9. При pO<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> <li>10. 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>11. 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>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каково процентное содержание (Fi) O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> на уровне моря? На высоте 1000 м, 2000 м, 3000 м над уровнем моря?</li> <li>2. Почему выдыхаемый воздух содержит больше кислорода, чем альвеолярный?</li> <li>3. Чему равно парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе (PAO<sub>2</sub>) у человека, которому делают искусственное дыхание изо рта в рот. Содержание кислорода в альвеолярном воздухе у него составляет 12 %. Атмосферное давление равно 747 мм рт. ст.</li> <li>4. Какой максимальный уровень оксигемоглобина артериальной крови может быть ориентировочно достигнут у человека, если парциальное давление O<sub>2</sub> в его альвеолярном воздухе составляет 84 мм рт. ст.?</li> <li>5. Определите КЕК, если содержание Hb в крови составляет 120 г/л.</li> <li>6. Как изменится сродство гемоглобина к O<sub>2</sub> и диссоциация оксигемоглобина: при ацидозе; при повышении pCO<sub>2</sub>; при снижении температуры тела?</li> </ol>	

<b>Работа 25.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>			
Парциальное давление газа — _____ _____	Кислородная ёмкость крови (КЕК) — _____ _____		
Уравнение диффузии Фика: _____ _____	Транспортные формы кислорода (1, 2): _____ _____		
Индекс оксигенации — _____ _____	Транспортные формы углекислого газа (1, 2, 3): _____ _____		
Вентиляционно-перфузионное отношение — _____ _____	Кривая диссоциации оксигемоглобина — _____ _____		
Физиологическое шунтирование крови в лёгких — _____ _____	Эффект Бора — _____ _____		
Зоны Веста — _____ _____	Эффект Холдейна — _____ _____		
2,3-дифосфоглицерат (2,3-ДФГ) — _____ _____	Коэффициент утилизации кислорода (КУК) — _____ _____		
<b>НОРМАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАЗООБМЕНА</b>		<b>ОБЩЕПРИНЯТЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ</b>	
Диффузионная способность лёгких по кислороду (в покое), ДЛО <sub>2</sub>	15–30 мл/мин/мм рт. ст.	<b>F</b>	фракция, в % или долях целого
Напряжение кислорода в артериальной крови, PaO <sub>2</sub>	85–100 мм рт. ст.	<b>P</b>	парциальное давление, напряжение газа
Напряжение CO <sub>2</sub> в артериальной крови, PaCO <sub>2</sub>	35–45 мм рт. ст.	<b>S</b>	насыщение, сатурация
Оксигенация гемоглобина в артериальной крови, SaO <sub>2</sub> или HbO <sub>2</sub>	95–98 %	<b>i</b>	вдыхаемый воздух
Коэффициент утилизации кислорода (КУК) в покое при физической нагрузке	25–30 %	<b>e</b>	выдыхаемый воздух
	40–60 %	<b>A</b>	альвеолярный газ
Объём кислорода, связываемый 1 граммом гемоглобина	1,34 мл	<b>a</b>	газ артериальной крови
Индекс оксигенации: ИО = PaO <sub>2</sub> / FiO <sub>2</sub>	300–500 мм рт. ст.	<b>v</b>	газ венозной крови

## Работа 25.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Расчёт объёма физиологического мёртвого пространства» (04:28) — к работе 25.3;
2. «Оксигемография» (07:55) — к работе 25.4;
3. «Пульсоксиметрия» (13:32) — к работе 25.4;
4. «Картина кислородного статуса организма» (21:21) — к работе 25.6;

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеofilмы, размещённые в ЭУМК.



## Работа 25.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА АЛЬВЕОЛЯРНОГО И ВЫДЫХАЕМОГО ВОЗДУХА.

### РАСЧЁТ ОБЪЁМА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МЁРТВОГО ПРОСТРАНСТВА (демонстрация учебного видеofilма)



**Физиологическое (функциональное) мёртвое пространство (ФМП)** — это сумма анатомического МП и объёма альвеол, в которых не происходит газообмен: вентилируемых, но не перфузируемых, или альвеол с утолщённым азрогематическим барьером.

Метод расчёта объёма ФМП основан на определении разности содержания  $\text{CO}_2$  в выдыхаемом и альвеолярном воздухе. Так как это различие обусловлено наличием мёртвого пространства, его величина должна быть прямо пропорциональна разности содержания  $\text{CO}_2$ . Если принять содержание  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе равным нулю, то предложенная Бором формула для расчёта мёртвого пространства принимает вид:

$$\text{ФМП} = \frac{\text{ДО} \times (\text{F}_A\text{CO}_2 - \text{FeCO}_2)}{\text{F}_A\text{CO}_2},$$

где ДО — дыхательный объём;  $\text{F}_A\text{CO}_2$  и  $\text{FeCO}_2$  — процентное содержание углекислого газа в альвеолярном и выдыхаемом воздухе, соответственно.

**Материалы и оборудование.** Высокоточный анализатор углекислого газа, спирометр, спирограф, камера для сбора альвеолярного воздуха.

**Ход работы.** Для получения выдыхаемого воздуха обследуемый должен сделать 5 спокойных выдохов в спирометр. Для расчёта частоты дыхания по секундомеру определяют время выполнения этих 5 дыхательных циклов. Среднюю величину дыхательного объёма (ДО) вычисляют путём деления полученного объёма на 5. Затем определяют содержание  $\text{CO}_2$  ( $\text{FeCO}_2$ ) в собранном выдыхаемом воздухе.

Для определения содержания углекислого газа в альвеолярном воздухе ( $\text{F}_A\text{CO}_2$ ) обследуемый должен выдохнуть в специальную камеру только последнюю порцию (300–400 мл) резервного объёма выдоха. Затем полученный альвеолярный воздух пропускают через газоанализатор и определяют в нем содержание  $\text{CO}_2$ .

**В норме величина ФМП составляет 20–35 % от величины ДО, а альвеолярная вентиляция 65–80 % от МОД.** Увеличение ФМП свидетельствует о снижении эффективности внешнего дыхания и нарушении нормального соотношения между вентиляцией и перфузией.

### ПРОТОКОЛ

#### Полученные результаты:

ДО = \_\_\_\_\_ мл, ЧД = \_\_\_\_\_ мин<sup>-1</sup>, МОД = \_\_\_\_\_ мл/мин

$\text{FeCO}_2$  = \_\_\_\_\_ %,  $\text{F}_A\text{CO}_2$  = \_\_\_\_\_ %, ФМП = \_\_\_\_\_ мл.

Отношение ФМП / ДО = \_\_\_\_\_ % (в норме — 20–35 % от ДО).

Показатель ФМП используется для расчёта **эффективной альвеолярной вентиляции (АВ)** обследуемого:  $\text{АВ} = \text{МОД} - (\text{ФМП} \times \text{ЧД})$ .

АВ = \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ мл.

**Заключение.** Физиологическое мёртвое пространство у испытуемого \_\_\_\_\_

## Работа 25.4. ОКСИГЕМОМЕТРИЯ, ОКСИГЕМОГРАФИЯ, ПУЛЬСОКСИМЕТРИЯ (демонстрация учебных видеofilьмов)



Перечисленные методы основаны на измерении поглощения (или отражения) света волн определённой длины гемоглобином крови при просвечивании тканей (мочки уха, пальца и т. д.). Эти методы позволяют непрерывно наблюдать за изменением насыщения крови кислородом и широко используются в клинической практике, особенно в отделениях интенсивной терапии и реанимации. **Дополнительную информацию см. в ЭУМК.**

**Материалы и оборудование.** Пульсоксиметр с кабелем, тонометр, пластырь, ёмкости для воды, колотый лёд.

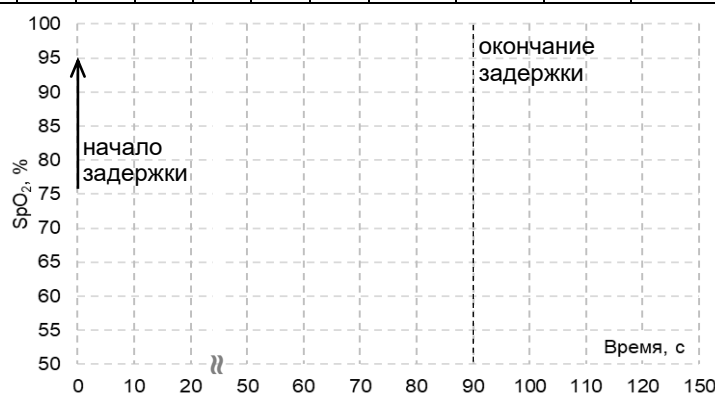
### А. Влияние задержки дыхания на насыщение крови кислородом

**Ход работы.** Исследование проводят на здоровых людях. При проведении пробы необходим тщательный контроль за состоянием обследуемого. 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
SpO <sub>2</sub> , %	96	96	95	92	88	82	76	68	60	85	92	94

Полученные результаты представьте в виде графика:



### Б. Влияние различных факторов на пульсоксиметрию

**Ход работы.** Подключите пульсоксиметр к USB-порту компьютера в учебной аудитории. Вставьте палец в пульсоксиметр до упора таким образом, чтобы экран прибора находился со стороны ногтевой пластинки. Включите пульсоксиметр нажатием на белую кнопку под экраном. Через некоторое время на экране начнут отображаться величины SpO<sub>2</sub>, % (голубые цифры, в норме 95–98 %), ЧСС (жёлто-зелёные цифры) и фотоплетизмограмма (нижняя кривая, отражающая изменение кровенаполнения сосудов малого диаметра).

На компьютере запустите программу «22\_SpO2 Assistant» и щёлкните ЛКМ по левой кнопке в центре экрана (с изображением COM-порта и всплывающей надписью «Подключ. устр.»). В открывшемся окне в верхней строчке таблицы через несколько секунд появится название порта, например «COM3» — выделите его ЛКМ и нажмите кнопку «Соед.». Отображение данных начнётся через 3–20 с.

Если пульсоксиметр не обнаруживается программой, проверьте его настройки. Меню прибора открывается долгим нажатием на кнопку включения. В строке «USB» должно отображаться значение «on». Изменить его можно нажатием на кнопку включения пульсоксиметра и затем на строку «Exit».

Измерьте SpO<sub>2</sub> в разных условиях в соответствии с указаниями протокола. Попробуйте задержать дыхание более 90 с (до ощущения непреодолимой потребности во вдохе) и оцените изменения SpO<sub>2</sub>.

### ПРОТОКОЛ

	Исходно, ноготь чистый, бесцветный	После охлаждения руки в ледяной воде	После отогревания руки в горячей воде	Давление в манжете тонометра 140 мм рт. ст.	Ноготь окрашен красным лаком	Палец заклеен пластырем
SpO <sub>2</sub> , %						

**Вывод.** Как изменяется SpO<sub>2</sub> (% HbO<sub>2</sub>) во время задержки дыхания? \_\_\_\_\_ Как быстро восстанавливается насыщение крови кислородом после возобновления дыхания? \_\_\_\_\_

**Работа 25.5. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССОГЛАСОВАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ И КРОВОТОКА В ЛЁГКИХ, ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ГАЗООБМЕНА И ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ**



Работа выполняется с помощью программы «09\_PhysioLogy», которая позволяет моделировать влияние различных факторов на функции гемокардиореспираторной системы и рассчитывать изменения показателей внешнего дыхания, кровотока, транспорта газов кровью и газообмена в организме в зависимости от условий внешней и внутренней среды.

На экране представлена схема вентиляции и кровотока в лёгких, а также ряд показателей, характеризующих дыхание, газообмен и кровоток.

Показатели, используемые в настоящей работе:

$P_{AO_2}$  —  $pO_2$  альвеолярного воздуха, 105–110 mmHg;

$P_{aO_2}$  —  $pO_2$  артериальной крови, 85–100 mmHg;

$SaO_2$  — насыщение гемоглобина кислородом, 95–98 %;

$P_{ACO_2}$  —  $pCO_2$  альвеолярного воздуха, 36–40 mmHg;

$P_{aCO_2}$  —  $pCO_2$  артериальной крови, 35–45 mmHg;

$P_{aCO_2} - P_{ACO_2}$  — разность артериального и альвеолярного  $pCO_2$ , до 4 mmHg;

$VD/VT$  — отношение ФМП к ДО, до 35 %;

$RR$  — частота дыхания = 9–20 /мин;

$TV$  — дыхательный объём, 0,3–0,8 л;

$MV$  — (в данной программе) — альвеолярная вентиляция;

$V:Q$  — отношение вентиляция / кровоток (вентиляционно-перфузионное отношение).

**Возрастание вентиляционно-перфузионного отношения ( $\uparrow V/Q$ )** в лёгких может происходить как вследствие увеличения вентиляции ( $\uparrow V$ ), так и в результате снижения кровотока ( $\downarrow Q$ ) — см. рис. 25.1.

**А. Моделирование гипервентиляции лёгких ( $\uparrow V$ ).** В разделе **RESPIRATORY** щёлчком ЛКМ замените **Variable** на **Fixed**. Затем, щёлкая ЛКМ, измените нормальную величину альвеолярной вентиляции ( $MV$ ),  $\approx 4,60$  L/min, на большую — 12 L/min. Через 30 с прекратите гипервентиляцию (**File, Pause**). Внесите в протокол показатели газового состава альвеолярного воздуха и крови, изменившиеся при гипервентиляции.

**Б. Моделирование снижения лёгочного кровотока ( $\downarrow Q$ )** в верхних долях лёгких.

Восстановите исходные показатели (**File, Reset**).

С помощью ПКМ постепенно уменьшите кровоток в верхних долях лёгких от значения 25 % до 0, что соответствует прекращению кровотока. Такая ситуация может возникать при резко выраженной гиповолемии, при кровопотере, тромбоэмболии лёгочной артерии и т. п.

Остановите процесс через 2 минуты (**File, Pause**).

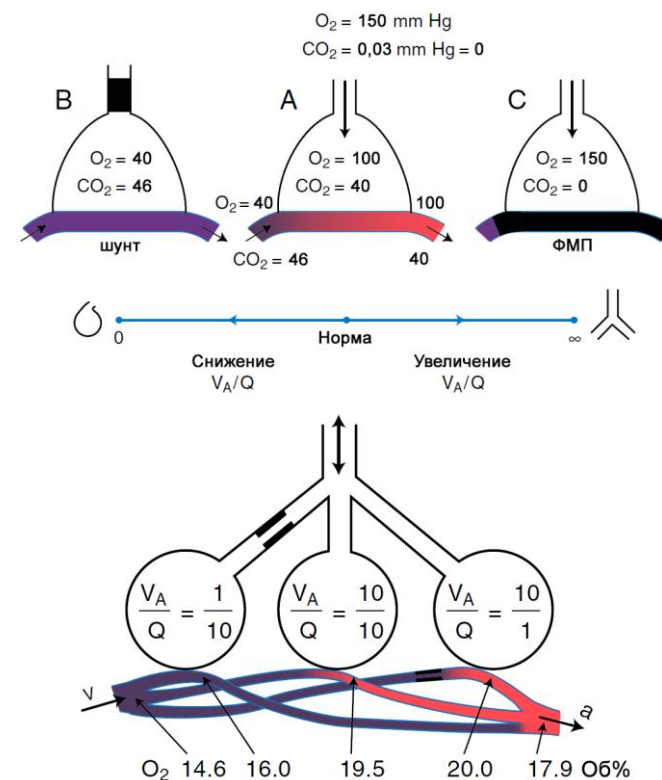


Рис. 25.1. Некоторые факторы, влияющие на величину вентиляционно-перфузионного отношения: А — норма; В — нарушение вентиляции; С — нарушение перфузии альвеол или диффузии газов, гипервентиляция

Показатели, полученные при снижении лёгочного кровотока, уже внесены в таблицу в протоколе. Сравните полученные изменения с исходными, используя стрелки ( $\uparrow$  или  $\downarrow$ ) и символы ( $=$  или  $\approx$ ).

**Работа 25.5. (продолжение)**

**ПРОТОКОЛ**

Показатель	Исходно	При гипер- вентиляции через 30 с	Оценка (↑,↓,=,≈)	При ост. кровотока в лёгочной артерии через 2 мин	Оценка (↑,↓,=,≈)
$P_{AO_2}$	107,6 mmHg			123,6 mmHg	
$PaO_2$	100,4 mmHg			106,1 mmHg	
$SaO_2$	96,3 %			96,7 %	
$P_{ACO_2}$	36,6 mmHg			22,8 mmHg	
$PaCO_2$	37,2 mmHg			37,6 mmHg	
$PaCO_2 - PACO_2$	0,6 mmHg			14,6 mmHg	
VD/VT	25,6 %			50,8 %	
pH	7,41			7,37	
RR = Част. дых.	10 /min			12/min	
TV = ДО	0,61 L			0,80 L	
MV = Альв. вент.	4,62 L/min			7,66 L/min	
V:Q	0,89			1,44	

**Ответьте на вопросы:**

1. Как влияет гипервентиляция на состав альвеолярного воздуха и содержание газов в крови?

2. Какие неблагоприятные изменения могут происходить в организме в результате избыточной вентиляции лёгких?

3. Какие показатели могут использоваться для определения того, что снижение  $pCO_2$  альвеолярного воздуха ( $P_{ACO_2}$ ) вызвано гипервентиляцией, а не уменьшением лёгочного кровотока?

4. Какие из вышеприведённых показателей наиболее информативны для выявления рассогласования вентиляции и лёгочного кровотока?

**Работа 25.6. ИЗУЧЕНИЕ КРИВОЙ ДИССОЦИАЦИИ ОКСИГЕМОГЛОБИНА**



**Ход работы.** Заполните таблицу зависимости степени насыщения гемоглобина кислородом от величины  $pO_2$  в крови:

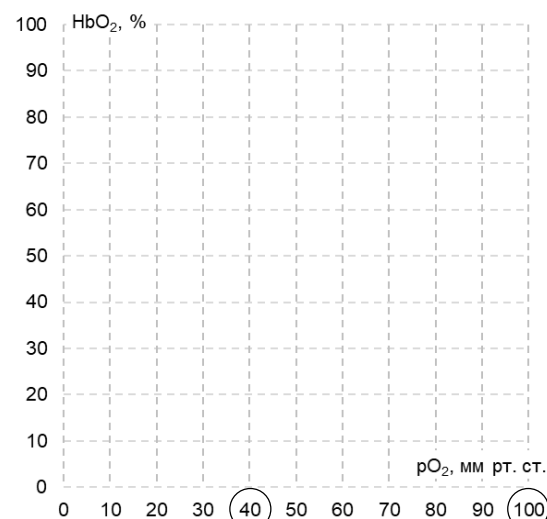
$pO_2$ , мм рт. ст.	0	10	27	40	60	67	75	90	100
HbO <sub>2</sub> , %									

Постройте на графике соответствующую кривую диссоциации оксигемоглобина. Заитрихуйте красным цветом величину  $pO_2$ , характерную для артериальной крови, синим — для венозной.

Нарисуйте красным цветом кривую со сдвигом вправо, синим — со сдвигом влево, и перечислите на графике факторы, приводящие к указанным сдвигам.

На трёх построенных кривых графически определите величину КУК:  $КУК_{станд}$  \_\_\_\_\_ %,  $КУК_{прав}$  \_\_\_\_\_ %,  $КУК_{лев}$  \_\_\_\_\_ %.

По стандартной кривой диссоциации оксигемоглобина определите, какова была минимальная величина  $PaO_2$  при максимальном снижении  $SpO_2$  после задержки дыхания в работе 25.4:  $PaO_2 =$  \_\_\_\_\_.



**Исправить задания  
на страницах**

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ  
ЗАЩИЩЕНЫ:**

(подпись преподавателя)

<p><b>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</b></p>	<p><b>ЛИТЕРАТУРА</b> <i>Основная</i></p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дыхательный центр, его структура, локализация, функции. Механизмы, обеспечивающие дыхательную периодику. Регуляторные влияния на стволовые отделы дыхательного центра со стороны высших отделов головного мозга.</li> <li>2. Центральные и периферические рецепторы рН, CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> в организме, их роль. Факторы, стимулирующие дыхательный центр продолговатого мозга.</li> <li>3. Рецепторы дыхательных путей, лёгких и дыхательных мышц. Рефлекторные реакции на их раздражение. Саморегуляция дыхания. Рефлексы Геринга–Брейера, их значение у детей и взрослых.</li> <li>4. Взаимосвязь между газообменом и кислотно-основным состоянием. Физиологические механизмы поддержания КОС.</li> <li>5. Нервные и гуморальные механизмы регуляции просвета дыхательных путей.</li> <li>6. Дыхание при мышечной работе, повышенном и пониженном атмосферном давлении. Физиологические предпосылки кессонной болезни.</li> <li>7. Механизмы первого вдоха новорождённого.</li> <li>8. Гипоксия и её признаки. Теоретические основы искусственного дыхания.</li> <li>9. Функциональная система поддержания относительного постоянства дыхательных констант внутренней среды организма.</li> </ol>	<p>[1]. [2]. С. 325–338. <i>Дополнительная</i> [3]. Ч. 2 С. 190–209. [4]. С. 222–233.</p>
<p><b>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. В чём отличия между метаболическим и дыхательным ацидозом? Алкалозом?</li> <li>8. Как изменится дыхание при стимуляции j-рецепторов (юктакапиллярных)? Что стимулирует эти рецепторы?</li> <li>9. Какое действие на дыхательные пути оказывают ацетилхолин, гистамин, адреналин, ВИП, субстанция P?</li> <li>10. Чем вызывается увеличение вентиляции лёгких при физической нагрузке?</li> <li>11. Приняв, что при подъёме на каждые 11 метров атмосферное давление уменьшается примерно на 1 мм рт. ст., рассчитайте величину P<sub>A</sub>O<sub>2</sub> у здоровых людей (F<sub>A</sub>O<sub>2</sub> = 15,0 %), проживающих в Бангкоке (на уровне моря), Минске (220 м над уровнем моря), Ереване (1000 м), Аддис-Аббебе (2400 м) и Ла Ринконада (5100 м). P<sub>атм</sub> на уровне моря = 760 мм рт. ст.</li> <li>12. Учитывая, что при погружении под воду на 10 м давление увеличивается на 1 атм, рассчитайте величину P<sub>A</sub>CO<sub>2</sub> на глубине 10, 25 и 50 м (F<sub>A</sub>CO<sub>2</sub> = 5,5 %).</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие последствия для дыхания и других функций будет иметь разрыв спинного мозга на уровне C<sub>1</sub>–C<sub>2</sub>? C<sub>8</sub>–Th<sub>1</sub>?</li> <li>2. Почему в реанимации применяется не чистый кислород, а карбоген — смесь 93–95 % O<sub>2</sub> и 5–7 % CO<sub>2</sub>?</li> <li>3. Рассчитайте объём крови, протекающей через малый круг кровообращения, если содержание кислорода в артериальной крови 20 об%, в смешанной венозной — 15 об%, а потребление O<sub>2</sub> = 300 мл/мин.</li> <li>4. Как изменится дыхание при следующих показателях артериальной крови: P<sub>A</sub>O<sub>2</sub> — 82 мм рт. ст., P<sub>A</sub>CO<sub>2</sub> — 51 мм рт. ст., рН — 7,30?</li> <li>5. Как изменится рН крови при гипервентиляции? Как изменится дыхание при алкалозе?</li> <li>6. Что такое «комплекс пре-Бётцингер»?</li> </ol>	

<b>Работа 26.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>	
Дыхательный центр (ДЦ) — _____ _____	Ирритантные рецепторы — _____ _____
Вентральная инспираторная группа — _____ _____	Рефлексы Геринга-Брейера — _____ _____
Дорсальная инспираторная группа — _____ _____	Рефлекс ныряльщика — _____ _____
Пре-Бётцингер комплекс — _____ _____	Кашель — _____ _____
Бётцингер комплекс — _____ _____	Чихание — _____ _____
Апноэ — _____ _____	Гипоксемия — _____ _____
Апнейстический центр — _____ _____	Дыхательный алкалоз — _____ _____
Пневмотаксический центр — _____ _____	Метаболический ацидоз — _____ _____

**Работа 26.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ**



Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Тестирование силы дыхательных мышц» (07:47) — к работе 26.3;
2. «Внешнее дыхание» (09:54);
3. «Регуляция дыхания» (09:33).

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.





**Работа 26.3. ТЕСТИРОВАНИЕ СИЛЫ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ (демонстрация учебного видеофильма)**



Определение силы дыхательных мышц важно для дифференциальной диагностики рестриктивных нарушений внешнего дыхания, вызванных патологией бронхолегочной 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 (МДВд<sub>в</sub>). 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. 26.1.

Таблица 26.1

	Максимальное давление	
	выдоха (МДВд <sub>в</sub> )	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:** МДВд<sub>в</sub> = \_\_\_\_\_, МДВд = \_\_\_\_\_.

**Вывод:** сила мышц выдоха \_\_\_\_\_, мышц вдоха \_\_\_\_\_.

**Ответьте на вопрос:** У юноши величина ЖЕЛ составляет 62 % от нормы, МДВд<sub>в</sub> = 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? \_\_\_\_\_

Почему? \_\_\_\_\_

**Работа 26.4. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕДИАТОРНЫХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕДАЧИ ВОЗБУЖДЕНИЯ С ДИАФРАГМАЛЬНОГО НЕРВА НА МЫШЦУ**



Откройте программу «03\_TWITCH». Она позволяет выполнять виртуальные эксперименты на модели препарата участка диафрагмальной мышцы («полудиафрагмы») и подходящей к нему ветви диафрагмального нерва. Рассмотрите схему препарата и установки для его инкубации и стимуляции (**Help, Preparation**).

Вещества для введения, их характеристика и рекомендуемые дозы		
Вещество	Рекомендуемая доза	Механизм действия
Тубокурарин	5.0 E-6 M (5×10 <sup>-6</sup> M)	Блокатор н-холинорецепторов
Суксаметоний	2.0 E-5 M	Деполаризующий миорелаксант (агонист н-холинорецепторов → стойкая деполаризация концевой пластинки)
Тетродотоксин	5.0 E-6 M	Блокатор потенциал-зависимых Na <sup>+</sup> -каналов
Дантролен	2.0 E-3 M	Прямой мышечный релаксант (блокатор рианодиновых рецепторов СПР скелетного мышечного волокна)
Неостигмин	5.0 E-6 M	Обратимый ингибитор ацетилхолинэстеразы

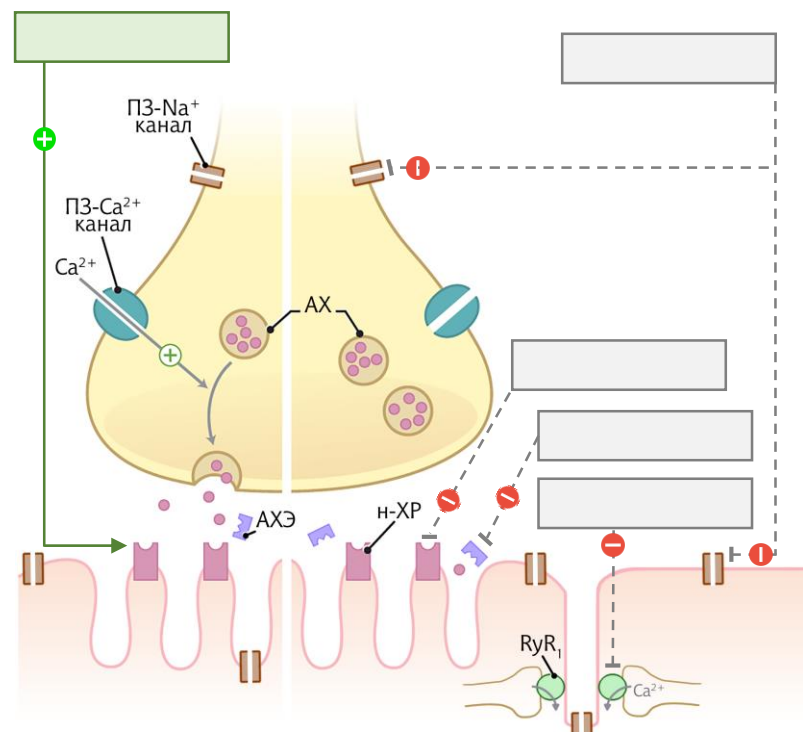
### Работа 26.4. (продолжение)

**Ход работы.** Нажав **Continue**, вернитесь к началу записи сокращений диафрагмы и стимулируйте эти сокращения через нерв или мышцу (меню в верхней части экрана — **Stimulator**, затем **Nerve** или **Muscle**). Запишите силу, развиваемую полоской диафрагмы (в граммах). Затем с помощью меню **Drugs** поочередно введите перечисленные в протоколе ниже вещества. Алгоритм введения веществ: **Drugs** — название вещества — **None** (выбор дозы) — **Apply Drug** (введение вещества в перфузионный раствор).

Пронаблюдайте влияние введённого вещества на сокращение диафрагмы при её непрямой (через нерв) и прямой стимуляции. Запишите и проанализируйте результат. Затем устраните действие исследуемого вещества отмыванием (меню **Wash, Normal Krebs**). Через 30–60 с произойдёт восстановление силы сокращений, и на этом фоне можно ввести новое вещество. Показатели силы сокращения полоски диафрагмы при введении различных веществ внесены в таблицу протокола. Внесите в неё и полученные Вами данные.

### ПРОТОКОЛ

Укажите на рисунке концевой пластинки диафрагмального нерва мишени действия вводимых веществ.



Вещество	Сила сокращения диафрагмы (г)	
	при непряой стимуляции мышцы (Nerve)	при прямой стимуляции мышцы (Muscle)
Тубокурарин	0,7	60
Суксаметоний	0,6	60
Тетродотоксин	0,0	0,02
Дантролен	13	13
Неостигмин	83	60
Р-р Кребса с Ca <sup>2+</sup>	60	60
Р-р Кребса без Ca <sup>2+</sup>	0,0	60

#### На основании полученных результатов ответьте на вопросы:

Почему при инкубации мышцы в растворе, не содержащем кальция, исчезает передача возбуждения с нерва на диафрагму \_\_\_\_\_, но при её прямой стимуляции мышца сокращается? \_\_\_\_\_

Какой медиатор осуществляет передачу возбуждения в нервно-мышечных синапсах диафрагмы? \_\_\_\_\_ Какие рецепторы постсинаптической мембраны воспринимают действие этого медиатора? \_\_\_\_\_

Каков основной физиологический механизм устранения действия ацетилхолина на постсинаптическую мембрану? \_\_\_\_\_

Что произойдёт при стойкой деполяризации постсинаптической мембраны? \_\_\_\_\_

Чем опасна для пациента передозировка миорелаксантов и почему? \_\_\_\_\_

**Работа 26.5. ВЛИЯНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ CO<sub>2</sub> В АЛЬВЕОЛЯРНОМ ВОЗДУХЕ НА ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ И pH КРОВИ**



Для работы используется компьютерная программа «09\_PhysioLogy». Описание программы приведено в работе предыдущего занятия.

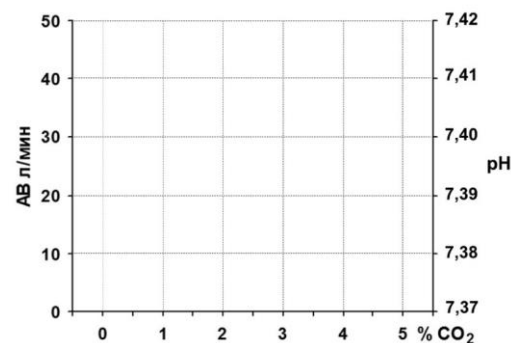
**Ход работы.** Моделируйте увеличение P<sub>A</sub>CO<sub>2</sub> альвеолярного воздуха при изменении его концентрации во вдыхаемом воздухе: установите показатель FiCO<sub>2</sub> % в разделе **INSPIRED GAS** на 30–40 с на 3 %, затем на 4 % и 5 %. Исходные значения показателей и их изменения при повышении P<sub>A</sub>CO<sub>2</sub> уже внесены в протокол.

**Указания к оформлению протокола.** Постройте графики зависимости величины альвеолярной вентиляции и pH (строки выделены жирным шрифтом) от содержания CO<sub>2</sub> во вдыхаемом воздухе.

В выводе укажите как влияет повышение содержания CO<sub>2</sub> в альвеолярном воздухе на вентиляцию лёгких и pH крови и почему.

**ПРОТОКОЛ**

Показатель	Содержание CO <sub>2</sub> во вдыхаемом воздухе			
	0 %	3 %	4 %	5 %
P <sub>A</sub> CO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	36,5	37,2	38,8	39,4
P <sub>a</sub> CO <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>



**Вывод:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Работа 26.6. МОДЕЛЬ НЕРВНЫХ СВЯЗЕЙ ДЫХАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА**



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

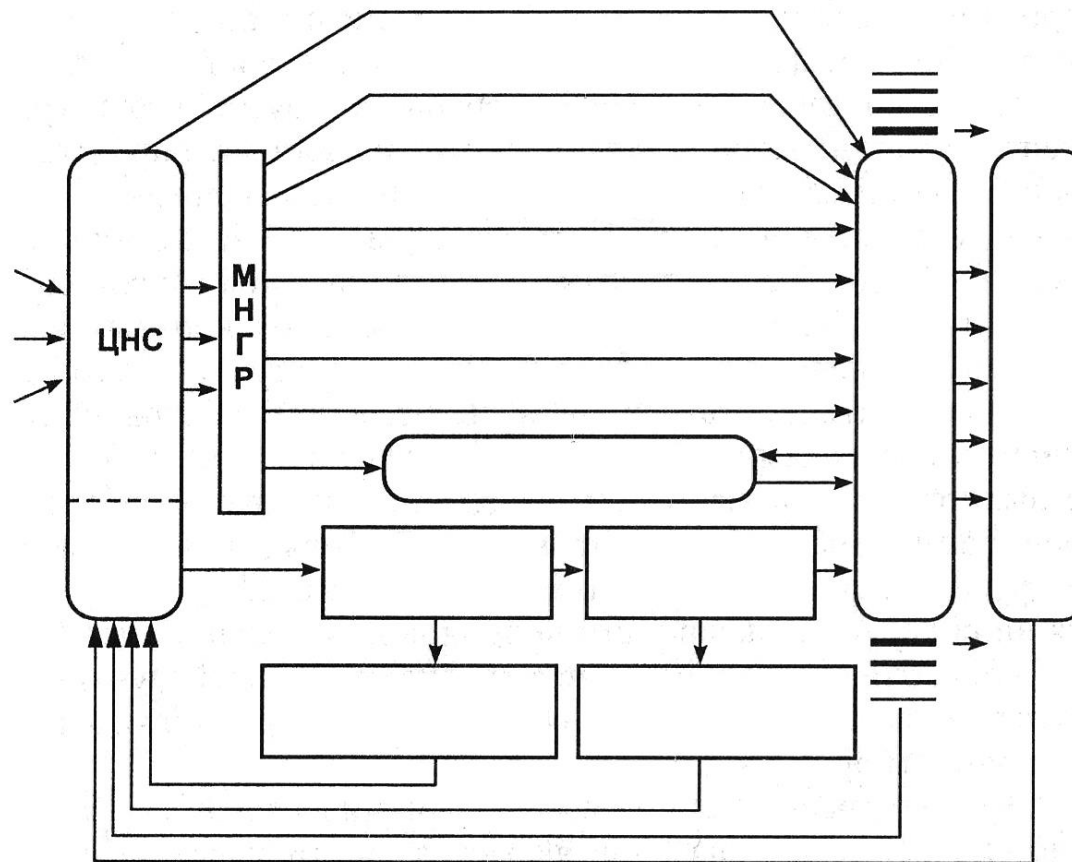
Запустите программу, щёлкнув один раз левой кнопкой мышки по изображению инспираторного центра. Дождитесь запуска дыхательного цикла и проследите за последовательностью возникновения и передачи возбуждения в отделах дыхательного центра.

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

**Указания к оформлению протокола.** Зарисуйте модель нервных связей дыхательного центра по Бредли–Эйлеру.

**Работа 26.7. ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛЯЦИИ ДЫХАНИЯ (выполняется дома самостоятельно)**

**Ход работы.** Используя материалы лекции. Учебника, ЭУМК, *заполните схему* функциональной системы регуляции постоянства газовых констант крови.



Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)



<b>Работа 27.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>	
Резерв физиологической функции — _____ _____	Фракции кислородного долга (1, 2, 3) — _____ _____
Максимальная вентиляция лёгких (МВЛ) — _____ _____	Кислородный пульс (КП) (см. работу 27.6) — _____ _____
Максимальное потребление кислорода (МПК) — _____ _____	МЕТ (см. работу 27.6) — _____ _____
Порог анаэробного обмена (ПАНО) — _____ _____	Факторы, лимитирующие резерв коронарного кровотока (1, 2, 3): ____ _____
Кислородный долг (КД) — _____ _____	КУК в покое и при максимальной физической нагрузке: организм в целом — _____ сердце — _____

### Работа 27.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



В качестве дополнительного материала может быть просмотрен учебный фильм:

«Выявление иерархии гомеостатических показателей дыхания и кровообращения» (28:09) — к работе 27.5.

Преподаватель может также предложить просмотреть дополнительные видеofilмы, размещённые в ЭУМК.



### Работа 27.3. ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМ

#### А. Тест 6 минут ходьбы

Тест основан на измерении максимального расстояния, которое испытуемый может пройти за 6 минут интенсивной ходьбы. Оно зависит в первую очередь от состояния сократимости миокарда и коронарного кровотока. Однако заболевания нервной и костно-мышечной систем могут влиять на него.

Время, затраченное на замедление или остановки, если они требовались, входит в общее время тестирования. Запрещается бежать или подбегать.

Рекомендуется выполнить данный тест самостоятельно на стадионе до начала занятия. По пройденному расстоянию оцените функциональный класс кровообращения (ФК) — см. табл. 27.1.

Таблица 27.1

Расстояние (м), пройденное за 6 мин	ФК кровообращения
более 550	ФК 0
426–550	ФК 1
300–425	ФК 2
150–300	ФК 3
менее 150	ФК 4

#### Заключение:

расстояние, пройденное за 6 минут, составило \_\_\_\_\_ м;  
функциональный класс кровообращения: ФК \_\_\_\_\_.

**Работа 27.3. (продолжение)**

**Б. Проба Генчи**

Проба Генчи позволяет исследовать функциональные резервы гемокордиореспираторной системы (ГКРС), системно оценить устойчивость организма человека к гиперкапнии и гипоксии, возникающим при задержке дыхания **после глубокого выдоха**.

Достоинством данных проб является лёгкость их выполнения, отсутствие потребности в специальном оборудовании и материалах, что делает их доступными в широкой клинической практике.

**Материалы и оборудование:** секундомер, носовой зажим, антисептик, вата, марля, ёмкость для отработанных материалов.

**Ход работы:** Данная и все последующие пробы в данной работе выполняются после 5-минутного отдыха в положении сидя. Исследование заключается в оценке максимального времени задержки дыхания на выдохе. Выполните три дыхательных движения на 3/4 глубины полного вдоха (75 % ЖЕЛ), затем полностью выдохните и задержите дыхание на максимальный срок до появления непреодолимой потребности во вдохе. Время задержки дыхания отмечают по секундомеру.

Критерии оценки результатов пробы представлены в таблице 27.2.

Таблица 27.2

Время задержки дыхания на выдохе, с	Оценка состояния
больше 40	Отличное
30–40	Хорошее
25–30	Среднее
меньше 25	Плохое

**Указания к оформлению протокола.**

1. *Определите* время задержки дыхания на выходе.
2. *Сделайте заключение* о функциональном состоянии ГКРС и о устойчивости организма испытуемого к гипоксии и гиперкапнии.

**ПРОТОКОЛ**

Время задержки дыхания на выдохе составило \_\_\_\_\_ с.

**Заключение.** Функциональное состояние ГКРС \_\_\_\_\_.

**В. Проба Штанге**

Проба Штанге, как и проба Генчи, также используется для определения устойчивости организма к гипоксии и другим состояниям, возникающим при задержке дыхания **после глубокого вдоха**. Пробы имеют широкое распространение в клинической и спортивной медицине.

Сопоставление результатов проб Генчи и Штанге даёт возможность оценить вклад системы внешнего дыхания, в первую очередь резерва альвеолярной вентиляции. Увеличение объёма ФМП или шунтирования крови также могут снизить результаты.

**Материалы и оборудование:** секундомер, носовой зажим, антисептик, вата, марля, ёмкость для отработанных материалов.

**Ход работы:** Исследование заключается в оценке максимального времени задержки дыхания на вдохе. Выполните три дыхательных движения на 3/4 глубины полного вдоха (75 % ЖЕЛ), затем сделайте глубокий вдох и задержите дыхание на максимальный срок до появления непреодолимой потребности в возобновлении дыхания. Время задержки дыхания отмечают по секундомеру.

Критерии оценки результатов пробы представлены в таблице 27.3.

Таблица 27.3

Время задержки дыхания на вдохе, с	Оценка состояния
больше 60	Отличное
40–60	Хорошее
30–40	Среднее
меньше 30	Плохое

**Указания к оформлению протокола.**

1. *Определите* время задержки дыхания на выходе.
2. *Сделайте заключение* о функциональном состоянии ГКРС и о устойчивости организма испытуемого к гипоксии и гиперкапнии.

**ПРОТОКОЛ**

Время задержки дыхания на вдохе составило \_\_\_\_\_ с.

**Заключение.** Функциональное состояние ГКРС \_\_\_\_\_.

**Работа 27.3. (продолжение)**

**Г. Расчёт и оценка двойного произведения (ДП)**

Величина ДП отражает толерантность человека к физической нагрузке, коронарный резерв, возможность коронарных сосудов увеличивать доставку крови к миокарду в ответ на повышение потребности его в кислороде, т. е. резервы сердечно-сосудистой системы.

**Материалы и оборудование:** тонометр; секундомер.

**Ход работы.** В положении сидя после периода отдыха измерьте артериальное давление в соответствии с методикой, описанной в занятии 19. Определите систолическое АД (АДсис).

Подсчитайте пульс на лучевой за 1 мин (ЧСС).

Двойное произведение рассчитывается по формуле:

$$\text{ДП} = \text{АДсис} \times \text{ЧСС} / 100.$$

Критерии оценки результатов в покое представлены в таблице 27.4.

\* По результатам пробы с физической нагрузкой у здорового человека ДП должно нарастать до 290 и более.

Таблица 27.4

Двойное произведение в покое, ед	Оценка состояния
69 и менее	Отличное
70–84	Хорошее
85–94	Среднее
95–110	Плохое
Более 110	Очень плохое

**Указания к оформлению протокола.**

1. *Рассчитайте* величину двойного произведения.
2. *Сделайте заключение* о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы.

**ПРОТОКОЛ**

АДсис \_\_\_\_\_ мм рт. ст.; ЧСС \_\_\_\_\_ /мин.  
 ДП = \_\_\_\_\_ × \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_

**Заключение.** Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы \_\_\_\_\_.

**Д. Расчёт и оценка индекса Скибинской (ИС)**

Индекс Скибинской является интегральным и отражает функциональное состояние дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Результаты применяют для оценки резервов гемокордиореспираторной системы и устойчивости организма к гипоксии.

**Материалы и оборудование:** суховоздушный спирометр, загубники, зажим для носа; секундомер; антисептик, вата, ёмкость для отработанных материалов.

**Ход работы.** В положении сидя после периода отдыха пальпаторно определите ЧСС на лучевой артерии и измерьте ЖЕЛ (мл). Через 5 мин после этого определите длительность задержки дыхания **после спокойного вдоха** (ЗД, с).

Индекс Скибинской рассчитывают по формуле:

$$\text{ИС} = 0,01 \times \text{ЖЕЛ} \times \text{ЗД} / \text{ЧСС}.$$

Критерии оценки результатов представлены в таблице 27.5.

Таблица 27.5

Величина индекса Скибинской, ед	Оценка состояния
более 60	Отличное
30–60	Хорошее
10–29	Среднее
5–9	Плохое
менее 5	Очень плохое

**Указания к оформлению протокола.**

1. *Рассчитайте* величину индекса Скибинской.
2. *Сделайте заключение* о функциональном состоянии ГКРС и о устойчивости организма испытуемого к гипоксии и гиперкапнии.

**ПРОТОКОЛ**

ЖЕЛ \_\_\_\_\_ мл; ЗД \_\_\_\_\_ с; ЧСС \_\_\_\_\_ /мин.  
 ИС = 0,01 × \_\_\_\_\_ × \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_

**Заключение.** Функциональное состояние ГКРС \_\_\_\_\_.



## Работа 27.4. ВЕЛОЭРГОМЕТРИЯ. ТЕСТ PWC<sub>170</sub>

135

Тест PWC<sub>170</sub> (Physical Working Capacity) был предложен Шестрандом (Sjostrand T., Швеция) для определения физической работоспособности спортсменов.

Под работоспособностью понимают потенциальную способность человека выполнять максимально возможное количество работы на протяжении заданного времени и с определённой эффективностью.

Работоспособность человека зависит от уровня его тренированности, степени закрепления трудовых навыков, физического и психического состояния, выраженности мотивации к труду и других факторов. Различают физическую и умственную работоспособность.

Физическая работоспособность обследуемого выражается в величине той мощности физической нагрузки, при которой частота сердечных сокращений (ЧСС) достигает 170 уд/мин.

Выбор данной ЧСС основан на следующем:

- **оптимальное функционирование кардиореспираторной системы у спортсменов достигается при ЧСС от 170 до 200 уд/мин.** Таким образом, тест позволяет определить интенсивность физической нагрузки, которая выводит сердечно-сосудистую систему на уровень оптимального функционирования.

- между мощностью нагрузки и ЧСС имеется **линейная зависимость до достижения ЧСС 170 уд/мин**; при более высокой частоте она утрачивается. **Чем больше мощность нагрузки, при которой ЧСС достигает 170 уд/мин, тем больше резервы сердечно-сосудистой системы.** Однако благодаря линейной зависимости между мощностью нагрузки и ЧСС не требуется давать испытуемому нагрузку, приводящую к возрастанию пульса до такой величины. Достаточно определить ЧСС при двух меньших нагрузках, после чего величину нагрузки, при которой пульс достигнет 170 уд/мин, находят методом графической экстраполяции (рис. 27.1) или рассчитывают по формуле.

В связи с этим данный протокол велоэргометрии считается более безопасным, чем в случае пробы с увеличением физической нагрузки до достижения максимальной (субмаксимальной) ЧСС или возникновения критериев прекращения пробы.

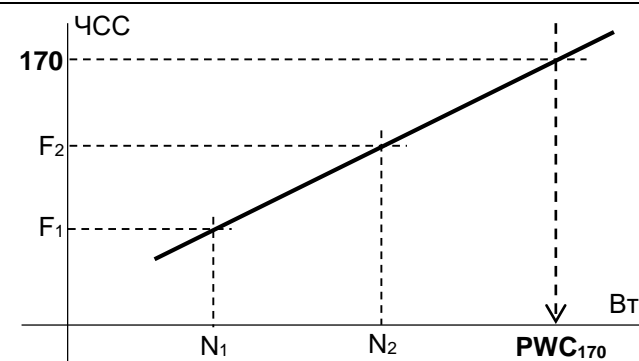


Рис. 27.1. Определение физической работоспособности методом графической экстраполяции

**Ход работы.** Тест проводится на велоэргометре у здоровых испытуемых после сбора анамнеза и принятия решения о допуске к тестированию.

Не допускаются к тестированию студенты, имеющие заболевания сердечно-сосудистой системы, нервно-мышечного аппарата, реконвалесценты после перенесённой болезни, имеющие бронхообструкцию, выраженную миопию, отслойку сетчатки, тромбозы или тромбоземболию в анамнезе и т. п. Исследование проводится натощак или через 2 часа после приёма пищи и курения.

Для контроля сердечного ритма и положения сегмента ST на спину испытуемого могут накладываться электроды ЭКГ, используемые для записи отведений от конечностей, с регистрацией ЭКГ в режиме мониторинга. В случае «плавающей» ЭКГ, можно приостановить пробу на несколько секунд и попросить задержать дыхание на выдохе, что позволяет стабилизировать изолинию ЭКГ.

Критерии прекращения теста:

- появление давящей боли в области сердца или её аналогов;
- нарушение ритма или проводимости, достижение субмаксимальной ЧСС;
- подъём или депрессия сегмента ST > 1 мм, инверсия зубца Т;
- снижение АДсис на 10–20 мм рт. ст. при увеличении нагрузки;
- повышение АД > 220/120 мм рт. ст. (достаточно любого);
- нарушение координации движений, головная боль, головокружение, бледность, тошнота, боль в икроножных мышцах и т. п.;
- усталость, чрезмерная одышка или отказ от продолжения теста.

### Работа 27.4. (продолжение)

Определите максимальную и субмаксимальную ЧСС испытуемого:

$ЧСС_{\text{макс}} = 220 - \text{возраст}$  (в годах, округлив до большего десятка);

$ЧСС_{\text{субмакс}} = ЧСС_{\text{макс}} \times 0,85$ .

По табл. 27.6, основываясь на массе тела испытуемого, определите величину первой нагрузки ( $N_1$ ) и внесите её в протокол. Её мощность подобрана таким образом, чтобы в конце 5-й мин ЧСС ( $F_1$ ) достигала 110–115 уд/мин.

Таблица 27.6

#### Мощность первой нагрузки $N_1$ в зависимости от массы тела

Масса тела, кг	≤ 59	60–64	65–69	70–74	75–79	≥ 80
Мощность ( $N_1$ ), кгм/мин [Вт]*	300 [50]	400 [67]	500 [83]	600 [100]	700 [117]	800 [133]

\* Для перевода кгм/мин в Ватты величину в кгм/мин делят на 6.

После предварительной разминки, в течение 5 мин выполняется первая нагрузка ( $N_1$ ). При этом частота вращения педалей поддерживается постоянной, равной 60 об/мин. В последние 30 с выполняемой нагрузки пальпаторно или по ЭКГ подсчитайте ЧСС в уд/мин ( $F_1$ ). На её основе по табл. 27.7. определите величину второй нагрузки ( $N_2$ ).

Таблица 27.7

#### Мощность второй нагрузки $N_2$ для определения $PWC_{170}$ в зависимости от ЧСС при первой нагрузке

Мощность работы при первой нагрузке ( $N_1$ ), кгм/мин [Вт]	Мощность работы при второй нагрузке ( $N_2$ ), кгм/мин [Вт]				
	ЧСС при первой нагрузке ( $F_1$ ), уд/мин				
	80–89	90–99	100–109	110–119	120–129
300 [50]	1000 [167]	900 [150]	800 [133]	700 [117]	600 [100]
400 [67]	1100 [183]	1000 [167]	900 [150]	800 [133]	700 [117]
500 [83]	1200 [200]	1100 [183]	1000 [167]	900 [150]	800 [133]
600 [100]	1300 [217]	1200 [200]	1100 [183]	1000 [167]	900 [150]
700 [117]	1400 [233]	1300 [217]	1200 [200]	1100 [183]	1000 [167]
800 [133]	1500 [250]	1400 [233]	1300 [217]	1200 [200]	1100 [183]

После 3-минутного отдыха обследуемый в течение 5 минут выполняет вторую нагрузку ( $N_2$ ). В последние 30 с выполнения пробы у обследуемого определяют ЧСС в уд/мин —  $F_2$ . Обычно при 2-й нагрузке пульс у испытуемого должен составлять 135–150 уд/мин.

После окончания пробы испытуемым, выдержавшим высокие нагрузки, для профилактики коллапса вследствие остановки «мышечного насоса» и уменьшения венозного возврата необходимо продолжить педалирование с малой мощностью в течение 1 мин.

Величину нагрузки, при которой ЧСС достигла бы 170 уд/мин ( $PWC_{170}$ ), определяют по формуле:

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

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).

У здоровых нетренированных мужчин величина  $PWC_{170}$  составляет в норме **700–1100 кгм/мин**, у женщин — **450–750 кгм/мин**. У спортсменов величина  $PWC_{170}$  может достигать 2400 кгм/мин.

Для сопоставления показателей, полученных у людей с разной массой тела, **рассчитывают относительную величину  $PWC_{170}$  на 1 кг массы**. У нетренированных людей она составляет в среднем **15,5 кгм/мин×кг** — у мужчин и **10,5 кгм/мин×кг** — у женщин.

#### ПРОТОКОЛ

**Испытуемый:** возраст \_\_\_\_ лет; масса тела (МТ) \_\_\_\_ кг; пол \_\_\_\_.

**Результаты:**  $ЧСС_{\text{макс}} =$  \_\_\_\_ уд/мин;  $ЧСС_{\text{субмакс}} =$  \_\_\_\_ уд/мин.

$N_1$  — \_\_\_\_ кгм/мин →  $F_1$  — \_\_\_\_ уд/мин,

$N_2$  — \_\_\_\_ кгм/мин →  $F_2$  — \_\_\_\_ уд/мин,

$PWC_{170} = N_1 + [(N_2 - N_1) \times (170 - F_1) / (F_2 - F_1)] =$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ кгм/мин.

**Относительная величина  $PWC_{170}$**  =  $PWC_{170} / МТ =$  \_\_\_\_\_ кгм/мин·кг.

**Вывод:** (сравните результаты с нормой, сделайте заключение о физической работоспособности испытуемого) \_\_\_\_\_

**Работа 27.5. ВЫЯВЛЕНИЕ ИЕРАРХИИ ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЫХАНИЯ И КРОВООБРАЩЕНИЯ**  
(демонстрация учебного видеофильма)



В отличие от теста PWC<sub>170</sub>, при выполнении данной работы применяется протокол велоэргометрии, предусматривающий ступенчатое нарастание физической нагрузки до возникновения критериев прекращения тестирования. У молодых здоровых людей таким критерием, как правило, является достижение субмаксимальной ЧСС, что и было получено.

Допуск испытуемого к выполнению тестов с максимальной физической нагрузкой производится при условии отсутствия противопоказаний (см. предыдущую работу), нормальных величин АД (< 130/90 мм рт. ст.), ЧСС, ЧД, ДО, SpO<sub>2</sub>, хорошего самочувствия.

**Ход работы.** Протокол тестирования предусматривает 3 ступени нагрузки, каждая продолжительностью 4 минуты. Мощность 1-й ступени нагрузки равна 50 Вт, 2-й — 100 Вт и 3-й — 150 Вт. Между нагрузками выполняются 3-минутные паузы для восстановления гомеостатических показателей. Контроль за восстановлением продолжают в течение 3 минут после окончания последней нагрузки.

Полученные при велоэргометрии данные приведены в табл. 27.8.

**ПРОТОКОЛ**

По данным таблицы *постройте графики*, отражающие динамику изменения исследуемых показателей (в % к исходным значениям) под влиянием нагрузки.

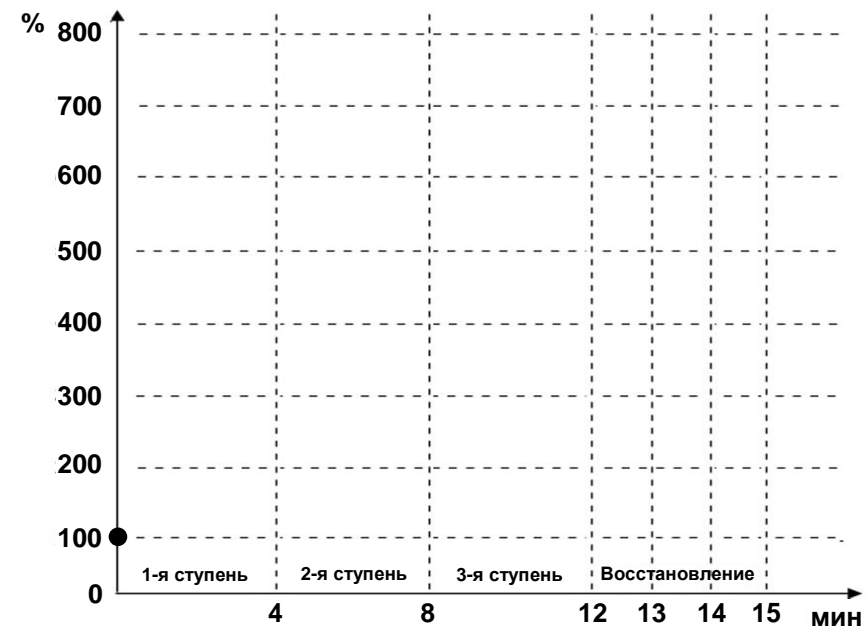
**Исходная величина всех показателей принимается за 100 %.**

Таблица 27.8

**Показатели дыхания и кровообращения испытуемого**  
(возраст — 19 лет, масса тела — 68 кг)

Регистрируемый показатель	Величина регистрируемого показателя						
	исходная	нагрузка, Вт			время после нагрузки, мин		
		50, 4-я мин	100, 8-я мин	150, 12-я мин	1	2	3
ЧД*, мин <sup>-1</sup>	11 100%	17 155%	19 173%	25 227%	22 200%	20 182%	10 91%
ДО, мл	600 100%	700 117%	1100 183%	1200 200%	900 150%	800 133%	700 117%
ЧСС, уд/мин	82 100%	117 143%	153 187%	176 215%	168 205%	124 151%	95 116%
АДсис/диа, мм рт. ст.	130/80 100%	140/80 108%	150/80 115%	170/80 131%	165/80 127%	150/80 115%	135/80 104%
VO <sub>2</sub> , мл/мин	300 100%	1100 367%	2000 667%	2500 833%	900 300%	600 200%	300 100%
HbO <sub>2</sub> , %	96 100%	94 98%	95 99%	95 99%	96 100%	96 100%	96 100%
PaO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	95 100%	90 95%	93 98%	93 98%	95 100%	95 100%	95 100%

\* ЧД — частота дыхания; ДО — дыхательный объём; ЧСС — частота сердечных сокращений; АД — артериальное давление; VO<sub>2</sub> — потребление кислорода; HbO<sub>2</sub> — содержание оксигемоглобина в крови; PaO<sub>2</sub> — напряжение кислорода в артериальной крови (определяется по HbO<sub>2</sub> и кривой диссоциации оксигемоглобина).



**Работа 27.5. (продолжение)**

**ПРОТОКОЛ (продолжение)**

На основе анализа полученных данных ответьте на вопросы:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Какие из исследованных физиологических показателей в наибольшей степени изменяются при физической нагрузке? _____         | 3. За счёт сдвигов каких показателей поддерживается постоянство величины данных показателей? _____   |
| 2. Какие из исследованных показателей наименее изменчивы, обладают устойчивостью на фоне выполнения физической работы? _____ | 4. Какие из исследованных показателей являются важнейшими для организма при выполнении интенсивной нагрузки (поддерживаются на постоянном уровне)? _____ |

**Работа 27.6. РАСЧЁТ МАКСИМАЛЬНОГО КИСЛОРОДНОГО ПУЛЬСА И МПК**

Существует два пути исследования резервов кардиореспираторной системы. Первый из них — это проведение тестов с выполнением предельных физических нагрузок и определение максимального потребления кислорода (МПК), МОК и т. д. Такой метод даёт достоверные данные о резервах исследуемых систем, как это было показано в работе 27.5.

Однако даже для здоровых людей такие нагрузки небезопасны, для больных же они недопустимы. Поэтому в клинической практике большое значение имеют тесты, использующие второй, расчётный путь, который при относительно небольших физических нагрузках позволяет с достаточной точностью вычислять резервы гемокордиореспираторной системы (работа 27.4).

При велоэргометрическом тестировании, выполненном в предыдущей работе, была достигнута субмаксимальная ЧСС, т. е. испытуемым не были задействованы все имеющиеся резервы. По полученным в этой работе данным рассчитаем величину максимального потребления кислорода (МПК), которое было бы получено при выполнении предельной нагрузки.

**А. Определение максимального кислородного пульса (КП<sub>max</sub>)**

Показатель **кислородного пульса** (КП) характеризует объём кислорода, потребляемый из ударного объёма крови.

$$\text{КП (мл/удар)} = \text{VO}_2 / \text{ЧСС},$$

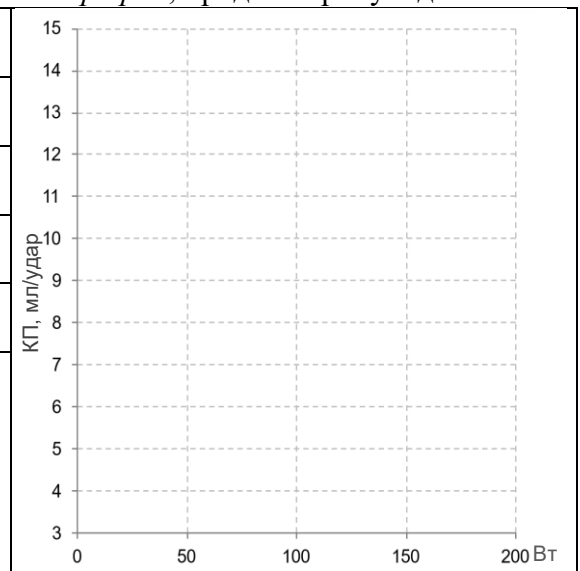
где  $\text{VO}_2$  — объём кислорода, потребляемого организмом в минуту (мл/мин); ЧСС — частота сердечных сокращений (уд/мин).

Заполните таблицу, используя данные, полученные в работе 27.5, рассчитайте кислородный пульс при нагрузке и постройте график, продлив кривую до 200 Вт:

Нагрузка	VO <sub>2</sub> , мл/мин	ЧСС, уд/мин	КП, мл/уд
до нагрузки 0 Вт			3,7
1-я ступень 50 Вт			9,4
2-я ступень 100 Вт			13,1
3-я ступень 150 Вт			14,2

Аппроксимируя кривую нарастания кислородного пульса (до перехода в горизонталь), *графически определите* величину **максимального** кислородного пульса (КП<sub>max</sub>).

**КП<sub>max</sub>** = \_\_\_\_\_ мл/удар.



**Работа 27.6. (продолжение)**

**Б. Расчёт максимального потребления кислорода (МПК)**

Используя данные из части А настоящей работы, МПК можно рассчитать по формуле:

$$\text{МПК (мл)} = \text{КП}_{\text{max}} \times \text{ЧСС}_{\text{max}},$$

где  $\text{КП}_{\text{max}}$  — максимальный кислородный пульс (определён в части А данной работы);  $\text{ЧСС}_{\text{max}}$  — частота сокращения сердца, при которой достигается предел насосной функции сердца.

**Задание:**

1. *Рассчитайте*  $\text{ЧСС}_{\text{max}}$  для Вашего возраста:

$$\text{ЧСС}_{\text{max}} = 220 - \text{возраст (полных лет)} = 220 - \underline{\quad} = \underline{\quad} / \text{мин.}$$

2. *Определите* МПК:

$$\text{МПК} = \text{КП}_{\text{max}} \times \text{ЧСС}_{\text{max}} = \underline{\quad} \times \underline{\quad} = \underline{\quad} \text{ мл/мин.}$$

3. *Определите* удельное МПК на килограмм массы тела (используйте показатель Вашего веса):

$$\text{МПК}_{\text{уд}} = \text{МПК} / \text{МТ (кг)} = \underline{\quad} = \underline{\quad} \text{ мл/кг} \cdot \text{мин.}$$

МПК оценивают с помощью таблиц, разработанных для спортсменов, здоровых нетренированных и больных людей (см. табл. 27.9).

По величине МПК рассчитывают допустимые уровни интенсивности нагрузок (трудовых, тренировочных и т. д.). Считается, что в течение рабочего дня энергозатраты на физическую активность не должны превышать 25–35 % от уровня максимальной аэробной мощности, т. е. МПК.

Таблица 27.9

**Оценка величины МПК у нетренированных здоровых людей**

Величина МПК <sub>уд</sub> , мл/кг·мин		Оценка МПК <sub>уд</sub>
мужчины до 25 лет	женщины 20–29 лет	
≥ 55	≥ 45	Очень высокое
49–54	38–44	Высокое
39–48	31–37	Среднее
33–38	24–30	Низкое
< 33	< 24	Очень низкое

Для характеристики степени снижения резервов сердечно-сосудистой системы определяют её функциональный класс (табл. 27.10).

Таблица 27.10

**Функциональный класс сердечно-сосудистой системы по тесту МПК**

Потребление O <sub>2</sub> , мл/кг·мин	Потребление O <sub>2</sub> , MET <sup>8</sup>	ФК	Работоспособность
больше 21	7–16	1	практически без ограничений
больше 14–21	5–7	2	умеренные ограничения
больше 7–14	2–5	3	значительно ограничена
меньше 7	1–2	4	полная нетрудоспособность

**Заключение:**

1. МПК испытуемого (по табл. 27.9) \_\_\_\_\_.
2. Функциональный класс сердечно-сосудистой системы (по табл. 27.10): ФК \_\_\_\_\_.
3. Работоспособность испытуемого (по табл. 27.10) \_\_\_\_\_.

<sup>8</sup> MET (метаболический эквивалент) — это условная единица, принятая на основе определения среднего поглощения человеком кислорода в состоянии покоя на 1 кг массы тела в минуту. 1 MET = 3,5 млO<sub>2</sub>/кг·мин (около 250 мл O<sub>2</sub>/мин или 1 ккал/кг·ч). Использование MET позволяет оценить отношение уровня метаболизма человека во время физической активности к уровню его метаболизма в состоянии покоя. Установлено, что по сравнению с человеком в состоянии покоя умеренно активный человек расходует в 3–6 раз больше энергии (3–6 MET), а высоко активный — более чем в 6 раз (> 6 MET).

## Для записей и решения ситуационных задач

### Дополнительный материал

#### Работа 27.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО ЦИКЛА, ОБЩЕГО ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СОСУДОВ И МИНУТНОГО ОБЪЁМА КРОВИ РАСЧЁТНЫМИ МЕТОДАМИ



Для интегральной оценки эффективности работы сердечно-сосудистой системы (ССС) и насосной функции сердца обычно основываются на анализе системных показателей кровообращения, отражающих состояние ССС в целом. Такими показателями являются, например, минутный объем крови (МОК) и общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС).

Величина МОК зависит от многих факторов, в т. ч. от уровня тренированности человека, степени физической или психоэмоциональной нагрузки, положения тела в пространстве и др. Например, при переходе в вертикальное положение МОК обычно снижается на 25–30 %, затем постепенно восстанавливаясь.

Для определения МОК могут использоваться как прямые инвазивные методы (золотой стандарт), например, метод Фика, недостатком которых является необходимость катетеризации полостей сердца и сосудов, так и неинвазивные методы, получающие в последние годы всё большее распространение — ультразвуковое исследование сердца, тетраполярная реокардиография (ТПРГ) и др. В то же время такие методы требуют наличия специального оборудования и квалифицированного персонала и не всегда широко доступны. Ещё более сложным представляется клиническое определение величины ОПСС. В связи с этим не теряют своего значения непрямые расчётные методы, основывающиеся на математическом анализе показателей, легко определяемых в амбулаторных условиях (АД и ЧСС).

**Работа 27.7. (продолжение)**

При этом, широко распространённые формулы Старра и Лильестранда-Цандера при расчёте МОК дают большую погрешность (ошибка может достигать 50 % от измеренных величин). Для решения этой проблемы в последние годы были предложены новые способы расчёта интегральных показателей гемодинамики (Пестряев В. А. и соавт.), показавшие высокую степень совпадения с данными ТПРГ.

Способ Пестряева В. А. и соавт. основан на определении величины ОПСС и МОК, базирующемся на следующих положениях:

- 1) величина ОПСС прямо пропорциональна АДдиа;
- 2) при росте ОПСС увеличивается временной интервал между периодами изгнания: ДСЦ – Тпи, где ДСЦ — длительность сердечного цикла, Тпи — продолжительность периода изгнания.

$$T_{пи} = 0,268 \times ДСЦ^{0,36} \approx ДСЦ \times 0,109 + 0,159$$

- 3) величина ОПСС обратно пропорциональна объёму циркулирующей крови (ОЦК). В свою очередь величина ОЦК зависит от пола, веса и роста человека, что в расчётах отображается коэффициентом пропорциональности К — более подробную информацию можно получить по ссылке в qr-коде.



Исходя из сказанного,

$$ОПСС = \frac{K \times АДдиа \times (ДСЦ - T_{пи})}{T_{пи}}$$

В соответствии с основным законом гемодинамики:

$$МОК = \frac{АДсгд \times 133,32 \times 60}{ОПСС},$$

где АДсгд = АДдиа + ½ АДпульс; 133,32 — коэффициент перевода мм рт. ст. в Па; 60 — коэффициент перевода минут в секунды.

**Материалы и оборудование.** Тонометр, секундомер.

**Ход работы.** 1. Измерьте АД и ЧСС (или используйте результаты, полученные в работах 19.6 и 19.8) и внесите в протокол требуемые данные.

2. Рассчитайте ДСЦ = 60 / ЧСС = \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ с.

3. Откройте программу «23 Гемодинамика» (или используйте её копию в соответствующей работе в ЭУМК) и выберите вкладку, соответствующую Вашему полу — «МУЖ» или «ЖЕН». Внесите необходимые сведения о испытуемом, его АД, ЧСС и ДСЦ, и запишите результаты определения ОПСС и МОК в протокол.

4. Смоделируйте изменение показателей гемодинамики после физической нагрузки, увеличив ЧСС, АДсис и АДдиа на 30, 20 и 5 единиц, соответственно (или измерьте их после 10-20 быстрых приседаний, либо же возьмите данные, полученные при велоэргометрии).

5. *Сделайте вывод* о влиянии физической нагрузки на ОПСС и МОК испытуемого.

**ПРОТОКОЛ**

Возраст, лет		ЧСС, уд/мин	ДСЦ, с	АДсис, мм рт. ст.	АДдиа, мм рт. ст.	АДсгд, мм рт. ст.	ОПСС, Па·мл <sup>-1</sup> ·с	МОК, мл/мин	СИ, л/м <sup>2</sup>	Вывод: _____
Масса тела, кг	В покое									_____
Рост, см	После нагрузки									_____

<b>Исправить задания на страницах</b>	<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:</b>

(подпись преподавателя)

**Занятие 28 (10). ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО РАЗДЕЛАМ  
«ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ»**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_\_  
день                      месяц                      год

**ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Роль системы кровообращения в обеспечении метаболизма. Круги кровообращения, их функциональная характеристика. Морфологическая и функциональная классификация сосудов. Факторы, обуславливающие движение крови по сосудам.
2. Основной закон гемодинамики — взаимосвязь между давлением крови, объёмной скоростью кровотока и периферическим сопротивлением кровотоку. Факторы, определяющие сопротивление кровотоку.
3. Кровяное давление, его виды и роль. Давление крови в различных участках сосудистого русла. Факторы, определяющие величину артериального давления (АД) (общее периферическое сопротивление, показатели работы сердца и тонуса сосудов, объём циркулирующей крови). Нормальные величины АД, возрастные изменения АД.
4. Методики измерения кровяного давления. Понятие о суточном мониторинге АД.
5. Объёмная и линейная скорости кровотока в различных отделах сосудистого русла. Основные показатели кровотока (давление крови, скорость кровотока, сопротивление) в артериальном, микроциркуляторном и венозном участках сосудистого русла, их графическое изображение. Площадь поперечного сечения сосудов различных отделов сосудистого русла.
6. Артериальный пульс, его происхождение и клинико-физиологические характеристики. Сфигмография, анализ сфигмограммы. Скорость распространения пульсовой волны.
7. Структурно-функциональная характеристика основных компонентов микроциркуляторного русла. Механизмы транскапиллярного обмена жидкости и различных веществ между кровью и тканями.
8. Уравнение Старлинга. Фильтрация и реабсорбция жидкости в капиллярах. Факторы, влияющие на транскапиллярный обмен.
9. Строение и функции лимфатической системы. Лимфообразование и лимфоотток, механизмы их регуляции.
10. Ток крови в венозных сосудах, венозный возврат крови. Давление крови в венах. Центральное венозное давление.
11. Функции предсердий, желудочков и клапанов сердца. Направление потоков крови в сердце. Связь большого и малого кругов кровообращения.
12. Особенности метаболизма и кровоснабжения миокарда в состоянии относительного покоя и при физической нагрузке. Коронарный кровоток в миокарде правого и левого желудочков в систолу и диастолу.
13. Строение и функции проводящей системы сердца. Ход распространения возбуждения по проводящей системе сердца. Особенности проведения возбуждения по АВ-соединению. Градиент автоматии.
14. Автоматия сердца. Механизмы автоматии. Потенциал действия пейсмекерных клеток, его фазы и ионные механизмы. Роль фазы медленной диастолической деполяризации.

**ЛИТЕРАТУРА**

*Основная*

- [1].  
[2]. С. 235–344.

*Дополнительная*

- [3]. Ч. 2. С. 6–209.  
[4]. С. 206–282.  
[16]. 4–24.  
[17]. 5–30.  
[18]. 4–48.  
[19]. 5–78.  
[20]. 5–50.  
[31]. 251–275.

**Организация коллоквиума.**

Компьютерный тест  
«28. КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Итоговое занятие...».

Проверьте допуск!  
50 вопросов за 28 минут.  
Отметка двухкомпонентная. Отметка 7 баллов и выше может быть получена по результатам дополнительного опроса.

Преподаватель может задать дополнительные устные или письменные вопросы независимо от результатов тестирования.



<p>15. Физиологические свойства сократительного миокарда. Потенциал действия клеток сократительного миокарда, его фазы и ионные механизмы.</p> <p>16. Распространение возбуждения по миокарду. Электромеханическое сопряжение. Источники и роль ионов кальция в разных отделах сердца. Механизм сокращения и расслабления типичного кардиомиоцита.</p> <p>17. Временные соотношения возбуждения, возбудимости и сокращения миокарда. Роль длительной фазы рефрактерности. Реакция сердечной мышцы на дополнительное раздражение. Понятие об экстрасистоле.</p> <p>18. Законы сокращения сердца. Роль пред- и постнагрузки. Факторы, определяющие величину пред- и постнагрузки. Работа желудочков сердца.</p> <p>19. Важнейшие показатели работы сердца (ЧСС, УО, сократимость). Зависимость МОК, давления крови и органного кровотока от работы сердца.</p> <p>20. Последовательность периодов и фаз сердечного цикла. Положение клапанов, изменение давления и объёмов крови в полостях сердца в различные фазы сердечного цикла. Сравнительная характеристика насосной функции правого и левого желудочков.</p> <p>21. Систолический (ударный) и минутный объёмы кровотока в условиях покоя и при физической нагрузке. Методы определения МОК и УО (метод Фика, УЗИ сердца, реография и др.). Показатели сократимости миокарда.</p> <p>22. Электрокардиография. Виды отведений. Происхождение компонентов ЭКГ. Общий план анализа ЭКГ во II-ом отведении, основные нормативы (длительность зубцов P, Q, R, S, интервала PQ, комплекса QRS, положение сегмента ST). Оценка характера ритма. Расчёт ЧСС по средней длительности интервала RR. Понятие об электрической оси сердца. Диагностическое значение ЭКГ.</p>	<p>23. Звуковые проявления сердечной деятельности. Тоны сердца, их происхождение. Аускультация и фонокардиография (ФКГ), их диагностическое значение.</p> <p>24. Механические проявления сердечной деятельности. Верхушечный толчок, артериальный пульс. Сфигмография (СГ).</p> <p>25. Поликардиография. Сопоставление во времени периодов и фаз сердечного цикла, электрических (ЭКГ), звуковых (ФКГ) и механических (СГ) проявлений сердечной деятельности.</p> <p>26. Основы ультразвукового исследования сердца (эхокардиографии).</p> <p>27. Классификация механизмов регуляции деятельности сердца. Интракардиальные механизмы регуляции сердечной деятельности.</p> <p>28. Экстракардиальные механизмы регуляции сердечной деятельности. Характеристика влияний парасимпатических и симпатических нервов и их медиаторов на работу сердца: основные эффекты и их механизмы.</p> <p>29. Рецепторные, ионные и молекулярные механизмы влияния нейромедиаторов и катехоламинов на частоту и силу сокращений сердца.</p> <p>30. Механизмы рефлекторной регуляции кровообращения. Сердечно-сосудистый и сосудодвигательный центр (СДЦ), его афферентные и эфферентные связи. Важнейшие рефлексогенные зоны сердечно-сосудистой системы. Тонус нервных центров, влияющих на работу сердца.</p> <p>31. Характеристика основных рефлекторных реакций сердца на раздражение сосудистых и внесосудистых рефлексогенных зон.</p> <p>32. Гуморальные механизмы регуляции работы сердца: влияние катехоламинов, тиреоидных гормонов, ангиотензина II, электролитов и метаболитов.</p> <p>33. Характеристика работы сердца в условиях физических и психоэмоциональных нагрузок (ЧСС, УО, МОК, сократимость, коронарный кровоток, метаболизм).</p> <p>34. Сосудистый тонус (базальный, покоя, при действии АНС и вазоактивных веществ). Природа сосудистого тонуса. Механизмы его поддержания. Регуляция сосудистого тонуса как основной механизм поддержания давления крови в системном кровотоке и местного кровотока.</p>
---	--

<p>35. Кратковременные (быстрые) механизмы регуляции АД крови посредством рефлекторного изменения работы сердца и периферического сопротивления кровотоку. Роль отрицательной обратной связи. Ортоstaticкая и клиноstaticкая пробы.</p> <p>36. Среднесрочные (промежуточные) (эффекты ангиотензина II при активации РААС, изменения транскапиллярного обмена и тонуса вен) и долговременные (эффекты альдостерона, АДГ, предсердного натрийуретического пептида, изменение ОЦК) нейрогуморальные механизмы регуляции АД крови. Роль выделительных органов в долговременной регуляции объёма циркулирующей крови и АД крови.</p> <p>37. Роль ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в регуляции объёма циркулирующей крови и АД крови.</p> <p>38. Гуморальная регуляция кровообращения. Сосудосуживающие и сосудорасширяющие эндогенные вещества. Рецепторные механизмы регуляции тонуса гладкомышечных клеток сосудов нейромедиаторами и катехоламинами.</p> <p>39. Механизмы регуляции регионального кровотока. Влияние нервных, гормональных, метаболических, миогенных механизмов и факторов, секретируемых эндотелием, на тонус гладкомышечных клеток сосудов.</p> <p>40. Функциональная система, обеспечивающая регуляцию системного АД. Физиологические предпосылки нарушения уровня АД и теоретические основы коррекции этих нарушений.</p> <p>41. Особенности кровотока и его регуляции в коронарных, церебральных, лёгочных, почечных, чревных и кожных сосудах (особенности реагирования на изменение <math>pCO_2</math>, <math>pO_2</math> и др. метаболические факторы, особенности поглощения кислорода (величина коэффициента утилизации кислорода), относительная величина и стабильность кровотока).</p>	<p>42. Сущность функции дыхания. Основные этапы процесса дыхания. Физиологическая роль дыхательных путей и лёгких. Механизмы кондиционирования вдыхаемого воздуха.</p> <p>43. Понятие о растяжимости лёгких и аэродинамическом сопротивлении. Эластическая тяга и эластические свойства грудной клетки и лёгких. Роль сурфактанта. Давление в плевральной полости, его изменения при дыхании, механизм формирования.</p> <p>44. Дыхательные мышцы, их иннервация. Биомеханика вдоха и выдоха.</p> <p>45. Методы исследования вентиляции лёгких. Спирография, спирометрия. Объёмные показатели вентиляции лёгких, основные лёгочные объёмы и ёмкости. Мёртвое пространство: анатомическое и физиологическое. Минутный объём дыхания, альвеолярная вентиляция, максимальная вентиляция лёгких.</p> <p>46. Пневмотахометрия. Поточковые показатели вентиляции лёгких. Пикфлоуметрия. Тест (индекс) Тиффно. Кривая «поток – объём».</p> <p>47. Понятие об обструктивных и рестриктивных нарушениях вентиляции лёгких. Показатели обструктивных и рестриктивных нарушений вентиляции.</p> <p>48. Лёгочный кровоток, его связь с вентиляцией и гравитацией. Вентиляционно-перфузионное отношение. Зоны Веста. Подстройка кровотока к вентиляции: влияние снижения <math>pO_2</math> на тонус сосудов лёгких.</p> <p>49. Состав атмосферного, выдыхаемого и альвеолярного воздуха.</p> <p>50. 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.</p> <p>51. Газообмен в лёгких. Факторы, влияющие на процессы диффузии газов между альвеолярным воздухом и кровью. Диффузионная способность лёгких по кислороду в покое и при нагрузке. Индекс оксигенации.</p> <p>52. Транспорт кислорода кровью. Транспортные формы кислорода. Кислородная ёмкость крови. Оксигеметрия. Пульсоксиметрия.</p>
---	--

<p>53. Кривая диссоциации оксигемоглобина, её сдвиги. Факторы, влияющие на сродство гемоглобина к кислороду, их физиологическое значение.</p> <p>54. Транспорт углекислого газа кровью. Транспортные формы углекислого газа в крови. Взаимосвязь между газообменом кислорода и углекислого газа.</p> <p>55. Газообмен между кровью и тканями. Коэффициент утилизации кислорода тканями (КУК) в покое и при физической нагрузке.</p> <p>56. Дыхательный центр, его отделы, локализация, функции. Механизмы, обеспечивающие дыхательную периодику. Влияния на дыхательный центр со стороны высших отделов головного мозга.</p> <p>57. Центральные и периферические рецепторы рН, <math>\text{CO}_2</math> и <math>\text{O}_2</math> в организме, их роль. Механизмы первого вдоха новорождённого.</p> <p>58. Рецепторы дыхательных путей, лёгких и дыхательных мышц. Рефлекторные реакции на их раздражение. Рефлексы Геринга–Брейера.</p> <p>59. Взаимосвязь между газообменом и кислотно-основным состоянием (КОС). Прямое влияние рН на вентиляцию лёгких, транспорт газов кровью и влияние вентиляции на рН крови через изменение <math>\text{pCO}_2</math>.</p> <p>60. Сдвиги КОС: метаболический и дыхательный ацидоз (алкалоз). Понятие о дыхательной компенсации метаболических сдвигов КОС.</p> <p>61. Нервные и гуморальные механизмы регуляции просвета дыхательных путей.</p> <p>62. Функциональная система поддержания относительного постоянства дыхательных констант внутренней среды организма.</p>	<p>63. Показатели резервов функциональных возможностей системы внешнего дыхания. Понятие о факторах, ограничивающих резервы респираторной системы.</p> <p>64. Расчёт функциональных резервов системы внешнего дыхания в доставке кислорода в лёгкие у здорового человека.</p> <p>65. Расчёт величины диффузии кислорода в лёгких в покое и при максимальной физической нагрузке.</p> <p>66. Расчёт резервов транспорта кислорода кровью у здорового человека.</p> <p>67. Коэффициент утилизации кислорода (КУК) организмом и различными органами в покое и при физической нагрузке.</p> <p>68. Показатели, отражающие функциональные возможности сердца, современные методы их определения. Расчёт максимальной ЧСС (по возрасту), расчёт максимального МОК. Показатели резервов сердца (УО, ЧСС и двойное произведение (<math>\text{АД}_{\text{сис}} \times \text{ЧСС}</math>)) при физических нагрузках. Понятие о факторах, ограничивающих резервы сердца.</p> <p>69. Кровоснабжение миокарда как лимитирующий фактор резервов гемокардиореспираторной системы у здорового человека. Показатели ЭКГ, характеризующие резерв коронарного кровотока и отражающие ишемию миокарда.</p> <p>70. Интегральные показатели резервов гемокардиореспираторной системы в осуществлении газообмена. Максимальное потребление кислорода (МПК), порог анаэробного обмена (ПАНО), кислородный долг (КД), способы их определения и принципы оценки.</p> <p>71. Принципы определения показателей резервов гемокардиореспираторной системы. Функциональные тесты с физической нагрузкой. Велоэргометрия (проба <math>\text{PWC}_{170}</math>). Использование ЭКГ, уровня потребления кислорода, теста 6-мин ходьбы, радионуклидных методов для определения резервов коронарного кровотока.</p>
---	---

<p><b>ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрокардиография. Общие правила записи (знание) и анализа ЭКГ (умение) во II-м стандартном отведении (калибровка, ритм, ЧСС, зубцы, интервалы, сегменты, комплексы).</li> <li>2. Аускультация сердца. Фонокардиография. Физиологическое значение (знание).</li> <li>3. Поликардиография. Сопоставление во времени звуковых (ФКГ), механических (сфигмография) и электрических (ЭКГ) проявлений сердечной деятельности. Использование поликардиограммы для анализа сердечного цикла (умение).</li> <li>4. Методы определения объёмной скорости кровотока, УО, ФВ. Ультразвуковое исследование сердца (знание).</li> <li>5. Прямые и непрямые методы определения давления крови. Факторы, влияющие на точность измерения давления крови (знание).</li> <li>6. Аускультативный метод определения артериального давления крови. Физиологическая оценка получаемых показателей (умение). Возможные ошибки при измерении АД (знание).</li> <li>7. Методы исследования артериального пульса. Определение частоты и ритма сердечных сокращений по пульсу (умение). Анализ сфигмограммы (знание).</li> <li>8. Расчёт соотношения фильтрация/реабсорбция в различных отделах сосудистого русла (умение).</li> <li>9. Методы оценки тонуса симпатического и парасимпатического отделов АНС, регулирующих работу сердца: клиностатический рефлекс (умение).</li> <li>10. Методы оценки тонуса симпатического и парасимпатического отделов АНС, регулирующих работу сердца: ортостатический рефлекс (умение).</li> <li>11. Методы оценки тонуса симпатического и парасимпатического отделов АНС, регулирующих работу сердца: дыхательно-сердечный рефлекс Геринга (умение).</li> <li>12. Определение скорости распространения пульсовой волны (знание). Физиологическая оценка получаемых показателей (умение).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Спирометрия. Расчёт должных величин. Физиологическая оценка получаемых показателей (умение).</li> <li>14. Spiroграфия. Анализ спирограммы (умение).</li> <li>15. Spiroграфия. Кривая поток–объём. Тест Тиффно. Физиологическая оценка получаемых показателей (умение).</li> <li>16. Пневмотахометрия (пикфлоуметрия). Расчёт должных величин. Физиологическая оценка получаемых показателей (умение).</li> <li>17. Пульсоксиметрия. Физиологическая оценка получаемых показателей (умение).</li> <li>18. Тестирование силы дыхательных мышц (умение).</li> <li>19. Графическое изображение кривой диссоциации оксигемоглобина. Анализ динамики изменения степени насыщения гемоглобина кислородом в артериальной и венозной крови (умение).</li> <li>20. Расчёт величины показателей внешнего дыхания (МОК, МОАВ, МВЛ), диффузии кислорода через альвеолокапиллярную мембрану, индекса оксигенации, КЕК и их физиологическая оценка (умение).</li> <li>21. Определение функциональных резервов гемокордиореспираторной системы. Определение признаков истощения резервов коронарного кровотока по данным ЭКГ, признаков развития дыхательной недостаточности (умение).</li> </ol> <p><b>СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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. Охарактеризуйте вероятное состояние почечного кровотока у пациента.</li> <li>2. По артериальной осциллограмме (кривая пульсовых изменений объёма тканей при компрессии и декомпрессии сосудов) периферической артерии (рис. 28.1) определите величину АД<sub>сис</sub>, АД<sub>диа</sub>. Рассчитайте АД<sub>пульс</sub> и АД<sub>срд</sub>, укажите его на осциллограмме. Дайте физиологическую оценку полученным показателям.</li> </ol>
---	---

3. Определите скорость распространения пульсовой волны у женщины 72 лет (рис. 28.2). Расстояние между датчиками 0,72 м. Дайте физиологическую оценку полученным показателям.
4. Рассчитайте объём крови, протекающей через малый круг кровообращения, если содержание кислорода в смешанной венозной крови 6,07 об%, содержание гемоглобина 90 г/л, а потребление  $O_2 = 950$  мл/мин. Чему равен КУК у этого человека?
5. 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.
6. Содержание Hb 120 г/л, МОК — 30 л/мин, КУК — 60 %. Рассчитайте потребление кислорода испытуемым. Каким должен быть МОК, чтобы обеспечить такое же потребление  $O_2$ , если содержание Hb будет 170 г/л?
7. Проанализируйте представленную на рисунке 28.3 ЭКГ (II отведение, скорость протяжки ленты 25 мм/с). Имеются ли отклонения от нормальной ЭКГ?
8. На рисунке 28.4 представлены записи ЭКГ перед исследованием клиностагического рефлекса и в процессе его исследования (N:  $-1 \div -6$  уд/мин). Оцените состояние тонуса АНС.
9. Нарисуйте фонокардиограмму. Объясните происхождение тонов ФКГ. Как изменяются давление и объём крови в желудочках между I и II, II и III, III и IV, IV и I тонами?
10. Нарисуйте поликардиограмму. После какого зубца ЭКГ и почему возникает II тон ФКГ. Как и почему изменится расстояние между II и IV тоном при развитии тахикардии?
11. При ультразвуковом исследовании сердца врач отметил открытие предсердно-желудочковых клапанов. Какая фаза сердечного цикла наблюдается? Как изменяются объём и давление крови в желудочках, толщина их стенок. Нарисуйте синхронную запись ЭКГ и ФКГ и отметьте на ней участок, соответствующий данной фазе. Какой тон сердца будет при этом выслушиваться?

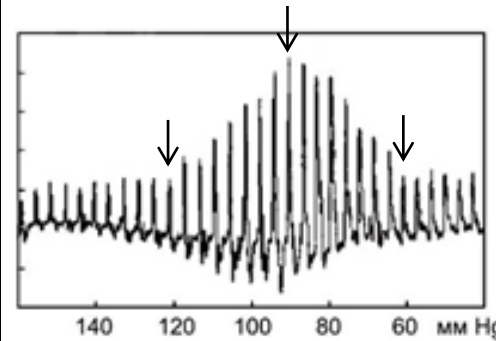


Рис. 28.1

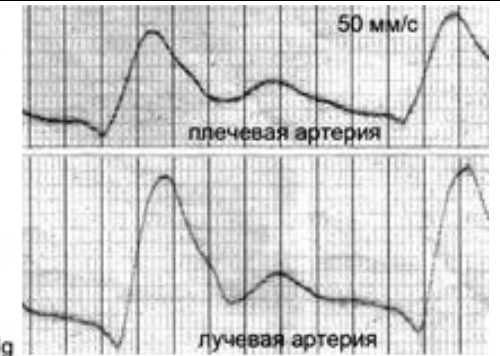


Рис. 28.2



Рис. 28.3

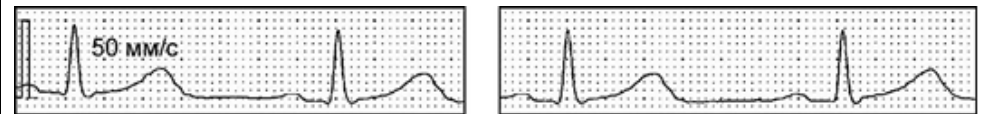


Рис. 28.4

12. 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.
13. Как изменится эффективное фильтрационное давление, рассчитанное в предыдущей задаче, если почечный кровоток не изменится, а диаметр эфферентной артериолы уменьшится? увеличится?

14. По спирограмме женщины 36 лет (рост 164 см, вес 82 кг) определите МОД, МОАВ, ЖЕЛ (рис. 28.5). Величину ЖЕЛ сравните с должной. Рассчитайте потребление кислорода за 1 минуту, если содержание  $O_2$  в выдыхаемом воздухе 16 %.
15. У юноши (18 лет, 180 см, 87 кг) записана спирограмма, выполнен тест Тиффно (рис. 28.6). Определите величину  $ОФВ_1$ , ЖЕЛ (сравните её с должной), ФЖЕЛ, рассчитайте индекс Тиффно. Дайте физиологическую оценку полученных показателей.
16. У мужчины 30 лет (вес 72 кг, рост 176 см) при помощи спирометрии была определена ЖЕЛ — 5,2 л. По результатам исследования кривой «поток – объём» определите ПОС (рис. 28.7), сделайте заключение о состоянии функции внешнего дыхания испытуемого. ЖЕЛ и ПОС сравните с должными величинами.
17. Приняв, что при подъёме на каждые 11 метров атмосферное давление уменьшается примерно на 1 мм рт. ст., рассчитайте величину индекса оксигенации у здоровых людей ( $F_{A}O_2 = 14,5\%$ ), проживающих в Бангкоке (на уровне моря), Минске (220 м над уровнем моря), Ереване (1000 м), Аддис-Аббебе (2400 м) и в Ла Ринконада (5100 м).
18. 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. За счёт какой фазы сердечного цикла преимущественно изменяется его общая продолжительность?
19. Рассчитайте объём крови, протекающей через малый круг кровообращения, если содержание кислорода в смешанной венозной крови 5,4 об%, содержание гемоглобина 100 г/л, а потребление  $O_2 = 2000$  мл/мин. Оцените уровень физической активности испытуемого и резервы его гемокардиореспираторной системы.
20. Содержание  $Hb$  90 г/л, МОК — 30 л/мин, КУК — 60 %. Рассчитайте максимальное потребление кислорода (МПК). Каким должен быть МОК, чтобы обеспечить такое же потребление  $O_2$ , если содержание  $Hb$  будет 150 г/л?

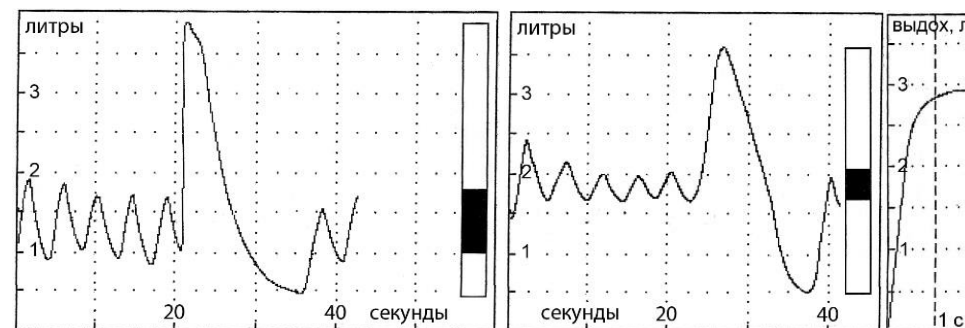


Рис. 28.5

Рис. 28.6

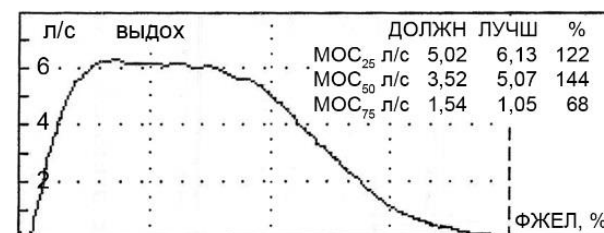


Рис. 28.7

21. У пациента ЧСС = 102 в 1 мин, ЧД = 24 в 1 мин, наблюдается цианоз слизистых оболочек, напряжение газов в артериальной крови:  $P_{a}O_2 = 72$  мм рт. ст.,  $P_{a}CO_2 = 49$  мм рт. ст.,  $HbO_2 = 80\%$ ; на ЭКГ сегмент ST на изолинии. Дайте физиологическую оценку полученным показателям. Что преимущественно формирует полученные показатели: истощение резервов коронарного кровотока или дыхательная недостаточность? Обоснуйте Ваше заключение.
22. При обследовании пациента было установлено, что величина КСО сердца составляет 45 мл, АД<sub>срд</sub> = 105 мм рт. ст., ЦВД = 5 мм рт. ст., ЧСС = 82 уд/мин, ОПСС = 17,421 усл. ед. (мм рт. ст./л/мин). Определите величины УО, КДО и ФВ у данного пациента. Оцените сократимость его миокарда.



<b>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</b>	
1. К каким последствиям приведёт разрушение центра голода в гипоталамусе? Что такое булимия и анорексия?	10. Как изменяется глотание при недостаточном образовании слюны?
2. Какое влияние на формирование чувства голода оказывают гормоны грелин и лептин? Где они вырабатываются?	11. Почему при анестезии корня языка нарушается глотание?
3. Какое влияние на пищевое поведение оказывают холецистокинин, инсулин, орексин, нейропептид Y? Ядра гипоталамуса?	12. К каким последствиям приведёт длительная гипосаливация?
4. Почему при сильном волнении ощущается сухость во рту, а при ощущении тошноты, головокружения слюноотделение усиливается?	13. Назовите особенности регуляции моторики пищевода.
5. Будет ли происходить секреция желудочного сока после перерезки блуждающего нерва? Почему?	14. Какие механизмы предотвращают обратный заброс кислого желудочного содержимого в пищевод?
6. Как изменяется желудочная секреция HCl при действии антагонистов гистаминовых H <sub>2</sub> -рецепторов?	15. Имеется ли в желудке водитель ритма?
7. Почему после удаления пилорической части желудка резко снижается секреция желудочного сока?	16. Как изменятся состав и свойства желудочного сока при блокаде протонного насоса обкладочных клеток желудка?
8. Назовите факторы, усиливающие выделение гастрина в желудке.	17. Почему первая фаза регуляции желудочной секреции называется сложнорефлекторной?
9. Почему нестероидные противовоспалительные средства (блокируют ЦОГ и синтез простагландинов) могут вызывать повреждение слизистой оболочки желудка?	18. Каким образом активируются ферменты желудочного сока?
	19. Какие вещества гидролизуются в желудке? всасываются?
	20. Почему при атрофии слизистой оболочки желудка развивается В <sub>12</sub> -дефицитная (мегалобластная) анемия?
	21. От каких факторов зависит скорость эвакуации желудочного содержимого в двенадцатиперстную кишку?
<b>Работа 29.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>	
Голод — _____	Грелин — _____
Насыщение — _____	Главные клетки — _____
Аппетит — _____	Обкладочные клетки — _____
Булимия — _____	Пепсиноген — _____
Анорексия — _____	Гастрин — _____
Лептин — _____	Соматостатин — _____



### Работа 29.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Методика операций на органах пищеварительного тракта» (09:23).

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



### Работа 29.3. СИАЛОМЕТРИЯ

**Сиалометрия** — количественное определение объёма выделенной смешанной слюны (продукта секреции больших и малых слюнных желёз). Оценка скорости секреции слюны важна для диагностики причин и прогноза течения многих местных и системных заболеваний, таких как рецидивирующий кариес зубов, гингивиты, пародонтоз, синдром Шегрена, ревматоидный артрит и т. п. Нарушение секреции слюны также может быть следствием сахарного диабета, гипотиреоза, дегидратации, лучевой терапии области головы и шеи и приводить к дисбиозу полости рта, появлению зловонного запаха, ощущения сухости в полости рта, нарушению вкусовой чувствительности, жевания, глотания, речи и сна.

Слюну следует собирать через 1,5–2 часа после пищи или натошак, предпочтительно утром в спокойном месте. Испытуемого 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.

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

#### Ход работы. А. Сбор смешанной слюны в состоянии покоя (нестимулированной)

Непосредственно перед началом исследования испытуемый проглатывает всю слюну из полости рта, опускает голову и сидит в таком положении, не глотая слюну и не двигая языком и губами во время всего периода сбора слюны. Слюна аккумулируется в полости рта в течение 2 мин, затем испытуемый сплёвывает всё содержимое полости рта в пробирку. Процедуру сбора проводят ещё 2 раза так, чтобы общее время сбора составляло 6 минут. Общий объём собранной слюны делят на шесть, что и составляет скорость слюноотделения в мл/мин.

#### Б. Сбор стимулированной смешанной слюны

Испытуемого просят жевать резинку (около 30 с), а затем проглотить всю слюну, накопившуюся в полости рта. После этого просят пожевать жевательную резинку в своей обычной манере в течение 2 мин, точно засекая время; аккумулированную слюну сплёвывают в пробирку. Процедуру проводят ещё 2 раза. При необходимости используют дополнительную пробирку. Объём слюны определяют по делениям пробирки и вычисляют скорость 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 увеличивает данный показатель до 1–2 мл/мин. Пределы скорости базового слюноотделения для смешанной слюны представлены в табл. 29.1.


Таблица 29.1

Выделение смешанной слюны:	Гипосаливация	Нормосаливация	Гиперсаливация
не стимулированное	< 0,1 мл/мин	0,1–2,0 мл/мин	> 2,0 мл/мин
стимулированное	< 0,5 мл/мин	0,5–6,0 мл/мин	> 6,0 мл/мин

#### ПРОТОКОЛ

Скорость выделения слюны: нестимулированной \_\_\_\_\_, стимулированной \_\_\_\_\_ мл/мин.  
**Заключение.** У испытуемого \_\_\_\_\_ (нормо-, гипо-, гиперсаливация)

## Работа 29.4. ПЕРЕВАРИВАНИЕ КРАХМАЛА ФЕРМЕНТАМИ СЛЮНЫ ЧЕЛОВЕКА

 Благодаря наличию в слюне амилолитических ферментов,  $\alpha$ -амилазы и мальтазы, переваривание крахмала начинается уже в полости рта. В результате образуются  $\alpha$ -декстрины, мальтоза и незначительное количество глюкозы. Оптимум действия этих ферментов находится в пределах нейтральной реакции среды при нормальной температуре тела (около 38 °С). Действие высоких или низких температур, изменение рН среды могут снижать их активность, нарушая процессы пищеварения.

Учитывая, что пища в полости рта находится небольшой промежуток времени, гидролизовать здесь успевают лишь около 5 % крахмала. В желудке  $\alpha$ -амилаза и мальтаза инактивируются, продолжая действовать в глубине пищевого комка до его перемешивания с желудочным соком и обеспечивая гидролиз до 40 % крахмала пищи. Завершается гидролиз крахмала в тонком кишечнике.

Следует помнить, что природный крахмал имеет структурированную форму, образуя крахмальные зёрна, которые не поддаются действию пищеварительных ферментов человека. При термической обработке он подвергается клейстеризации с образованием декстринов, имеющих меньшую молекулярную массу и доступных для гидролиза ферментами человека.

Как и природный крахмал, декстрины при взаимодействии с йодом приобретают синее окрашивание — йод-крахмальная проба. По мере укорочения полимерной цепи эта окраска сменяется на красно-коричневую и, в конечном итоге, при степени полимеризации < 20 реакция исчезает.

**Материалы и оборудование:** термостат с температурой 37–38 °С, спиртовка, спички, штатив с 4 градуированными пробирками, 2 пробирки с замороженным 0,1 % раствором амилазы (слюны), стеклоглаф, пипетки, маленькая воронка, 2 стеклянные палочки, слюна человека, 1 % раствор варёного крахмала, 1 % раствор сырого крахмала, дистиллированная вода, растворы 3 % йода или Люголя, 2 % раствор HCl, лакмусовая бумага, лёд или холодильник, ёмкость для отработанных материалов.

**Ход работы.** Слюну (5–6 мл) собирают в градуированную пробирку с помощью воронки. Нумеруют 4 пробирки, ставят их в штатив и в каждую пробирку вносят по 1 мл слюны. Пробирку № 2 осторожно нагревают на спиртовке до кипения, *наклонив под углом 30–40° к горизонту, прогревая по всей длине и направив в сторону от людей.* В пробирку № 3 добавляют по каплям, перемешивая, 2 % раствор HCl до появления стойкого красного окрашивания лакмусовой бумаги.

Получают у лаборантов 2 пробирки с замороженной слюной, обозначают их № 5 и 6. Пробирки № 1–5 аккуратно доводят до 37–40 °С под тёплой проточной водой или на водяной бане, № 6 — размораживают при комнатной температуре. В пробирку № 4 добавляют 1 мл 1 % раствора **сырого** крахмала, в остальные — по 1 мл 1 % **варёного** крахмала (растворы крахмала перед использованием взбалтывают).

*Содержимое пробирок перемешать стеклянной палочкой!*

Пробирки № 1–5 помещают в термостат или водяную баню при температуре 38 °С, № 6 — на лёд.

Через 30–40 мин содержимое пробирок исследуют на наличие крахмала путём добавления 1–2 капель раствора Люголя. Содержимое пробирок, в которых присутствует крахмал, приобретает синий цвет.

### ПРОТОКОЛ

№ пробирки	Содержимое пробирки	t, °С	Цвет содержимого пробирки после добавления раствора Люголя	Гидролиз крахмала + или –
1	1 мл слюны + 1 мл варёного крахмала	38		
2	1 мл прокипячённой слюны + 1 мл варёного крахмала	100 → 38		
3	1 мл слюны + 0,5% раствор HCl + 1 мл варёного крахмала	38		
4	1 мл слюны + 1 мл сырого крахмала	38		
5	1 мл слюны размороженной слюны + 1 мл варёного крахмала → в тепло	0 → 38		
6	1 мл слюны размороженной слюны + 1 мл варёного крахмала → на лёд	0		


**Работа 29.4. (продолжение)**

**ПРОТОКОЛ (продолжение)**

**Выводы.** 1. Гидролиз крахмала слюной происходит благодаря присутствию в ней ферментов \_\_\_\_\_.  
 При кипячении слюны и сдвиге pH слюны в кислую сторону указанные ферменты \_\_\_\_\_ путём \_\_\_\_\_.  
 При температуре тела их активность \_\_\_\_\_  
 (восстанавливается, не восстанавливается).

2. Сырой крахмал, в отличие от варёного, \_\_\_\_\_ ферментами слюны, что указывает на необходимость \_\_\_\_\_ растительной пищи.  
 Охлаждение слюны приводит к \_\_\_\_\_ её ферментов.  
 После подогрева до температуры тела их активность \_\_\_\_\_  
 (восстанавливается, не восстанавливается).

**Работа 29.5. ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ СВОЙСТВ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА**

 **Материалы и оборудование:** водяная баня или термостат, спиртовка, штатив с пробирками, стеклограф, пинцет, натуральный желудочный сок, 4 мл протёртого варёного яичного белка или фибрина, 5 % раствор  $\text{NaHCO}_3$ , 0,5 % раствор  $\text{HCl}$ , пипетки, лакмусовая бумага, ёмкость для отработанных материалов.

**Ход работы.** Нумеруют четыре пробирки и наливают в пробирки № 1–3 по 2 мл желудочного сока, в пробирку № 4 — 2 мл 0,5 % раствора  $\text{HCl}$ . После этого содержимое пробирки № 2 осторожно кипятят на спиртовке, а в пробирку № 3 по каплям добавляют 5 % раствор соды до получения синеватого окрашивания лакмусовой бумаги (нейтрализация кислоты). Пробирки аккуратно подогревают в тёплой (37–40 °C) проточной воде.

Во все пробирки добавляют по 0,5 мл мелко протёртого варёного яичного белка или фибрина и помещают их в водяную баню или термостат при температуре 38 °C. Через 30–40 мин пробирки извлекают из термостата и наблюдают изменение кусочков белка во всех пробирках.

**ПРОТОКОЛ**

№ пробирки	Содержимое пробирки	t, °C	Состояние кусочков белка
1	2 мл желудочного сока + 0,5 мл белка	38	
2	2 мл кипячёного желудочного сока + 0,5 мл белка	100 → 38	
3	2 мл желудочного сока + раствор $\text{NaHCO}_3$ + 0,5 мл белка	38	
4	2 мл 0,5 % раствора $\text{HCl}$ + 0,5 мл белка	38	

**Выводы.**

1. Гидролиз белков желудочным соком происходит благодаря присутствию в нём \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
2. При кипячении желудочного сока в нём происходит денатурация \_\_\_\_\_, в результате яичный белок (или фибрин) \_\_\_\_\_ (переваривается или нет), но \_\_\_\_\_ вследствие присутствия \_\_\_\_\_.
3. Добавление  $\text{NaHCO}_3$  приводит к нейтрализации \_\_\_\_\_, что \_\_\_\_\_ активации пепсинов. При этом белок \_\_\_\_\_ (набухает или нет) и \_\_\_\_\_ (переваривается или нет).

## 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* — фиброгастродуоденоскопия (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. **Гастродуоденальное 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. 29.2).

*Таблица 29.2*

#### 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

В наполненном пищей желудке возникают три основных вида движений: перистальтические волны, быстрые монофазные высокоамплитудные сокращения антральной зоны и тонические сокращения большой амплитуды и длительности от 1 до 5 минут. Характер моторики желудка обусловлен видом пищи, степенью предварительной обработки, тщательностью пережёвывания, сроком после приёма пищи, быстротой опорожнения кишечника от химуса, рефлекторными и гуморальными влияниями на пейсмейкер желудка.

У большинства здоровых людей регистрируется нормокинетический тип перистальтических волн желудка (частота биопотенциалов ( $n$ ) = 3 импульс/мин, средняя амплитуда ( $A_{cp}$ ) = 0,2–0,4 мВ). При некоторых заболеваниях, при которых наблюдается повышение тонуса гладких мышц и увеличение секреции HCl, отмечается гиперкинетический тип ЭГГ ( $n \geq 4$  импульс/мин,  $A_{cp} > 0,4$  мВ), а при понижении тонуса мышц и секреции HCl — гипокинетический тип ( $n < 2$  импульс/мин,  $A_{cp} < 0,2$  мВ).

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)



<b>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каким образом в кишечнике происходит нейтрализация кислого химуса, поступающего из желудка?</li> <li>2. Как влияет скорость секреции сока поджелудочной железы на его состав? Почему?</li> <li>3. Какие ферменты сока поджелудочной железы выделяются в неактивном виде?</li> <li>4. Какие механизмы предотвращают активацию ферментов сока поджелудочной железы в её протоках?</li> <li>5. Как активируется трипсиноген? проэластаза?</li> <li>6. Как изменяется секреция сока поджелудочной железы при питании преимущественно пищей, богатой: 1) белками; 2) жирами; 3) углеводами?</li> <li>7. Какие гормоны вырабатываются следующими клетками дуоденальных (бруннеровых) желёз: S-, I-, D- и ECL-клетками?</li> <li>8. Почему при поступлении кислого химуса из желудка в двенадцатиперстную кишку его эвакуация из желудка тормозится?</li> <li>9. Какие свойства желчи обеспечивают её стабильное состояние?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Из чего образуются желчные кислоты?</li> <li>11. Какие факторы (гуморальные, пищевые и др.) стимулируют образование и выделение желчи?</li> <li>12. К каким последствиям приводит прекращение поступления желчи в кишечник?</li> <li>13. Из чего образуется билирубин? Почему при заболеваниях печени может появляться жёлтое окрашивание кожных покров и слизистых оболочек?</li> <li>14. В каком отделе кишечника происходит всасывание витамина B12?</li> <li>15. Какой общий механизм транспорта используется для всасывания в тонком кишечнике аминокислот, глюкозы, галактозы, желчных кислот?</li> <li>16. Прекратится ли моторика толстой кишки после перерезки блуждающего нерва? Почему?</li> <li>17. Почему человек может произвольно управлять дефекацией?</li> <li>18. Что такое положительный азотистый баланс? Отрицательный азотистый баланс? Азотистое равновесие? Когда они возникают?</li> </ol>
<b>Работа 30.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>	
Зимогены — _____	Химус — _____
Энтерокиназа — _____ _____	Мигрирующий моторный комплекс — _____ _____
Колипаза — _____ _____	Ритмическая сегментация — _____ _____
Желчь — _____ _____	Перистальтический рефлекс — _____ _____
Энтерогепатическая циркуляция желчных кислот — _____ _____	Мембранное пищеварение — _____ _____

### Работа 30.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Органы пищеварения» (09:09);
2. «Влияние желчи на жиры» (03:37) — к работе 30.3;
3. «Пристеночное пищеварение» (03:37) — к работе 30.4;
4. «Амилазная активность плазмы крови» (02:24) — к работе 30.5.



Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеofilмы, размещённые в ЭУМК.

### Работа 30.3. ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЧИ НА ЖИРЫ



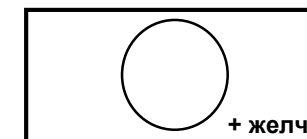
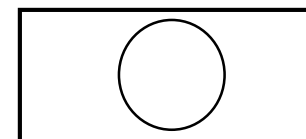
За сутки в просвет двенадцатиперстной кишки секретуруется 0,5–1,5 л желчи. Одной из её важных функций является эмульгирование жиров, образование мицелл и солубилизация липидов, что достигается благодаря присутствию в ней амфифильных первичных желчных кислот (ЖК) — холевой и хенодесоксихолевой и их солей (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.

**Материалы и оборудование:** предметные часовые стёкла, лупа, стеклянные палочки, желчь, растительное масло, дистиллированная вода, вата, ёмкость для сбора отработанного материала.

**Ход работы.** 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.

#### ПРОТОКОЛ

*Нарисуйте*, как распределяется жир в каплях воды без добавления и с добавлением желчи.



**Вывод:** (как влияет желчь на состояние жира и механизм этого явления) \_\_\_\_\_

### Работа 30.4. ПРИСТЕНОЧНОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ



**Материалы и оборудование:** участок тонкой кишки крысы в растворе Рингера, 2 пробирки, штатив, стеклограф, стеклянная и пластиковая палочки, нитки, ножницы, раствор Рингера, раствор Люголя, раствор варёного крахмала, пипетки, водяная баня, вата, антисептик, ёмкость для сбора отработанных материалов с дезраствором.

**Ход работы.** Пронумеруйте две пробирки. В обе пробирки налейте по 1 мл раствора Рингера и раствора варёного крахмала. При помощи пинцета оденьте участок тонкой кишки на палочку. В нижней части привяжите кишку ниткой к палочке и при помощи пинцета выверните кишку, потянув её за свободный край.

В первую пробирку погрузите привязанный лигатурой к палочке вывернутый участок тонкого кишечника крысы.

Обе пробирки поставьте в водяную баню на 30 мин при температуре 38 °С, по окончании инкубации извлеките кишку из пробирки, а затем в обе пробирки внесите по 1–2 капли раствора Люголя.

#### ПРОТОКОЛ

**Результаты работы.** Отметьте, как изменился цвет раствора в пробирках: \_\_\_\_\_

**Вывод:** (укажите, где произошёл гидролиз крахмала и объясните механизм) \_\_\_\_\_





<p>Формулы для расчёта ДМТ в зависимости от роста и пола человека:</p> $\text{ДМТ}_3 (\text{для мужчин}) = (\text{Рост (см)} - 152) \times 1,1 + 48; \quad (30.3)$ $\text{ДМТ}_3 (\text{для женщин}) = (\text{Рост (см)} - 152) \times 0,9 + 48.$ <p>При <i>астеническом</i> типе сложения ДМТ может быть уменьшена на 10 %, при <i>гиперстеническом</i> телосложении — может быть увеличена на 10 %. После 30 и до 50 лет ДМТ может быть увеличена на 3–13 % к ДМТ в 20 лет.</p> <p>Опасность для здоровья представляет как повышенная, так и пониженная масса тела.</p> <p>Степень отклонения измеренной МТ от должной рассчитывают по формуле:</p> <p><b>Отклонение МТ (%) = (Измеренная МТ – ДМТ) × 100 % / ДМТ.</b></p> <p><b>Повышение МТ человека по сравнению с ДМТ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– на 15–29 % — свидетельствует об ожирении I степени;</li> <li>– на 30–49 % — свидетельствует об ожирении II степени;</li> <li>– на 50–100 % — свидетельствует об ожирении III степени;</li> <li>– более чем на 100 % — свидетельствует об ожирении IV степени.</li> </ul> <p><b>Снижение МТ человека по сравнению с ДМТ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– на 10–20 % — может отражать слабую степень,</li> <li>– на 21–30 % — умеренную степень,</li> <li>– на 31–40 % — тяжёлую степень белково-энергетической недостаточности рациона;</li> <li>– более чем на 40 % — отражает наличие кахексии (истощения).</li> </ul>	<p><b>Результаты.</b></p> <p>Измеренная МТ: _____ кг, рост _____ см, пол _____.</p> <p>а) <math>\text{ДМТ}_1 = \text{_____} - \text{_____} = \text{_____}</math> кг. (по формуле 30.1)</p> <p><b>Заключение:</b> Отклонение МТ от <math>\text{ДМТ}_1 = \text{_____}</math> %.</p> <p>МТ: _____.</p> <p>б) <math>\text{ДМТ}_2 = \text{_____} - 100 - (\text{_____} - 150) / \text{_____} = \text{_____}</math> кг. (по формуле 30.2)</p> <p><b>Заключение:</b> Отклонение МТ от <math>\text{ДМТ}_2 = \text{_____}</math> %.</p> <p>МТ: _____.</p> <p>в) <math>\text{ДМТ}_3 = (\text{_____} - 152) \times \text{_____} + 48 = \text{_____}</math> кг. (по формуле 30.3)</p> <p><b>Заключение:</b> Отклонение МТ от <math>\text{ДМТ}_3 = \text{_____}</math> %.</p> <p>МТ: _____.</p> <p><b>Общее заключение</b> (укажите, требуется ли коррекция МТ, и если да, то отметьте возможные подходы к её коррекции):</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p><b>Общие рекомендации по употреблению пищевых продуктов различных групп для людей с низкой и средней физической активностью:</b></p>	
<p>1 группа (жир, сладости) — потреблять в небольших количествах;</p> <p>2 группа (молоко, йогурт, сыры) — 2–3 порции;</p> <p>3 группа (мясо, рыба, горошек, яйца, орехи) — 2–3 порции;</p> <p>4 группа (овощи) — 3–5 порций;</p> <p>5 группа (фрукты) — 2–4 порции;</p> <p>6 группа (хлеб, рис, макароны) — 6–11 порций.</p>	<p>В качестве условных порций пищи для простоты использования приняты:</p> <p>объём стакана = чашки = полупорционной глубокой тарелки, эквивалентные 250 мл продукта;</p> <p>размер колоды игральных карт, соответствующий 80–100 г варёного мяса или рыбы.</p>

**Работа 30.6. (продолжение)**

3. *Рассчитайте и оцените индекс массы тела (ИМТ).*

Индекс массы тела, или индекс Кетле, рассчитывается по формуле:

$$\text{ИМТ (кг/м}^2\text{)} = \text{МТ (кг)} / \text{Рост}^2\text{(м)}.$$

Индекс массы тела сегодня используется чрезвычайно широко. На основании его оценки можно оценить степень риска развития некоторых заболеваний (см. табл. 30.1).

**Результаты.**

ИМТ = \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_.

**Заключение:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Таблица 30.1*

**Масса тела, индекс массы тела, риск потери здоровья**

	<b>Гипотрофия (сниженная МТ)</b>	<b>Норма МТ</b>	<b>Избыточная МТ</b>	<b>Ожирение</b>
<b>ИМТ</b>	<b>&lt; 18,5</b>	<b>18,5–24,9</b>	<b>25,0 – 29,9</b>	<b>≥ 30,0*</b>
Риск заболеваний	Анемии; снижение иммунитета и повышение частоты инфекционных заболеваний лёгких, мочевых путей и др.; онкозаболевания; остеопороз, кахексия	Минимальный	Ожирение, сахарный диабет, атеросклероз, артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, инсульт и др.	
Общие рекомендации	Изменить режим питания и физической активности так, чтобы поступление энергии с пищей превышало её расход	Сохранять существующий режим питания и активности	Изменить режим питания и физической активности так, чтобы поступление энергии с пищей стало меньше её расхода	

\* 30,0–34,9 — ожирение I степени;  
35,0–39,9 — ожирение II степени;  
≥ 40,0 — ожирение III степени (морбидное).

**Внимание! К следующему занятию для выполнения практической работы Вам необходимо собрать информацию о своём суточном пищевом рационе по форме:**

<b>Приём пищи</b>	<b>Пищевые продукты</b>	<b>Масса (объём)</b>
Завтрак	Молоко 3,2 %	200 мл
	Бутерброд из сыра	100 г
	Творог 9%	50 г
	Ветчина куриная	20 г
	Хлеб «Нарочанский»	20 г
...		

<b>Исправить задания на страницах</b>	<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:</b>

(подпись преподавателя)



**ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:**

1. Почему, используя данные об объёмах потреблённого организмом  $O_2$ , можно оценить величину энергетических затрат?
2. Что такое калорический эквивалент кислорода ( $KЭO_2$ )? Какие вещества имеют наибольший  $KЭO_2$ ? Каков при этом дыхательный коэффициент (ДК)?
3. Рассчитайте, какое количество энергии образуется при окислении углеводов, жиров или белков с использованием 250 мл  $O_2$ . Какое количество  $O_2$  потребуется для получения 10 ккал энергии при окислении этих веществ?
4. Альвеолярная вентиляция человека составила 10 л/мин. В выдыхаемом воздухе содержание  $O_2$  было 15 %, содержание  $CO_2$  — 4,8 %. Рассчитайте суточные энергозатраты испытуемого при условии сохранения текущего уровня физической активности. Отражает ли полученное значение истинные суточные энергозатраты испытуемого? Почему?
5. Вентиляция лёгких человека составляет 5 л/мин. Содержание  $O_2$  в выдыхаемом воздухе — 16 %. Рассчитайте суточные энергозатраты человека при питании смешанной пищей ( $KЭO_2 = 4,86$  Ккал/л  $O_2$ ). Оцените уровень физической активности испытуемого в момент проведения исследования.
6. Рассчитайте калорийность продукта, содержащего 3 г белка, 3 г жира и 6 г углеводов на 100 г массы.
7. Что такое белковый минимум? Какое оптимальное количество белка должен получать организм человека в сутки?
8. 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.
9. Рассчитайте индекс массы тела женщины-веганки 19 лет (рост 178 см, вес 58 кг) и оцените массу её тела. Дайте (при необходимости) рекомендации по коррекции массы тела.
10. Каков оптимальный режим приёмов пищи и распределения пищевого рациона?
11. Определите, какое количество белков, жиров и углеводов необходимо употреблять в пищу в течение суток женщине в возрасте 26 лет (рост 166 см, масса 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?
12. Что такое «температурное ядро» тела человека? Где измеряется его температура?
13. Какие участки тела человека наиболее подвержены переохлаждению (обморожению)? Почему?
14. Изменится ли температура тела человека при повышении его теплопродукции?
15. Какова функция термогенина? Где он находится?
16. За счёт каких механизмов человек поддерживает постоянную температуру тела при повышении теплоотдачи, связанной с внешним охлаждением?
17. Каков основной механизм теплоотдачи с поверхности тела человека в нормальных условиях?
18. Какой способ теплоотдачи не требует наличия температурного градиента, направленного от поверхности кожи человека в окружающую среду?
19. Почему высокая температура воздуха (39 °С) при высокой влажности переносится тяжелее, чем при низкой? Каково направление теплопередачи путём радиации при этом?
20. 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.
21. Чем отличаются механизмы повышения температуры тела при физической гипертермии и при лихорадке?

<b>Работа 31.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>	
Метаболизм — _____ _____	Правило поверхности тела — _____ _____
Катаболизм — _____ _____	Дыхательный коэффициент (ДК) — _____ _____
Катаболические гормоны (перечислить) — _____ _____	Калорический эквивалент кислорода (КЭО <sub>2</sub> ) — _____ _____
Анаболизм — _____ _____	Азотистый баланс — _____ _____
Анаболические гормоны (перечислить) — _____ _____	Правило изодинамии — _____ _____
Энергетическая ценность: белков — _____ жиров — _____ углеводов — _____	Полноценные белки — _____ _____
Основной обмен — _____ _____	Конвекция — _____ _____
Специфически-динамическое действие пищи — _____ _____	Гипертермия — _____ _____
Общий обмен — _____	Лихорадка — _____

### **Работа 31.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ**




Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Расчёт должных величин основного обмена» (02:19) — к работе 31.3;
2. «Температура тела и терморегуляция» (09:55) — к работам 31.6–31.8.

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



### Работа 31.3. РАСЧЁТ ДОЛЖНЫХ ВЕЛИЧИН ОСНОВНОГО ОБМЕНА ПО ТАБЛИЦАМ И ФОРМУЛАМ

 **Основной обмен (ОО)** — минимальные энергозатраты, необходимые для поддержания процессов жизнедеятельности организма в стандартных условиях.

**Стандартные условия**, позволяющие исключить дополнительные затраты энергии, включают:

1) состояние **бодрствования утром после сна** (во время сна энергозатраты снижены на 8–10 % по сравнению со спокойным бодрствованием);

2) состояние физического и психического **покоя в положении лёжа**;

3) натошак, **через 12–16 ч** после приёма пищи (для исключения её специфически-динамического действия);

4) при внешней «**температуре комфорта**» (18–20 °С для легко одетого человека), не вызывающей ощущения холода или жары и минимально влияющей на степень напряжения механизмов терморегуляции.

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

У здорового человека должная величина основного обмена (ДОО) достаточно точно отражает истинное состояние ОО, прямое измерение которого не всегда доступно.

ДОО рассчитывается по формулам и таблицам, выведенным по результатам большого числа исследований суточных затрат энергии здоровыми людьми разного пола, возраста, массы тела и роста. Некоторые из них приведены в табл. 31.1 и в Приложении.

Одним из наиболее широко используемых методов определения ДОО является метод определения основного обмена по **таблицам Гаррис–Бенедикта** (приведены в Приложении).

Имеются два варианта таблиц — для мужчин и для женщин. Каждая из них содержит две таблицы, А и Б. В первой таблице находят число А, зависимое от массы тела, а во второй — число Б, зависимое 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.

Ещё одним широко применяемым методом определения должного ОО является **метод Дюбуа**. Он основан на **правиле поверхности тела**, согласно которому затраты энергии теплокровного организма пропорциональны площади поверхности тела. Установлено, что теплопродукция на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела человека зависит от возраста и пола. Для вычисления ДОО найденную по табл. 31.2 величину продукции тепла в ккал/м<sup>2</sup>·час следует умножить на площадь поверхности тела (в м<sup>2</sup>) и на 24 часа в сутках. Площадь поверхности тела (S) находят по номограмме в зависимости от массы тела и роста (приведена в Приложении).

Таблица 31.1

**Формулы для расчёта ДОО в зависимости от возраста, пола и массы тела (МТ) человека**

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

\* Установлено, что продукция тепла организмом молодого мужчины в условиях основного обмена составляет в среднем **1 ккал/кг·ч**, молодой женщины — **0,9 ккал/кг·ч**.

Таблица 31.2

**Затраты на основной обмен 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

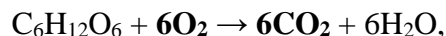
Разница между показателями должного основного обмена, рассчитанными разными методами, обычно не превышает 10 %.

<b>Работа 31.3. (продолжение)</b>	
<p><b>Указания к оформлению протокола:</b></p> <p>1. <i>Рассчитайте</i> Вашу собственную должную величину ОО несколькими способами — по формулам, по таблицам Гарриса–Бенедикта и по площади поверхности тела в соответствии с указаниями протокола.</p> <p>2. <i>Сравните</i> полученные результаты. Наиболее точными методами являются метод с использованием таблиц Гарриса–Бенедикта и метод Дюбуа. Результаты, полученные этими двумя методами, обычно отличаются незначительно (как правило, не более чем на 50–150 ккал).</p>	<p><b>ПРОТОКОЛ</b></p> <p>Пол _____ (м/ж); возраст _____ лет; рост _____ см; масса тела= _____ кг.</p> <p>Должная величина ОО по формулам из табл. 31.1:</p> <p>Должный ОО = <math>1,0 (0,9) \times \text{МТ} \times 24 =</math> _____ = _____ ккал/сутки.</p> <p>Должный ОО = _____ <math>\times</math> МТ + _____ = _____ = _____ ккал/сутки.</p> <p>Должная величина ОО по таблицам Гарриса–Бенедикта (см. Приложение):</p> <p>Должный ОО = А + Б = _____ = _____ ккал/сутки.</p> <p>Должная величина ОО по методу Дюбуа:</p> <p>Продукция тепла (Е) на м<sup>2</sup> в час (из таблицы 31.2) = _____ ккал/м<sup>2</sup>·час.</p> <p>Площадь поверхности тела (S) (по номограмме) = _____ м<sup>2</sup>.</p> <p>Должный ОО = <math>E_{\text{ккал/м}^2\cdot\text{час}} \times S_{\text{м}^2} \times 24_{\text{час}} =</math> _____ = _____ ккал/сутки.</p>
<b>Работа 31.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОСНОВНОГО ОБМЕНА МЕТОДОМ НЕПРЯМОЙ КАЛОРИМЕТРИИ</b>	
<p>Существует два основных метода <b>измерения</b> количества энергии, образующейся в организме (включая и энергию основного обмена): прямая и непрямая калориметрия.</p> <p><b>Прямая калориметрия</b> 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.</p> <p>Другой подход более прост и доступен в рутинной практике — это <b>непрямая калориметрия с полным или с неполным газовым анализом</b>. Он основывается на определении величины <b>калорического эквивалента кислорода (КЭО<sub>2</sub>)</b> — того количества энергии, которое выделяется при окислении питательных веществ с использованием 1 литра О<sub>2</sub>. Величина этого коэффициента зависит от вида используемых для окисления питательных веществ.</p>	<p>Как правило, в качестве исходных субстратов для окислительного фосфорилирования используются углеводы или липиды. Конечными продуктами их окисления являются СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub>О и энергия. При этом молекула углевода содержит относительно больше кислорода, чем молекула жирной кислоты (сравните: глюкоза С<sub>6</sub>Н<sub>12</sub>О<sub>6</sub> и линолевая кислота С<sub>18</sub>Н<sub>32</sub>О<sub>2</sub>). 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 О<sub>2</sub>), чем при окислении липидов (4,69 ккал/л О<sub>2</sub>), даже несмотря на то, что при окислении 1 г жиров выделяется более чем в 2 раза больше энергии, чем при окислении углеводов.</p> <p>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 КЭО<sub>2</sub> будет изменяться, отражая особенности катаболизма и производства энергии на 1 л потреблённого кислорода.</p>



### Работа 31.4. (продолжение)

Для определения величины КЭО<sub>2</sub> пациента рассчитывают его **дыхательный коэффициент (ДК)** — отношение объёма выделенного СО<sub>2</sub> к объёму поглощённого за то же время О<sub>2</sub>. Также как и КЭО<sub>2</sub>, величина ДК максимальна при окислении глюкозы, а при окислении липидов она минимальная. Например, на окисление 1 моль глюкозы требуется затратить 6 моль О<sub>2</sub> и при этом образуется 6 моль СО<sub>2</sub>:



т. о. ДК = 6СО<sub>2</sub> / 6О<sub>2</sub> = 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 О<sub>2</sub>. 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 КЭО<sub>2</sub> при окислении белков в реальных условиях оказывается ниже ожидаемого — 4,46 ккал/л О<sub>2</sub>, 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 (см. табл. 31.3).

Таблица 31.3

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 О <sub>2</sub>	<b>4,69</b>	4,74	<b>4,46</b> (4,80)	<b>4,86</b>	4,92	4,99	<b>5,05</b>

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

$$E \text{ (ккал/мин)} = KЭО_2 \text{ (ккал/л } O_2) \times VО_2 \text{ (л } O_2/\text{мин)}.$$

#### 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]
О <sub>2</sub> , %	20,93	16,49	
СО <sub>2</sub> , %	0,03	4,03	

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

$$VО_2 = \text{МОД} \times \text{разность } O_2 (\%) / 100 \% = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ л.}$$

$$VСО_2 = \text{МОД} \times \text{разность } CO_2 (\%) / 100 \% = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ л.}$$

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

$$ДК = \underline{\hspace{2cm}} / \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \rightarrow KЭО_2 \text{ (по табл. 31.3)} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ккал/л.}$$

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

$$E = KЭО_2 \times VО_2 = \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$ОО = E \times 60 \text{ мин} \times 24 \text{ ч} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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 О<sub>2</sub> так же, как в части А данной работы:

$$VО_2 = \text{МОД} \times \text{разность } O_2 (\%) / 100 \% = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ л.}$$

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> = \_\_\_\_\_.

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):

$$E = KЭО_2 \times VО_2 = \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$ОО = E \times 60 \text{ мин} \times 24 \text{ ч} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

5. Разница при определении ОО двумя методами составила \_\_\_\_\_.

### Работа 31.5. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

**Температура тела** — 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 (**при измерении в подмышечной ямке**) 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 минимального значения в диапазоне: 35,1–36,0 °С. Таким образом, норма температуры тела при измерении в подмышечной ямке составляет **36 ± 0,9 °С** (35,1–36,9 °С).

Температура 37 °С и выше рассматривается как повышенная (*гипертермия*), а 35 °С и ниже — как пониженная (*гипотермия*).

Нормальными значениями оральной температуры считаются 35,5–37,5 °С, ректальной и наружного слухового прохода (аурикулярной) — 36,0–38,0 °С.

Для измерения температуры тела используют контактные и бесконтактные термометры. К **контактным** термометрам относят жидкостные термометры, в которых в стеклянную колбу заключены жидкий металл или жидкость (спирт, пентан или др.), а также электронные термометры. К **бесконтактным** — инфракрасные термометры.

Работа **жидкостного термометра** основана на термическом расширении заключённой в него жидкости. Ранее это была ртуть, сегодня её заменяют «галлинстаном» — нетоксичной смесью металлов галлия, индия и олова. Такие термометры называют нертутными или галлинстановыми. Они сопоставимы со ртутными по точности — предел допустимой погрешности ±0,1 °С, однако боятся замерзания (при температуре ниже +15 °С в галлинстане происходят структурные изменения, влияющие на точность измерения, а при –19 °С он начинает быстро расширяться и разрушает резервуар термометра).

Длительное хранение галлинстановых термометров рекомендуется в вертикальном положении при температуре выше +6 °С для предотвращения разрыва столбика галлинстана в капилляре. При 0 °С он выдерживает хранение в течение месяца, при –15 °С — до суток. В случае боя термометра галлинстан собирают тканью, смоченной спиртом, и хранят в пластмассовой (полиэтилен, полипропилен) или стеклянной таре до утилизации в специализированной организации. В металлических ёмкостях хранить его нельзя.

**Работа электронного термометра** 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.

К достоинствам электронных термометров относят высокую скорость измерения — 1 мин. Однако это справедливо для измерения сублингвальной или ректальной температуры. Подмышечная ямка 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).

**Бесконтактные инфракрасные термометры** измеряют мощность теплового излучения объекта измерения. Поскольку изменение температуры проводится с поверхности кожи, обычно в области глабелла 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.

Достоинством таких термометров является короткое время 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).

### Работа 31.5. (продолжение)

**Материалы и оборудование:** максимальный жидкостный (галинстановый или ртутный) стеклянный 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 стеклянного 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 стеклянный термометр, крепко удерживая его за край, противоположный резервуару, до температуры 35–35,5 °С.

Запишите исходные показания в протокол.

Включите электронный термометр, нажав кнопку и дождавсь 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 «Err».

*Поместите оба термометра* в подмышечную ямку таким образом, чтобы их резервуар и датчик располагались по среднеподмышечной 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.

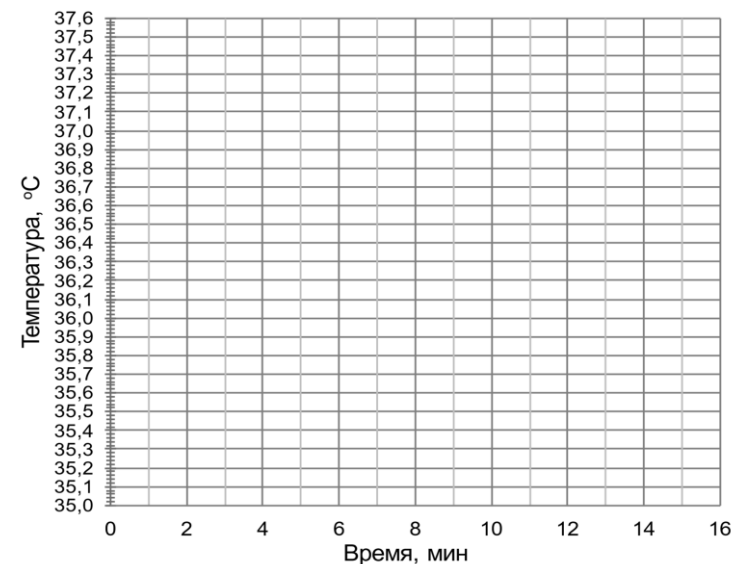
*Записывайте* в протокол показания обоих термометров через 30 с, 1, 2, 3, 5, 8, 10, 12, 15 мин. Обратите внимание! Звуковой «бип»-сигнал и прекращение мигания символа «°С» на электронном термометре не означают окончания измерения, а указывают на снижение скорости нарастания температуры.

После окончания измерения *выключите и снова включите* электронный термометр, НЕ извлекая его из подмышечной впадины. *Запишите* время повторного измерения этим термометром: \_\_\_\_\_. *Объясните разницу:* \_\_\_\_\_.

### ПРОТОКОЛ

*Постройте графики* изменения показаний стеклянного и электронного термометров в зависимости от времени измерения температуры.

Время	Стеклянный термометр	Электронный термометр
Исходно		
30 с		
1 мин		
2 мин		
3 мин		
5 мин		
8 мин		
10 мин		
12 мин		
15 мин		



**Выводы.** У испытуемого температура тела, измеренная в подмышечной впадине, составила: стеклянным термометром \_\_\_\_ °С, электронным термометром \_\_\_\_ °С. Продолжительность её измерения контактными термометром должна быть не менее \_\_\_\_ мин. Скорость измерения температуры тела электронным термометром \_\_\_\_\_, чем стеклянным.

## Работа 31.5. (продолжение)

### 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. В качестве областей, используемых 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. Погрешность измерения в режимах «ухо» / «лоб»:  $\pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$  /  $\pm 0,4 \text{ }^\circ\text{C}$  для используемого термометра.

Некоторые модели термометров позволяют оценивать температуру наружного слухового канала 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.

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, продезинфицируйте его антисептиком и дождитесь полного высыхания. Включите термометр, нажав на кнопку измерения температуры (см. рис. 31.1). 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 °C) водой.

*Запишите результаты* в протокол.



Рис. 31.1

### ПРОТОКОЛ

**Результаты.** Отображаемая термометром температура тела (°C) при измерении:

Температуры лба в режиме:		Температуры запястья	
измерения t лба взрослого человека	измерения t поверхностей	исходно	после согревания (охлаждения)

**Выводы.** Отображаемая бесконтактным инфракрасным термометром температура тела человека является результатом не прямого измерения температуры ядра тела, а \_\_\_\_\_.  
На неё может повлиять \_\_\_\_\_.

### Работа 31.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА



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. На практике обычно используют **средневзвешенную температуру кожных покровов** (СТ), характеризующую степень закалённости организма. Её величину определяют, «взвешивая» температурные значения нескольких стандартных участков поверхности тела в соответствии с площадью, которую занимает данный участок. С этой целью температуру каждого участка умножают на соответствующий коэффициент, сумма которых должна быть равной 1.

По данным Р. Шмидта и Г. Тевса (1996), средневзвешенная температура кожи обнажённого 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. СТ рассчитайте 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 пропорциональности соответствующего участка поверхности тела.

#### ПРОТОКОЛ

№ п/п	Место измерения	Температура (t)	Коэффициент (k)	t × k
1	Лоб		0,07	
2	Стопа		0,07	
3	Голень		0,32	
4	Грудь		0,18	
5	Спина		0,17	
6	Плечо		0,14	
7	Кисть		0,05	
Средневзвешенная температура кожных покровов $\sum(t_i \times k_i) =$				

**Вывод:** Средневзвешенная температура кожных покровов испытуемого \_\_\_\_\_ от температуры «ядра», потому что оболочка тела \_\_\_\_\_.

При снижении температуры окружающей среды наиболее вероятно переохлаждение \_\_\_\_\_

### Работа 31.7. ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ КРОВООБРАЩЕНИЯ В ПРОЦЕССАХ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ЦВЕТНОЙ ТЕРМОГРАФИИ



Изучите материалы электронного атласа. Для демонстрации распространения тепла в поверхностных тканях кисть руки человека была обработана специальным жидкокристаллическим термографическим составом, меняющим цвет при нагревании.

Миниатюрный источник тепла (39 °С) помещён на кожу тыла кисти в зоне проекции поверхностной вены. По мере разогревания тканей кисти на представленной серии фотографий наблюдается распространение тепла на соседние участки.

При нагревании тканей окраска состава изменяется от черной к красной, затем сине-зелёной. Видно, что изменение окраски происходит строго по ходу поверхностных вен, что свидетельствует о ведущей роли кровотока в переносе тепла в организме. Отсутствие изменений окраски в участках кожи между венами, даже вблизи от источника тепла, свидетельствуют о низкой теплопроводности тканей организма и их незначительном участии в передаче тепла внутри организма.

**Выводы:** ведущую роль в переносе тепла от \_\_\_\_\_ тела к оболочке играет \_\_\_\_\_.

В связи с этим при \_\_\_\_ (↑,↓) теплопродукции или \_\_\_\_ (↑,↓) температуры окружающей среды нагрузка на сердечно-сосудистую систему \_\_\_\_ (↑,↓).

**Работа 31.8. ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ПОДДЕРЖАНИЕ ПОСТОЯНСТВА ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА (выполняется дома самостоятельно)**

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



## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

### Работа 31.9. СОСТАВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ПИЩЕВОГО РАЦИОНА (факультативно)



Составление пищевых рационов с использованием компьютерных программ позволяет значительно упростить работу по анализу соответствия пищевого рациона человека принципам здорового питания, учесть удовлетворение потребности в витаминах, микроэлементах, клетчатке и т. п., проводить динамический контроль за его коррекцией.

**Ход работы.** Откройте программу «17\_iNutrition», нажмите «Создать профиль» и введите требуемую информацию<sup>9</sup>, указав среднюю продолжительность рабочего дня<sup>10</sup>. Нажмите **Ok**.

Появившееся окно программы разделено на четыре области. Для того, чтобы внести определённый продукт в свой рацион, в левой верхней области выберите из выпадающего меню приём пищи (завтрак, 2-й завтрак и т. д.), справа — в выпадающем меню выберите группу пищевых продуктов и двойным щелчком левой кнопки мыши выберите продукт (или выделите его и нажмите «←»). Продукт появится в разделе «Рацион». Справа от названия продукта укажите его массу в граммах и нажмите **Enter**

При необходимости перевода единиц объёма в массу продукта воспользуйтесь «Помощь» → «Масса продукта в мерах объёма и поштучно». Для облегчения поиска продуктов можно воспользоваться меню «Информация» → «Расширенный поиск».

Внизу слева появится информация о содержании питательных и балластных веществ, витаминов, микроэлементов и т. д. в выбранном приёме пищи (вторая колонка) и в суточном рационе (третья колонка).

**Задание.** Заполните таблицу 31.4. Основываясь на определённой программой величине общего обмена, *рассчитайте* должные величины потребности в основных питательных веществах.

**Общий обмен (ОбщО) = ОО × КФА = \_\_\_\_\_** Таблица 31.4

Должная суточная потребность в основных питательных веществах			
Название нутриента	% от общих энергозатрат	энергия, ккал	масса, г
<b>Белки</b> , из них:			
растительного происхождения			
животного происхождения			
<b>Жиры</b> , из них:			
насыщенные			
ненасыщенные			
<b>Углеводы</b> , из них:			
сложные углеводы			
чистый сахар			

<sup>9</sup> Объём талии измеряется при помощи сантиметровой ленты в положении стоя по самому узкому месту живота в конце спокойного выдоха. Сантиметровую ленту накладывают горизонтально, не натягивая.

<sup>10</sup> В случае выбора профессии «Безработный» и указания продолжительности рабочего дня 0 часов, рабочая прибавка рассчитываться не будет. В последующем Вы сможете ввести информацию о своей ежедневной физической активности и видах деятельности, войдя в меню «Дополнительно» → «Физическая активность» или «Виды деятельности».

**Работа 31.9. (продолжение)****Указания к оформлению протокола:**

1. Внесите в протокол должные величины основного обмена (ОО), рабочей прибавки (РП), общего обмена (ОбщО).

2. Укажите энергетическую ценность Вашего пищевого рациона и сравните её с должной величиной основного обмена.

3. Оцените содержание в рационе белков, жиров и углеводов и их соотношение (по массе и в процентах), содержание простых сахаров, клетчатки, витаминов и микроэлементов.

4. Сделайте вывод о необходимости изменения пищевого рациона, при необходимости — сформулируйте конкретные рекомендации.

**ПРОТОКОЛ**

1. Должные величины ОО \_\_\_\_\_, РП \_\_\_\_\_, ОбщО \_\_\_\_\_.
2. Энергетическая ценность пищевого рациона составила \_\_\_\_\_ ккал, что на \_\_\_\_\_ % \_\_\_\_\_ должной величины ОбщО. ИМТ при этом = \_\_\_\_\_.
3. Содержание (в % от суточной нормы) белков \_\_\_\_\_, жиров \_\_\_\_\_, углеводов \_\_\_\_\_ и полученные соотношения Б:Ж:У по массе \_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_ и в % \_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_ свидетельствуют о \_\_\_\_\_ (отсутствии необходимости коррекции питания, в случае необходимости — указать какой). Содержание моно- и дисахаридов составило \_\_\_\_\_ г или \_\_\_\_\_ % от общего содержания углеводов. Потребление клетчатки составляет \_\_\_\_\_ г, что \_\_\_\_\_ (достаточно или нет) для обеспечения процессов пищеварения. Содержание витаминов, микроэлементов: \_\_\_\_\_ (достаточное, недостаточное, избыточное).
4. **Выводы:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)



<b>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</b>		<b>ЛИТЕРАТУРА</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Система выделения. Органы выделения (почки, кожа, лёгкие, пищеварительный тракт). Их участие в поддержании гомеостаза. Водно-электролитный баланс организма. Суточная потребность в воде (мл/кг идеальной массы тела).</li> <li>2. Почка. Выделительные и невыделительные функции почки.</li> <li>3. Строение почки. Нефрон как морфофункциональная единица почки, виды нефронов, их структура, функции. Почечный кровоток, его особенности. Феномен Остроумова-Бейлиса.</li> <li>4. Основные процессы мочеобразования.</li> <li>5. Структура почечного фильтра. Механизм клубочковой фильтрации. Образование первичной мочи, её количество и состав.</li> <li>6. Механизмы канальцевой реабсорбции в различных участках канальцев нефрона и собирательных трубочках. Особенности и механизмы реабсорбции различных веществ.</li> <li>7. Поворотнo-противоточно-множительная система мозгового вещества почки, её физиологическая роль. Механизм концентрирования мочи.</li> <li>8. Выделительная секреция и синтез в почке.</li> <li>9. Методы исследования функции почек. Оценка величины фильтрации, секреции, реабсорбции. Клиренс.</li> <li>10. Нейрогуморальная регуляция мочеобразования (процессов фильтрации, реабсорбции, секреции). Регулируемые параметры (почечная гемодинамика; скорость клубочковой фильтрации; реабсорбция воды, электролитов и др.).</li> <li>11. Невыделительные функции почки: участие почек в поддержании кислотно-основного состояния (почечные механизмы компенсации сдвигов КОС), осмотического давления, ионного состава крови, объёма циркулирующей крови, в регуляции системного кровотока, гемопоза, водно-электролитного баланса.</li> <li>12. Мочевыделение и мочеиспускание, их регуляция. Функция мочевого пузыря. Показатели функции мочевыводящей системы (частота, объём мочевыделения, дневной и ночной диурез). Количество, состав и свойства конечной мочи.</li> <li>13. Понятие о последствиях удаления почки. Понятие об искусственной почке и диализе крови.</li> <li>14. Структурно-функциональные особенности почек у детей раннего возраста: кровоток, процессы мочеобразования. Возрастная динамика изменения процессов мочеобразования и мочевыделения, состава и свойств мочи.</li> </ol>		<p><b>Основная</b></p> <p>[1]. [2]. С. 407–426.</p> <p><b>Дополнительная</b></p> <p>[3]. Ч. 2. С. 345–379. [4]. С. 324–327, 347–366. [16]. 26 с. [20]. 50 с.</p>
<b>Типичные показатели общего анализа мочи в норме</b>		
<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 5,0–8,0;</li> <li>– суточное количество — 0,8–1,5 л/сут.</li> </ul>	<p><b>Химический состав:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– белок — рутинными методами не определяется (&lt; 30 мг/сут или &lt; 20 мг/л);</li> <li>– глюкоза — не определяется;</li> <li>– кетоновые тела — не определяются;</li> <li>– желчные пигменты — не определяются.</li> </ul>	<p><b>Микроскопия осадка:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– эритроциты — не встречаются; лейкоциты — единичные (0–1–2) в поле зрения;</li> <li>– эпителиальные клетки плоского и переходного эпителия — единичные;</li> <li>– цилиндры (белковые слепки канальцев) — единичные.</li> </ul>

<b>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</b>	
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.?	4. Что такое порог реабсорбции и какие вещества относят к пороговым?
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.	5. В каких случаях и почему в конечной моче здорового человека можно обнаружить глюкозу? белок?
3. Какова роль SGLT <sub>2</sub> -котранспортёра в процессах реабсорбции?	6. Как изменяется диурез при выключении реабсорбции ионов Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> и Cl <sup>-</sup> в восходящей части петли Генле?
	7. К каким изменениям в организме приводит гиперсекреция альдостерона?
	8. Какие факторы стимулируют секрецию ренина?
<b>Работа 32.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>	
Нефрон — _____ _____	Первичная моча — _____ _____
Феномен Остроумова–Бейлиса — _____ _____	Реабсорбция — _____ _____
Инкреторная функция почки — _____ _____	Порог реабсорбции — _____ _____
Фильтрация — _____ _____	Физиологическая глюкозурия — _____ _____
Эффективное фильтрационное давление — _____ _____	Факультативная реабсорбция — _____ _____
Клиренс — _____ _____	Секреция — _____ _____
Скорость клубочковой фильтрации (СКФ) — _____ _____	Диурез — _____ _____

### Работа 32.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Выделительная функция почек» (09:03).

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



### Работа 32.3. ПРОВЕДЕНИЕ ОБЩЕГО АНАЛИЗА МОЧИ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОМ

Исследование мочи имеет большое практическое значение, так как полученные результаты позволяют оценить функцию почек и некоторые стороны обмена веществ в организме.

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.).

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.

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.

**Материалы и оборудование.** Тест-полоски, стакан, воронка стеклянная, пробирка, штатив, салфетка, антисептик, вата, ёмкость для отработанных материалов.

#### Ход работы:

1. Соберите среднюю порцию мочи в стакан (9–10 мл) и перелить её с помощью воронки в пробирку (высота столбика около 9–10 см).

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.

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.

#### Указания к оформлению протокола:

1. *Внесите* полученные показатели исследуемой мочи в протокол.  
2. *Оцените* полученный результат, *сравнив его с нормой*.

#### ПРОТОКОЛ

Тест		Норма	Результат	Оценка
1. Удельный вес	SG	1,008–1,025		
2. Лейкоциты	WBC	не выявляются		
3. Нитриты	NIT	не выявляются		
4. pH	PH	4,5–8,0		
5. Белок	PRO	не выявляется		
6. Глюкоза	GLU	не выявляется		
7. Кетоновые тела	KET	не выявляются		
8. Уробилиноген	URO	< 3,2 мкмоль/л (0,2 E.U./dl)		
9. Билирубин	BIL	не выявляется		
10. Скрытая кровь / Hb	OB	не выявляется		

**Вывод:** \_\_\_\_\_

### Работа 32.4. ОЦЕНКА ЭКСКРЕТОРНОЙ ФУНКЦИИ ПОЧКИ РАСЧЁТНЫМИ МЕТОДАМИ

Таблица 32.1

Экскреторную функцию почек можно оценить как прямыми, так и косвенными, расчётными, методами. К прямым методам относится эксcretорная урография (рентгенография с введением в кровоток рентгенконтрастного вещества, экскретируемого почками) и радиоизотопная ренография (внутривенно вводится радиоизотоп  $^{131}\text{I}$ ). Оба метода связаны с дополнительной лучевой нагрузкой, требуют специальных материалов, оборудования и подготовки пациента, специально обученного персонала.

В то же время существуют достаточно простые расчётные методы, позволяющие оценить состояние почечного кровотока, процессов фильтрации, реабсорбции и секреции в почке. Однако следует помнить, что расчётные методы всегда имеют определённую погрешность.

Для исследования берутся данные пациента № \_\_\_\_\_ (указывает преподаватель)

Пациент № (пол)	Анализ мочи				Анализ крови				
	суточный (минутный) диурез — V, мл/сут (мл/мин)	плотность, г/л	M <sub>креат</sub>	M <sub>Na</sub>	П <sub>креат</sub>	П <sub>Na</sub>	П <sub>глюк</sub>	П <sub>мочев</sub>	П <sub>осм</sub>
1 (м)	648 (_____)	1002	19800	31	140	145	4	11	
2 (м)	2160 (_____)	1005	6440	73	75	138	4,8	4,2	
3 (ж)	1584 (_____)	1025	7280	82	62	145	3,7	6,3	
4 (ж)	2506 (_____)	1033	4456	190	69	138	24	8	

**Примечание.** Возраст (В) всех пациентов 18 лет, масса тела (МТ) — 65 кг.  
Единицы измерения всех показателей биохимического анализа — ммоль/л, креатинина — мкмоль/л. М — моча; П — плазма крови. Креат — креатинин; глюк — глюкоза; мочев — мочевины; Посм — осмолярность плазмы крови, мосмоль/л.

**Ход работы.** Для выполнения заданий данной работы используйте результаты обследования одного из четырёх пациентов, приведенные в табл. 32.1.

**Задание.** 1. *Рассчитайте и запишите* в табл. 32.1 величины минутного диуреза и осмолярности плазмы крови для **всех** пациентов. Методика расчёта П<sub>осм</sub> описана в работе 1.8 (см. ЭУМК).

2. *Определите* осмолярность конечной мочи Вашего пациента:

$$M_{\text{осм}} = (\text{плотность} - 1000) \times 33,3 = \text{_____} = \text{_____} \text{ мосмоль/л}$$

3. *Рассчитайте* показатель концентрирования мочи (ПКМ):

$$\text{ПКМ} = M_{\text{осм}} / P_{\text{осм}} = \text{_____} = \text{_____}$$

Продолжительное снижение ПКМ до значений менее 2,0 свидетельствует о снижении концентрационной способности почек. Кратковременное снижение может наблюдаться, например, при питье или введении больших объёмов гипотоничной жидкости. Снижение до 1,0 и менее, сопровождающее олиго- или анурию, указывает на развитие почечной недостаточности.

4. **Скорость клубочковой фильтрации (СКФ) — один из наиболее важных показателей**, используемых для оценки функции почек при дозировании лекарственных средств, оценки степени поражения почек. *Определите* СКФ по клиренсу креатинина (C<sub>креат</sub>). Для этого *вычислите* индекс концентрирования креатинина (ИК<sub>креат</sub>), который будет пропорционален отношению объёмов первичной и конечной мочи:

$$\text{ИК}_{\text{креат}} = M_{\text{креат}} / P_{\text{креат}} = \text{_____} = \text{_____}$$

Чтобы узнать объём первичной мочи, фильтрующийся за единицу времени, т. е. СКФ, *умножьте* ИК<sub>креат</sub> на минутный и на суточный диурез:

$$\text{СКФ} = \text{ИК}_{\text{креат}} \times V_{\text{мл/мин}} = \text{_____} = \text{_____} \text{ мл/мин};$$

$$\text{ИК}_{\text{креат}} \times V_{\text{мл/сут}} / 1000 = \text{_____} = \text{_____} \text{ л/сут.}$$

5. Расчётные методы позволяют оценить СКФ только по величине P<sub>креат</sub> без необходимости сбора суточной мочи. Однако они менее точны. *Рассчитайте* величину СКФ по формуле Кокрофта-Голта:

$$\text{СКФ}_{\text{К-Г}} = 1,23 \times (140 - V) \times \text{МТ} \times (0,85 \text{ для женщин}) / P_{\text{креат}} (\text{мкмоль/л}) = \text{_____} = \text{_____} \text{ мл/мин (N = 90–150 мл/мин)}$$

Рассчитайте величину погрешности определения СКФ по формуле Кокрофта-Голта относительно определения СКФ по C<sub>креат</sub>: \_\_\_\_\_ %.

### Работа 32.4. (продолжение)

Для сопоставления исследуемых показателей у разных людей, величины диуреза, клиренса, скорости клубочковой фильтрации рассчитывают в мл/мин на  $1,73 \text{ м}^2$  площади поверхности тела.

6. *Рассчитайте* осмолярный клиренс ( $C_{\text{осм}}$ ), представляющий собой объём плазмы, полностью освобождающийся от растворённых веществ каждую минуту:

$$C_{\text{осм}} = (M_{\text{осм}} / P_{\text{осм}}) \times V_{\text{мл/мин}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ мл/мин.}$$

7. *Определите* клиренс свободной воды ( $C_{\text{H}_2\text{O}}$ ). Он характеризует объём плазмы, освобождающийся от чистой воды каждую минуту, и используется для клинической оценки осморегулирующей функции почек:

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = V_{\text{мл/мин}} - C_{\text{осм}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ мл/мин.}$$

Когда  $C_{\text{H}_2\text{O}}$  положителен, избыток воды выделяется почками и  $P_{\text{осм}}$  увеличивается. При максимальной водной нагрузке он может достигать  $14,7 \text{ мл/мин} \cdot 1,73 \text{ м}^2$ .

При отрицательном значении  $C_{\text{H}_2\text{O}}$  почки удаляют из плазмы избыток растворенных веществ, а вода сберегается,  $P_{\text{осм}}$  снижается. В этих условиях оценивают так называемую реабсорбцию осмотически свободной воды ( $T^c_{\text{H}_2\text{O}}$ ). Она имеет обратный знак, а её максимальная величина зависит от способности почек к реабсорбции  $\text{H}_2\text{O}$  под влиянием АДГ:

$$T^c_{\text{H}_2\text{O}} = C_{\text{осм}} - V_{\text{мл/мин}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ мл/мин}$$

В условиях осмотического диуреза при наиболее интенсивной деятельности почек и максимальной активности вазопрессина  $T^c_{\text{H}_2\text{O}}$  составляет около  $5 \text{ мл/мин} \cdot 1,73 \text{ м}^2$ .

8. Величина клиренса активно реабсорбируемых почкой веществ, таких как натрий, обычно невелика. Однако оценка клиренса натрия ( $C_{\text{Na}}$ ) и его сопоставление с величиной  $C_{\text{осм}}$  даёт ценную информацию о роли натрия в осморегуляции. Особенно важно это для оценки механизмов регуляции осмолярности внеклеточной жидкости (и трансцеллюлярного движения жидкости) у пациентов, страдающих сахарным диабетом, почечной недостаточностью, а также при повреждении центра жажды гипоталамуса, у пациентов в коме.

$$C_{\text{Na}} = (M_{\text{Na}} / P_{\text{Na}}) \times V_{\text{мл/мин}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ мл/мин}$$

9. *Определите* величину эффективного почечного плазмотока (ЭПП). Для этого оценивают клиренс парааминогиппуровой кислоты ( $C_{\text{ПАГ}}$ ), поскольку фильтрация и последующая секреция ПАГ в почечных канальцах настолько эффективна, что от неё очищается весь объём протекающей плазмы.

Через 2 часа постоянного внутривенного введения пациенту ПАГ её концентрация в плазме крови составила  $P_{\text{ПАГ}} = 2 \text{ мг/л}$ , в моче  $M_{\text{ПАГ}} = 1100 \text{ мг/л}$ . Гематокрит (Ht) составил 0,48.

$$\text{ЭПП} = (M_{\text{ПАГ}} / P_{\text{ПАГ}}) \times V_{\text{мл/мин}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ мл/мин.}$$

В норме ЭПП = 600–650 мл/мин.

10. *Определите* фракцию фильтрации (ФФ):

$$\text{ФФ} = \text{СКФ} / \text{ЭПП} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{1cm}}$$

В норме доля профильтровавшейся плазмы составляет  $\approx 0,20$ .

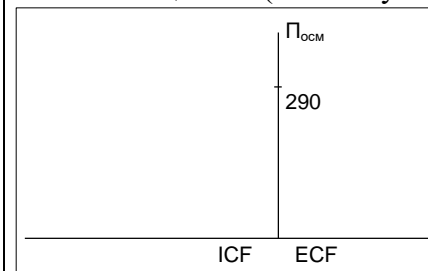
11. *Рассчитайте* величину эффективного почечного кровотока (ЭПК). Для этого к объёму протекающей плазмы следует добавить объём форменных элементов крови, что несложно сделать, зная гематокрит:

$$\text{ЭПК} = \text{ЭПП} / (1 - \text{Ht}) = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ мл/мин}$$

Эффективным его называют потому, что он отражает объём крови, принимающий участие в фильтрации и секреции, т. е. протекающий через корковое вещество почки (около 90 % от общего объёма почечного кровотока).

Почечный кровоток в покое составляет около 1250 мл/мин.

*Нарисуйте* диаграммы Дарроу-Яннета (см. работу 1.9) в норме (образец) и отражающую изменения внутренней среды организма Вашего пациента (используйте данные о  $P_{\text{осм}}$  и  $C_{\text{H}_2\text{O}}$ ).



Как называется выявленное Вами изменение осмолярности и объёмов жидкостей внутренней среды организма? \_\_\_\_\_

### Работа 32.5. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИЙ ПОЧКИ НА МОДЕЛИ



**Ход работы.** Откройте компьютерную программу «19\_Почка», пункт меню «2. Петля Генле». Дальнейшее перемещение по страницам программы осуществляется нажатием клавиши «Пробел» («Space»). Подтверждение введённой информации — клавишей «Ввод» («Enter»). Из любого места программы можно вернуться в Главное меню с помощью клавиши **F10**.

Изучите на модели механизмы концентрирования мочи (поворотнo-противоточную систему). На представленной анимации видна упрощённая схема строения петли Генле.

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 толстом сегменте восходящего колена осуществляется активная реабсорбция Na, K и Cl в интерстициальное пространство почки, тем самым повышая осмотическое давление жидкости в нём примерно на 200 мосмоль/л. В результате 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 Na/K/2Cl-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, и возвращается в системный кровоток.

Осмотическое давление мочи нисходящего колена петли Генле по мере приближения к её вершине будет возрастать (до 1200–1400 мосмоль/л), а в восходящем колене за счёт постоянной работы Na/K/2Cl-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.** *Схематично нарисуйте нефрон и изобразите механизмы концентрирования мочи в петле Генле.*

**Работа 32.5. (продолжение)**

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 неабсорбированными и растворенными в ней многочисленными солями, метаболитами и другими веществами, образует конечный объём мочи, осмолярность которой составляет около 300–500 мосмоль/л.

**Ответьте на следующие вопросы:**

1. Какие процессы происходят в нисходящем колене петли Генле?

2. Какие процессы происходят в восходящем колене петли Генле?

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

	<b>Объём конечной мочи</b>	<b>Осмолярность конечной мочи</b>
при гипергликемии		
при приёме большого количества солей		
при водной депривации (дефиците воды для питья)		
при избыточной водной нагрузке		
при приёме фуросемида — ингибитора реабсорбции $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ и $\text{Cl}^-$ в восходящем колене петли Генле		
при гиперсекреции АДГ		
при дефиците АДГ (несахарный диабет)		

**Исправить задания на страницах**

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:**

(подпись преподавателя)

**Занятие 33 (15). ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО РАЗДЕЛАМ  
«ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ.  
ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ»**

ДАТА ЗАНЯТИЯ  
«    »      20      
день                      месяц                      год

<p><b>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Функциональная система питания, роль и место в ней процессов пищеварения. Пищевые мотивации. Appetit. Физиологические механизмы голода и насыщения. Регуляция пищевого поведения человека.</li> <li>2. Пищеварительные и непещеварительные функции пищеварительной системы. Типы пищеварения в зависимости от особенностей гидролиза и его локализации. Экспериментальные и клинические методы исследования функций пищеварительной системы.</li> <li>3. Пищеварение в полости рта. Механическая и химическая обработка пищи. Слюноотделение, жевание, глотание. Механизмы их регуляции. Количество, состав и свойства слюны. Роль слюны в пищеварении.</li> <li>4. Пищеварение в желудке. Функции желудка. Состав и свойства желудочного сока. Роль соляной кислоты и слизи желудочного сока. Механизм секреции соляной кислоты.</li> <li>5. Фазы и механизмы регуляции секреции желудочных желёз натощак и после приёма пищи. Моторная и эвакуаторная функции желудка натощак и после приёма пищи, их регуляция.</li> <li>6. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Значение дуоденальных (бруннеровых) желёз. Роль поджелудочной железы в пищеварении. Состав и свойства сока поджелудочной железы.</li> <li>7. Механизмы регуляции секреции сока поджелудочной железы натощак и после приёма пищи. Фазы панкреатической секреции.</li> <li>8. Функции печени. Роль печени в пищеварении. Желчеобразование и желчевыделение. Роль желчного пузыря. Состав и свойства желчи, её участие в процессах пищеварения. Рециркуляция желчных кислот. Механизмы регуляции желчеобразования и желчевыделения натощак и после приёма пищи.</li> <li>9. Пищеварение в тощей и подвздошной кишке. Состав и свойства кишечного сока. Механизмы регуляции кишечной секреции. Полостной и мембранный гидролиз питательных веществ.</li> <li>10. Всасывание продуктов гидролиза жиров, белков и углеводов, витаминов и микроэлементов в различных отделах пищеварительного тракта, его механизмы. Сопряжение гидролиза и всасывания. Моторная функция тонкого кишечника и её регуляция.</li> <li>11. Пищеварение в толстом кишечнике. Моторика толстого кишечника и её регуляция. Дефекация. Значение для организма микробиоты толстого кишечника.</li> <li>12. <u>Возрастные особенности процессов пищеварения и всасывания, нейрогуморальной регуляции пищеварительных функций у детей.</u></li> <li>13. Обмен веществ и энергии в организме. Процессы анаболизма и катаболизма, их соотношение при различных функциональных состояниях организма.</li> </ol>	<p><b>ЛИТЕРАТУРА</b> <i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 345–426.</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 2. С. 209–379. [4]. С. 283–366.</p> <p><b>Организация коллоквиума.</b> Компьютерный тест «28. КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Итоговое занятие...». Проверьте допуск! 50 вопросов за 28 минут. Отметка двухкомпонентная. Отметка 7 баллов и выше может быть получена по результатам дополнительного опроса. Преподаватель может задать дополнительные устные или письменные вопросы независимо от результатов тестирования.</p>
--	---



<p>14. Пластическая и энергетическая роль питательных веществ. Незаменимые для организма вещества. Азотистый баланс и виды его нарушений. Балластные вещества, их роль.</p> <p>15. Основной обмен и факторы, определяющие его величину. Энергозатраты организма в условиях основного обмена. Методы исследования основного обмена.</p> <p>16. Энергетическая ценность, ДК и КЭО<sub>2</sub> при окислении в организме различных питательных веществ.</p> <p>17. Общий обмен. Энергозатраты организма при различных видах трудовой деятельности (в соответствии со степенью тяжести физического труда). Рабочая прибавка. Специфически-динамическое действие пищи.</p> <p>18. Методы объективной оценки массы тела человека. Механизмы регуляции массы тела.</p> <p>19. 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.</p> <p>20. Терморегуляция. Понятие о гомойотермии, пойкилотермии и гетеротермии. Температура тела человека и её суточные колебания. Температура различных участков кожных покровов и внутренних органов. Понятие о гипо- и гипертермии, лихорадке.</p> <p>21. Теплопродукция организма. Источники теплопродукции в организме. Сократительный и несократительный термогенез. Метаболические процессы в бурой жировой ткани. Регуляция процессов теплопродукции.</p> <p>22. Теплоотдача организма. Понятие о теплопередаче внутри организма. Физические процессы и физиологические механизмы, обеспечивающие теплоотдачу. Регуляция процессов теплоотдачи.</p> <p>23. Нервные и гуморальные механизмы терморегуляции. Периферические и центральные терморцепторы. Центры терморегуляции. Функциональная система, обеспечивающая поддержание постоянства температуры внутренней среды организма.</p> <p>24. Особенности энергетического, пластического и температурного баланса у детей разного возраста.</p>	<p>25. Система выделения. Органы выделения (почки, кожа, лёгкие, пищеварительный тракт). Их участие в поддержании гомеостаза. Водно-электролитный баланс.</p> <p>26. Почка. Выделительные и невыделительные функции почки.</p> <p>27. Нефрон – структурно-функциональная единица почки. виды нефронов, их структура, функции. Почечный кровоток, его особенности. Феномен Остроумова-Бейлиса.</p> <p>28. Основные процессы мочеобразования.</p> <p>29. Структура почечного фильтра. Механизм клубочковой фильтрации. Образование первичной мочи, её количество и состав.</p> <p>30. Механизмы канальцевой реабсорбции в различных участках канальцев нефрона и собирательных трубочках. Особенности и механизмы реабсорбции и секреции различных веществ.</p> <p>31. Поворотно-противоточно-множительная система мозгового вещества почки, её физиологическая роль. Механизм концентрирования мочи.</p> <p>32. Методы исследования функции почек. Оценка величины фильтрации, секреции, реабсорбции. Клиренс.</p> <p>33. Выделительная секреция и синтез в почке.</p> <p>34. Участие почек в поддержании кислотно-основного состояния, осмотического давления, ионного состава крови, объёма циркулирующей крови, в регуляции системного кровотока, гемопоза, водно-электролитного баланса.</p> <p>35. Нейрогуморальная регуляция мочеобразования (процессов фильтрации, реабсорбции, секреции). Регулируемые параметры (почечная гемодинамика; скорость клубочковой фильтрации; реабсорбция воды, электролитов и др.).</p> <p>36. Мочевыделение и мочеиспускание. Показатели функции мочевыводящей системы (частота, объём мочевого выделения, ночной и дневной диурез). Количество, состав и свойства конечной мочи. <u>Возрастные особенности.</u></p>
--	---

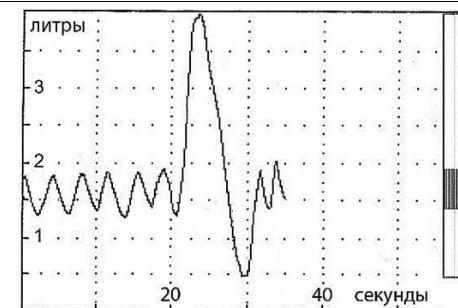
**ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ:**

1. Методы определения основного обмена. Расчёт должных величин основного обмена (умение).
2. Расчёт должных величин основного обмена и общих энергозатрат организма (умение).
3. Методы определения расхода энергии. Прямая и непрямая калориметрия (знание).
4. Определение расхода энергии методом непрямой калориметрии с полным газовым анализом. Определение дыхательного коэффициента (умение).
5. Определение расхода энергии методом непрямой калориметрии с неполным газовым анализом (умение).
6. Оценка массы тела. Расчёт индекса массы тела. Физиологическая оценка получаемых показателей и научно обоснованные рекомендации по коррекции массы тела (умение).

7. Составление пищевого рациона. Правила составления пищевых рационов (умение).
8. Методы измерения температуры тела у человека. Измерение аксиальной температуры тела с использованием ртутного или аналогичного и электронного термометров. Возможные ошибки при выполнении. Физиологическая оценка получаемых показателей (умение).
9. Клинико-физиологические методы исследования функций почек: расчёт скорости клубочковой фильтрации по клиренсу инулина (креатинина) (умение).
10. Клинико-физиологические методы исследования функций почек: оценка состава и свойств конечной мочи (умение).

**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. Рассчитайте должную величину основного обмена девушки (18 лет, 160 см, 51 кг). Зная, что девушка питается смешанной пищей, и содержание кислорода в выдыхаемом воздухе составляет 18,5 %, сравните истинную величину основного обмена с должной. При необходимости, используйте данные спирографии (рис. 33.1).
4. 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.
5. Рассчитайте и оцените индекс массы тела женщины 36 лет (рост 162 см, масса 76 кг). Дайте (при необходимости) рекомендации по коррекции массы тела.

*Рис. 33.1*

6. Определите, какое количество белков, жиров и углеводов необходимо употреблять в пищу в течение суток мужчине в возрасте 36 лет (рост 174 см, вес 70 кг, занят лёгким физическим трудом). Правильно ли составлен его пищевой рацион, если в течение суток он потребляет 56 г белка (38 г — животного происхождения), из них на завтрак и обед приходится 20 г?

7. При каком типе окисления молекулы глюкозы (аэробном или анаэробном) организм получит больше энергии и во сколько раз?
8. Сделайте заключение об азотистом балансе организма, если у человека потребление белка с пищей составляет 68,75 г/сут, а выделение азота 12 г/сут.
9. 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?
10. Нормальна ли величина ОО у женщины (возраст 30 лет, рост 176 см, масса 70 кг), если она в стандартных условиях потребляет 300 мл/мин кислорода, выделяет 255 мл/мин углекислого газа? Приведите расчёты.
11. Есть две климатические камеры. В первой температура воздуха 43 °С, температура поверхности стен 43 °С, влажность воздуха 100%; во второй — температура воздуха 45 °С, стен 43 °С, влажность 60%. При помещении в какую камеру у испытуемого раньше разовьётся гипертермия?
12. Имеются два водных бассейна для приёма ванн с температурой воды 26 °С. В первом из них вода проточная, во втором — неподвижная. В каком бассейне легче получить переохлаждение, если человек будет находиться в неподвижном состоянии?
13. Испытуемый человек теряет за счёт испарения 42 г воды в час, его энергетические затраты составляют 105 ккал/ч. Какой процент тепла у этого человека отводится из организма за счёт испарения?
14. Первый пациент пришёл к врачу заранее и в течение 1 ч ждал приёма, второй пришёл прямо на приём с улицы, где 27 °С мороза. Одинаково ли у них соотношение масс ядра и оболочки? Надо ли это учитывать при термометрии?
15. У пациента с симптомами ОРВИ при входе в поликлинику в холодное время года (с мороза) инфракрасным термометром в области наизона измерена температура тела, составившая 32,4 °С. Объясните полученный результат.
16. Аксиальная температура тела, измеренная в 8 час утра, составила 36,8 °С. Дайте физиологическую оценку полученному показателю. Предположите, как изменится температура тела к 18 часам вечера.
17. Почему человек, плавающий в воде температурой 25 °С, имеет гораздо больший шанс переохладиться, чем человек, находящийся на воздухе при такой же температуре?
18. У пациента подмышечная температура – 38,8 °С, однако он просит ещё одно одеяло, у него мышечная дрожь, ощущение холода. Почему? Будет ли у него дальнейшее повышение температуры?
19. Мужчина, работающий на солнце при стопроцентной влажности воздуха, пожаловался на недомогание. Была измерена аксиальная температура — 38,0 °С. Как называется такое состояние? Нарисуйте кривую диссоциации оксигемоглобина у этого человека.
20. Рассчитайте величину эффективного фильтрационного давления в нефроне и СКФ, если гидростатическое давление крови в капиллярах почечного тельца равно 65 мм рт. ст., гидростатическое давление первичной мочи — 8 мм рт. ст., онкотическое давление плазмы крови — 27 мм рт. ст., коэффициент фильтрации — 5 мл/мин×мм рт. ст.
21. Концентрация креатинина в плазме крови 66 мкмоль/л, в конечной моче — 5300 мкмоль/л, объём суточной порции мочи 1850 мл. Определите СКФ (мл/мин), дайте физиологическую оценку полученному результату.
22. 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?
23. 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?
24. После физической нагрузки в моче атлета выявлены глюкоза и следы белка. Объясните полученный результат.

**Занятие 34 (16). ВРОЖДЁННЫЕ И ПРИОБРЕТЁННЫЕ ФОРМЫ ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА К ИЗМЕНЕНИЮ УСЛОВИЙ СУЩЕСТВОВАНИЯ**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_  
день                      месяц                      год

<p><b>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Врождённые формы поведения (безусловные рефлексы и инстинкты). Классификация (по И. П. Павлову и по П. В. Симонову), условия их реализации, физиологическая роль. <u>Краткая характеристика основных безусловных рефлексов новорождённого.</u></li> <li>2. Понятие о высшей нервной деятельности (И. П. Павлов). Научение, его виды.</li> <li>3. Условный рефлекс как форма приспособления животных и человека к изменяющимся условиям существования. Значение условий внешней среды в формировании интегративной деятельности мозга. Классификация условных рефлексов, их роль, <u>динамика формирования в онтогенезе.</u></li> <li>4. Закономерности образования и проявления классических и оперантных условных рефлексов. Правила выработки условных рефлексов. Их структурно-функциональная основа. Механизм замыкания временной связи.</li> <li>5. Торможение в высшей нервной деятельности и его роль. Классификация торможения условных рефлексов. <u>Возрастные особенности.</u></li> <li>6. Динамика корковых процессов. Иррадиация, концентрация, индукция нервных процессов и др. Аналитико-синтетическая деятельность мозга. Динамический стереотип. Его значение для обучения и приобретения трудовых навыков.</li> <li>7. Физиология памяти. Виды памяти. Важнейшие структуры ЦНС, ответственные за отбор, фиксацию и хранение информации. Механизмы кратковременной и долговременной памяти. Долговременная потенция. Облегчение проведения через синапс. Понятие об амнезии и её видах. <u>Особенности памяти у детей.</u></li> <li>8. Типы высшей нервной деятельности, их классификация и характеристика.</li> <li>9. Понятие о современных средствах визуализации деятельности мозга: позитронно-эмиссионная томография, функциональная магниторезонансная томография, ЭЭГ-картирование.</li> </ol>	<p><b>ЛИТЕРАТУРА</b>  <b>Основная</b>                  [1].                  [2]. С. 428–443, 445–453.</p> <p><b>Дополнительная</b>                  [3]. Ч. 2. С. 504–544.                  [4]. С. 414–438.</p>
<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> <li>4. Какие виды индукции нервных процессов выделяют?</li> <li>5. Какие структуры мозга являются важнейшими для процессов памяти? Что такое амнезия?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. В чем заключается отличие механизмов, лежащих в основе процессов кратковременной и долговременной памяти?</li> <li>7. При исследовании памяти пациента просили передать просьбу человеку, сидящему в соседней комнате. Пациент задание повторил верно, но, войдя в соседнюю комнату, не смог его вспомнить. Объём кратковременной памяти — 5 знаков на цифры и 4 знака на буквы. Выработка двигательных навыков сохранена. Какой вид памяти нарушен у пациента? Повреждение каких структур ЦНС наиболее вероятно?</li> <li>8. Какие общие черты имеются у сангвиника и флегматика? Сангвиника и холерика? Какие черты отличают их друг от друга (по И. П. Павлову)?</li> </ol>

<b>Работа 34.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>	
Безусловный рефлекс — _____ _____	Долговременная потенция — _____ _____
Инстинкт — _____ _____	Оперантные условные рефлексы — _____ _____
Условный рефлекс — _____ _____	Когнитивное научение — _____ _____
Рефлексы новорождённого — _____ _____	Запредельное торможение — _____ _____
Безусловный раздражитель (подкрепление) — _____ _____	Дифференцировочное торможение — _____ _____
Условный раздражитель — _____ _____	Габитуация — _____ _____
Временная связь — _____ _____	Консолидация памяти — _____ _____
Иррадиация возбуждения — _____ _____	Антероградная амнезия — _____ _____
Концентрация возбуждения — _____ _____	Нервная память — _____ _____

**Работа 34.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ**



Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Условный рефлекс» (09:18) — к работе 34.7;
2. «Типы высшей нервной деятельности» (38:33) — к работе 34.6.

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



### Работа 34.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМА АССОЦИАТИВНОЙ ПАМЯТИ

**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), 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 Приложении.

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. 34.1.

**Результаты:**

Количество ошибок — \_\_\_\_\_; набрано баллов — \_\_\_\_\_.

**Заключение:** \_\_\_\_\_

Таблица 34.1

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

20 баллов	очень высоко развитая ассоциативная память
16–19 баллов	высоко развитая ассоциативная память
8–15 баллов	средне развитая ассоциативная память
4–7 баллов	низко развитая ассоциативная память
0–3 балла	слабо развитая ассоциативная память

**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:** \_\_\_\_\_

**Работа 34.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМА КРАТКОВРЕМЕННОЙ СЛУХОВОЙ ПАМЯТИ  
С ПОМОЩЬЮ БУКВЕННЫХ И ЦИФРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ У ЧЕЛОВЕКА**

Для быстрого определения **объёма кратковременной памяти** используют буквенные или цифровые сигнальные комплексы. При этом уславливают то максимальное количество цифровых и буквенных знаков, которое человек может запомнить (на слух или глядя на табло) и воспроизвести с одного предъявления.

**Ход работы.** В работе используются две равноценные таблицы (34.2 и 34.3) с последовательными комплексами из цифр или букв. В каждой таблице имеется 8 таких рядов; число знаков в каждом ряду возрастает от 3 знаков в первом ряду до 10 знаков в последнем.

Работа выполняется в парах студентов. Один студент зачитывает другому строки из первой таблицы, начиная с самой короткой (например, 9, 7, 2 или А, Ы, О) со скоростью примерно 3 знака в 2 с. После каждого комплекса следует делать интервал в 5–7 с. Испытуемый должен сразу же повторить по памяти услышанный ряд в той же последовательности. Если ряд цифр (или букв) назван без ошибок, ему зачитывают следующую строку, в которой число элементов на 1 знак больше.

Для протоколирования результатов исследования испытуемый не только называет, но и вписывает символы в протокол, закрыв таблицы 34.2 и 34.3 листом плотной бумаги.

После ошибки (пропуска или замены знака, или изменения последовательности их воспроизведения) зачитывают испытуемому новый комплекс с тем же числом элементов, теперь уже из соседней таблицы. В случае успешного запоминания этого комплекса переходят к следующему комплексу с большим числом элементов. Если же ошибка допущена снова, то число знаков в последнем комплексе, воспроизведённом правильно, является верхним пределом объёма кратковременной памяти испытуемого.

С одного предъявления взрослый человек запоминает в среднем **7 ± 2 знака**. Аналогичные результаты получены при последовательном предъявлении геометрических фигур, изображений предметов или слов, не имеющих смысловой связи; при этом цифры и слова запоминаются лучше, чем буквы.

Таблица 34.2

9	7	2							
1	4	5	6						
3	9	3	1	8					
4	7	6	2	8	5				
3	1	5	6	2	9	7			
3	8	3	9	1	2	7	4		
7	6	4	5	8	3	1	2	9	
2	1	6	4	3	8	9	5	7	3

А	Ы	О							
Е	Ю	У	Ы						
О	У	Ю	Е	А					
Ы	О	Е	А	Ю	У				
У	Е	Ю	А	Ы	О	Е			
Ю	А	Е	У	О	Ы	А	Ю		
А	Ю	Ы	О	У	А	Е	Ы	О	
Е	У	А	Ы	Е	У	Ю	О	А	Ы

Таблица 34.3

6	4	1							
2	7	3	5						
8	5	9	4	3					
7	6	5	2	9	4				
1	5	3	8	7	9	6			
2	9	6	8	1	3	5	7		
3	4	2	8	6	5	1	2	9	
4	7	9	5	3	8	8	2	1	5

Ю	Е	Ы							
У	Е	О	А						
Ы	О	А	Ю	Е					
О	Ы	У	Е	А	Ю				
Е	У	А	Ю	Ы	Е	О			
А	Ю	Ы	У	О	А	Ы	У		
Ю	Ы	О	А	У	Ы	Ю	Е	А	
У	Е	Ю	О	Ы	У	А	О	Е	Ы

**ПРОТОКОЛ**

Числа									

Буквы									

**Объём кратковременной слуховой памяти испытуемого:**

цифры — \_\_\_\_\_ знаков, буквы — \_\_\_\_\_ знаков.

**Вывод:** \_\_\_\_\_

**Работа 34.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМА КРАТКОВРЕМЕННОЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ ПАМЯТИ У ЧЕЛОВЕКА**

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 (в Приложении к практикуму) 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.

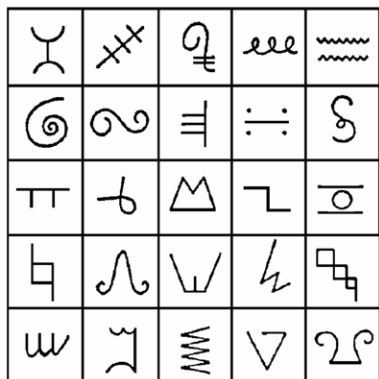


Рис. 34.1

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

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) — см. 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) = \_\_\_\_\_

Число неправильно узнанных фигур (N) = \_\_\_\_\_

Уровень узнавания (E) =  $M / (9 + N) = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$

**Вывод:** зрительная память \_\_\_\_\_

**Работа 34.6. ИЗУЧЕНИЕ ТИПОВ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО И. П. ПАВЛОВУ**


 **Ход работы.** Используя материалы лекции, учебника, ЭУМК, учебного видеофильма заполните табл. 34.5, охарактеризовав нервные процессы при разных типах высшей нервной деятельности.

Таблица 34.5

**Типы высшей нервной деятельности**

Характеристика нервных процессов	Холерик	Сангвиник	Флегматик	Меланхолик
Сила				
Подвижность				
Уравновешенность				



## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

### Работа 34.7. ВЫРАБОТКА УСЛОВНОГО ВЕГЕТАТИВНОГО РЕФЛЕКСА НА ЗВУК У ЧЕЛОВЕКА

Выработка **условного рефлекса** основана на замыкании временной связи между корковыми представительствами условного и безусловного раздражителей.

**Материалы:** звонок, секундомер, 2 окклюдора.

**Ход работы.** 1. Выберите испытуемого с выраженной зрачковой реакцией на свет. Усадите его в хорошо освещённом месте. В помещении должны поддерживаться тишина и спокойная обстановка.

2. Включите звонок (например, громкий звук будильника) и, после этого, закройте глаза испытуемого окклюдорами. После завершения звонка откройте глаза. Проконтролируйте изменение диаметра зрачков.

3. Повторите такое сочетание 10–15 раз с интервалом 40–45 с.

4. Если условный рефлекс выработался, то последующее включение звонка без закрывания глаз приведёт к сужению зрачков.

5. Повторите п. 4 ещё несколько раз для упрочнения рефлекса и затем вместо включения звонка громко произнесите слово «звонк». При этом обычно также наблюдается сужение зрачков.

6. Оцените скорость торможения условного рефлекса. Для этого включайте звонок без подкрепления и отметьте число предъявлений условного раздражителя, после которого зрачки перестанут расширяться на звук.

Аналогичную работу можно выполнить, используя в качестве подкрепления аккуратный односторонний массаж области каротидного синуса (выбирается испытуемый с хорошей реакцией на массаж каротидного синуса). Испытуемый лежит. При этом после включения звонка наблюдают замедление ЧСС.

#### ПРОТОКОЛ

Условный зрачковый рефлекс у испытуемого \_\_\_\_\_ (*выработался или нет*). В данном случае условным раздражителем являлся \_\_\_\_\_, а безусловным — \_\_\_\_\_.

Для выработки условного рефлекса необходимо, чтобы условный раздражитель \_\_\_\_\_ безусловному.

Реакция зрачков на громкое слово «звук» указывает на \_\_\_\_\_ (*генерализацию или специализацию*) условного рефлекса.

После \_\_\_\_\_ изолированных предъявлений \_\_\_\_\_ раздражителя реакция зрачков на него исчезла. Это указывает на развитие \_\_\_\_\_ торможения.

<b>Исправить задания на страницах</b>	<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:</b>

(подпись преподавателя)

<p><b>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физиологические потребности организма. Мотивации. Классификация мотиваций. Механизмы возникновения биологических мотиваций. Доминанта.</li> <li>2. Эмоции, их виды. Понятие о нейрофизиологических механизмах формирования эмоций. Роль коры больших полушарий, лимбической системы. Состояние функций ЦНС, соматических, вегетативных, эндокринных функций организма при различных эмоциях. <u>Особенности эмоций у детей.</u></li> <li>3. Состояния сна и бодрствования и их нейрофизиологические механизмы. Цикл сон-бодрствование в различные возрастные периоды. Фазы сна. Состояние функций ЦНС, соматических и вегетативных функций организма во время сна и бодрствования. Функции сна.</li> <li>4. Локализация функций в коре больших полушарий головного мозга. Функции ассоциативной и лобной коры. Функциональная асимметрия коры больших полушарий у человека. Доминантность полушарий и её роль в осуществлении психических функций (речь, мышление и др.). Пластичность коры.</li> <li>5. Первая и вторая сигнальные системы. Речь, её виды и функции. Система речи. Роль сенсорного (Вернике) и моторного (Брока) центров в речевой функции. Понятие об афазиях. <u>Развитие второй сигнальной системы у детей.</u></li> <li>6. Внимание, его нейрофизиологическая основа. Механизмы. Роль внимания в процессах восприятия, запоминания и обучения. <u>Особенности внимания у детей.</u></li> <li>7. Сознание. Нейрофизиологическая основа. Механизмы. Медицинские критерии оценки сознания человека.</li> <li>8. Мышление. Типы мышления. Нейрофизиологическая основа. Понятие о механизмах.</li> <li>9. Архитектура целостного поведенческого акта с точки зрения теории функциональной системы П. К. Анохина.</li> </ol>	<p><b>ЛИТЕРАТУРА</b>  <i>Основная</i>                  [1].                  [2]. С. 443–445, 454–469.</p> <p><i>Дополнительная</i>                  [3]. Ч. 2. С. 544–593.                  [4]. С. 438–468.</p>
<p><b>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как отличаются показатели ЭЭГ в состоянии бодрствования и сна человека?</li> <li>2. В какую из фаз сна отмечается минимальный тонус скелетных мышц?</li> <li>3. Какая частота ЭЭГ характерна для фазы быстрого сна? глубокого сна?</li> <li>4. Как изменится поведение человека при повреждении лобной коры?</li> <li>5. Где локализуется слуховая кора?</li> <li>6. В чём выражается функциональная асимметрия полушарий?</li> <li>7. При каком виде афазии у человека нарушены понимание и смысл речи при сохранении способности бегло говорить?</li> <li>8. При каком виде афазии у человека нарушены произнесение слов и построение фраз при сохранении понимания речи?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Как называется совокупность возбуждений, возникающих при удовлетворении потребности?</li> <li>10. По каким признакам можно судить испытывает ли человек эмоции?</li> <li>11. Что является компонентами стадии афферентного синтеза по Анохину?</li> <li>12. На какой стадии поведенческого акта формируется акцептор результата действия?</li> <li>13. По каким признакам можно оценить наличие или отсутствие сознания у человека?</li> </ol>

<b>Работа 35.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</b>	
Потребность — _____ _____	Сон — _____ _____
Мотивация — _____ _____	Парадоксальный сон (БДГ-сон) — _____ _____
Доминанта — _____ _____	Центр Гесса — _____ _____
Эмоции — _____ _____	Сознание — _____ _____
Лимбическая система — _____ _____	Мышление — _____ _____
Аффект — _____ _____	Внимание — _____ _____
Положительные эмоции — _____ _____	Вторая сигнальная система — _____ _____
Отрицательные эмоции — _____ _____	Речь — _____ _____
Астенические эмоции — _____ _____	Язык — _____ _____

**Работа 35.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ**



Учебные фильмы могут быть размещены в ЭУМК или демонстрироваться в аудитории:

1. «Физиология мотиваций и эмоций» (9:37).

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



### Работа 35.3. ОЦЕНКА ЛАТЕНТНОГО ПЕРИОДА ПРОСТОЙ И СЛОЖНОЙ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ

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 **Enter**. В верхней части экрана появится значение латентного периода Вашей простой сенсомоторной реакции в миллисекундах.

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 **Enter**.

Запишите полученные значения латентных периодов простой и сложной сенсомоторной реакции.

На основании измеренных латентных периодов *сравните скорости* простой и сложной сенсомоторных реакций. *Объясните различия.*

#### ПРОТОКОЛ

Латентный период (мс)	
простой сенсомоторной реакции:	
сложной сенсомоторной реакции:	
<b>Вывод:</b> _____	

### Работа 35.4. ПРОЯВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ПОЛУШАРИЙ

Для оценки соотношения функций правого и левого полушария у человека используются множество тестов различного уровня сложности. В работе предлагается один из наиболее простых.

**Материалы и оборудование:** бумага, калькулятор.

**Ход работы.** 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».

#### ПРОТОКОЛ

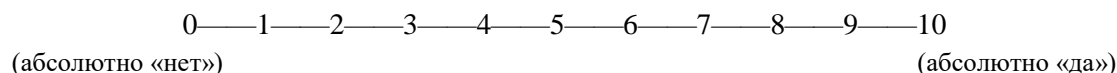
Сумма баллов по пунктам 1, 2, 5, 8, 9 (Л) = \_\_\_\_\_  
Значение Л характеризует левое полушарие.

Сумма баллов по пунктам 3, 4, 6, 7, 10 (П) = \_\_\_\_\_  
Значение П характеризует правое полушарие.

Разница Л – П = \_\_\_\_\_ баллов.

**Вывод** \_\_\_\_\_

При необходимости, используйте визуальную аналоговую шкалу:



*Баллы внесите в опросник:*

Пункт	Утверждение	Балл
1	У меня преобладает хорошее настроение	
2	Я помню то, чему учился (училась) несколько лет назад	
3	Прослушав раз-другой мелодию, я могу правильно воспроизвести её	
4	Когда я слушаю рассказ, то представляю его в образах	
5	Я считаю, что эмоции в разговоре только мешают	
6	Мне трудно даётся математика	
7	Я легко запоминаю незнакомые лица	
8	В группе приятелей я первым(ой) начинаю разговор	
9	Если обсуждают чьи-то идеи, я требую аргументов	
10	У меня преобладает плохое настроение	

Анализ результатов (**значимой считается разница 5 и более баллов**):

1. **Л > П.** Если разница превышает 5 баллов, велика вероятность, что у Вас преобладает логический тип мышления.
2. **Л < П.** Вероятно, у Вас преобладает художественный тип мышления.
3. **Л = П.** Наиболее вероятно, что у Вас в равной степени сочетаются логический и художественный типы мышления (**различие менее 5 баллов**).

### Работа 35.5. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНИМАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ КОРРЕКТУРНОЙ ПРОБЫ

**Внимание** — 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.

**Основные показатели внимания:**

- *устойчивость* — способность сохранения внимания на одном и том же, достаточно высоком уровне в течение длительного периода времени;
- *переключение* — свойство, которое характеризуется скоростью переключения внимания с одного объекта или события на другие, способность отвлекаться от первого и сосредоточиваться на втором;
- *объём внимания* — это количество объектов или событий, которые одновременно могут находиться в сфере внимания человека.

Корректурная проба, впервые предложенная В. Bourdon в 1895 г., позволяет оценить способность к концентрации и устойчивости внимания.

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.

**Материалы и оборудование:** секундомер, карандаш, стандартные корректурные таблицы с рядами строчных букв, расположенных в случайном порядке без интервалов.

**Ход работы.** Работа выполняется индивидуально каждым из студентов группы. Стандартные корректурные таблицы содержат 1600 знаков. Время выполнения работы — 5 мин (300 с)<sup>11</sup>.

**Инструкция для испытуемых.** По сигналу вы должны начать внимательно просматривать каждый ряд табл. 35.1 слева направо, находить и зачёркивать ту букву, с которой данный ряд начинается. 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).

*Объём внимания* оценивается по количеству просмотренных за 5 мин знаков (удовлетворительный показатель — 850 и более букв).

*Концентрация внимания* оценивается по количеству допущенных за 5 мин ошибок (в норме ≤ 5; их увеличение указывает на снижение концентрации).

*Показатель переключения внимания (C)* рассчитывается по формуле:

$$C = [(K_S - O_S) / K_S] \times 100 \%,$$

где  $O_S$  — количество ошибочно просмотренных **строк**;  $K_S$  — общее количество строк в просмотренной части таблицы.

*Показатель продуктивности и устойчивости внимания (S)* рассчитывается по формуле:

$$S = (0.5 \times N - 2.8 \times n) / t,$$

где  $S$  — показатель продуктивности и устойчивости внимания в единицу времени, бит/с;  $N$  — количество просмотренных знаков в единицу времени;  $n$  — количество ошибок, допущенных в единицу времени;  $t$  — единица времени, с<sup>12</sup>.

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

<sup>11</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>12</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.

### Работа 35.5. (продолжение)

**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 Приложении). *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

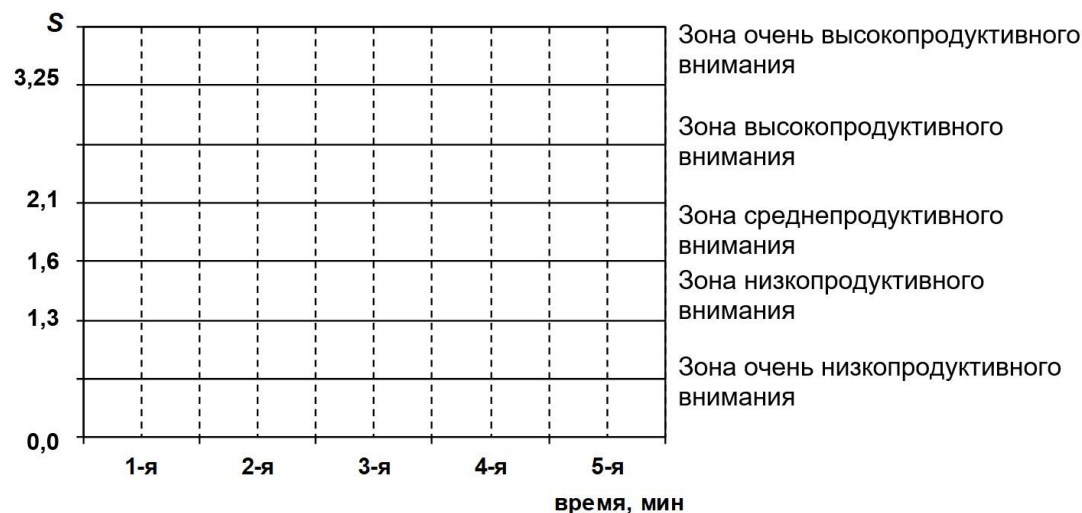


- 1 — внимание очень высокопродуктивное и устойчивое;
- 2 — внимание низкопродуктивное, но устойчивое;
- 3 — внимание среднепродуктивное и среднеустойчивое;
- 4 — внимание среднепродуктивное, неустойчивое;
- 5 — внимание среднепродуктивное и крайне неустойчивое.

### 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						
2-я						
3-я						
4-я						
5-я						
за все 5 мин						

#### Динамика изменения продуктивности и устойчивости внимания (S)



**Вывод.** У испытуемого объём внимания \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ знаков); концентрация \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ ошибок); переключаемость — \_\_\_\_\_ %. По результатам анализа динамики показателя продуктивности и устойчивости внимания можно заключить, что внимание \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ по мере увеличения продолжительности работы.

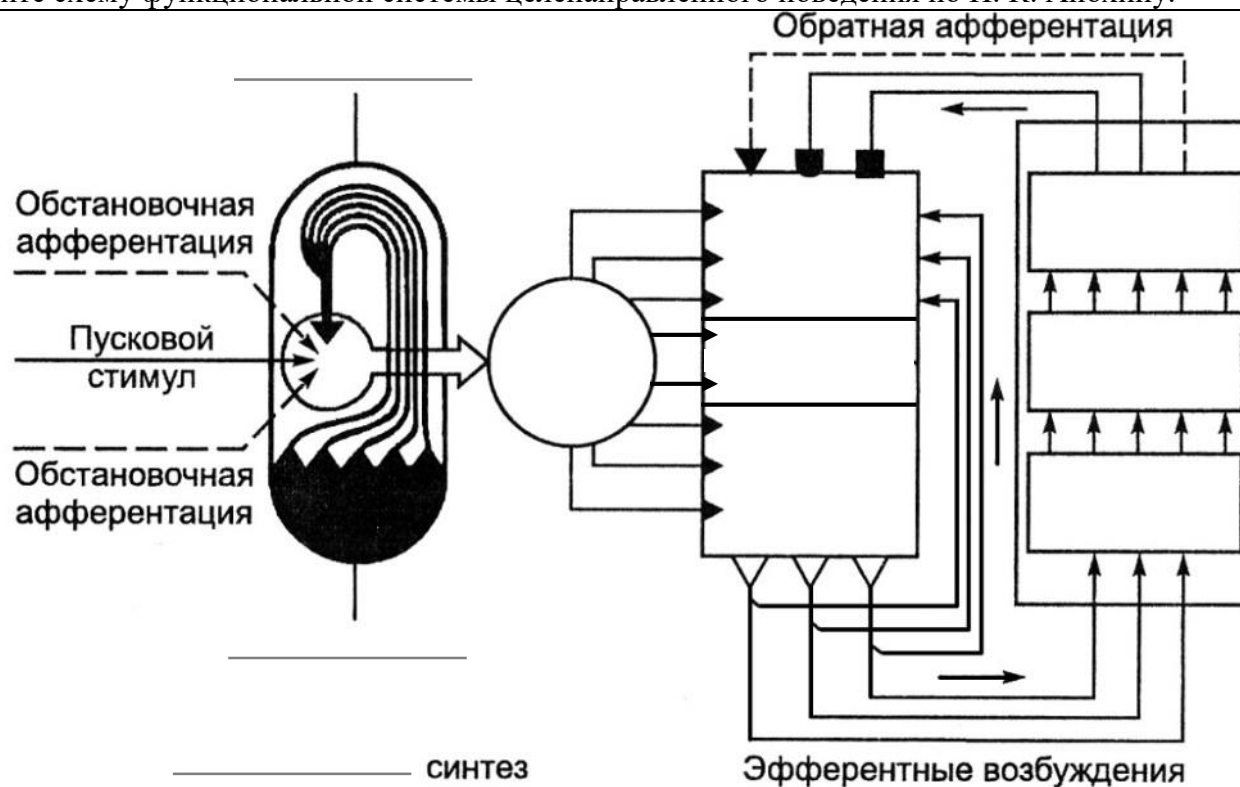
Стандартная буквенная таблица для корректурной пробы<sup>13</sup>

СХАВСХЕВИХНИСХНВХВКМНАИСЕМВХЕНАИСНПУКСОВ	ГИТВОГАЭЩДАРСМИВАКМНЦГСОВРПАШКНСИТЛВОАРО
ВЕНХИВСНАВВСАВСАЕКМАХВКЕОРУМЛПНАВЫВАМПИ	ЕХЮТГМИОУЕАВСКНМСИТВДЮБСЕГОВЧЕЯЕВЮХЦТМА
НХСРОВНВОТКНЛМЧАМОЛТВНЛМИСМГУВВВНСМОТЛВ	НСМГУНЛМИНСМОТТВВВХСРОВНВОТКНЛМЧАМОЛТВЛВ
ХАКИТОНВММБЛЧСХНГХАИХКМИНГСВЧХФИСБЛМОГНХ	БНЯЕХЮСМБДЮАПОРАОШУВПАЕВКЛВРАГБЕИМТОВЛФЕ
АХВСТМОНЕУВСТГАХЫЧНАТНВЛСМНГАХВВЛГМВЕМН	АХВСТМОНЕУВСТГАХЫЧНАТНВЛСМНГАХВВЛГМВЕМНЕ
СОРНВУЛОНСМСЛНХЧССИОЛКОМГИСМВЛХТСИМНЕПСМ	КНАЕВПСМИМРЛЭЯБСМИКШВПОЛЭХУНВЕКПРВСМИТОР
УХРАОПНИСМИОТУХНГВЛБЯШГВИМТСНУХЛОГНЦСИМУ	УХРАОПНИСМИОТУХНГВЛБЯШГВИМТСНУХЛОГНЦСИМУ
ИКНГАЕПВОРСМИТУХЫЖВСИНУХТЯДЛАНТСИМХВУМОЛ	ВАПУЕКАЧМСИТВДЛМТИНФЭЧБГГКПВЯЕХЮЩАНСМВАТ
БВАПМИСРОКНЕОЛЭТФОЕУВВОАЖМБНАОПМЮЭХЦШАМБ	УИМЕВАРПОТИМТИГОХЮБТИСМУЛОАНЕГИАУФВАСМИА
СИТНЫДАОРЕГСМИТАНЦХЭОАЛСЪМАЫЖЧТСНМКЕАВЭХ	ИКНГАЕПВОРСМИТУХЫЖВСИНУХТЯДЛАНТСИМХВУМОЛ
ВАПУЕКАЧМСИТВДЛМТИНФЭЧБГГКПВЯЕХЮЩАНСМВАТ	СИТНЫСМИТАНЦХЭОАЛСЪМАЫДАОРЕГЖЧТСНМКЕАВЭХ
ЕКНМСИТВДЮБСЕГОВЧЕЯЕХЮТГМИОУЕАВСВЮХЦТМА	МНГАЕЛИЬЮМПВЕХФЛУЕАСМОЛВГОИВЧСМКЕНГОВМАЕ
МНГАЕЛИЬЮМПВЕХФЛУЕАСМОЛВГОИВЧСМКЕНГОВМАЕ	НГМИТГОЛХИНАПМТИНГОЛЭСВАИНРХВАЛЭЮМИНЕРПМ
ХВАМСИРНКЕГОМЛЭЮБСМИХВАНЕГЛХУЫМСОЛЭТЕТМГ	СХАВИХНСХНВЕВИСХВКМНАИСЕМВХЕНАИСНПУКСОВ
НГМИТГОЛХИНАПМТИНГОЛЭСВАИНРХВАЛЭЮМИНЕРПМ	ВОЛСМИАПНШУХЭВТСИАПАМНЕВРЛЕЧСАВКАИСМРАЕВ
АПРВМИСНКМГОАМИВТХИНВЕАПРОЛАИСЕНВХАЭВММА	АПРВМИСНКМГОАМИВТХИНВЕАПРОЛАИСЕНВХАЭВММА
БВМИЕНКЛОВМАВХМКЕНГИТМАБЛОМНГЕОЭЛАВТММБМ	ИТОСМШВАЕАУКГНВДЛАОПЭВТСИМПВАМБЛЧСМИВАЭХ
УИМЕВАРПОТИМТИГОХЮБТИСМУЛОАНЕГИАУФВАСМИА	БВМИЕНКЛОВМАВХМКЕНГИТМАБЛОМНГЕОЭЛАВТММБМ
ТНГОРАМИСПАРВЭМТСАШНКТОВМНГАРМИСТЭХВИМТ	ТНГОРАМИСПАРВЭМТСАШНКТОВМНГАРМИСТЭХВИМТ
ВАПНСИМОЛХЭВТОЕНГАМИСВДЛАРПНМГИТСЮБВАХЭ	БВАЕКУМИЦФЭАПРСИМХБВАЛОКЕНГМИБЭЛАЮВСМИЕ
ЛНХЧССИОЛКОДЛМТИНВТИСМУЛПРОИСМЕАЛОВБИТЮМ	ВАПНСИМОЛХЭВТОЕНГАМИСВДЛАРПНМГИТСЮБВАХЭ
ОРЕГСМИТАМКМАХВКЕОРУМФЭЧБГГКОРМГСМИИРИША	ХВАМСИРНКЕГОМЛЭЮБСМИХВАНЕГЛХУЫМСОЛЭТЕТМГ
УКЕНАПМСИРВШОРАПМУЕКНГТСОЭВКЕНВУАЕПИСФМ	ЛНХЧССИОЛКОДЛМТИНВТИСМУЛПРОИСМЕАЛОВБИТЮМ
БЯЕХЮСМВПАЕВКЛВРАНГЕИМТВДЮАПОРАОШУОВЛФЕ	ХКЕНИСМПВАМЧСИТВАРПОЛХГХКЕЭФЫВУКЕСИХАПХА
МТОНАПСМИВПРАОЭХШКНЕВАСМИФАВКЕНСИАРЕОТИВ	ОРЕГСМИТАМКМАХВКЕОРУМФЭЧБГГКОРМГСМИИРИША
КХАПРСМИТОВПНАКМГОДЛАТСИВПАМКЕГНХЛОЫВАПК	БВАПМИСРОКНЕОЛЭТФОЕУВВОАЖМБНАОПМЮЭХЦШАМБ
СММИВПАЕАНКГАРОАИПТСМСВПАЕНУГКНРИМИМЕАТ	УКЕНАПМСИРВШОРАПМУЕКНГТСОЭВКЕНВУАЕПИСФМ
ИТОСМШВАЕАУКГНВДЛАОПЭВТСИМПВАМБЛЧСМИВАЭХ	МТОНАПСМИВПРАОЭХШКНЕВАСМИФАВКЕНСИАРЕОТИВ
ХВАПРСМИТСФШВАПКЕНУИТСОЛЭВАТИСРЕВШЛАОЭМ	СОРНВУЛОНСМСЛНХЧССИОЛКОМГИСМВЛХТСИМНЕПСМ
ЕНГАРПСМИВАПРОИТИСМПВАЕУХЭДВАПРСМИИПКНВ	КХАПРСМИТОВПНАКМГОДЛАТСИВПАМКЕГНХЛОЫВАПК
ГОВРПАШКНСИТВОГАЭЩДАРСМИВАКМНЦГСИТЛВОАРО	ТОРВМСИПЕТКНВГЛОЭХФЦУЕМСИТМОАРПНЕКХНТШАГ
АВСРПАМКЕНГМТИБЛВЭСИВАЕНВЛОАРШАМИАХУФАП	СММИВПАЕАНКГАРОАИПТСМСВПАЕНУГКНРИМИМЕАТ
ВОЛСМИАПНШУХЭВТСИАПАМНЕВРЛЕЧСАВКАИСМРАЕВ	ВЕНХИВСНАВВСАВСАЕКМАХВКЕОРУМЛПНАВЫВАМПИ
РОВНВШТЛМТИРОТИМРШНЭХВАПРСТИМКМПВГКНЕПРА	БВАЕКУМИЦФЭАПРСИМХБВАЛОКЕНГМИБЭЛАЮВСМИЕ
БВАЕКУМИЦФЭАПРСИМХБВАЛОКЕНГМИБЭЛАЮВСМИЕ	АВСРПАМКЕНГМТИБЛВЭСИВАЕНВЛОАРШАМИАХУФАП
АУКШНИСМАВОРИТВЭВОРАМНКТЛОМИСТЦЯХЭЛАОРС	ХАКИТОНВММБЛЧСХНГХАИХКМИНГСВЧХФИСБЛМОГНХ
КНАЕВПСМИМРЛЭЯБСМИКШВПОЛЭХУНВЕКПРВСМИТОР	РОВНВШТЛМТИРОТИМРШНЭХВАПРСТИМКМПВГКНЕПРА
ИМАКЕНВАЭОЛМТИСПЕАНВШГФХВПАРУЛОСИМТРОАХЕ	АУКШНИСМАВОРИТВЭВОРАМНКТЛОМИСТЦЯХЭЛАОРС
ХКЕНИСМПВАМЧСИТВАРПОЛХГНКЕЭФЫВУКЕСИМАПХА	ИМАКЕНВАЭОЛМТИСПЕАНВШГФХВПАРУЛОСИМТРОАХЕ
ТОРВМСИПЕУКНВГЛОЭХФЦУЕМСИТМОАРПНЕКХНХШАГ	

<sup>13</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.

**Работа 35.6. ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ПОВЕДЕНИЯ (выполняется дома самостоятельно)**

**Ход работы.** Заполните схему функциональной системы целенаправленного поведения по П. К. Анохину.



**УВАЖАЕМЫЕ ПРЕПОДАВАТЕЛИ!**  
 Не забудьте выставить отметку о допуске студента к экзамену в начале данного практикума и в электронном журнале.

<b>Исправить задания на страницах</b>	<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:</b>

(подпись преподавателя)



## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

1. Материал лекций, настоящего практикума и ЭУМК.
2. *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.

### *Дополнительная*

3. *Нормальная физиология* : учеб. : в 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа. Ч. 1. 2013. 541 с. Ч. 2. 2014. 603 с.
4. *Физиология* : учеб. / В. М. Смирнов [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова, В. А. Правдивцева, Д. С. Свешникова. Москва : Медицинское информационное агентство, 2017. 520 с.
5. *Физиология человека с основами патофизиологии* : в 2 т. / под ред. Р. Ф. Шмидта, Ф. Ланга, М. Хекманна. Москва : Лаборатория знаний, 2019. Т. 1. 537 с. Т. 2. 494 с.
6. *Холл, Д. Э. Медицинская физиология по Гайтону и Холлу* / Д. Э. Холл. Москва : Логосфера, 2018. 1328 с.
7. *Брин, В. Б. Физиология человека в схемах и таблицах* : учеб. пособие. / В. Б. Брин. Санкт-Петербург : Лань, 2021. 607 с.
8. *Зильбернагель, С. Наглядная физиология* / С. Зильбернагель, А. Деспопулос. Москва : Лаборатория знаний, 2019. 424 с.
9. *Физическая культура* : учеб. пособие / Е. С. Григорович [и др.] ; под ред. Е. С. Григоровича, В. А. Переверзева. Минск : Вышэйшая школа, 2014. 349 с.
10. *Санитарные нормы и правила «Требования к порядку выявления, организации и проведения санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на предотвращение возникновения и распространения парентеральных вирусных гепатитов и ВИЧ-инфекции»* : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 01.03.2024 № 41.
11. *Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь»* : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 20.11.2012 № 180.
12. *Эндокринология. Национальное руководство. Краткое издание* / под ред. И. И. Дедова, Г. А. Мельниченко. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. 752 с.
13. *Таблицы оценки физического развития детей Беларуси* : методические рекомендации, 14 февр. 2000 г., № 118–9911 / С. А. Ляликов, С. Д. Орехов ; М-во здравоохранения Респ. Беларусь. Гродно : ГрГМУ, 2000. 66 с.
14. *Кубарко, А. И. Физиология эндокринной системы. Учебно-методическая разработка к практическим занятиям по нормальной физиологии* : учеб.-метод. пособие / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : МГМИ, 1995. 27 с.
15. *Переверзев, В. А. Физиология вегетативной нервной системы* : учеб.-метод. разработка / В. А. Переверзев, А. И. Кубарко. Минск : МГМИ, 1995. 25 с.
16. *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.
17. *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.
18. *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.
19. *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.
20. *Микроциркуляция в вопросах и ответах* : учеб.-метод. пособие / Д. А. Александров [и др.]. Минск : БГМУ, 2017. 50 с.
21. *Физиологическая и клиническая оценка некоторых показателей общего анализа крови, получаемого с помощью современных гематологических анализаторов* : учеб.-метод. разработка / А. И. Кубарко [и др.]. Минск : МГМИ, 1997. 21 с.

22. *Зилов, В. Г.* Физиология детей и подростков : учеб. пособие / В. Г. Зилов, В. М. Смирнов. Москва : Медицинское информационное агентство, 2008. 572 с.
23. *Кандел, Э.* В поисках памяти / Э. Кандел. Москва : Астрель, 2012. 736 с.
24. *Краткое руководство к практикуму по нормальной физиологии* : учеб.-метод. пособие / под ред. В. А. Переверзева, Д. А. Александрова, А. И. Курбарко. Минск : БГМУ, 2016. 104 с.
25. *Морман, Д.* Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. 4-е изд. Санкт-Петербург : Питер, 2000. 256 с.
26. *Нормальная физиология. Краткий курс* : учеб. пособие / под ред. В. В. Зинчука. Минск : Вышэйшая школа, 2010. 431 с.
27. *Нормальная физиология. Ситуационные задачи и тесты* : учеб. пособие / под ред. К. В. Судакова. Москва : Медицинское информационное агентство, 2006. 248 с.
28. *Нормальная физиология* : учеб. / под ред. Б. И. Ткаченко. 3-е изд. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. 688 с.
29. *Орлов, Р. С.* Нормальная физиология : учеб. / Р. С. Орлов, А. Д. Ноздрачев. 2-е изд. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. 832 с.
30. *Сидоров, К. Р.* Количественная оценка продуктивности внимания в методике «Корректирующая проба» Б. Бурдона / К. Р. Сидоров // Вестник Удмуртского университета. 2012. № 4. С. 50–57.
31. *Солодков, А. С.* Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : учеб. / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. 10-е изд. Москва : Спорт, 2022. 624 с.
32. *Физиология человека* : учеб. пособие / А. А. Семенович [и др.] ; под ред. А. А. Семеновича. 4-е изд. Минск : Вышэйшая школа, 2012. 544 с.
33. *Физиология человека. Задачи и упражнения* : учеб. пособие / под ред. Ю. И. Савченкова. 2-е изд. Ростов-на-Дону ; Красноярск, 2007. 160 с.
34. *Фрит, К.* Мозг и душа : как нервная деятельность формирует наш внутренний мир / К. Фрит. Москва : Астрель, 2012. 336 с.
35. *Чеснокова, С. А.* Атлас по нормальной физиологии : учеб. пособие / С. А. Чеснокова, С. А. Шастун ; под ред. Н. А. Агаджаняна. 2-е изд. Москва : Медицинское информационное агентство, 2007. 480 с.
36. *Яковец, А.* Автоматизированный анализ крови : методологические нюансы [Электронный ресурс] / А. Яковец // Здоровье Украины. Режим доступа: <http://health-ua.com/article/2571.html>. Дата доступа: 12.04.2022.
37. *Королева, Н. В.* Электроэнцефалографический атлас эпилепсий и эпилептических синдромов у детей. Глава 2. Возрастные особенности ЭЭГ у здоровых детей [Электронный ресурс] / Н. В. Королева, С. И. Колесников, С. В. Воробьев. Москва : Литтерра, 2011. 260 с. Режим доступа: [https://health-family.ru/about-us/library/eeg\\_epilepsy/chapter-2/](https://health-family.ru/about-us/library/eeg_epilepsy/chapter-2/). Дата доступа: 12.04.2022.
38. *Огороков, П. Л.* Роль непрямой респираторной калориметрии в оценке основного обмена у детей с ожирением [Электронный ресурс] / П. Л. Огороков // Проблемы Эндокринологии. 2018. Т. 64, № 2. С. 130–136. Режим доступа: <https://doi.org/10.14341/probl8754>. Дата доступа: 12.04.2022.
39. *Brodal, P.* The Central Nervous System / P. Brodal. 5th ed. Oxford, 2016. 721 p.
40. *Costanzo, L. S.* Physiology / S. L. Costanzo. 7th ed. Elsevier, 2022. 528 p.
41. *Fox, S. I.* Human Physiology / S. I. Fox. 16th ed. McGraw-Hill Higher Education, 2022. 808 p.
42. *Ganong's Review of Medical Physiology* / K. E. Barrett [et al.]. 26th ed. McGraw-Hill, 2019. 752 p.
43. *Gutnik, V.* Physiology for «lazy» students. P. I : Neuromuscular Physiology. Motor Control = Физиология для «ленивых» студентов. Ч. 1. Нервно-мышечная физиология. Организация движений / V. Gutnik, V. Kobrin, D. Nash. Москва : Логосфера, 2009. 200 с.
44. *Silverthorn, D. U.* Human Physiology: An Integrated Approach / D. U. Silverthorn. 7th ed. Pearson, 2015. 960 p.

### ПРИСТАВКИ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ СИ

Префикс	Множитель	Обозначение	
		русское	международное
пета	$10^{15} = 1.000.000.000.000.000$	П	P
тера	$10^{12} = 1.000.000.000.000$	Т	T
гига	$10^9 = 1.000.000.000$	Г	G
мега	$10^6 = 1.000.000$	М	M
кило	$10^3 = 1.000$	к	k
гекто	$10^2 = 100$	г	g
дека	$10^1 = 10$	да	da
деци	$10^{-1} = 0,1$	д	d
санти	$10^{-2} = 0,01$	с	c
милли	$10^{-3} = 0,001$	м	m
микро	$10^{-6} = 0,000.001$	мк	$\mu$
нано	$10^{-9} = 0,000.000.001$	н	n
пико	$10^{-12} = 0,000.000.000.001$	п	p
фемто	$10^{-15} = 0,000.000.000.000.001$	ф	f

ТАБЛИЦЫ ГАРРИСА-БЕНЕДИКТА (МУЖЧИНЫ). 1 ккал = 4,1868 кДж

ТАБЛИЦА А

кг	ккал	кг	ккал	кг	ккал
15	272	50	754	85	1235
16	286	51	768	86	1249
17	300	52	782	87	1253
18	313	53	795	88	1277
19	327	54	809	89	1290
20	341	55	823	90	1304
21	355	56	837	91	1318
22	368	57	850	92	1332
23	382	58	864	93	1345
24	396	59	878	94	1359
25	410	60	892	95	1370
26	424	61	905	96	1387
27	438	62	919	97	1406
28	452	63	933	98	1414
29	465	64	947	99	1428
30	479	65	960	100	1442
31	498	66	974	101	1455
32	507	67	988	102	1469
33	520	68	1002	103	1483
34	534	69	1015	104	1497
35	548	70	1029	105	1510
36	562	71	1043	106	1524
37	575	72	1057	107	1538
38	589	73	1070	108	1552
39	603	74	1084	109	1565
40	617	75	1098	110	1579
41	630	76	1112	111	1593
42	644	77	1125	112	1607
43	658	78	1139	113	1620
44	672	79	1153	114	1634
45	685	80	1167	115	1648
46	699	81	1180	116	1662
47	713	82	1194	117	1675
48	727	83	1208	118	1689
49	740	84	1222	119	1703

ТАБЛИЦА Б

ДОО = А + Б

Рост, см	Возраст, лет														
	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	
92	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
96	140	113	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
100	180	153	128	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
104	220	193	168	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
108	260	233	208	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
112	300	273	248	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
116	340	313	288	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
120	380	353	328	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
124	420	393	368	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
128	460	433	408	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
132	500	473	448	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
136	540	513	488	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
140	580	553	528	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
144	620	593	568	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
148	660	663	608	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
152	700	673	648	619	605	592	578	565	551	538	524	511	497	484	
156	740	713	678	639	625	612	598	585	571	558	544	531	517	504	
160	780	743	708	659	645	632	618	605	591	578	564	551	537	524	
164	810	773	738	679	665	652	638	625	611	598	584	571	557	544	
168	840	803	768	699	685	672	658	645	631	618	604	591	577	564	
172	860	823	788	719	705	692	678	665	651	638	624	611	597	584	
176	880	843	808	739	725	712	698	685	671	658	644	631	617	604	
180	900	863	828	759	745	732	718	705	691	678	664	651	637	624	
184	920	883	848	779	765	752	738	725	711	698	684	671	657	644	
188	940	903	868	799	785	772	758	745	731	718	704	691	677	664	
192	—	923	888	819	805	792	778	765	751	738	724	711	697	684	
196	—	—	908	839	825	812	798	785	771	758	744	731	717	704	
200	—	—	—	859	845	832	818	805	791	778	764	751	737	724	

Формула Гарриса-Бенедикта (1919):

$$\text{♂: ДОО} = 66,47 + 13,75 \times \text{вес (кг)} + 5,00 \times \text{рост (см)} - 6,76 \times \text{возраст (годы)}$$

Формула Миффлина-Джеора (1990):

$$\text{♂: ДОО} = 10 \times \text{вес (кг)} + 6,25 \times \text{рост (см)} - 5 \times \text{возраст (годы)} + 5$$

ТАБЛИЦЫ ГАРРИСА-БЕНЕДИКТА (ЖЕНЩИНЫ). 1 ккал = 4,1868 кДж

ТАБЛИЦА А

кг	ккал	кг	ккал	кг	ккал
8	731	44	1076	79	1411
9	741	45	1085	80	1420
10	751	46	1095	81	1430
12	760	47	1105	82	1439
13	779	48	1114	83	1449
14	789	49	1124	84	1458
15	798	50	1133	85	1468
16	808	51	1143	86	1478
17	818	52	1152	87	1487
18	827	53	1162	88	1497
19	837	54	1172	89	1506
20	846	55	1181	90	1516
21	856	56	1190	91	1525
22	865	57	1200	92	1535
23	875	58	1210	93	1544
24	885	59	1219	94	1554
25	894	60	1229	95	1564
26	984	61	1238	96	1573
27	913	62	1248	97	1583
28	923	63	1258	98	1592
29	932	64	1267	99	1602
30	942	65	1277	100	1611
31	952	66	1286	101	1621
32	961	67	1296	102	1631
33	971	68	1305	103	1640
34	980	69	1315	104	1650
35	990	70	1325	105	1650
36	999	71	1334	106	1669
37	1009	72	1344	107	1678
38	1019	73	1353	108	1688
39	1028	74	1363	109	1698
40	1038	75	1372	110	1707
41	1047	76	1382	111	1717
42	1057	77	1391	112	1725
43	1066	78	1401	113	1736

ТАБЛИЦА Б

ДОО = А + Б

Рост, см	Возраст, лет													
	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41
84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
88	-43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
96	-11	-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	5	-5	-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104	21	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
108	37	27	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
112	53	43	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	69	59	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	85	75	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
124	101	101	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
128	117	107	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
132	133	123	114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
136	140	139	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	165	151	146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
144	181	171	162	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
148	197	187	178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
152	212	201	192	183	174	165	165	146	136	127	117	108	99	89
156	227	215	206	190	181	172	162	153	144	134	125	116	106	97
160	242	229	220	198	188	179	170	160	151	142	132	123	114	104
164	257	243	234	205	196	186	177	168	158	149	130	121	123	112
168	271	255	246	213	203	194	184	166	156	158	147	138	128	119
172	285	267	253	220	211	201	192	183	173	164	154	145	136	126
176	299	279	270	227	218	209	199	190	181	171	162	153	143	134
180	313	291	282	235	225	216	207	197	188	179	169	160	151	141
184	327	303	294	242	233	223	214	205	195	186	177	167	168	149
188	-	313	304	250	240	231	221	212	203	193	184	175	165	156
192	-	323	314	257	248	230	229	220	210	201	191	182	173	163

Формула Гарриса-Бенедикта (1919):

$$\text{♀: ДОО} = 655,09 + 9,56 \times \text{вес (кг)} + 1,85 \times \text{рост (см)} - 4,68 \times \text{возраст (годы)}$$

Формула Миффлина-Джеора (1990):

$$\text{♀: ДОО} = 10 \times \text{вес (кг)} + 6,25 \times \text{рост (см)} - 5 \times \text{возраст (годы)} - 161$$

**ФОРМУЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ РАСЧЁТА ДОЛЖНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОСНОВНОГО ОБМЕНА (ДОО) у ВЗРОСЛЫХ И ДЕТЕЙ [по 38 с изм. и доп.]**

Источник	Возраст, лет	Формула для определения ДОО (ккал/сутки)
Гаррис–Бенедикт J. Harris, F. Benedict, 1918	любой	$M = 66,47 + 13,75 \times MT + 5 \times P - 6,76 \times B$ $Ж = 655,09 + 9,56 \times MT + 1,85 \times P - 4,68 \times B$
Миффлин–Джеор M. Mifflin, St. Jeor, 1990	любой	$M = 10 \times MT + 6,25 \times P - 5 \times B + 5$ $Ж = 10 \times MT + 6,25 \times P - 5 \times B - 161$
Шофилд W. Schofield, 1985	0–3	$M = 59,5 \times MT - 30,4$ $Ж = 58,3 \times MT - 31,1$
	3–10	$M = 19,6 \times MT + 1,033 \times P + 414,9$ $Ж = 16,8 \times MT + 1,618 \times P + 371,3$
	10–18	$M = 16,25 \times MT + 1,373 \times P + 515,5$ $Ж = 8,37 \times MT + 4,65 \times P + 200$
ВОЗ WHO, 1985	0–3	$M = 60,9 \times MT - 54$ $Ж = 61,0 \times MT - 51$
	3–10	$M = 22,7 \times MT + 495$ $Ж = 22,5 \times MT + 499$
	10–18	$M = 17,5 \times MT + 651$ $Ж = 12,2 \times MT + 746$
ИОМ, 2005	10–18	$M = 420 - 35,5 \times B + 418,9 \times (P \text{ в метрах}) + 16,7 \times MT$ $Ж = 516 - 26,8 \times B + 347 \times (P \text{ в метрах}) + 12,4 \times MT$
Молнар D. Molnar, 1995	10–18	$M^* = 50,9 \times MT + 25,3 \times P - 50,3 \times B + 26,9$ $Ж^* = 51,2 \times MT + 24,5 \times P - 207,5 \times B + 1629,8$
Лаззер S. Lazzer, 2007	7–18	$ДОО^* = 54,96 \times MT + 1816,23 \times P + 892,68 \times П - 115,93 \times B + 1484,5$

**Примечание:** МТ — масса тела в кг; Р — рост в см; В — возраст, годы; М (мужчины); Ж (женщины); ИОМ — Institute of Medicine for Obese Youth (Институт медицины для молодых взрослых с ожирением); П — пол (мужской — 1, женский — 0).

Формулы ИОМ и Лаззера (S. Lazzer) специально разработаны для детей с ожирением; формула Молнара (D. Molnar) — для детей и подростков с нормальной массой тела и ожирением, а формулы Шофилда (W. Schofield), ВОЗ, Миффлина–Джеора (M. Mifflin & St. Jeor) и Гарриса–Бенедикта (J. Harris & F. Benedict) подходят для оценки ДОО у детей с нормальной массой тела.

По мнению Американской Диетической Ассоциации (ADA) формула Миффлина–Джеора на сегодняшний день позволяет наиболее точно рассчитать величину ДОО у взрослых.

\*Величина ДОО рассчитывается в кДж/сут. Для перевода в ккал/сутки: множитель 0,2388. 1 ккал = 4,1868 кДж.



**ПРИМЕРЫ ТЕРМИНОВ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЁМА АССОЦИАТИВНОЙ ПАМЯТИ  
(к работе 34.3)**

**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) ветренный;
- (14) верный товарищ;
- (15) пламя;
- (16) собачье счастье;
- (17) вечерний звонок;
- (18) лёгкая ходьба;
- (19) налететь;
- (20) судьба

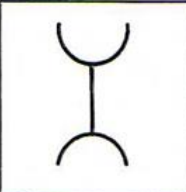
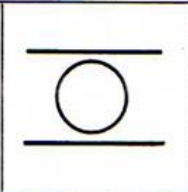

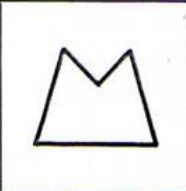
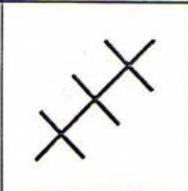

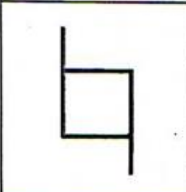


**Пример 2:**

- (1) символ;
- (2) макет;
- (3) энергоёмкий;
- (4) земля;
- (5) неприятный осадок;
- (6) исцелиться;
- (7) долгий поход;
- (8) светлая дума;
- (9) ели;
- (10) ласковый ветер;
- (11) лень одолела;
- (12) хороший друг;
- (13) май;
- (14) сон разума;
- (15) расцветающий;
- (16) до свидания;
- (17) ледоход;
- (18) взаимопонимание;
- (19) иммунный;
- (20) прожаренная рыба



**СТИМУЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЁМА ЗРИТЕЛЬНОЙ ПАМЯТИ  
(к работе 34.5)**

Предъявляется в течение 10 секунд!

**КОНТРОЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ  
РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ КОРРЕКТУРНОЙ ПРОБЫ  
(к работе 35.5)**

В таблице приведены наименование и количество букв, которые должны быть вычеркнуты в соответствующей строке корректуры.

**Левая часть**

**Правая часть**

Строка	Букв	Строка	Букв	Строка	Букв	Строка	Букв		Строка	Букв	Строка	Букв	Строка	Букв	Строка	Букв
1	С, 6	11	В, 3	21	Л, 5	31	Г, 3		1	Г, 3	11	С, 4	21	Б, 3	31	К, 4
2	В, 8	12	Е, 4	22	О, 3	32	А, 7		2	Е, 4	12	М, 5	22	В, 4	32	Т, 4
3	Н, 5	13	М, 5	23	У, 3	33	В, 5		3	Н, 5	13	Н, 5	23	Х, 3	33	С, 3
4	Х, 6	14	Х, 3	24	Б, 3	34	Р, 5		4	Б, 3	14	Х, 2	24	Л, 5	34	В, 8
5	А, 4	15	Н, 5	25	М, 3	35	Б, 3		5	А, 4	15	С, 6	25	Х, 5	35	Е, 2
6	С, 8	16	А, 6	26	К, 4	36	А, 4		6	К, 3	16	В, 5	26	О, 3	36	А, 7
7	У, 4	17	Б, 4	27	С, 3	37	К, 3		7	У, 4	17	А, 6	27	Б, 5	37	Х, 6
8	И, 4	18	У, 3	28	И, 3	38	И, 3		8	В, 3	18	И, 3	28	У, 3	38	Р, 5
9	Б, 4	19	Т, 5	29	Х, 2	39	Х, 3		9	У, 3	19	Б, 4	29	М, 3	39	А, 4
10	С, 4	20	В, 4	30	Е, 2	40	Т, 2		10	И, 4	20	Т, 5	30	С, 8	40	И, 3

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	6
Занятие 19 (1). Гемодинамика. Функциональные показатели кровообращения. Микроциркуляция .....	8
Занятие 20 (2). Физиологические свойства и особенности миокарда .....	21
Занятие 21 (3). Сердечный цикл. Методы исследования сердечной деятельности .....	27
Занятие 22 (4). Регуляция работы сердца .....	39
Занятие 23 (5). Регуляция кровообращения .....	46
Занятие 24 (6). Вентиляция лёгких .....	53
Занятие 25 (7). Газообмен в лёгких и тканях. Транспорт газов кровью.....	64
Занятие 26 (8). Регуляция дыхания .....	70
Занятие 27 (9). Функциональные резервы гемокардиореспираторной системы в газообмене.....	76
Занятие 28 (10). <b>Итоговое</b> занятие по разделам «Физиология кровообращения. Физиология дыхания» .....	87
Занятие 29 (11). Общая характеристика системы пищеварения. Регуляция пищевого поведения. Пищеварение в полости рта и желудка .....	94
Занятие 30 (12). Роль печени и поджелудочной железы в пищеварении. Пищеварение в тонком и толстом кишечнике .....	101
Занятие 31 (13). Обмен веществ и энергии. Питание. Регуляция массы тела. Терморегуляция .....	107
Занятие 32 (14). Физиология выделения .....	120
Занятие 33 (15). <b>Итоговое</b> занятие по разделам «Физиология пищеварения. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция. Физиология выделения» .....	127
Занятие 34 (16). Врождённые и приобретённые формы приспособительных реакций организма к изменению условий существования .....	131
Занятие 35 (17). Высшие интегративные функции мозга как физиологическая основа психических функций человека .....	137
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	144
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	146

Учебное издание

**Александров** Денис Александрович  
**Переверзев** Владимир Алексеевич  
**Семененя** Игорь Николаевич и др.

## **НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ. ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ**

Практикум для студентов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело», «Педиатрия»

Под редакцией Д. А. Александрова, В. А. Переверзева

*2-е издание, исправленное*

Ответственный за выпуск В. А. Переверзев  
Компьютерная вёрстка Д. А. Александрова, О. В. Лавникович

Подписано в печать 06.11.24. Формат 60×84/8. Бумага писчая «Снегурочка».  
Ризография. Гарнитура «Times».  
Усл. печ. л. 18,13. Уч.-изд. л. 10,65. Тираж 748 экз. Заказ 624.

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.

ISBN 978-985-21-1676-3



9 789852 116763