

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

**ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ,
ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ, ЭНДОКРИННОЙ,
НЕРВНОЙ И КОСТНОЙ СИСТЕМ**

Практикум для студентов, обучающихся по специальности «Стоматология»

Под редакцией В. А. Переверзева

3-е издание, исправленное



Минск БГМУ 2026

УДК 612.1/.8(076.5)(075.8)
ББК 28.707.3я73
О-28

Рекомендовано Научно-методическим советом университета
в качестве практикума 15.10.2025 г., протокол № 2

А в т о р ы: В. А. Переверзев¹; Т. А. Пупа¹; Д. А. Александров¹;
Ю. В. Гайкович¹; А. Л. Григорьян¹; И. Н. Семенья¹; А. В. Евсеев²; Д. В. Сосин²;
М. О. Вэлком³; А. С. Ластовка¹; Т. Г. Северина¹; Е. В. Переверзева¹; Л. А. Давы-
дова¹; Т. П. Голодок¹; М. И. Гаптарь¹; В. Н. Фоменко¹

¹ *Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь;*

² *Смоленский государственный медицинский университет, Смоленск, Россия;*

³ *Нил Университет Нигерии, Абуджа, Нигерия.*

Р е ц е н з е н т ы: д-р мед. наук, проф., зав. каф. нормальной анатомии
Белорусского государственного медицинского университета Н. А. Трушель;
каф. физиологии человека и животных Белорусского государственного универ-
ситета

Общая физиология возбудимых тканей, частная физиология крови,
О-28 эндокринной, нервной и костной систем : практикум для студентов, обу-
чающихся по специальности «Стоматология» / В. А. Переверзев, Т. А. Пупа,
Д. А. Александров [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – 3-е изд., испр. –
Минск : БГМУ, 2026. – 139 с.

ISBN 978-985-21-2109-5.

Представлены вопросы к практическим и итоговым занятиям по разделам курса
нормальной физиологии, изучаемым во втором семестре. Даны описания практических работ
и протоколы их выполнения, необходимая дополнительная информация по темам занятий.
Приведены задания для самостоятельной работы студентов, справочная информация. Первое
издание вышло в 2024 году.

Предназначен для студентов 1-го курса, обучающихся по специальности «Стоматология».

УДК 612.1/.8(076.5)(075.8)
ББК 28.707.3я73

ISBN 978-985-21-2109-5

© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2026

Система дистанционного обучения: <http://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	ОРГАНИЗАЦИЯ
ВВЕДЕНИЕ В УЧЕБНУЮ ДИСЦИПЛИНУ «НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ». ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ФИЗИОЛОГИИ ЖИДКИЕ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА. ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ			<p><i>II семестр (весенний):</i> Практических занятий — 18 (54 часа). Лекций — 8 (12 часов) Лекции (УСР) – 2 (3 часа)</p> <p>3 коллоквиума — занятия 8, 14, 18. Компьютерный тест и устное/письменное собеседование.</p> <p>Допуск к зачёту: – отсутствие пропусков лекций и практических занятий; – защищённые и подписанные практические работы; – отметки за итоговые занятия должны быть положительными; – оформленный конспект лекций (УСР).</p>
Занятие 1	Введение. Предмет и задачи нормальной физиологии. Гомеостаз. Физико-химические свойства крови		
Занятие 2	Физиологические функции эритроцитов. Гемопоз. Эритроцитопоз. Физиологические функции тромбоцитов. Тромбоцитопоз. Система гемостаза		
Занятие 3	Физиологические функции лейкоцитов. Лейкопоз. Неспецифическая и специфическая резистентность организма человека. Физиологическая оценка результатов общего анализа крови		
Занятие 4	Группы крови. Системы АВ0, резус (Rh) и другие системы. Физиологическое обоснование подбора донорской крови		
МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ. ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ			
Занятие 5	Основы информационного обмена клетки с окружающей средой. Химическая сигнализация. Общая физиология эндокринной системы		
Занятие 6	Частная физиология эндокринной системы (щитовидная железа, надпочечники, поджелудочная железа, половые железы).		
Занятие 7	Физиология костной ткани и регуляция кальций-фосфорного обмена		
Занятие 8	ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ по разделам «Введение в учебную дисциплину «Нормальная физиология». Основные понятия физиологии», «Жидкие среды организма. Физиология системы крови», «Механизмы регуляции физиологических функций. Гуморальная регуляция»		
ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ			
Занятие 9	Электрическая сигнализация. Законы реагирования возбудимых тканей. Биологические потенциалы. Изменение возбудимости при возбуждении		
Занятие 10	Проведение возбуждения по нервным волокнам. Нервно-мышечный синапс		

Занятие 11	Физиология скелетных мышц			
Занятие 12	Физиология мышц челюстно-лицевой области. Гладкие мышцы. Понятие о миоэпителиальных и железистых клетках			
Занятие 13	Общая физиология центральной нервной системы			
Занятие 14	ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ по разделу «Общая физиология»			
МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ. НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ				
Занятие 15	Роль и функции спинного мозга, ствола мозга и мозжечка			
Занятие 16	Частная физиология центральной нервной системы (промежуточный мозг, конечный мозг)			
Занятие 17	Физиология автономной (вегетативной) нервной системы			
Занятие 18	ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ по разделу «Механизмы регуляции физиологических функций. Нервная регуляция». ЗАЧЁТ			
Учитывая отсутствие пропусков практических занятий и лекций, успешное прохождение текущей аттестации (итоговых занятий), защиту всех практических работ — К ЗАЧЁТУ ДОПУЩЕН		<i>дата</i>	<i>средний балл</i>	<i>подпись</i>

* 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, умения 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.

Студент _____ получил зачет ФИО

_____ дата

_____ подпись преподавателя

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 примерных учебных программ по нормальной физиологии для специальности высшего образования «Стоматология», утверждённой Министерством образования Республики Беларусь. Его издание призвано повысить качество практической подготовки выпускников учреждений высшего медицинского образования.

Характер студенческого практикума кафедры нормальной физиологии постоянно изменяется в соответствии с улучшением уровня технического оснащения 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, А. И. Кубарко, Ф. И. Висмонт, В. А. Сятковский, Л. И. Белорыбкина, 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 настоящий 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. Для студентов стоматологического факультета разработаны два профильных занятия: «Физиология костной ткани и регуляция кальций-фосфорного обмена» (занятие № 7), «Физиология мышц челюстно-лицевой области, физиологические особенности гладких мышц, понятие о миоэпителиальных и железистых клетках» (занятие № 12).

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).

10 правил как правильно учиться

Эти правила представляют собой синтез части основных идей, изложенных в книге Барбары Оакли «Думай как математик. Как решать любые задачи быстрее и эффективнее», 2014 (русский перевод — 2021).

1. **Повторяйте изученное.** Без повторения назавтра у Вас в голове останется лишь около 30 % изученного материала. После прочтения страницы посмотрите в сторону и вспомните основные идеи. Подчёркивайте очень мало, и никогда не подчёркивайте то, что не отложили в памяти, сначала не повторив. Попробуйте вспомнить основные идеи в то время, когда Вы идёте на занятия или находитесь не в той комнате, где Вы их первоначально изучали. Способность самостоятельно формулировать основные положения изученного материала — один из ключевых показателей хорошего обучения.

2. **Проверяйте себя.** Во всём. Постоянно. Флэш-карточки — Ваш друг.

3. **Разбивайте задачи на части.** Деление на части формирует понимание и позволяет отработать решение проблемы таким образом, чтобы оно приходило в голову мгновенно. Убедитесь, что Вы можете решить её без обращения к книге — каждый шаг. Представьте, что это песня, и научитесь проигрывать её в уме снова и снова, чтобы информация объединилась в один комплекс, который Вы сможете вспомнить, когда захотите. Попробуйте связать части изучаемого материала с ранее пройденными темами и с другими дисциплинами.

4. **Делайте паузы между повторениями.** По любому предмету лучше занимайтесь понемногу, но каждый день, как спортсмен. Ваш мозг в этом подобен мышце — он может выдержать лишь ограниченное количество упражнений по одному предмету за один раз.

5. **Чередуйте различные методы решения задач во время занятий.** Никогда не занимайтесь слишком долго во время одного подхода, используя только одну технику решения задач — через некоторое время Вы будете просто автоматически повторять то, что делали для решения предыдущей задачи. Чередуйте подходы и решайте разные типы задач. Это научит Вас как и когда использовать ту или иную технику, как анализировать и синтезировать информацию (учебники, как правило, так не устроены, поэтому вам придётся делать это самостоятельно). После каждого задания и теста просмотрите свои ошибки, убедитесь, что Вы понимаете, почему Вы их допустили, а затем переработайте свои решения. Для наиболее эффективного обучения напишите от руки (не печатайте) задачу на одной стороне флэш-карточки, а решение — на другой (письмо от руки создаёт более прочные нейронные структуры в памяти, чем печатание.) Вы также можете сфотографировать карточку, если хотите загрузить её в обучающее приложение на своём смартфоне. Выполняйте различные типы тестовых заданий и ситуаци-

онных задач в случайном порядке. Ещё один способ — наугад пролистать книгу, выбрать вопрос и проверить, сможете ли Вы ответить на него без подготовки.

6. **Делайте перерывы.** Часто бывает, что Вы не можете решить задачи или разобраться в понятиях физиологии или других наук с первого раза. Вот почему заниматься понемногу каждый день гораздо лучше, чем учить всё сразу за один приём. Когда у Вас не получается решить задание или разобраться с материалом, сделайте перерыв, чтобы проблема была проработана в «фоновом» режиме.

7. **Используйте поясняющие вопросы и простые аналогии.** Всякий раз, когда Вы испытываете трудности с каким-либо понятием, подумайте: «Как я могу объяснить это так, чтобы десятилетний ребёнок смог это понять?». Использование аналогий действительно помогает, например, сказать, что поток электричества похож на поток воды. Поставьте себя на место изучаемого явления и подумайте, что бы Вы сделали на его месте для решения стоящих перед ним задач. Не просто обдумывайте своё объяснение — произнесите его вслух или изложите письменно. Дополнительные усилия, связанные с устной и письменной речью, позволят вам более эффективно преобразовать в нейронные структуры памяти то, что Вы изучаете.

8. **Сфокусируйтесь.** Выключите все отвлекающие звуковые оповещения, сигналы и будильники на телефоне и компьютере, а затем включите таймер на двадцать пять минут. Сосредоточьтесь на это время и постарайтесь работать как можно усерднее. После того как время выйдет, дайте себе небольшое, приятное вознаграждение (*но не переусердствуйте с ним!*). Несколько таких подходов в день могут значительно продвинуть Ваши занятия. Постарайтесь определить время и место для подготовки, где Вы будете действительно заниматься, а не просто смотреть на экран компьютера или телефона.

9. **«Сперва съедайте лягушек».** Занимайтесь самым неприятным или трудным делом в начале дня, пока Вы ещё не устали. (*Марк Твен однажды сказал, что, если с утра съесть лягушку, остаток дня обещает быть чудесным, поскольку худшее на сегодня уже позади.*)

10. **Фокусируйтесь на целях Вашего обучения.** Вспомните, откуда Вы начинали своё обучение, и сопоставьте это с мечтой о том, куда приведёт Вас учёба. Поместите на рабочем столе изображение или цитату, напоминающие Вам о Вашей мечте. Смотрите на них, когда обнаружите, что Ваша мотивация ослабевает.

10 правил как не следует учиться

Избегайте этих приёмов — они могут потратить Ваше время впустую, заставив думать, что Вы учитесь!

1. **Читать пассивно** — просто сидеть и бегать глазами по странице. Если Вы не можете доказать, что материал сохраняется в Вашей памяти, вспоминая основные идеи, не глядя на страницу, то перечитывать страницу вновь и вновь — пустая трата времени. Лучше нарисуйте схему, рисунок или законспектируйте основные моменты.

2. **Позволять подчёркиванию текста обмануть Вас.** Подчёркивание текста при чтении может вводить в заблуждение, заставляя думать, что Вы что-то запоминаете, в то время как на самом деле Вы просто двигаете рукой. Подчёркивать небольшой объём информации — это нормально, иногда это может быть полезно для того, чтобы отметить важные моменты. Но если Вы используете это как инструмент запоминания, убедитесь, что то, что Вы подчёркиваете, также сохраняется в Вашей памяти.

3. **Пренебрегать чтением учебника перед тем, как приступить к решению задач/тестов.** Вы бы нырнули в бассейн, не умея плавать? Учебник — это Ваш инструктор по плаванию, он направляет Вас к ответам. Вы будете барахтаться и терять время, если не потрудитесь его прочитать. Однако прежде, чем начать читать, бегло просмотрите главу или раздел, чтобы понять, о чём идёт речь.

4. **Искать готовое решение задачи, не пытаясь решить её самостоятельно.** Это одна из худших ошибок, которые совершают студенты во время учёбы. Вы должны уметь решать задачу шаг за шагом, не глядя на решение. Это же касается и переписывания результатов и протоколов практических работ или фотографирования лекций. Информация, для работы с которой не приложено усилий, не сохраняется!

5. **Ждать до последнего, чтобы позаниматься.** Стали бы Вы заниматься в последнюю минуту, если бы тренировались перед соревнованиями по лёгкой атлетике? Наш мозг подобен мышце — чем больше мы его тренируем, тем лучше он работает. Нельзя стать чемпионом за один вечер.

6. **Многokrатно повторять однотипные задачи, которые Вы уже умеете решать.** Если во время обучения Вы просто сидите и решаете однотипные задачи или тесты, Вы не учитесь — это всё равно, что готовиться к важному баскетбольному матчу, отрабатывая только один приём.

7. **Позволять учебным занятиям с друзьями превращаться в разговорный клуб.** Проверка решения задач с друзьями и опрос друг друга о том, что Вы знаете, могут сделать обучение более приятным, выявить недостатки в Вашем мышлении и углубить Ваши знания. Но если Ваши совместные занятия превращаются в веселье ещё до того, как работа сделана, Вы зря тратите время.

8. **Не советоваться с преподавателями или однокурсниками, чтобы прояснить непонятные моменты.** Преподаватели привыкли, что студенты, не понимающие материал, приходят за советом. Наша работа — помочь Вам. Мы беспокоимся за студентов, которые не задают вопросов. Не будьте одним из таких студентов.

9. **Думать, что Вы можете эффективно учиться, когда Вас постоянно отвлекают.** Каждое отвлечение внимания при обучении на посторонний разговор или чтение сообщений оставляет меньше интеллектуальных ресурсов для обучения, а также препятствует формированию новых нейронных связей. Дефолтным системам нашего мозга требуется около 20–30 минут для того, чтобы начать эффективно работать над задачей. Каждый эпизод переключения внимания сбрасывает или удлиняет этот таймер.

10. **Не высыпаться.** Во время сна Ваш мозг ищет пути решения проблем, а также перерабатывает и повторяет всё, о чём Вы думали перед сном. Длительное переутомление и дефицит сна позволяют накапливаться гипнотоксинам, что нарушает работу нейронов, необходимую для быстрого и качественного мышления. В периоды быстрого сна идёт интенсивная переработка и упорядочение информации, поступившей во время бодрствования. При этом отсеивается избыточная информация, создаётся защита блоков памяти от перегрузки, усиливаются метаболические процессы в нейроглии и пластические процессы в нейронах, сохраняется информация в долговременной памяти. Если Вы не будете высыпаться, НИЧТО ИЗ ТОГО, ЧТО ВЫ СДЕЛАЛИ, НЕ БУДЕТ ИМЕТЬ ЗНАЧЕНИЯ.

СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$[C_x]_o$ — внеклеточная концентрация вещества x ;
 $[C_x]_i$ — внутриклеточная концентрация вещества x ;
♀ — женщина;
♂ — мужчина;
1-TMS — односегментные трансмембранные рецепторы (1 transmembrane segment);
7-TMS — семисегментные трансмембранные рецепторы (7 transmembrane segment);
AMPA — α -амино-3-гидрокси-5-метил-4-изоксазолпропионовая кислота;
APUD — диффузная эндокринная система (amine precursor uptake and decarboxylation, поглощение предшественников аминов и декарбоксилирование);
BASO — процентное содержание базофилов (basophils);
 BP_{dia} — diastolic blood pressure, см. АД_{диа};
 BP_{mean} — mean hemodynamic blood pressure, см. АД_{срд};
 BP_{syst} — systolic blood pressure, см. АД_{сис};
CaSR — Ca^{2+} -чувствительный рецептор;
CD — дифференцировочные антигены клеток крови (cluster of differentiation)
 E_0 — см. ПП;
ECF — внеклеточная жидкость (extracellular fluid);
EOS — % содержание эозинофилов (eosinophils);
GPCR — рецептор, сопряженный с G-белком (G-protein coupled receptor);
GRA — % содержание лейкоцитов большого размера, т. е. нейтрофилов, эозинофилов и базофилов (granulocytes);
Hb-CO — карбоксигемоглобин;
HGB — содержание гемоглобина (hemoglobin);
HLA — главный комплекс гистосовместимости человека (human leukocyte antigens);
HPLC — высокоэффективная жидкостная хроматография (high performance liquid chromatography);
HR — heart rate, см. ЧСС;
HTC или Ht — гематокрит (hematocrit);
ICF — внутриклеточная жидкость (intracellular fluid);
Ig — иммуноглобулины;
IPF — фракция незрелых тромбоцитов (immature platelet fraction);
LYM — % содержание лимфоцитов (lymphocytes);
MCH — среднее содержание гемоглобина в эритроците (mean corpuscular hemoglobin);

MCHC — средняя концентрация гемоглобина в эритроците (mean corpuscular hemoglobin concentration);
MCV — средний объём эритроцитов (mean corpuscular volume);
MID или MON, MONO — % содержание лейкоцитов среднего размера, в основном, моноцитов с примесью базофилов, эозинофилов и крупных лимфоцитов (middle cells or monocytes);
MPC — средний тромбоцитарный компонент (mean platelet component);
MPV — средний объём тромбоцитов (mean platelet volume);
NEU — % содержание нейтрофилов (neutrophils);
NMDA — N-метил-D-аспарагиновая кислота или N-метил-D-аспарат;
PCT — тромбоцит (platelet crit);
PDW — ширина распределения тромбоцитов по объёму (platelet distribution width);
pH — водородный показатель;
Pi — неорганические фосфаты;
PLT — тромбоциты (platelets);
R — рецептор;
RBC — эритроциты (red blood cells);
RDW — ширина кривой распределения эритроцитов (red cell distribution width);
Rh — система групп крови Резус;
 rT_3 — реверсивный или обратный трийодтиронин, 3,3',5'-трийодтиронин;
SD — standart deviation, см. CO;
SDS — коэффициент стандартного отклонения (standart deviation score);
SNARE — группа белков, осуществляющих слияние внутриклеточных транспортных везикул с клеточной мембраной или органеллой-мишенью (от англ. soluble NSF attachment receptor);
 T_3 — 3,5,3'-трийодтиронин;
 T_4 — тетраiodтиронин, тироксин;
WBC — лейкоциты (white blood cells);
 α — альфа;
 β — бета;
 γ — гамма;
 Δ — дельта, разность, градиент;
 δ — дельта;

ΔE — порог деполяризации;
 θ — тета;
 μ — мю, микро;
 ν — ню, частота;
 σ — сигма, см. CO;
АД — артериальное давление;
АДГ — антидиуретический гормон, вазопрессин;
АД_{диа} — диастолическое артериальное давление;
АД_{пульс} — пульсовое артериальное давление;
АД_{срд} — среднее гемодинамическое артериальное давление;
АД_{сис} — систолическое артериальное давление;
АИ — анионный интервал;
АКТГ — адренкортикотропный гормон;
АНС — автономная нервная система;
АР — адренорецептор;
асб — апостильб;
атм. — атмосфера;
АХ — ацетилхолин;
АХЭ — ацетилхолинэстераза;
БГМУ — учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»;
ВИЧ — вирус иммунодефицита человека;
ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения.
ВП — вызванный потенциал;
ВПСП — возбуждающий постсинаптический потенциал;
Г6ФД — глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа;
ГАМК — гамма-аминомасляная кислота;
ГКС — глюкокортикостероиды;
ГМК — гладкомышечные клетки;
ГП — генераторный потенциал;
ГТГ — гонадотропный гормон;
Гц — герц;
ГЭБ — гематоэнцефалический барьер;
 D_3 — кальцитриол, 1,25(OH)₂D₃;
ДАГ — диацилглицерол;
даН — деканьютон, см. Н;
дБ — децибел;
ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота;
ДО — дыхательный объём;
 $E_{кр}$ — см. КУД;
ЖКТ — желудочно-кишечный тракт;
ЗД — задержка дыхания;

ИЛ — интерлейкин;
ИФ₃ — инозитол-1,4,5-трифосфат;
ИФН — интерферон;
ИФР — инсулиноподобные факторы роста, соматомедины;
КБМ — кора большого мозга;
кгс — килограмм-сила, 1 кгс = 9,81 Н ≈ 10 Н;
КД — кровяное давление;
КОЕ — колониеобразующая единица;
КОМТ — катехол-О-метилтрансфераза;
кПа — килопаскаль;
КР — конечный рост;
КРГ — кортикотропин-рилизинг гормон, кортиколиберин;
КТ — компьютерная томография;
КУД — критический уровень деполяризации;
ЛГ — лютеинизирующий гормон;
ЛЗИК — лиганд-зависимый ионный канал;
ЛИФ — лейкоингибирующий фактор;
ЛКМ — левая кнопка мышцы;
ЛО — локальный ответ;
ЛТГ — лактогенный гормон, пролактин;
МАО — моноаминоксидаза;
мм рт. ст. — миллиметр ртутного столба;
МНГР — механизмы нейрогуморальной регуляции;
МОД — минутный объём дыхания;
МОК — минутный объём крови;
МРТ — магнитно-резонансная томография;
м-ХР — мускаринчувствительный холинорецептор;
Н — ньютон, единица силы;

НА — неизмеряемые анионы;
НГН — нарушенная гликемия натощак;
НК — неизмеряемые катионы;
НМДА — см. NMDA;
НТГ — нарушение толерантности к глюкозе;
н-ХР — никотинчувствительный холинорецептор;
ОАК — общий анализ крови;
ОИ — осмоляльный интервал;
ОЦК — объём циркулирующей крови;
ПД — потенциал действия;
ПКМ — правая кнопка мышцы;
ПКП — потенциал концевой пластинки;
ПКР — прогнозируемый конечный рост;
ПНУП — предсердный натрийуретический пептид;
ПП — потенциал покоя;
ПСР — показатель силы руки;
ПСС — показатель становой силы;
ПТГ — паратгормон, паратирин;
ПТТГ — пероральный тест толерантности к глюкозе;
ПЭТ — позитронно-эмиссионная томография;
РНПЦ — республиканский научно-практический центр;
Р_{онк} — онкотическое (коллоидно-осмотическое) давление;
Р_{осм} — осмотическое давление;
РП — рецепторный потенциал;
СГО — санитарно-гигиеническая одежда;
СД — сахарный диабет;
СО — стандартное отклонение;
СОЭ — скорость оседания эритроцитов;

СТГ — соматотропный гормон;
ТПСП — тормозный постсинаптический потенциал;
ТТГ — тиреотропный гормон;
ТФР — трансформирующий фактор роста;
УО — ударный объём;
ФВ — фракция выброса;
фМРТ — функциональная магнитно-резонансная томография;
ФНО — фактор некроза опухолей;
ФСГ — фолликулостимулирующий гормон;
ФСК — фактор стволовой клетки, фактор Стила;
цАМФ — циклический аденозинмонофосфат;
цГМФ — циклический гуанозинмонофосфат;
ЦНС — центральная нервная система;
ЦП — цветовой показатель;
ЧД — частота дыхания;
ЧН — черепной нерв;
ЧП — частота пульса;
ЧСС — частота сердечных сокращений;
ЭДТА — этилендиаминтетрауксусная кислота;
ЭМГ — электромиография, электромиограмма;
ЭПО — эритропоэтин;
ЭУМК — электронный учебно-методический комплекс (<http://etest.bsmu.by>);
ЭЭГ — электроэнцефалография, электроэнцефалограмма;
ЮГА — юкстагломерулярный аппарат.

**Занятие 1. ВВЕДЕНИЕ. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ. ГОМЕОСТАЗ.
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«___» _____ 20___
день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Предмет нормальной физиологии. Основные этапы развития физиологии, важнейшие открытия и методические подходы, внёсшие вклад в развитие физиологии как науки. Вклад отечественных учёных в развитие физиологии. Физиология как научная основа медицины. Применение знаний по нормальной физиологии врачом-стоматологом.
2. Правила техники безопасности при выполнении практических работ.
3. Физиологические представления о гомеостазе как об относительном постоянстве внутренней среды организма, функций и механизмов, их регулирующих.
4. Физиологические функции, уровни их организации и регуляции. Характеристика основных составляющих замкнутого контура регулирования. Прямая и обратная связь, их характеристика. Регуляции по отклонению и по возмущению. Функциональная система регуляции физиологических функций по отклонению (П. К. Анохин).
5. Строение и функции цитоплазматической мембраны клетки. Транспорт веществ через клеточные мембраны.
6. Внутренняя среда организма. Роль воды для жизнедеятельности. Жидкие среды организма (внутриклеточная, межклеточная жидкость, кровь, лимфа, ликвор и др.), их состав, объёмное распределение в организме; возрастные особенности. Понятие об их относительном постоянстве в состоянии покоя и изменениях при различных воздействиях на организм. Понятие о гистогематических барьерах.
7. Система крови. Состав, количество, свойства, основные функции крови. Гематокрит: определение, величина в норме. Основные факторы, влияющие на величину гематокрита.
8. Плазма крови. Органические и неорганические компоненты плазмы крови. Основные физиологические константы плазмы крови.
9. Электролитный состав плазмы крови. Осмотическое давление крови, его роль и зависимость от содержания осмотически активных веществ и воды. Гипо-, гипер- и изотонические растворы. Механизмы регуляции осмотического давления крови. Понятие о состоянии гипер- и дегидратации тканей.
10. Гемолиз и его виды, плазмолиз. Неблагоприятные последствия гемолиза эритроцитов в организме.
11. Белки плазмы крови: классификация, функции, содержание. Вязкость крови и её роль. Онкотическое (коллоидно-осмотическое) давление плазмы и его роль в обмене воды между кровью и межклеточной жидкостью. Вклад различных белков плазмы в создание онкотического давления. Последствия снижения или повышения онкотического давления.
12. Кислотно-основное состояние крови. Физико-химические и физиологические механизмы, обеспечивающие постоянство рН крови. Основные буферные системы крови. Понятие об ацидозе и алкалозе. Примеры изменений физиологических функций при ацидозе и алкалозе. Кислотно-основное состояние полости рта.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Материал лекций, настоящего практикума и ЭУМК.
2. *Нормальная физиология* : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. Минск : Новое знание, 2021. 520 с. С. 15–38, 205–211.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. Ч. 1 / под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. 542 с. С. 8–73, 483–492.
4. *Физиология* : учеб. / под ред. В. М. Смирнова, В. А. Правдивцева, Д. С. Свешникова. Москва : МИА, 2017. 520 с. С. 12–27, 72–82, 184–186.
5. *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»*: утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 01.03.2024 № 41.

Далее ссылки на литературу будут даваться в виде номеров в квадратных скобках, соответствующих номерам в списке рекомендуемой литературы, и номеров страниц. Список рекомендуемой литературы находится в конце практикума.

<p>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое простая диффузия? Облегчённая диффузия? 2. В чём заключается отличие первично-активного от вторично-активного транспорта веществ через мембраны? 3. Что называется внутренней средой организма? 4. Сколько жидкости содержится в организме взрослого человека? 5. Каковы масса и объём крови в организме взрослого человека? 6. Что такое гематокрит? Что характеризует этот показатель в нормальных условиях, после острой кровопотери и после инфузии жидкостей? 7. Как различаются концентрации ионов Na^+, Cl^- и K^+ в плазме и в межклеточной жидкости? В межклеточной и внутриклеточной жидкостях? 	<ol style="list-style-type: none"> 8. Чему равна осмолярность плазмы крови? Какими субъективными ощущениями сопровождается её повышение? Суточная потребность в воде? 9. Почему 0,9%-ный раствор NaCl является изотоническим раствором? Какие ещё изотонические растворы Вы знаете? 10. Чему равна величина коллоидно-осмотического (онкотического) давления плазмы крови? 11. Какие вещества плазмы крови вносят основной вклад в формирование коллоидно-осмотического (онкотического) давления? 12. Какие последствия для распределения жидкости в организме может иметь гипопроteinемия? Введением растворов каких веществ в сосудистое русло можно скорректировать эти последствия?
<p>Работа 1.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</p>	
<p>Физиология — _____</p>	<p>Система крови — _____</p>
<p>Физиологическая функция — _____</p>	<p>Плазма крови — _____</p>
<p>Физиологическая норма — _____</p>	<p>Осмотическое давление — _____</p>
<p>Функциональная система — _____</p>	<p>Онкотическое давление — _____</p>
<p>Регулируемый параметр — _____</p>	<p>Изотонический раствор — _____</p>
<p>Внутренняя среда организма — _____</p>	<p>Гемолиз — _____</p>
<p>Виды внеклеточной жидкости — _____</p>	

Работа 1.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



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

1. «Исследование осмотического давления плазмы крови» (01:55) (заполните протокол работы 1.10).

Помимо указанных, преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК или имеющиеся в видеотеке кафедры.



Работа 1.3. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Программа обучения на кафедре нормальной физиологии предусматривает выполнение студентами лабораторных 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 эпидемической 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>Правила безопасности при работе с электрооборудованием.</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 строго запрещается:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проверять наличие напряжения пальцами и касаться токоведущих частей; – работать на незаземленном электрооборудовании и приборах, если это не разрешено инструкцией к прибору; – пользоваться неисправным электрооборудованием и/или электропроводкой; – оставлять без присмотра работающие приборы; – вешать на штепсельные розетки, выключатели и электропровода различные вещи; – включать в сеть электрические приборы со снятой задней крышкой или в разной степени разобранном состоянии. 	<p>Действия в случае возникновения пожара.</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 обесточить 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>Общие правила оказания первой медицинской помощи.</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>ПРАВИЛА ПРИ РАБОТЕ С КРОВЬЮ И ИНЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ЖИДКОСТЯМИ</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 любая кровь, также как и другие биологические жидкости, при контакте с ней должна по умолчанию рассматриваться как инфицированная. 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. Запрещается работа с кровью или другими биологическими жидкостями без использования средств индивидуальной защиты.</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>1. В случае повреждения целостности кожных покровов при работе с биологическим материалом (укол, порез), пострадавший должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – немедленно снять перчатки рабочей поверхностью внутрь и погрузить их в ёмкость с дезинфицирующим раствором или поместить в непромокаемый пакет для последующего обеззараживания; – вымыть руки с мылом под проточной водой и обильно промыть рану водой или физиологическим раствором; – обработать рану 3 % перекисью водорода; – при необходимости заклеить рану пластырем и надеть новые перчатки. 	<p>5. В случае загрязнения биологическим материалом объектов внешней среды (столешница, пол и др.) биологические загрязнения на поверхности объектов внешней среды обеззараживаются раствором дезинфицирующего средства и удаляются с поверхности с последующей влажной уборкой.</p>
<p>2. В случае загрязнения биологическим материалом кожных покровов без нарушения их целостности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обильно промыть загрязнённый участок кожных покровов водой с мылом; – обработать кожные покровы антисептиком. 	<p><i>Во всех случаях необходимо вызвать дежурного лаборанта, который находится в комнате № 103 (104), или преподавателя кафедры.</i></p>
<p>3. В случае попадания биологического материала на слизистую оболочку:</p> <ul style="list-style-type: none"> – немедленно снять перчатки рабочей поверхностью внутрь и погрузить их в ёмкость с дезинфицирующим раствором или поместить в непромокаемый пакет для последующего обеззараживания; – тщательно вымыть руки с мылом под проточной водой; – обильно промыть (не тереть) слизистую оболочку водой или физиологическим раствором. 	<p>Указания к оформлению протокола: <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>4. В случае загрязнения биологическим материалом санитарно-гигиенической одежды (СГО), личной одежды, обуви:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обмыть поверхность перчаток, не снимая с рук, под проточной водой с мылом или раствором антисептика, дезинфицирующего средства; – снять загрязнённую СГО, личную одежду, обувь; – СГО, личную одежду и обувь сложить в непромокаемые пакеты для последующего обеззараживания; – снять защитные перчатки рабочей поверхностью внутрь и погрузить их в ёмкость с дезинфицирующим раствором или поместить в непромокаемый пакет для последующего обеззараживания; – вымыть руки с мылом под проточной водой и обработать кожные покровы в области проекции загрязнения СГО, личной одежды, обуви в соответствии с пунктом 2 настоящего порядка. 	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">ПРОТОКОЛ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Если есть признаки, что используемое электрическое оборудование неисправно, следует _____ его и _____ 2. Перед тушением пожара необходимо _____ помещение. 3. Можно ли заряжать Ваш мобильный телефон или иное устройство от электросети во время занятия? _____ 4. Любая кровь или биологическая жидкость, ткань, при контакте с ней по умолчанию рассматривается как _____ 5. При загрязнении кровью объектов внешней среды в первую очередь необходимо: _____ 6. При порезе кожи пальца скальпелем, загрязнённым кровью, рану обрабатывают: _____ 7. При попадании исследуемой крови на слизистую оболочку экспериментатора её промывают: _____ 8. С правилами по технике безопасности, в том числе при проведении лабораторных работ с кровью и с другими биологическими жидкостями и тканями, ознакомлен и проинструктирован: <p style="text-align: center;"> _____ (дата) _____ (подпись студента) _____ И.О.Фамилия студента </p> </div>

Работа 1.4. ОСВОЕНИЕ МЕТОДИК РАБОТЫ В КОМПЬЮТЕРНОМ КЛАССЕ (КАБИНЕТ № 104)

Приступая к работе в компьютерном классе кафедры (кабинет № 104), необходимо помнить, что еженедельно в нём работает более тысячи студентов. Поэтому для комфортной работы в нём необходимо соблюдать тишину и порядок, не допускать повреждения оборудования и мебели, не вращать монитор, избегать перетаскивания или удаления ярлыков на рабочем столе. В случае возникновения сбоев в работе компьютера следует обратиться к дежурному лаборанту компьютерного класса или к преподавателю. Уходя из компьютерного класса, оставляйте в нём чистоту и порядок, закрывайте программы и восстанавливайте исходный вид рабочего стола.

В компьютерном классе и других помещениях кафедры КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ использование мобильных телефонов, фото-, видео- или аудиозаписывающей аппаратуры без разрешения преподавателя!



А. Освоение методики работы с обучающей программой

Изучите материалы **электронного атласа** к текущему занятию. На рабочем столе кликните на ярлык «11 ETEST SEB» → Введите свой логин и пароль (используйте данные со своего студенческого билета— см. рис. 1.1) → Студентам и курсантам → *Выберите Вашу специальность* → Нормальная физиология → Записаться на курс → Занятие 1. Введение... → Теоретический материал → 01. Атлас.

Или откройте ярлык «21 Норм физиология» → «Обучающая программа для стом. факультета» → «Занятие 1. Вступительное занятие...». Данные из электронного атласа внесите **в протоколы работ 1.1–1.10.**

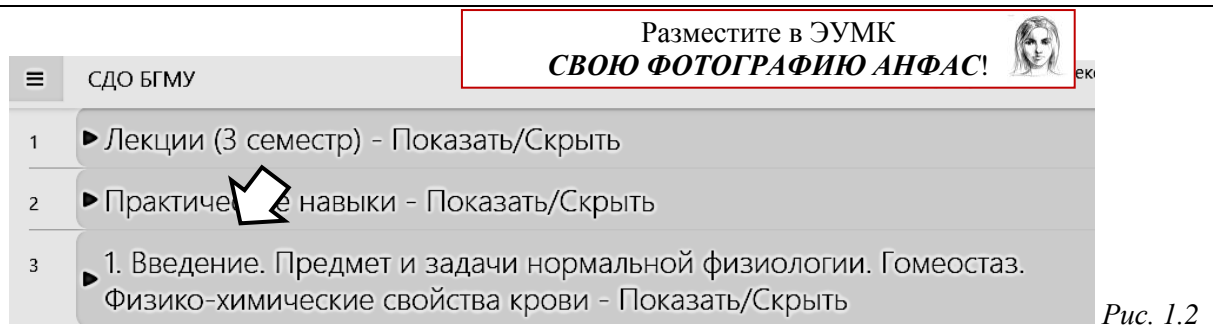
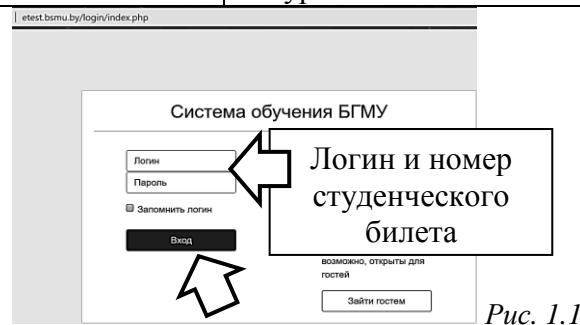


Изучив материалы текущего занятия, ознакомьтесь с имеющимися учебными видеофильмами, перейдя в ЭУМК к занятию 1. Прослушать звуковое сопровождение фильмов можно, воспользовавшись наушниками с разъёмом мини-джек 3,5 мм. Перед использованием рекомендуется протереть их антисептической салфеткой (кафедрой не предоставляется).

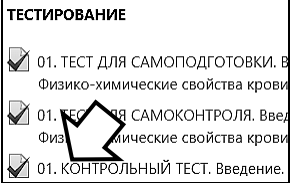
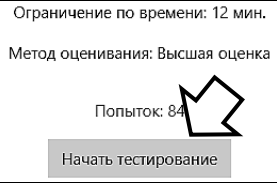
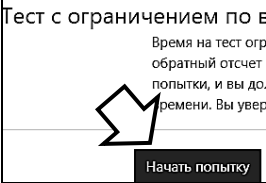

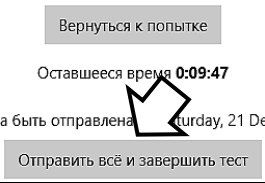
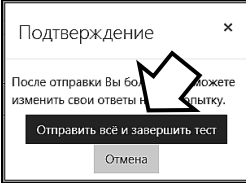
Б. Тестовый контроль знаний

Тестовый контроль знаний позволяет осуществлять мониторинг учебных достижений студентов, контролировать, в т. ч. самостоятельно, степень усвоения студентами учебного материала, уровень понимания предмета и способность решать типовые задачи на основе изученного материала. Как правило, контрольный тест включает 20 тестовых заданий, на выполнение которых отводится 12 минут. Учитывая наличие тестов для самоподготовки, отметка за текущее тестирование выше 8 баллов может быть получена только после дополнительного собеседования с преподавателем.

До начала занятия **обязательно** выполнение теста входного контроля знаний. Отметка за него может выставляется в журнал.



Работа 1.4 (продолжение)

 <p>ТЕСТИРОВАНИЕ</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 01. ТЕСТ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ. В Физико-химические свойства крови <input checked="" type="checkbox"/> 01. ТЕСТ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ. Введ Физико-химические свойства крови <input checked="" type="checkbox"/> 01. КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Введение. <p style="text-align: center;"><i>Рис. 1.3</i></p>	 <p>Ограничение по времени: 12 мин. Метод оценивания: Высшая оценка</p> <p style="text-align: center;">Попыток: 84</p> <p style="text-align: center;">Начать тестирование</p> <p style="text-align: center;"><i>Рис. 1.4</i></p>	 <p>Тест с ограничением по в Время на тест огр обратный отсчет попытки, и вы дол времени. Вы увер</p> <p style="text-align: center;">Начать попытку</p> <p style="text-align: center;"><i>Рис. 1.5</i></p>	 <p style="text-align: center;">Закончить попытку...</p> <p style="text-align: center;"><i>Рис. 1.6</i></p>	 <p>Вернуться к попытке</p> <p>Оставшееся время 0:09:47</p> <p>а быть отправлена Saturday, 21 De</p> <p>Отправить всё и завершить тест</p> <p style="text-align: center;"><i>Рис. 1.7</i></p>	 <p>Подтверждение</p> <p>После отправки Вы бо... можете изменить свои ответы в... попытку.</p> <p>Отправить всё и завершить тест</p> <p>Отмена</p> <p style="text-align: center;"><i>Рис. 1.8</i></p>																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Тест начат</td> <td>Monday, 16 September 2019, 09:38</td> </tr> <tr> <td>Состояние</td> <td>Завершённые</td> </tr> <tr> <td>Завершен</td> <td>Monday, 16 September 2019, 09:45</td> </tr> <tr> <td>Прошло времени</td> <td>6 мин. 52 сек.</td> </tr> <tr> <td>Баллы</td> <td>19/20</td> </tr> <tr> <td>Оценка</td> <td>95 из 100</td> </tr> <tr> <td>Отзыв</td> <td>Отметка 7 баллов</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><i>Рис. 1.9</i></p>			Тест начат	Monday, 16 September 2019, 09:38	Состояние	Завершённые	Завершен	Monday, 16 September 2019, 09:45	Прошло времени	6 мин. 52 сек.	Баллы	19/20	Оценка	95 из 100	Отзыв	Отметка 7 баллов	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">%</th> <th style="width: 30%;">Отметка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>96–100</td> <td>8 баллов</td> </tr> <tr> <td>91–95</td> <td>7 баллов</td> </tr> <tr> <td>81–90</td> <td>6 баллов</td> </tr> <tr> <td>76–80</td> <td>5 баллов</td> </tr> <tr> <td>70–75</td> <td>4 балла</td> </tr> <tr> <td>50–69</td> <td>3 балла</td> </tr> <tr> <td>30–49</td> <td>2 балла</td> </tr> <tr> <td>0–29</td> <td>1 балл</td> </tr> </tbody> </table>			%	Отметка	96–100	8 баллов	91–95	7 баллов	81–90	6 баллов	76–80	5 баллов	70–75	4 балла	50–69	3 балла	30–49	2 балла	0–29	1 балл	<p>Отметка выше 8 баллов может быть получена после дополнительного собеседования с преподавателем.</p> <p style="text-align: center;">ПРОТОКОЛ</p> <p>Результат тестирования: _____ %, отметка _____ баллов</p>		
Тест начат	Monday, 16 September 2019, 09:38																																							
Состояние	Завершённые																																							
Завершен	Monday, 16 September 2019, 09:45																																							
Прошло времени	6 мин. 52 сек.																																							
Баллы	19/20																																							
Оценка	95 из 100																																							
Отзыв	Отметка 7 баллов																																							
%	Отметка																																							
96–100	8 баллов																																							
91–95	7 баллов																																							
81–90	6 баллов																																							
76–80	5 баллов																																							
70–75	4 балла																																							
50–69	3 балла																																							
30–49	2 балла																																							
0–29	1 балл																																							

Работа 1.5. Знакомство с основными показателями гомеостаза у здоровых лиц молодого возраста в покое

Используя материалы лекции, учебника, ЭУМК, изучите важнейшие показатели гомеостаза, внесите их значения в табл. 1.1. По результатам анализа пределов нормальных значений показателей гомеостаза внутренней среды организма *приведите примеры жёстких и пластичных гомеостатических констант.*

Некоторые важнейшие показатели гомеостаза

Таблица 1.1

Показатель	Пределы нормальных значений	Единицы измерения	Показатель	Пределы нормальных значений	Единицы измерения
Кровь			Кровь		
Объём циркулирующей крови		% от массы тела литров	Осмотическое давление крови		мосмоль/кг
Вязкость цельной крови		отн. ед.	Онкотическое давление крови		мм рт. ст.
Вязкость плазмы крови		отн. ед.	pH артериальной крови		–
Эритроциты	у мужчин	клеток/л крови	Содержание глюкозы в цельной крови		ммоль/л
	у женщин	клеток/л крови			мг/дл
Лейкоциты		клеток/л крови	Содержание белка в крови		г/л
Тромбоциты		клеток/л крови	Содержание кальция		ммоль/л
Гематокрит	у мужчин	/			
	у женщин	/			
		% / доля			
		% / доля			

Продолжение таблицы 1.1

Показатель	Пределы нормальных значений	Единицы измерения	Показатель	Пределы нормальных значений	Единицы измерения
Сердечно-сосудистая система			Пищеварительная система		
Частота сокращений сердца (ЧСС)		в минуту	pH слюны		–
Формула для расчёта максимальной ЧСС (формула Купера)		–	pH чистого желудочного сока		–
Ударный объём (УО)		мл	pH сока поджелудочной железы		–
Фракция выброса (ФВ)		%	Дыхательная система		
Минутный объём крови (МОК)		л/мин	Частота дыхания (ЧД)		в минуту
Артериальное давление	систолическое	мм рт. ст.	Дыхательный объём (ДО)		мл
	диастолическое	мм рт. ст.	Минутный объём дыхания (МОД)		л/мин
			Минутный объём альвеолярной вентиляции		% от МОД
			Насыщение гемоглобина кислородом		%

ПРОТОКОЛ

Приведите примеры **жёстких гомеостатических констант**:
 1) _____; 2) _____;
 3) _____; 4) _____

Приведите примеры **пластичных** (изменяющихся в широких пределах — более 10 % от среднего значения) **гомеостатических констант**:

Работа 1.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕМАТОКРИТА (демонстрация)



Показатель гематокрита отражает объём форменных элементов (в первую очередь эритроцитов) в процентах от общего объёма крови. Гематокрит определяют методом микроцентрифугирования (рис. 1.9) или рассчитывают автоматически с использованием современных гематологических анализаторов.

У здорового человека гематокрит венозной и капиллярной крови составляет:

40–49 % (0,40–0,49) у мужчин и 36–42 % (0,36–0,42) у женщин.

Работа 1.6 (продолжение)

Материалы и оборудование: гематокритный капилляр с прилагаемой шкалой, скарификатор, вата, антисептик, центрифуга, глина или паста для герметизации капилляра.

Ход работы. Для выполнения работы откройте ярлык «13 Гематокрит» и перейдите по соответствующей ссылке к flash-анимации (в зависимости от настроек браузера) или откройте компьютерную flash-анимацию в электронном атласе: ярлык «21 Норм физиология» → на странице «Занятие 1. Введение. Предмет и задачи нормальной физиологии. Гомеостаз. Физико-химические свойства крови» откройте ссылку «Лабораторная работа ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕМАТОКРИТА».

Изучите методику определения гематокрита, щелкая мышью по ключевым словам, выделенным синим цветом. Капиллярную или венозную кровь набирают в специальные гематокритные капилляры, предварительно обработанные антикоагулянтом (как правило, гепарином). Капилляры запечатывают парафином, глиной или пастой (или закрывают резиновым колпачком) и центрифугируют в течение 5 минут при 8000 об/мин. Затем совмещают края столбиков эритроцитов и плазмы с линиями 0 % и 100 % на специальной шкале и находят, какую часть капилляра в процентах составляют форменные элементы крови.

В современных гематологических анализаторах показатель гематокрита (Ht или НТС) чаще всего подсчитывается как сумма объёмов эритроцитов в единице объёма крови.

Перемещая с помощью мышки гематокритный капилляр, определите показатель гематокрита.

Указания к оформлению протокола. Внесите полученный результат в протокол. Сделайте предположение о возможных механизмах изменения гематокрита.

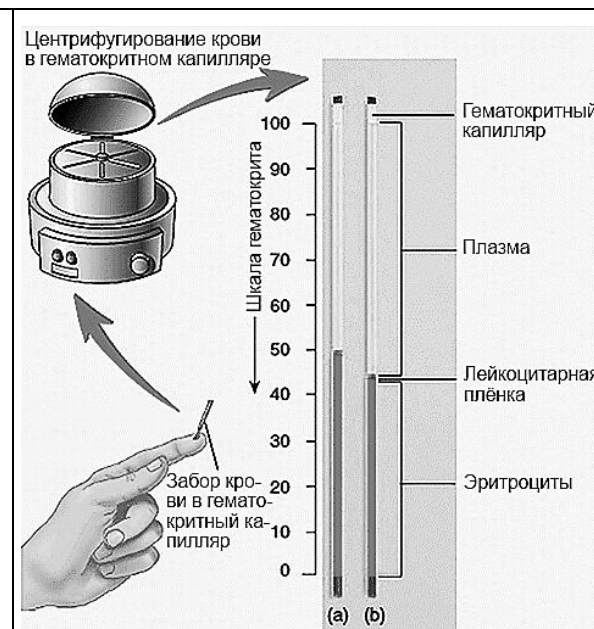


Рис. 1.10. Методика определения гематокрита

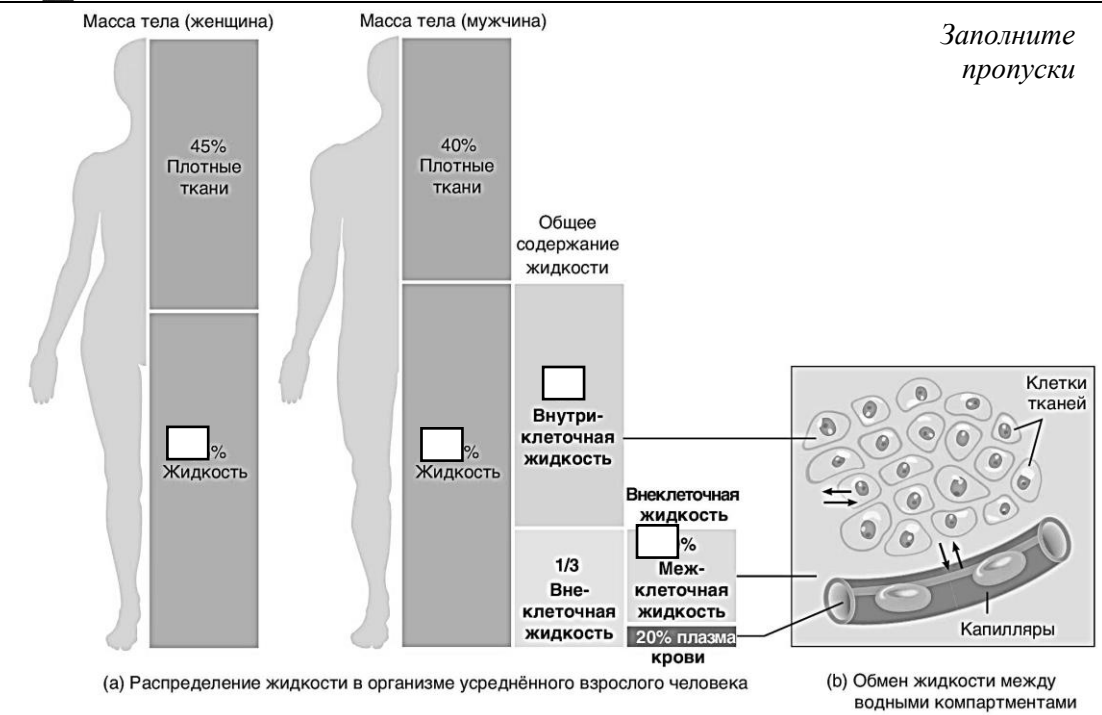
ПРОТОКОЛ

1. Значение гематокрита составило _____ % или _____.
2. Нормальное значение гематокрита: у мужчин _____ % или _____
3. Нормальное значение гематокрита: у женщин _____ % или _____
4. **Вывод:** гематокрит _____ (в норме, выше, ниже нормы), что может быть обусловлено _____ (↑ или ↓) содержания эритроцитов в единице объёма крови либо _____ (↑ или ↓) объёма циркулирующей плазмы.

Работа 1.7. ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ ВО ВНУТРИКЛЕТОЧНОМ И ВНЕКЛЕТОЧНОМ КОМПАРТМЕНТАХ



Используя материалы лекции, учебника, ЭУМК, изучите распределение жидкости во внутриклеточном и внеклеточном компартаментах. Заполните схемы.



Заполните пропуски

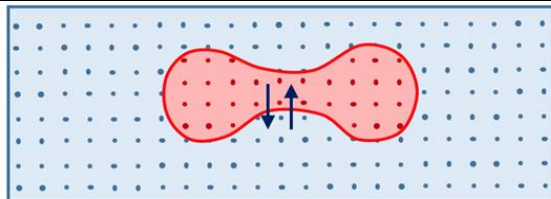
Укажите пути и объёмы суточного потребления и потерь жидкости

Пути поступления	Поступление, л/день	Выведение, л/день	Пути выведения
Всего			Всего

Работа 1.8. ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЁМА ЭРИТРОЦИТОВ В РАСТВОРАХ С РАЗЛИЧНОЙ ОСМОЛЯЛЬНОСТЬЮ

Используя материалы лекции, учебника, ЭУМК зарисуйте изменения объёма эритроцитов в различных растворах. Стрелками укажите направление движения воды.

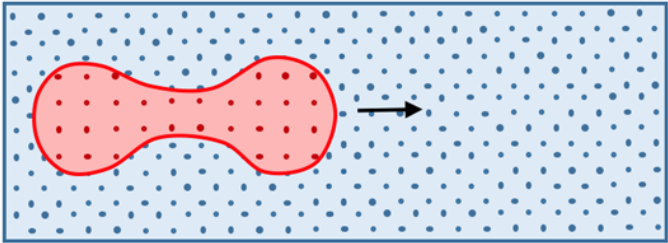
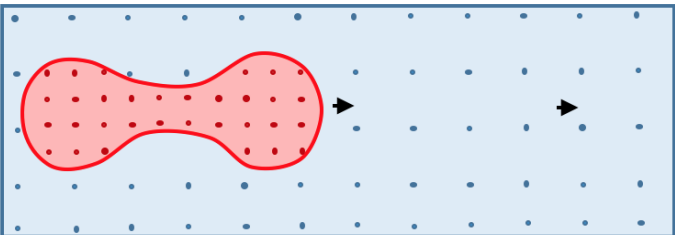
ИЗОТоническая среда



ИЗОТонический раствор (определение)

$P_{\text{осм. эр.}} \square P_{\text{осм. раствора}} (>, <, =)$ _____

Работа 1.8 (продолжение)

ГИПЕРтоническая среда	
	ГИПЕРтонический раствор (определение) <hr/> <hr/> <hr/> $P_{\text{осм. эр.}} \square P_{\text{осм. раствора}} (>, <, =)$ _____
ГИПОтоническая среда	
	ГИПОтонический раствор (определение) <hr/> <hr/> <hr/> $P_{\text{осм. эр.}} \square P_{\text{осм. раствора}} (>, <, =)$ _____

Работа 1.9. ГЕМОЛИЗ И ЕГО ВИДЫ (демонстрация)



Гемолиз — разрушение мембраны эритроцитов с выходом гемоглобина в окружающую среду. В зависимости от причины, вызывающей гемолиз, различают следующие его виды: осмотический, механический, термический, химический, биологический. Физиологический гемолиз является результатом естественного старения и разрушения эритроцитов. В зависимости от локализации гемолиз разделяют на внутриклеточный (происходит в макрофагах селезёнки и печени) и внутрисосудистый (его доля обычно не превышает 10 %).

Материалы и оборудование: кровь крысы, 0,9 % раствор NaCl; 5 % раствор глюкозы; нашатырный спирт; антисептик; дистиллированная вода; 5 пробирок; стеклограф; стеклянная палочка; вата; резиновые перчатки; маска; ёмкость для отработанных материалов с дезраствором. Могут использоваться фотоматериалы электронного атласа.

Ход работы. В первую пробирку наливают 2 мл 0,9 % раствора NaCl, во вторую — 2 мл 0,9 % раствора NaCl и 5 капель нашатырного спирта, в третью — 2 мл дистиллированной воды, в четвёртую — 2 мл 0,9 % раствора NaCl и в пятую — 2 мл 5 % раствора глюкозы. В каждую пробирку вносят по 2 капли крови и перемешивают содержимое, четвёртую пробирку плотно закрывают резиновой пробкой и энергично встряхивают 10–15 с. Результат оценивают через 45 мин.

Полученные данные внесите в протокол.

ПРОТОКОЛ					
№ пробирки	Раствор	Наличие осадка эритроцитов (+ / -)	Окраска раствора	Наличие гемолиза (+ / -)	Вид гемолиза (если есть)
1	0,9 % NaCl				
2	0,9 % NaCl + NH ₄ OH				
3	Дистиллированная вода				
4	0,9 % NaCl + встряхивание				
5	5 % раствор глюкозы				

Работа 1.10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ПЛАЗМЫ КРОВИ КРИОСКОПИЧЕСКИМ МЕТОДОМ (учебный видеофильм)



Осмоляльность плазмы крови зависит от суммарной концентрации молекул всех растворённых в ней веществ (электролитов и неэлектролитов). Она является одной из жёстких гомеостатических констант и определяет распределение воды между вне- и внутриклеточной жидкостью. Величина **осмоляльности (осмотического давления)** плазмы крови составляет у здорового человека в среднем **290 ± 10 мосмоль/кг** (7,3 атм, или 5600 мм рт. ст., или 745 кПа).

Просмотрите учебный видеофильм. Прибор «OSMOMETER MO 801» и аналогичные позволяют определить осмоляльность биологической жидкости (osmol/kg) в объёме 0,05 мл. После заморзания исследуемого объёма жидкости прибор автоматически рассчитывает её осмоляльность и выводит на экран.

Указания к оформлению протокола:

1. Полученные в фильме результаты *внесите* в протокол.

ПРОТОКОЛ

- Полученные результаты: измеренная осмоляльность исследуемой пробы плазмы крови = _____ osmol/kg, или _____ mosmol/kg.
- Нормальная величина осмоляльности плазмы крови составляет *от* _____ *до* _____ мосмоль/кг.
- Вывод.** Осмотическое давление в исследуемой пробе плазмы крови: _____ (в норме, снижено или повышено).

Работа 1.11. ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ (выполняется дома самостоятельно с использованием ЭУМК)

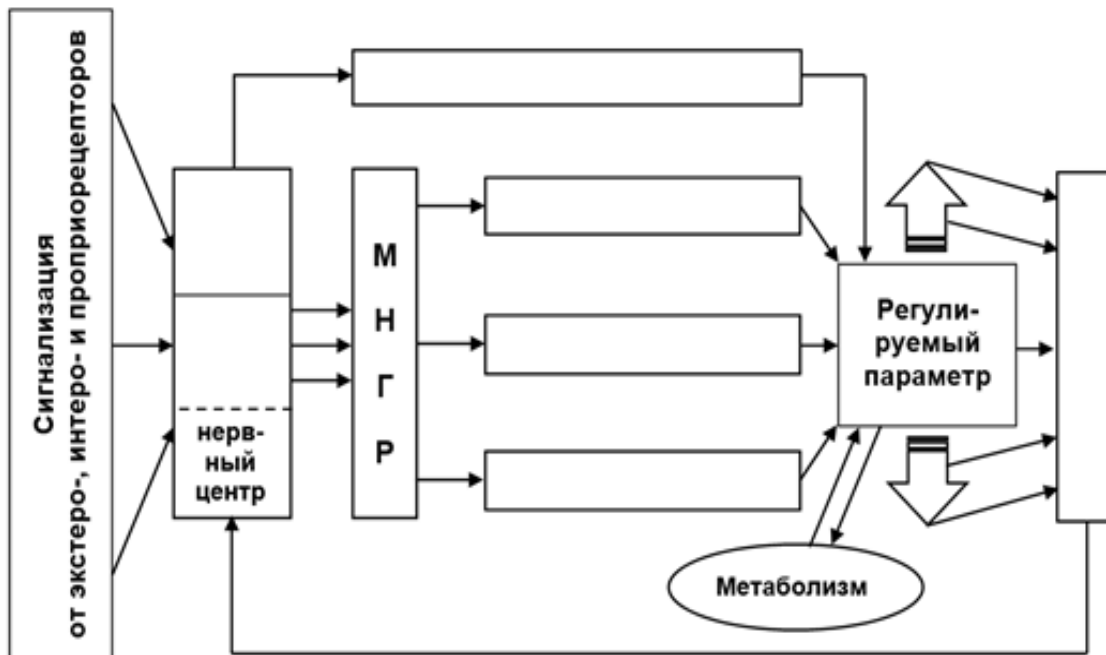


Дайте сравнительную характеристику нервного и гуморального механизмов регуляции функций:

Параметр сравнения	Нервный механизм	Гуморальный механизм
Точность регуляции		
Способы доставки информации		
Скорость регуляции		
Продолжительность регуляции		

Работа 1.11 (продолжение)

Заполните схему функциональной системы регуляции функций по отклонению:



КБМ — _____

ЦНС — _____

МНГР — _____

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

**Занятие 2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЭРИТРОЦИТОВ. ГЕМОПОЭЗ. ЭРИТРОЦИТОПОЭЗ.
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ТРОМБОЦИТОВ. ТРОМБОЦИТОПОЭЗ.
СИСТЕМА ГЕМОСТАЗА**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » _____ 20 ____
день месяц год


<p>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Меры профилактики инфицирования при работе с кровью и другими биологическими жидкостями. 2. Эритроциты. Количество эритроцитов в крови. Особенности строения и свойств эритроцитов, обеспечивающие выполнение их функций. Эритроцитоз и эритропения, их влияние на показатели гематокрита и вязкость крови. Методы подсчёта эритроцитов. 3. Гемоглобин, его строение, свойства и функции. Количество гемоглобина, методы определения. Понятие об анемиях. Физиологические и патологические соединения гемоглобина. Понятие о сатурации (насыщении) гемоглобина. 4. Цветовой показатель и эритроцитарные индексы (МСН, МСНС, MCV, RDW), расчет ЦП и МСН. 5. Понятие о гемоцитопоэзе. Эритрон. Эритроцитопоэз. Роль эритропоэтина, железа, витаминов В₁₂ и В₉ в образовании гемоглобина. Разрушение эритроцитов. 6. Тромбоциты, их количество, строение и функции. Тромбоцитоз и тромбоцитопения. Тромбоцитопоэз, роль тромбопоэтина. 7. Понятие о системе гемостаза и её механизмах. Первичный (сосудисто-тромбоцитарный) и вторичный (плазменно-коагуляционный) гемостаз: значение, методы оценки. Роль тромбоцитов. Понятие о противосвёртывающей и фибринолитической системах крови. 	<p>ЛИТЕРАТУРА</p> <p><i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 211–215, 220–229.</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 1. С. 492–498, 505–513. [4]. С. 186–189, 193–201, 203–205. [5]. С. 1–21.</p>
<p>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что является важнейшим регуляторным фактором, определяющим количество эритроцитов в крови? 2. Почему число эритроцитов и содержание гемоглобина у мужчин выше, чем у женщин? Какие регуляторные факторы влияют на это? 3. Исходя из средней продолжительности жизни эритроцитов и числа эритроцитов в крови, рассчитайте, какое количество эритроцитов образуется и разрушается в организме за сутки при поддержании их постоянного количества. Как оно изменится при преобладании разрушения эритроцитов? 4. Зачем нужны переносчики кислорода в крови, если кислород из плазмы крови потребляется в виде свободно растворенного? 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Что характеризует величина цветового показателя, с какой целью её рассчитывают? 6. Что характеризует показатель МСН, каким образом он рассчитывается? 7. Какой общей причиной можно объяснить увеличение интенсивности эритропоэза при кровопотере, массивном гемолизе эритроцитов, дыхании при пониженном барометрическом давлении? 8. Почему при суточной потребности человека в железе 1–1,5 мг, его содержание в съеденной пище должно составлять 10–20 мг/сут? 9. Перечислите этапы первичного гемостаза. 10. Какие из перечисленных показателей и лабораторных проб (проба жгута, протромбиновый индекс, время кровотечения Айви или по Дюке, содержание фибриногена, количество тромбоцитов в крови) характеризуют первичный гемостаз, а какие — вторичный гемостаз?

Работа 2.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (ЗАПОЛНЯЕТСЯ ДОМА САМОСТОЯТЕЛЬНО)	
Эритроциты — _____	Цветовой показатель — _____
Функции эритроцитов — _____	Эритропоэтин — _____
Гемоглобин — _____	Гем — _____
Эритроцитоз — _____	Карбоксигемоглобин — _____
Эритроцитопения — _____	Метгемоглобин — _____
Сатурация гемоглобина — _____	Гемостаз — _____

Работа 2.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ

1. Техника взятия капиллярной крови (02:04) — к работе 2.3
 2. «Подсчёт эритроцитов в счётной камере под микроскопом» (5:10) — к работе 2.4.
 3. «Определение гемоглобина по способу Сали» (5:07) — к работе 2.5.

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеofilмы, размещённые в ЭУМК.



Работа 2.3. ТЕХНИКА ВЗЯТИЯ КАПИЛЛЯРНОЙ КРОВИ (демонстрация)




Общий клинический анализ крови — одно из самых распространённых лабораторных исследований. Для его проведения часто используется капиллярная кровь.

При работе с кровью следует помнить о её возможной инфицированности вирусами (ВИЧ, вирусных гепатитов и др.) и связанным с этим повышенным риском заражения, которому подвергаются врачи и лаборанты, проводящие серологические и клинические исследования. Поэтому при работе с любым биологическим материалом необходимо помнить правила профилактики инфицирования (повторите материал работы 1.3).

Демонстрация проводится в виде **просмотра учебного видеofilма**.

При лабораторных исследованиях крови и других биологических жидкостей используются средства индивидуальной защиты и санитарно-гигиеническая одежда: резиновые перчатки, очки, маска (или щиток), халат, шапочка, непромокаемый фартук и нарукавники. **Запрещается работа с кровью или другими биологическими жидкостями без использования средств индивидуальной защиты.**

Попадание крови или другой биологической жидкости на кожу и слизистые, особенно при их повреждении, должно квалифицироваться как аварийный контакт с инфицированным материалом.

Работа 2.3 (продолжение)

Материалы и оборудование: стерильные одноразовые скарификаторы, вата, пинцет; антисептик (3 % раствор перекиси водорода), СГО (резиновые перчатки, маски, очки или щиток, непромокаемые фартук и нарукавники), ёмкость для отработанных материалов с дезраствором.

Ход работы. Взятие капиллярной крови проводится следующим образом:

1. Пациент должен сидеть напротив врача, рука пациента (лучше нерабочая) должна находиться на столе.
2. Забор крови проводят из 4-го пальца, так как синовиальное влагалище его изолировано, что предотвращает распространение воспалительного процесса на кисть в случае инфицирования места укола.
3. Выполняется санитарная обработка рук медицинского персонала.
4. При необходимости палец пациента согревается и слегка массируется для улучшения кровотока.
5. Кожа пальца обследуемого дезинфицируется спиртом или дезраствором.
6. Скарификатор извлекается из одноразовой упаковки за край, противоположный колющему.
7. Прокол кожи делают в подушечке пальца в центральной или боковой точке, скарификатор погружают на всю глубину режущей поверхности (рис. 2.1).
8. Первую каплю крови снимают сухой стерильной ватой (чтобы не было примеси тканевой жидкости), тщательно вытирают палец (кожа должна быть сухой).
9. Следующая капля крови должна иметь выпуклый мениск и не растекаться по пальцу. Эту и последующие капли крови берут для анализа (рис. 2.2).
10. После забора крови место укола обрабатывается дезраствором.

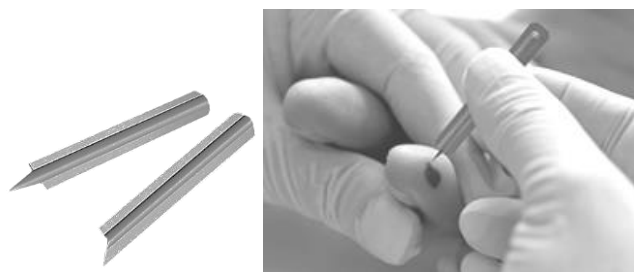


Рис. 2.1. Скарификаторы и забор капиллярной крови

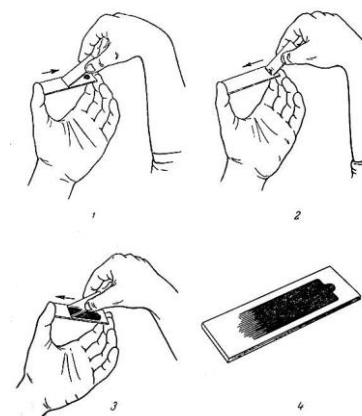


Рис. 2.2. Изготовление мазка крови

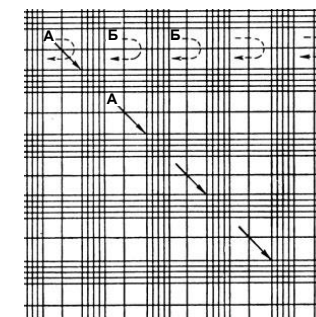


Рис. 2.3. Передвижение сетки при подсчёте эритроцитов (А) и лейкоцитов (Б)

ПРОТОКОЛ

1. Первую каплю крови не используют для анализов потому, что: _____
2. Скарификатор извлекают из индивидуальной упаковки со стороны: _____
3. Кровь обычно берут из 4-го пальца руки, поскольку: _____
4. Забор крови предпочтительно выполнять из _____ (рабочей или нерабочей) руки, чтобы _____

Работа 2.4. ПОДСЧЁТ ЭРИТРОЦИТОВ В СЧЁТНОЙ КАМЕРЕ ПОД МИКРОСКОПОМ (демонстрация)



В целях профилактики инфицирования работа проводится как демонстрационная в виде просмотра учебного фильма и работы с микрофотографиями эритроцитов в счётной камере.

Подсчёт эритроцитов может осуществляться как вручную с использованием счётных камер, так и автоматическими гемоанализаторами. В гематологических анализаторах подсчёт количества форменных элементов основывается на изменении величины сопротивления и оптической плотности объёма жидкости при прохождении клеток через апертуру анализатора (дополнительную информацию см. на etest.bsmu.by)

Материалы и оборудование: микроскоп, кровь крысы, одноразовые скарификаторы, пинцет, вата, предметное стекло с сеткой Горяева, притёртое покровное стекло, смеситель для эритроцитов или пробирка, 3 % раствор NaCl, ёмкость на 2–3 мл, антисептик, СГО, ёмкость для обработанных материалов с дезраствором.

Ход работы. Для подсчёта эритроцитов кровь разбавляют в **200 раз** в специальных смесителях, чтобы создать оптимальную для подсчёта концентрацию клеток. В качестве растворителя при подсчёте эритроцитов в счётной камере применяют **гипертонический 3 % раствор NaCl**, в котором эритроциты сморщиваются. Это делает их более контрастными в поле зрения микроскопа.

Счётные камеры формируются при наложении покровного стекла поверх толстого предметного стекла, разделённого двумя поперечными и одной небольшой продольной бороздой на две площадки, на которые нанесены **сетки Горяева** (рис. 2.3, 2.4). Эти площадки ниже боковых участков на 0,1 мм, поэтому при наложении покровного стекла над сеткой образуется пространство счётной камеры высотой в 0,1 мм.

Сетка Горяева в счётной камере разделена на большие квадраты, которые, в свою очередь, делятся на 16 маленьких квадратов.

Подсчёт эритроцитов выполняют в 5 больших квадратах, расположенных по диагонали. Клетки подсчитывают в соответствии с **правилом Егорова**: к данному квадрату относятся все эритроциты, находящиеся внутри, а также на его левой и верхней границе.

Подсчёт студентами эритроцитов проводится по фотографии фрагмента счётной камеры со смесью эритроцитов, **РАЗМЕЩЕННОЙ** в папке «Атлас» на ЭУМК.

Указания к оформлению протокола:

1. *Подсчитайте* суммарное число эритроцитов в расположенных по диагонали 5 больших квадратах, разделённых на 16 маленьких, или в 4 угловых и одном центральном квадратах на фотографии, сделанной на малом увеличении. *Рассчитайте по формуле* содержание эритроцитов в 1 л крови. *Оцените* полученный результат, сравнив его с нормой.

2. *Подпишите* обозначения на меланжере, *укажите* цвет бусины.

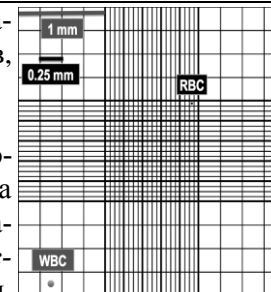
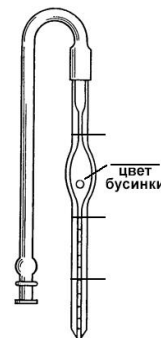


Рис. 2.4



Меланжер для эритроцитов

ПРОТОКОЛ

1. Число эритроцитов в больших квадратах:

в 1 ____; во 2 ____; в 3 ____; в 4 ____; в 5 ____.

Суммарное количество эритроцитов в пяти больших квадратах (Э) равно ____ клеток.

2. Количество эритроцитов в 1 л крови (X) рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{\text{Э} \times 4000 \times 200}{80} \times 10^6 = \text{Э} \times 10^{10}. \quad X = \underline{\hspace{2cm}} \times 10^{12}/\text{л}$$

3. Нормальное содержание эритроцитов

у мужчин: _____ у женщин: _____

4. **Вывод:** _____

(норма, эритроцитоз, эритроцитопения (анемия))

Работа 2.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГЕМОГЛОБИНА ПО СПОСОБУ САЛИ (демонстрация)



Работа может проводиться в виде демонстрации учебного фильма. Содержание гемоглобина (Hb) в норме составляет: у мужчин — **130–170 г/л**; у женщин — **120–150 г/л**.

Содержание Hb в крови определяют путём измерения количества продукта реакции, образующегося при взаимодействии гемоглобина с различными реактивами. Одним из простейших методов является *колориметрический*, основанный на определении степени интенсивности коричневой окраски раствора *солянокислого гематина* — вещества, образующегося при взаимодействии Hb с соляной кислотой. При этом количество Hb пропорционально интенсивности окраски.

Для измерения Hb используется гемометр Сали. Он состоит из штатива, задняя стенка которого сделана из матового стекла, и трех пробирок одинакового диаметра. Средняя пробирка градуирована в г% и предназначена для измерения содержания гемоглобина, а в двух боковых, запаянных, содержится стандартный окрашенный раствор хлорида гематина. Кровь, использованная для приготовления стандарта, содержала 16,7 г%, или 167 г/л гемоглобина.

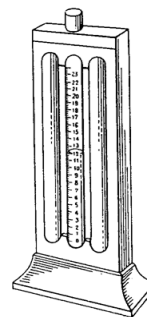
Материалы и оборудование: кровь крысы, пинцет, вата, гемометр Сали в наборе, 0.1 N раствор HCl, ёмкость на 2–3 мл, дистиллированная вода, антисептик, СГО, ёмкость для отработанных материалов с дезраствором.

Ход работы. Для определения содержания гемоглобина в среднюю пробирку до круговой метки вносят пипеткой **0,1 N раствор HCl**. В капилляр набирают 20 мкл крови, вытирают его кончик ватой (во избежание получения завышенных результатов) и аккуратно выдувают кровь на дно пробирки, не допуская перемешивания с соляной кислотой. Поднимают кончик капилляра вверх и промывают его чистым слоем соляной кислоты. Содержимое пробирки перемешивают стеклянной палочкой, пробирку помещают в штатив прибора Сали на 10 мин. В образовавшийся *солянокислый гематин* пипеткой аккуратно добавляют *дистиллированную воду* до тех пор, пока цвет раствора не станет таким же светло-коричневым, как цвет стандарта в двух боковых пробирках (при каждом добавлении воды раствор перемешивают стеклянной палочкой).

Содержание гемоглобина определяют по нижнему мениску раствора. Число на градуировке пробирки показывает содержание гемоглобина в граммах на 100 мл крови (г% или г/дл). Например, исследуемая кровь содержит 15,5 г% гемоглобина, следовательно, содержание гемоглобина в 1 л крови составляет 155 г/л.

Указания к оформлению протокола:

1. *Определите* содержание гемоглобина в исследуемой крови.
2. *Оцените* полученный результат, сравнив его с нормой.



Гемометр Сали

ПРОТОКОЛ

1. Содержание гемоглобина в исследуемой крови
= _____ г% (г/дл), или _____ г/л.
2. Нормальное содержание гемоглобина:
у мужчин _____ г/л
у женщин _____ г/л
3. **Вывод:** содержание гемоглобина в исследуемой крови _____
(нормальное, повышено или снижено)
4. Уменьшение содержания гемоглобина и/или эритроцитов ниже нормы называется _____

Работа 2.6. ВЫЧИСЛЕНИЕ МСН И ЦВЕТОВОГО ПОКАЗАТЕЛЯ

Для оценки **абсолютного** содержания гемоглобина в каждом эритроците используется показатель **МСН** (Mean Corpuscular Hemoglobin) — **среднее содержание гемоглобина в эритроците**, составляющий $30 \pm 4,6$ пг (**25,4–34,6**). Получают этот показатель делением содержания гемоглобина (Hb) в 1 л крови на количество эритроцитов в нём:

$$\text{МСН} = \frac{\text{Hb (г/л)}}{\text{Эритроциты}}$$

Цветовой показатель (ЦП) — **относительная** величина, показывающая содержание гемоглобина в одном эритроците исследуемой крови относительно стандартного содержания гемоглобина в эритроците.

ЦП на практике вычисляют делением содержания гемоглобина в г/л на число *первых трех цифр* количества эритроцитов в 1 л крови, с последующим умножением полученного частного на 3:

$$\text{ЦП} = \frac{3 \times \text{Hb(г/л)}}{\text{Эритроциты} \times 10^{-10}}$$

Тогда **ЦП равен** $3 \times 152 / (4,56 \times 10^{12} \times 10^{-10}) = 3 \times 152 / 456 = 1,00$.

ЦП здорового человека равен **0,8–1,05 (нормохромия)**.

При пониженном содержании гемоглобина в эритроцитах ЦП **меньше 0,8 (гипохромия)**, которая обычно имеет место при дефиците в организме железа), при повышенном — **больше 1,05 (гиперхромия)**, обычно наблюдающаяся при дефиците витамина В₁₂ и/или фолиевой кислоты).

ПРОТОКОЛ

В исследуемой крови содержание: гемоглобина _____ г/л;

эритроцитов _____ × ___/л.

Показатель	Норма
МСН = _____	_____ пг
ЦП = _____	_____

Вывод: _____ (гипо-, нормо- или гиперхромия)

Работа 2.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРВИЧНОГО ГЕМОСТАЗА

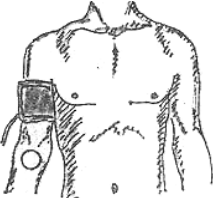
Под термином **гемостаз** понимают комплекс реакций, направленных на остановку кровотечения при повреждении сосудов и на сохранение крови в сосудах в жидком состоянии. В связи с тем, что тромбообразование в сосудах разного диаметра протекает по-разному, различают два основных механизма гемостаза:

1) **микроциркуляторный, сосудисто-тромбоцитарный**, или **первичный** механизм гемостаза. С нарушением этого механизма связаны до 80 % случаев кровотечений и до 95 % случаев тромбообразования.

Первичный гемостаз заключается в быстром (в течение нескольких минут) формировании тромбоцитарных сгустков в месте повреждения сосуда, что имеет **первоочередное значение для прекращения кровотечения из мелких сосудов с низким давлением крови (до 200 мкм)**. Компоненты первичного гемостаза — сосудистая стенка (эндотелий, коллаген, гладкие миоциты) и тромбоциты с их гликопротеиновыми рецепторами (ГП) и факторами свёртывания.

2) **макроциркуляторный, гемокоагуляционный**, или **вторичный** механизм. Как правило, он начинается на основе первичного и следует за ним. Его реализует система **свёртывания крови**. Благодаря вторичному гемостазу образуется смешанный красный кровяной тромб, состоящий главным образом из фибрина и форменных элементов. Он обеспечивает окончательную остановку кровотечения из повреждённых макрососудов (диаметром **более 200 мкм**).

Работа 2.7 (продолжение)

<p>Этапы первичного гемостаза:</p> <p>1) спазм сосудов (рефлекторное сужение в ответ на боль, а также активация тромбоцитов (см. п. 2) → выделение тромбоксана A_2, серотонина и др. → сокращение гладких миоцитов сосудов);</p> <p>2) адгезия тромбоцитов к субэндотелиальному слою (с участием рецепторов к коллагену и фактора Виллебранда), их активация и секреция содержимого их гранул (с участием тромбоксана A_2), а также агрегация тромбоцитов (сначала обратимая, а затем необратимая). В результате псевдоподии тромбоцитов и нити фибрина формируют густую сеть, в которой скапливаются другие форменные элементы крови и образуется тромбоцитарная пробка;</p> <p>3) ретракция (сокращение и уплотнение) тромбоцитарной пробки под действием сократительных белков (внеклеточного — тромбостенина, и внутриклеточных — актина и миозина).</p>	<p>А. Проба жгута (оценка сосудистого компонента первичного гемостаза)</p> <p>Метод основан на том, что дозированное механическое воздействие (давление) на капилляры кожи у здорового человека не вызывает каких-либо существенных изменений. При нарушении нормального состояния стенки капилляров развивается их повышенная ломкость. Как следствие при затруднении венозного оттока крови и повышении внутрисосудистого давления в капиллярах целостность сосудов микроциркуляторного русла нарушается, и форменные элементы крови начинают выходить в ткани, формируя многочисленные точечные кровоизлияния — петехии, или более крупные кровоподтёки. Это свидетельствует о нарушении сосудистого компонента гемостаза.</p>
<p>Материалы и оборудование: тонометр, секундомер, круг из плотного картона 2,5 см в диаметре, ручка, увеличительное стекло.</p>	
<p> Рис. 2.5</p> <p>Ход работы. На предплечье в 1,5–2 см от локтевой ямки очертите круг 2,5 см в диаметре. Проверьте, имеются ли кровоизлияния в этом круге (и сколько их, если они есть). На плечо наложите манжетку тонометра и создайте в ней давление 80 мм рт. ст. (рис. 2.5).</p> <p>При таком уровне давления в манжетке сохраняется артериальный приток крови к конечности, но нарушается её венозный отток. В результате давление в капиллярах повышается с 25–30 мм рт. ст. до 80 мм рт. ст. и более.</p> <p>Поддерживайте давление на этом уровне в течение 5 мин, подкачивая воздух по мере необходимости. Мышцы руки обследуемого должны быть расслаблены. Рука свободно лежит на столе на уровне сердца.</p>	<p>Во время выполнения теста обратите внимание на изменения окраски и температуры кожных покровов. Попросите испытуемого описать характер ощущений, изменения чувствительности. Обратите внимание на изменения подвижности пальцев руки, возможно, нарушение точности движений.</p> <p>Через 10–15 мин после проведения теста подсчитайте все петехии, появившиеся в очерченном круге (с учётом уже имевшихся). У здоровых людей петехии не образуются или их число не более 10 в круге, а размеры не более 1 мм в диаметре (отрицательная проба жгута). Увеличение числа петехий более 10, размеров петехий более 1 мм в диаметре или наличие кровоподтёка (положительная проба жгута) свидетельствуют о неполноценности стенок микрососудов в результате гиповитаминоза С; нарушения выработки фактора Виллебранда или патологии рецепторов тромбоцитов; о наличии тромбоцитопений; эндокринных изменений (менструальный период); инфекционно-токсических воздействий и др.</p>

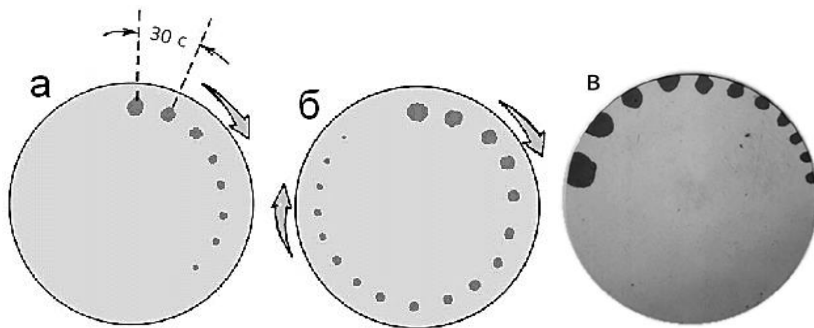
ПРОТОКОЛ

1. Количество петехий в круге до проведения теста _____ (*нет, 1, 2, 3...*).
2. Количество петехий в круге через 10–15 мин после проведения теста: _____ (*нет, 1, 2 ...*).
При их наличии — укажите диаметр _____ (*< 1 мм или > 1 мм*).
3. **Вывод:** проба жгута _____.
(*отрицательная или положительная*)
4. Наблюдающиеся в процессе внешнего сдавления тканей предплечья изменения (*какие?*) цвета _____, температуры _____ и чувствительности _____ кожи, появление ощущений _____, изменение точности движений пальцев (*да/нет*) _____ являются следствием: _____.

Б. Время кровотечения по Дюкэ — демонстрация



Время кровотечения, определяемое по методу Дюкэ, даёт общее представление о том, нормальна ли функция первичного гемостаза (и, в первую очередь, позволяет оценить функцию тромбоцитов, их способность к адгезии и агрегации). **Увеличение** времени кровотечения отражает нарушение первичного гемостаза вследствие тромбоцитопений, тромбоцитопатий, нарушений сосудистой стенки или сочетания этих факторов. **Укорочение** времени кровотечения свидетельствует лишь о повышенной спастической способности мелких сосудов.



Материалы и оборудование: стерильная фильтровальная бумага, одноразовые скарификаторы, вата, пинцет; секундомер, антисептик, СГО, ёмкость для отработанных материалов с дезраствором.

Ход работы. Делают прокол мякоти 4-го пальца на глубину не менее 3 мм. При соблюдении этого условия кровь выделяется самопроизвольно без нажима. После прокола включают секундомер. К первой же выступившей капле прикасаются краевой поверхностью круга (или полоски) стерильной фильтровальной бумаги, которая впитывает кровь. Далее снимают вновь выступившие капли крови новым участком стерильной фильтровальной бумаги **строго через каждые 30 с**. Следует избегать прикосновения бумаги к коже, так как это способствует преждевременной остановке кровотечения. Процедуру продолжают до тех пор, пока на фильтровальной бумаге не перестанут оставаться следы крови.

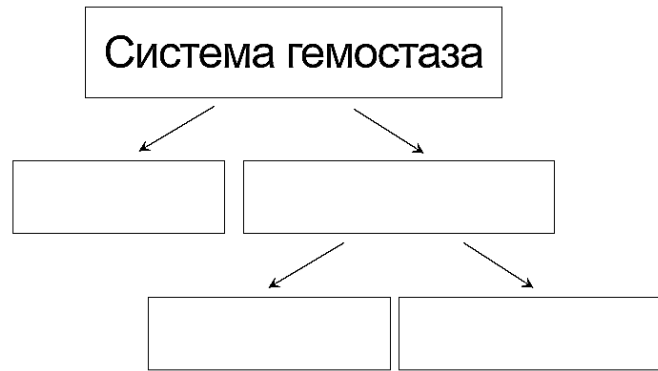
В норме время кровотечения по Дюкэ составляет 2–4 мин.

ПРОТОКОЛ

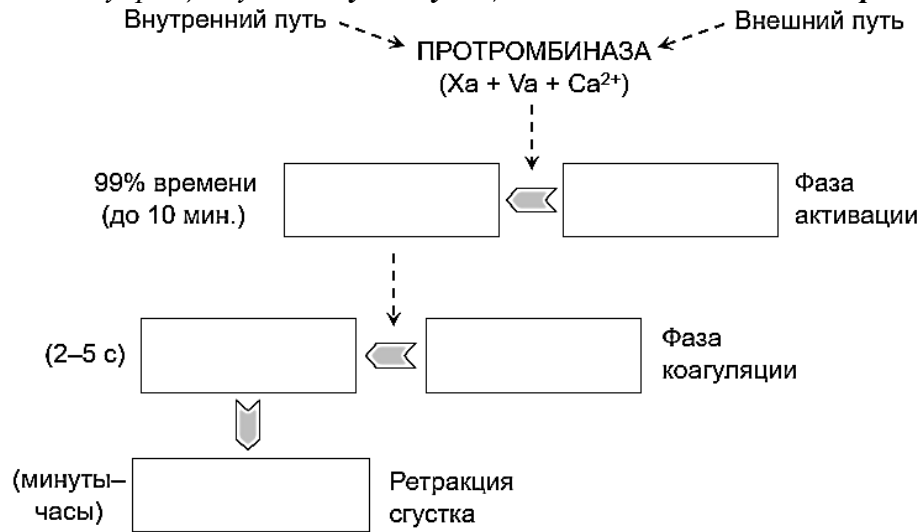
1. Анализ проводится по рисунку _____ (*а, б или в, слева*).
2. Длительность кровотечения по Дюкэ составляет: _____ мин _____ с.
3. **Вывод:** длительность кровотечения _____.
Это свидетельствует о _____ (*сохранении, нарушении*) функции _____ (*первичного, вторичного*) гемостаза.

Работа 2.8. ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА

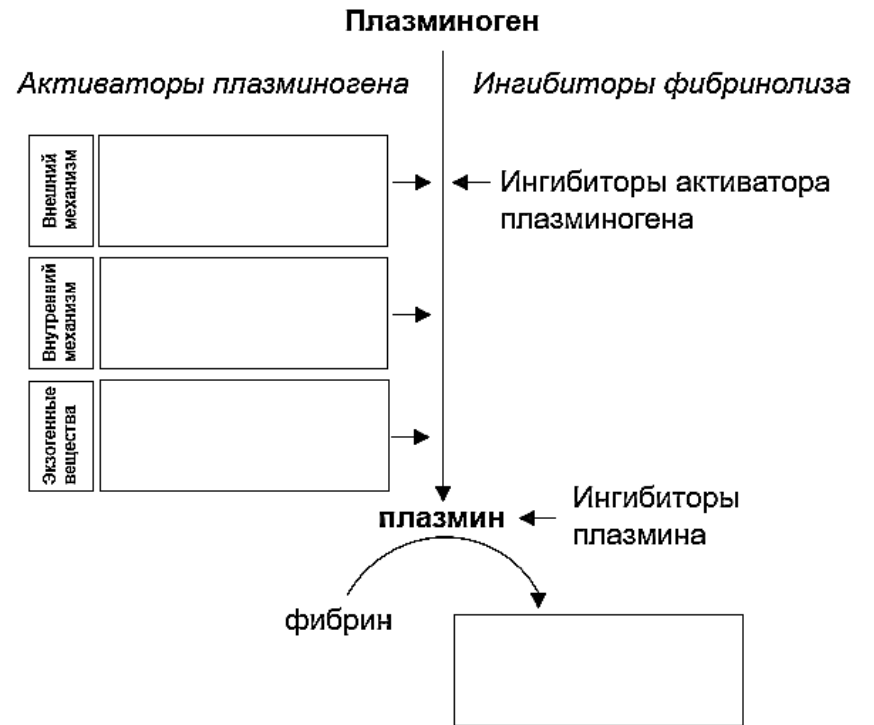
Заполните общую схему системы гемостаза



Заполните упрощённую схему коагуляционного гемостаза по Моравицу



Заполните схему фибринолиза



Исправить задания на страницах

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

--	--

(подпись преподавателя)

**Занятие 3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛЕЙКОЦИТОВ. ЛЕЙКОПОЭЗ.
НЕСПЕЦИФИЧЕСКАЯ И СПЕЦИФИЧЕСКАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ
ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ
ОБЩЕГО АНАЛИЗА КРОВИ**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ___ » _____ 20__
день месяц год

<p>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лейкоциты. Количество и виды лейкоцитов. Особенности строения и свойств, обеспечивающие выполнение ими функций. Распределение лейкоцитов в сосудистом русле, в тканях, его особенности и физиологическое значение. 2. Понятие о лейкоцитопозе. Лейкоцитоз (физиологический, реактивный) и лейкопения. 3. Лейкоцитарная формула: сдвиги лейкоцитарной формулы. 4. Гранулоциты: их разновидности, количество в лейкоцитарной формуле, функции, продолжительность жизни. Особенности строения и свойств, обеспечивающие выполнение ими функций. Гранулоцитопоз. 5. Агранулоциты: их разновидности, продолжительность жизни. Моноциты и тканевые макрофаги: особенности строения и свойств, обеспечивающие выполнение ими функций. Механизмы фагоцитоза. 6. Т- и В-лимфоциты, их свойства и функции. 7. Понятие о механизмах неспецифической и специфической резистентности организма. Роль гистогематических барьеров в механизмах резистентности. Понятие о классах и функциях иммуноглобулинов. 8. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ). Факторы, влияющие на неё. Методы определения. 9. Основные лейкоцитарные и другие показатели, определяемые при проведении общего анализа крови (ОАК). 10. Физиологическая оценка результатов ОАК. Диагностическое значение ОАК. Принципы выполнения ОАК с использованием современных гематологических анализаторов. 	<p>ЛИТЕРАТУРА</p> <p><i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 216–220, 221–225.</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 1. С. 492–505, 531–532. [4]. С. 189–193, 203–205. [5]. С. 1–21. [6].</p>
<p>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Количество эритроцитов или лейкоцитов поддерживается в крови на более постоянном уровне, почему? 2. Какие показатели крови, определяемые при общем анализе крови, характеризуют дыхательную функцию крови? 3. Что такое лейкоцитарная формула? Каковы её показатели для взрослого здорового человека? 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Что такое сдвиг лейкоцитарной формулы влево? Сдвиг вправо? Какие физиологические процессы они отражают? 5. В чем отличие физиологического и реактивного лейкоцитоза? Каковы их причины? 6. Как изменится СОЭ при уменьшении частичного отрицательного заряда (дзета-потенциала) их мембраны? При увеличении содержания альбуминов, глобулинов, ионов Ca^{2+} в плазме крови, её вязкости, эритроцитозе?

Вопросы для самоподготовки (продолжение):

7. Сделайте заключение по анализу крови мужчины 20 лет (выполнен в 7.30 утра): эритроциты — $5 \times 10^{12}/л$; гемоглобин — 160 г/л; цветовой показатель (ЦП), МСН — рассчитайте; лейкоциты — $12 \times 10^9/л$ (юные нейтрофилы — 4 %, палочкоядерные нейтрофилы — 10 %; сегментоядерные нейтрофилы — 59 %; базофилы — 0 %; эозинофилы — 1 %; лимфоциты — 20 %; моноциты — 6 %); СОЭ — 30 мм/ч.
8. Сделайте заключение по анализу крови женщины 35 лет (в 8.00 утра): эритроциты — $4,2 \times 10^{12}/л$; гемоглобин — 148 г/л; ЦП, МСН — рассчитайте; лейкоциты — $4 \times 10^9/л$ (юные нейтрофилы — 0 %, палочкоядерные нейтрофилы — 0 %; сегментоядерные нейтрофилы — 58 %; базофилы — 1 %; эозинофилы — 8 %; лимфоциты — 24 %; моноциты — 9 %); СОЭ — 2 мм/ч.

9. Сделайте заключение по анализу крови мужчины 28 лет (в 13.20 дня): эритроциты — $3,8 \times 10^{12}/л$; гемоглобин — 158 г/л; ретикулоциты — 0,3 %; ЦП, МСН — рассчитайте; лейкоциты — $10,6 \times 10^9/л$ (юные нейтрофилы — 1 %, палочкоядерные нейтрофилы — 3 %; сегментоядерные нейтрофилы — 61 %; базофилы — 0 %; эозинофилы — 4 %; лимфоциты — 23 %; моноциты — 8 %); СОЭ — 8 мм/ч.
10. Сделайте заключение по анализу крови мужчины 40 лет (в 16.15 дня): эритроциты — $2,9 \times 10^{12}/л$; гемоглобин — 90 г/л; ЦП, МСН — рассчитайте; лейкоциты — $3,1 \times 10^9/л$; тромбоциты — $86 \times 10^9/л$; СОЭ — 20 мм/ч.

Работа 3.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)

Лейкоцитоз — _____ _____	Реактивный лейкоцитоз — _____ _____
Лейкопения — _____ _____	Хемотаксис — _____ _____
Лейкоцитарная формула — _____ _____	Фагоцитоз — _____ _____
Сдвиг лейкоцитарной формулы влево — _____ _____	Физиологический лейкоцитоз — _____ _____

Работа 3.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



1. «Подсчёт лейкоцитов в счётной камере под микроскопом» (2:28) — к работе 3.3.
2. «Определение СОЭ по методу Панченкова» (3:13) — к работе 3.5.

Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



Работа 3.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОЭ (демонстрация)



А. Определение СОЭ по методу Панченкова.

Работа может проводиться как демонстрационная в виде просмотра учебного фильма.

При сохранении крови в несвёртывающемся состоянии эритроциты оседают на дно пробирки, так как их удельный вес (1,096 кг/л) выше, чем плазмы (1,029 кг/л). В норме у молодых здоровых людей **СОЭ по Панченкову** составляет: **у мужчин — 1–10 мм/ч; у женщин — 2–15 мм/ч.** Важнейшими факторами, влияющими на СОЭ, являются соотношение различных видов белков плазмы крови, количество эритроцитов и их заряд (дзета-потенциал).

Считается, что уменьшение отрицательного заряда мембраны эритроцитов, экранируемого положительно заряженными компонентами крови, или же увеличение расстояния между эритроцитами при анемиях или гемодилузии, приводит к увеличению СОЭ, и наоборот. В результате **СОЭ повышается:**

- при многих заболеваниях или после вакцинации из-за увеличения содержания в крови провоспалительных белков (**С-реактивного белка, иммуноглобулинов, фибриногена и др.**) и/или снижения содержания альбуминов;
- при снижении количества эритроцитов (в т. ч. у женщин по отношению к мужчинам);
- в физиологических условиях во время беременности (в т. ч. и в связи с повышением концентрации Ca^{2+}), при голодании, с возрастом.

Уменьшение СОЭ вызывают:

- эритроцитоз (альпинисты, горцы) и/или уменьшение объёма циркулирующей плазмы (усиленное потоотделение и т. п.);
- повышение содержания альбуминов или желчных пигментов.

Как видно, изменением СОЭ сопровождаются многие заболевания. Так, при большинстве инфекционных, воспалительных и аутоиммунных заболеваний (вследствие гиперглобулинемии и/или гиперфибриногенемии), болезнях почек с нефротическим синдромом (из-за потери альбуминов с мочой и развития гипоальбуминемии), злокачественных опухолях и гемобластозах (из-за увеличения содержания в крови крупномолекулярных белков и/или угнетения эритропоэза и развития анемии), эндокринных

заболеваниях (тиреотоксикозе и сахарном диабете) и анемиях различного генеза отмечается увеличение способности эритроцитов к агрегации и повышение СОЭ.

Уменьшение СОЭ, вплоть до полного прекращения оседания, бывает при эритроцитозе. Т. о. СОЭ — чувствительный, но неспецифический лабораторный тест.

Материалы и оборудование: кровь крысы, прибор Панченкова с капиллярами, пробирка или часовое стекло, 2 ёмкости на 2–3 мл, СГО, вата, антисептик, антикоагулянт (5 % раствор цитрата натрия) — связывает ионы кальция, ёмкость для отработанного материала с дезраствором.

Ход работы. Для определения СОЭ используют прибор Панченкова. Пипетку (капилляр) прибора промывают 5 % раствором цитрата натрия, набрав его до отметки «Р» и выдув в пробирку (чашечку) или на вогнутое стекло. Кровь крысы аккуратно взбалтывают, дважды набирают до отметки «К» и выдувают к антикоагулянту, тщательно перемешивая с цитратом натрия. Смесь набирают в капилляр до метки «0» и помещают капилляр в штатив **на 1 час строго вертикально.** Результат определяют по снижению красного столбика эритроцитов в капилляре от точки «0» (в миллиметрах) (рис. 3.1).

При определении СОЭ **строго соблюдают:**

- точность соотношения цитрата Na и крови — 1:4;
- вертикальность расположения пипетки в штативе;
- температуру в помещении — 18–22 °С (при более низкой температуре СОЭ уменьшается, а при более высокой — увеличивается).

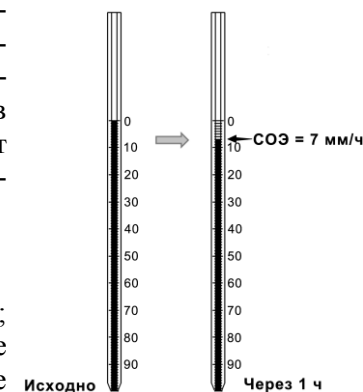
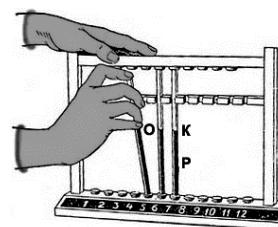


Рис. 3.1



Прибор Панченкова

ПРОТОКОЛ

1. СОЭ исследуемой крови = _____ мм/ч, пол _____.
2. В норме СОЭ: у молодых мужчин _____ мм/ч;
у молодых женщин _____ мм/ч;
3. При определении СОЭ кровь смешивают с 5 % раствором цитрата натрия с целью _____.
4. **Вывод:** _____
(СОЭ в норме, повышена, замедлена)

Работа 3.6. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЩЕГО КЛИНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КРОВИ

Общий анализ крови (ОАК) — одно из самых распространённых лабораторных исследований, которое включает определение следующих основных показателей:

- 1) количество эритроцитов в 1 л крови;
- 2) содержание гемоглобина в 1 л крови;
- 3) расчёт цветового показателя и других эритроцитарных индексов;
- 4) количество лейкоцитов в 1 л крови;
- 5) лейкоцитарная формула;
- 6) скорость оседания эритроцитов.

К дополнительным исследованиям относят: определение количества тромбоцитов в 1 л крови, подсчёт процентного содержания ретикулоцитов и некоторые другие показатели.

По показателям ОАК врач, с учётом результатов других исследований и симптомов заболевания у пациента, может оценить дыхательную функцию крови; интенсивность эритропоэза; предположить наличие инфекционно-воспалительных и аутоиммунных процессов в организме, оценить скорость лейкоцитопоза и т. д.

На результаты ОАК могут оказать влияние многие факторы. Физические нагрузки, стресс, приём богатой белком пищи могут вызвать перераспределение клеток крови и привести к формированию физиологического лейкоцитоза. Для получения корректных результатов исследования важно соблюдать **условия забора крови для ОАК**:

- при выполнении анализа первую каплю крови следует снять стерильным ватным тампоном, чтобы избежать разведения крови примесью тканевой жидкости;
- кровь сдаётся на анализ утром строго натощак (через 10–12 часов после приёма пищи);
- за два часа до сдачи крови следует воздержаться от курения, употребления сока, чая, кофе, можно пить в небольшом количестве негазированную питьевую воду;
- за два дня до исследования необходимо исключить из рациона жирную, жареную, острую пищу и алкоголь. Не следует голодать;
- перед сдачей крови необходимо избегать эмоционального напряжения, физических нагрузок (бег, подъём по лестнице), физиотерапевтических процедур, инструментального обследования, рентгенологического и ультразвукового исследований, массажа и других процедур, в течение 15–30 минут перед сдачей крови рекомендуется спокойно посидеть, отдохнуть;
- за день до анализа исключают интенсивные физические нагрузки (занятия в тренажёрном зале), тепловые процедуры (сауна, баня);
- повторные анализы для динамического наблюдения необходимо проводить в той же лаборатории и в одно и то же время суток.

В настоящее время вместо рутинных ручных методов гематологического анализа всё шире используются возможности, реализованные в гематологических анализаторах. Их использование позволило пополнить ОАК новыми диагностически значимыми параметрами, которые расширили понимание процессов, происходящих в организме в норме и при различных заболеваниях.

В большинстве современных гематологических анализаторов при представлении результатов анализа используются следующие сокращения:

- 1) WBC (*White Blood Cells*) — количество лейкоцитов;
- 2) NEU (*Neutrophils*) — процентное содержание нейтрофилов;
- 3) LYM (*Lymphocytes*) — процентное содержание лимфоцитов;
- 4) EOS (*Eosinophils*) — процентное содержание эозинофилов;
- 5) BASO (*Basophils*) — процентное содержание базофилов;
- 6) MID или MON, MONO (*Middle Cells or Monocytes*) — процентное содержание лейкоцитов среднего размера, в основном, моноцитов с примесью базофилов, эозинофилов и крупных лимфоцитов;
- 7) GRA (*Granulocytes*) — процентное содержание лейкоцитов большого размера, т. е. нейтрофилов, эозинофилов и базофилов;

- 8) RBC (*Red Blood Cells*) — количество эритроцитов;
- 9) HGB (*Hemoglobin*) — содержание гемоглобина;
- 10) HTC или Ht (*Hematocrit*) — показатель гематокрита;
- 11) MCV (*Mean Corpuscular Volume*) — средний объём эритроцита;
- 12) MCH (*Mean Corpuscular Hemoglobin*) — среднее содержание гемоглобина в эритроците;
- 13) MCHC (*Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration*) — концентрация гемоглобина в одном эритроците;
- 14) RDW (*Red Cell Distribution Width*) — ширина распределения эритроцитов по объёму;
- 15) PLT (*Platelets*) — количество тромбоцитов (нормальные значения см. в работе 7.1);
- 16) MPV (*Mean Platelet Volume*) — средний объём тромбоцитов;
- 17) PCT (*Platelet Crit*) — тромбокрит;
- 18) PDW (*Platelet Distribution Width*) — ширина распределения тромбоцитов по объёму.

Работа 3.6 (продолжение)

Ход работы.

А. Проанализируйте результаты общего анализа крови мужчины (42 года), полученного при помощи гематологического анализатора (рис. 3.2).

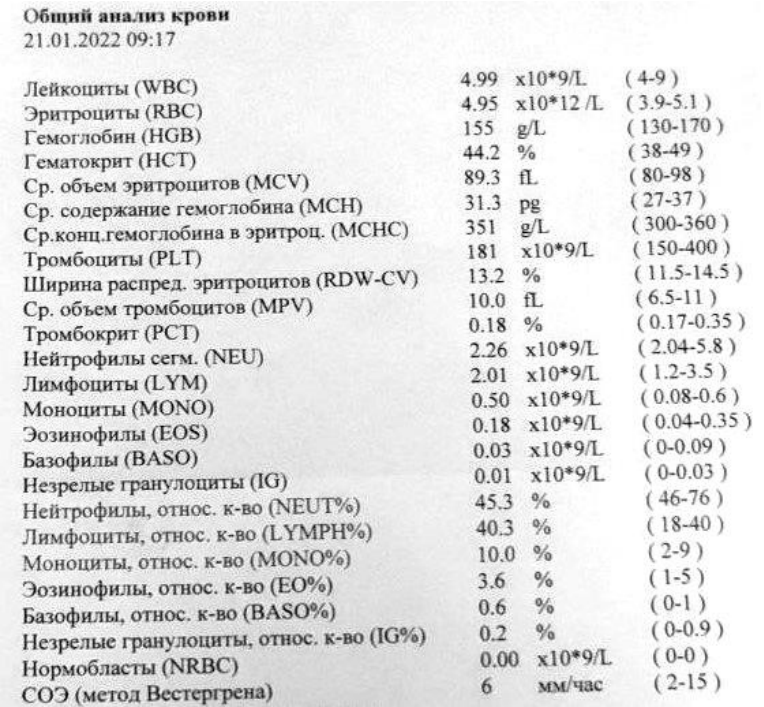


Рис. 3.2. Общий анализ крови

Рассчитайте ЦП: _____

Вывод: _____

(гипо-, нормо- или гиперхромия)

Б. Проанализируйте результаты ОАК молодой женщины. Сделайте **заключение** о соответствии полученных результатов норме. В **выводе** укажите отклонения от нормы (при наличии).

ПРОТОКОЛ

Показатель	Норма	Результат	Заключение
1. Эритроциты (RBC)	(3,9–5,1) × 10 ¹² /л, м (3,7–4,9) × 10 ¹² /л, ж	3,4 × 10 ¹² /л	
2. Гемоглобин (HGB)	130–170 г/л, м 120–150 г/л, ж	96 г/л	
3. Цвет. показатель (ЦП)	0,8–1,05	=	
4. МСН	25,4–34,6 пг	=	
4. Лейкоциты (WBC)	(4–9) × 10 ⁹ /л	10,3 × 10 ⁹ /л	
5. Лейкоцитарная формула:	100 %		
5.1. Нейтрофилы:			
миелоциты	0 %	0 %	
юные	0–1 %	1 %	
палочкоядерные	1–5 %	4 %	
сегментоядерные	47–68 %	55 %	
5.2. Эозинофилы	1–5 %	4 %	
5.3. Базофилы	0–1 %	1 %	
5.4. Моноциты	2–10 %	7 %	
5.5. Лимфоциты	18–40 %	28 %	
6. СОЭ по Панченкову	1–10 мм/ч, м 2–15 мм/ч, ж	13 мм/ч	
Дополнительные показатели:			
Индекс сдвига ¹	0,05–0,1	=	
Ретикулоциты	0,5–1,2 %	0,8 %	
Тромбоциты	(140–450) × 10 ⁹ /л	150 × 10 ⁹ /л	

Вывод: _____

¹ **Индекс сдвига** (индекс регенерации) — это **отношение** количества миелоцитов, юных и палочкоядерных нейтрофилов к количеству сегментоядерных нейтрофилов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Таблица 3.1

Продолжение табл. 3.1

Основные свойства и функции лейкоцитов

Виды лейкоцитов		Свойства и функции
Гранулоциты	Нейтрофилы 47–76 %	<ul style="list-style-type: none"> • фагоцитоз (микрофаги); • способность к активному передвижению к очагу воспаления (хемотаксис); • секреция лизосомальных катионных белков, интерферона; • наличие рецепторов к антигенам, эндотоксинам бактерий и другим факторам; • продолжительность жизни — 4–7 дней.
	Базофилы 0–1 %	<ul style="list-style-type: none"> • содержат в гранулах гистамин, гепарин, серотонин, медленно реагирующая субстанция анафилактики (МРСА) и др.; • регулируют проницаемость капилляров и агрегатное состояние крови; • осуществляют дегрануляцию при аллергических реакциях; • секретируют хемоаттрактанты для нейтрофилов и эозинофилов; • продолжительность жизни — месяцы и годы.
	Эозинофилы 1–5 %	<ul style="list-style-type: none"> • обезвреживание и разрушение токсинов белкового происхождения; • продукция гистаминазы и разрушение гистамина; • разрушение комплексов антиген–антитело; • противопаразитарный иммунитет; • слабая способность к фагоцитозу; • продолжительность жизни — 10–12 дней.

Виды лейкоцитов		Свойства и функции
Агранулоциты	Моноциты 2–10 %	<ul style="list-style-type: none"> • фагоцитоз (макрофаги): способны фагоцитировать более крупные по сравнению с бактериями частицы; • хемотаксис; • выработка интерлейкина-1 и других цитокинов; • презентация антигенов; • наличие большого количества лизосом и пероксисом; • дифференциация в тканевые макрофаги, остеокласты; • продолжительность жизни — месяцы и годы.
	Лимфоциты 18–40 %	<ul style="list-style-type: none"> • продолжительность жизни — месяцы и годы.
	Т-лимфоциты (60–80 % лимф.)	<ul style="list-style-type: none"> • дифференцировка в тимусе; • осуществление реакций клеточного иммунитета; • разрушение чужеродных клеток путём прямого контакта с ними (Т-киллеры разрушают чужеродные клетки, прикрепляясь к ним и выделяя перфорины и цитотоксические вещества в их цитоплазму); • участвуют в отторжении пересаженного органа; • секретируют цитокины.
	В-лимфоциты (15–20 % лимф.)	<ul style="list-style-type: none"> • дифференцировка в красном костном мозге; • осуществление реакций гуморального иммунитета; • синтезируют антитела против чужеродных антигенов; • после контакта с антигенами превращаются в плазмочиты, синтезирующие антитела.
Нулевые клетки (≈ 10 % лимф.)	<ul style="list-style-type: none"> • предшественники Т- и В-лимфоцитов; • разрушение клеток, с которыми связались антитела; опухолевых и инфицированных вирусами клеток. 	

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (продолжение)

Таблица 3.2

Основные характеристики иммуноглобулинов

Классы иммуноглобулинов	Молекулярная масса	Присутствие в секретах слизистых	Способность проникать через плаценту	Функции
IgG	150 000	±	+++	Нейтрализация, опсонизация, агглютинация антигенов, разрушение бактерий, гемолиз
IgM	900 000	+	–	Нейтрализация, опсонизация, агглютинация антигенов, разрушение бактерий, гемолиз; антитела первичного иммунного ответа, антигенраспознающий рецептор В-лимфоцитов
IgA	160 000 (sIgA — 370 000)	++++	–	Нейтрализация антигена, защита от чужеродного на уровне слизистых
IgD	180 000	–	–	Рецептор В-лимфоцитов
IgE	200 000	+	–	Защита от чужеродного на уровне слизистых; связывание с тучными клетками, повышение проницаемости сосудов при контакте слизистой с антигеном

IgG обладают максимальной способностью проникать в ткани, поэтому они наиболее эффективно связывают и удаляют антигены. Они вырабатываются в основном при вторичном иммунном ответе, однако могут продуцироваться и после первого контакта с антигеном, сменяя IgM (при первичном иммунном ответе). Это основной класс антител (до 75 % от всех иммуноглобулинов).

IgM вырабатываются при первичном иммунном ответе. Пентамерная молекула IgM состоит из 5 мономерных молекул, подобных молекуле IgG, связанных дисульфидными мостиками и J-цепью. *Эти антитела не проникают через плаценту.* IgM эффективно связывают комплемент и активируют его по классическому пути, обеспечивая разрушение клеток, например бактерий. К этому классу иммуноглобулинов относятся изогемагглютенины — естественные антитела к эритроцитарным антигенам А и В.

IgA — основной иммуноглобулин слизистых, содержится также в крови. Димерный IgA содержит секреторный компонент, который обеспечивает проникновение молекулы через эпителий. Изолированный дефицит IgA — самая частая форма первичного иммунодефицита.

IgD присутствует в сыворотке в очень низкой концентрации, функции его окончательно не изучены. IgD на поверхности В-лимфоцитов выполняют функции антигенраспознающих рецепторов.

IgE. Концентрация IgE возрастает при аллергических реакциях немедленного типа. Высокоаффинные рецепторы к IgE находятся на тучных клетках и базофилах. При связывании IgE, фиксированных на мембранах тучных клеток или базофилов, с антигеном происходит высвобождение медиаторов воспаления. Именно этот механизм лежит в основе патогенеза анафилактических реакций.

Исправить задания на страницах

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

**Занятие 4. ГРУППЫ КРОВИ. СИСТЕМЫ АВ0, РЕЗУС (Rh) И ДРУГИЕ СИСТЕМЫ.
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОДБОРА ДОНОРСКОЙ КРОВИ**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

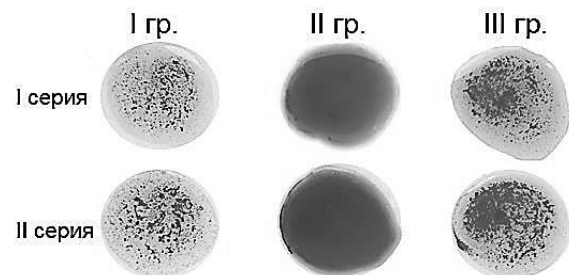
« ___ » _____ 20__
 день месяц год

<p>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Системы групп крови человека. Группы крови системы АВ0. Антигены (агглютиногены) и антитела (агглютинины) групп крови, их характеристика. Образование агглютиногенов и агглютининов системы АВ0. 2. Роль агглютиногенов и агглютининов в определении принадлежности крови к группе в системе АВ0. Их комбинации в крови различных групп системы АВ0. Наследование групп крови. 3. Определение группы крови в системе АВ0. Стандартные сыворотки. Моноклональные реагенты. Их основные характеристики и критерии пригодности для использования. Последовательность действий при определении групп крови в системе АВ0. Критерии отнесения исследуемой крови к определённой группе. Возможные ошибки. 4. Группы крови системы резус (Rh), характеристика антигенов и антител. Формирование антигенов и антител к ним в онтогенезе, отличия системы Rh от системы АВ0. Последствия переливания крови, несовместимой по системе Rh. Резус-конфликт. 5. Исследования, обязательно проводимые перед переливанием донорской крови и её компонентов (определение группы крови реципиента /А/ и эритроцитов донора /Б/ по системам АВ0 и Rh, пробы на индивидуальную совместимость крови реципиента и донора /В/, биологическая проба /Г/). Последствия переливания несовместимой крови. 6. Другие системы групп крови. Система лейкоцитарных антигенов HLA, её значение, в т. ч. в подборе донорских органов. 7. Донорская кровь: её компоненты и препараты. Основные принципы переливания компонентов донорской крови. Факторы риска для реципиента при переливании компонентов крови. 8. Кровезамещающие растворы, их классификация. Физиологические требования, предъявляемые к ним в зависимости от замещаемой функции крови или выполнения других функций. 	<p>ЛИТЕРАТУРА</p> <p><i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 229–235.</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 1. С. 513–522. [4]. С. 201–205. [16]</p>
<p>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чем важнейшие отличия системы АВ0 от системы резус-фактора? 2. Почему определение групп крови системы АВ0 не проводят при температуре выше 25 °С? Ниже 15 °С? 3. Почему определение группы крови системы АВ0 проводится в течение не менее 5 мин? 4. Для чего в капли, в которых произошла агглютинация, добавляют физиологический раствор? 5. Что такое резус-конфликт? Перечислите возможные причины его возникновения. 6. К каким последствиям может приводить первое переливание крови, несовместимой по группе в системе АВ0, в системе Rh? 	<ol style="list-style-type: none"> 7. В чём заключается отличие процессов агглютинации эритроцитов и свёртывания крови? 8. В чем отличие методов определения группы крови системы АВ0 с помощью стандартных сывороток и моноклональных реагентов? 9. Для чего проводятся пробы на индивидуальную совместимость крови реципиента и донора по системе АВ0 и на резус-совместимость? Какова методика их выполнения? 10. Как выполняется биологическая проба? Какова её цель? 11. Каково значение системы HLA для трансплантации донорских органов и тканей? 12. Врач смешал исследуемую кровь со стандартными сыворотками в соотношении 10 : 1 по объёму. Возможно ли определение групп крови и почему?

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ (продолжение):

13. По результатам смешивания исследуемой крови со *стандартными сыворотками* определите группу крови:

Стандартные изогемагглютинирующие сыворотки



14. По результатам смешивания исследуемой крови со *стандартными сыворотками* определите группу крови:

Стандартные сыворотки:	I	II	III
Агглютинация:	+	+	+

15. По результатам смешивания исследуемой крови со *стандартными сыворотками* определите группу крови:

Стандартные сыворотки:	I	II	III	IV
Агглютинация:	+	+	+	-

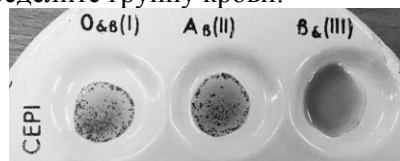
16. По результатам смешивания исследуемой крови со *стандартными сыворотками* определите группу крови:

Стандартные сыворотки:	I	II	III
Агглютинация:			

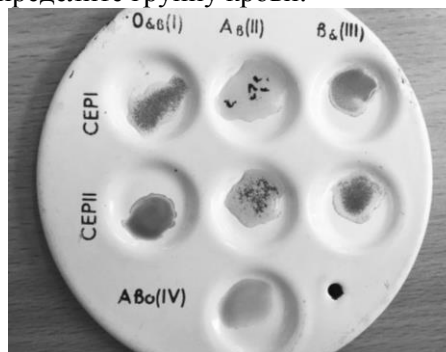
17. По результатам смешивания исследуемой крови со *стандартными сыворотками* определите группу крови:

Стандартные сыворотки:	I	II	III	IV
Агглютинация:	+	-	+	-

18. По результатам смешивания исследуемой крови со *стандартными сыворотками* определите группу крови:



19. По результатам смешивания исследуемой крови со *стандартными сыворотками* определите группу крови:



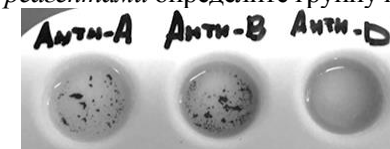
20. По результатам смешивания исследуемой крови с *моноклональными реагентами* определите группу крови:

Моноклональные реагенты:	Анти-А	Анти-В	Анти-Д
Агглютинация:	-	+	-

21. По результатам смешивания исследуемой крови с *моноклональными реагентами* определите группу крови:

Моноклональные реагенты:	Анти-А	Анти-В	Анти-Д
Агглютинация:			

22. По результатам смешивания исследуемой крови с *моноклональными реагентами* определите группу крови:



23. По результатам смешивания исследуемой крови с *моноклональными реагентами* определите группу крови:



24. По результатам смешивания исследуемой крови с *моноклональными реагентами* определите группу крови:



Работа 4.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)

Системы групп крови — _____	Стандартные сыворотки — _____
Агглютиногены — _____	Моноклональные реагенты — _____
Агглютинины — _____ _____	Биологическая проба — _____ _____
Агглютинация — _____	Донор — _____
Система HLA — _____	Реципиент — _____

Работа 4.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



- 1.«Определение групп крови по системе АВ0» (11:01) — к работе 4.3.
 - 2.«Определение резус-принадлежности крови в пробирке без подогрева» (2:00) — к работе 4.4.
 - 3.«Определение группы крови при помощи моноклональных сывороток» (1:24) — к работе 4.5.
- Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



Работа 4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУППЫ КРОВИ СИСТЕМЫ АВ0 ПРИ ПОМОЩИ СТАНДАРТНЫХ СЫВОРОТОК (демонстрация)



Работа может проводиться в виде демонстрации учебных видеофильмов.

Групповую принадлежность исследуемой крови определяют с помощью стандартных сывороток, приготовленных из донорской крови с известной групповой принадлежностью, благодаря чему в сыворотке содержатся определённые антитела (агглютинины) соответствующей группы крови. Принадлежность исследуемой крови к определённой группе определяют по наличию или отсутствию *реакции гем-агглютинации* эритроцитов.

В основе такой реакции лежит взаимодействие между *антигенами эритроцитов исследуемой крови* и соответствующими *одноименными антителами стандартной сыворотки*. Так как антитела, содержащиеся в стандартных сыворотках, известны, по результатам наличия или отсутствия агглютинации определяют антигены эритроцитов исследуемой крови, и, таким образом, — группу крови системы АВ0

Материалы и оборудование: стандартные сыворотки двух различных серий с обозначением наличия в них антител и группы крови, из которой они приготовлены, 0αβ(I), Аβ(II), Ва(III) и АВ0(IV); белая фарфоровая тарелка или планшет; 0,9 % раствор NaCl; стерильные скарификаторы, вата, стеклянные палочки, пинцет; антисептик; СГО; ёмкость для сбора отработанного материала с дезраствором.

Работа 4.3 (продолжение)

Ход работы. Определение группы крови должно проводиться в помещении с хорошим освещением при температуре 15–25 °С.

Определение проводят на тарелке или планшете со смачиваемой поверхностью. В соответствующие углубления планшета вносят *отдельными* пипетками по 0,1 мл (1 большая капля) каждой стандартной сыворотки двух серий (рис. 4.1, 4.2). Кровь для исследования берут из пальца или из вены, соблюдая правила асептики, и сухими стерильными стеклянными палочками или уголками предметного стекла последовательно добавляют кровь (**каплю в 10 раз меньше объёма сыворотки, примерно 0,01 мл**) в каждую каплю сыворотки, тщательно их перемешивая. *Недопустимо использовать для этого одну и ту же палочку, так как это может привести к смешиванию агглютининов разных групп крови.* Полученную смесь дополнительно перемешивают лёгким покачиванием планшета и наблюдают за ходом реакции в течение **не менее 5 мин.**

Обычно реакция агглютинации начинается в течение первых 10–30 с, однако агглютинация может быть более поздней, например с эритроцитами крови подгруппы A₂B (IV). По мере наступления агглютинации, но не ранее чем **через 3 мин**, в капли, в которых наступила агглютинация, добавляют по 1 большой капле (0,1 мл) изотонического раствора NaCl для разрушения иногда наступающей ложной агглютинации — неспецифического склеивания эритроцитов. Наблюдение продолжают при покачивании планшета **до окончания 5 мин**, после чего окончательно оценивают результат.

Реакция в каждой капле может быть положительной либо отрицательной. При положительной реакции (+) в смеси появляются видимые невооружённым глазом мелкие красные зёрнышки (агглютинаты), состоящие из склеенных эритроцитов. Они постепенно группируются в более крупные зерна или хлопья неправильной формы. При этом сыворотка полностью или частично обесцвечивается и просветляется. В случае отрицательной реакции (–) содержимое каплей остаётся равномерно окрашенным в красный цвет, и агглютинаты в нем не обнаруживаются (рис. 4.3). *Результаты реакции в каплях с сыворотками одной группы обеих серий должны быть одинаковыми.*



Рис. 4.1. Стандартные сыворотки 0αβ (I), Aβ (II), Bα(III) и AB₀ (IV) групп крови двух разных серий

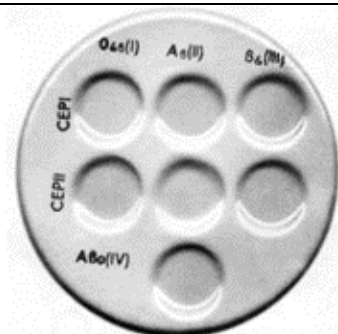


Рис. 4.2. Планшет

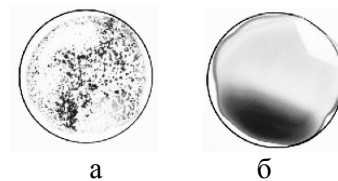


Рис. 4.3. Реакция исследуемой крови с сывороткой:

а — положительная (+),
б — отрицательная (–)

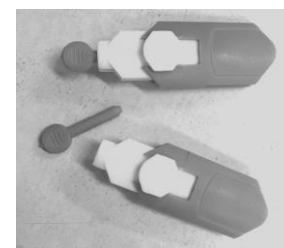


Рис. 4.4. Скарификаторы (ланцеты)

Работа 4.3 (продолжение)

Возможны четыре различных комбинации реакций (рис. 4.5):

1) агглютинины стандартных сывороток всех трех групп не вызвали реакции агглютинации, и все капли остались равномерно окрашенными в красный цвет.

В этом случае исследуемая кровь принадлежит к *группе 0αβ (I)*;

2) агглютинины стандартных сывороток, приготовленных из крови групп 0αβ (I) и Βα (III), вызвали реакцию агглютинации, а сыворотки крови группы Αβ (II) — нет.

Исследуемая кровь принадлежит к *группе Αβ (II)*;

3) агглютинины стандартных сывороток крови групп 0αβ (I) и Αβ (II) вызвали реакцию агглютинации, а сыворотки крови группы Βα (III) — нет.

Исследуемая кровь принадлежит к *группе Βα (III)*;

4) агглютинины стандартных сывороток крови всех трех групп вызвали реакцию агглютинации.

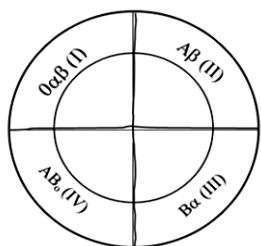
Исследуемая кровь принадлежит к *группе ΑΒ0 (IV)*.

В случае определения принадлежности крови к группе ΑΒ0 (IV), прежде чем сделать такое заключение, для исключения неспецифической агглютинации необходимо провести дополнительное контрольное исследование со стандартной сывороткой крови ΑΒ0 (IV) группы по той же методике в свободном (чистом) квадрате тарелки.

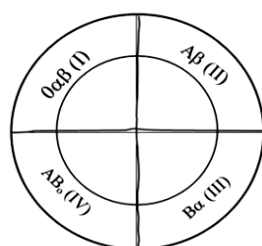
Отсутствие агглютинации в этом исследовании позволяет считать ранее полученные реакции специфическими и отнести исследуемую кровь к группе ΑΒ0 (IV). Наличие агглютинации с сывороткой крови группы ΑΒ0 (IV) говорит о неспецифической агглютинации. В таком случае исследование следует повторить с отмытыми в 0,9 % растворе NaCl эритроцитами в лабораторных условиях. *Выявление других комбинаций реакций агглютинации говорит о неправильном определении групповой принадлежности крови по системе ΑΒ0!*

Нарисуйте схему определения каждой из групп крови системы ΑΒ0:

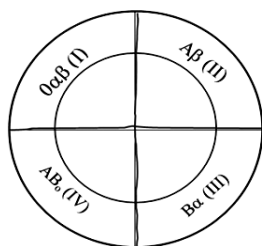
(объём капли крови в 10 раз меньше капли сыворотки, температура 15–25 °С)



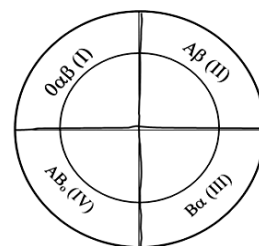
0αβ (I)
(анти-A+B)



Αβ (II)
(анти-B)



Βα (III)
(анти-A)



ΑΒ0 (IV)
(—)

Результат реакции со стандартными сыворотками			Исследуемая кровь принадлежит к группе
0αβ (I)	Αβ (II)	Βα (III)	
			0 (I)
			A (II)
			B (III)
			AB (IV)
Контроль с сывороткой группы AB (IV)			

Рис. 4.5. Результаты определения групп крови системы ΑΒ0

Работа 4.3 (продолжение)

Ошибки при определении групповой принадлежности крови возможны в случае ошибочного расположения реагентов, а также в ситуациях, когда агглютинация не выявляется или появляется ложная агглютинация.

Каждый раз при определении группы крови следует проверить расположение реагентов, а также визуально оценить их качество, исключить использование помутневших, частично высохших реагентов, реагентов с истекшим сроком годности.

Отсутствие агглютинации чаще всего может быть обусловлено:

1) замедлением этой реакции при температуре окружающей среды > 25 °С, поскольку активность агглютининов системы АВ₀ при высокой температуре резко снижается;

2) добавлением к стандартным сывороткам избыточного количества исследуемой крови, что ведёт к снижению в них титра (концентрации) агглютининов. Малый объём капли крови также затрудняет агглютинацию. Помните, что объём капли вносимой крови должен быть в 10 раз меньше объёма капли сыворотки;

3) слабой активностью стандартной сыворотки или низкой агглютинирующей способностью эритроцитов.

Выявление *ложной агглютинации* при её фактическом отсутствии может быть обусловлено подсыханием капли сыворотки и образованием «монетных столбиков» эритроцитов или проявлением неспецифической холодовой агглютинации при понижении температуры < 15 °С.

Добавление капли изотонического раствора хлорида натрия к исследуемой смеси сыворотки и крови и проведение исследования при температуре выше 15 °С позволяют избежать указанных ошибок.

Примечание. При получении сомнительного или нечёткого результата при первом определении группы крови проводят повторное исследование групповой принадлежности той же крови со стандартными сыворотками других серий.

Если результаты остаются неясными, то следует определить группу крови перекрёстным способом при помощи стандартных сывороток и стандартных эритроцитов или с помощью моноклональных антител в лабораторных условиях (см. дополнение).

ПРОТОКОЛ

Указания к оформлению протокола:

1. Заполните табл. 4.1 и 4.2. В табл. 4.2 укажите, в каком случае происходит (+) или не происходит (–) агглютинация.

2. Нарисуйте схему определения группы крови системы АВ₀ для исследовавшейся на занятии крови и определите группу исследовавшейся крови.

Таблица 4.1

Группы крови	Агглютиногены эритроцитов	Агглютинины сыворотки
0αβ (I)		
Aβ (II)		
Bα (III)		
AB ₀ (IV)		

Таблица 4.2

Группы крови	Группы стандартных сывороток			
	0αβ (I)	Aβ (II)	Bα (III)	AB ₀ (IV)
0αβ (I)				
Aβ (II)				
Bα (III)				
AB ₀ (IV)				

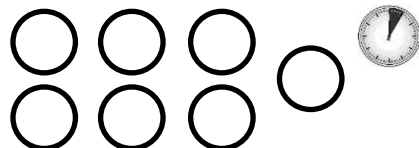


Схема опыта определения группы крови системы АВ₀

3. Через ___ мин в капли, в которых произошла агглютинация, добавляется по ___ кап. _____, что позволяет исключить _____.

4. **Вывод:** исследованная кровь относится к ___ группе системы АВ₀, т. к. её эритроциты _____ (содержат/не содержат) агглютиноген(ы) _____

Работа 4.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУС-ПРИНАДЛЕЖНОСТИ КРОВИ (демонстрация)



Работа может проводиться в виде демонстрации учебных фильмов в компьютерном классе или в ЭУМК.

Определение резус-принадлежности исследуемой крови проводят по такому же принципу, как и определение группы крови в системе АВ0. Исследуемую цельную кровь или взвесь эритроцитов смешивают с универсальной антирезусной сывороткой, содержащей антитела к резус-антигену D (далее — анти-D) и лишённой групповых антител анти-A и анти-B. По истечении установленного времени смесь проверяют на наличие агглютинации, при появлении которой реакцию считают положительной, а кровь — содержащей резус-антиген. Система резус, в отличие от системы АВ0, не имеет естественных агглютининов, но они могут появляться при иммунизации организма резус-отрицательного организма резус-положительной кровью.

Материалы и оборудование: универсальный реагент антирезус для экспресс-метода определения резус-принадлежности крови; 0,9 % раствор NaCl, лупа; стерильные скарификаторы, вата, стеклянная палочка, пинцет в 6 % растворе перекиси водорода; пробирка с резиновой пробкой, антисептик, СГО, ёмкость для сбора отработанного материала с дезраствором.

Ход работы. На дно пробирки помещают 1 каплю универсальной антирезусной сыворотки (анти-D) и 1 каплю исследуемой крови (или эритроцитов). Содержимое пробирки перемешивают встряхиванием; затем медленно поворачивают пробирку, наклоняя её почти до горизонтального положения таким образом, чтобы содержимое растекалось по стенкам — это делает реакцию более выраженной. Как правило, агглютинация наступает в течение 1-й мин, но для образования устойчивого комплекса «антиген – антитело» и чётко выраженной агглютинации, а также ввиду возможности замедленной реакции при слабо выраженной агглютинирующей способности эритроцитов, контакт эритроцитов с реагентом следует проводить, вращая пробирку в почти горизонтальном положении **не менее 5 мин при комнатной температуре**. Затем для исключения неспецифической агглютинации эритроцитов в пробирку добавляют 2–3 мл изотонического раствора NaCl, закрывают пробирку пробкой и перемешивают, не встряхивая, путём 2–3-кратного перевёртывания пробирки. Оценку результатов проводят визуально на скосе жидкости или через лупу.

Одновременно с исследованием цельной крови производится контрольное исследование специфичности и активности сыворотки антирезус со стандартными резус-положительными эритроцитами той же группы или группы I (0) по системе АВ0 и стандартными резус-отрицательными эритроцитами, обязательно одногруппными с исследуемой кровью.

Наличие агглютинации в виде хлопьев из эритроцитов на фоне просветлённой жидкости указывает на *резус-положительную* принадлежность исследуемой крови (RhD⁺). Отсутствие агглютинации указывает на её *резус-отрицательную* принадлежность (RhD⁻).

Ошибки при определении групповой принадлежности крови по Rh-фактору как правило связаны с ситуациями, когда агглютинация не выявляется. Отсутствие агглютинации может быть обусловлено следующими причинами:

1) замедлением этой реакции при *низкой температуре окружающей среды* < 15 °С (определение групповой принадлежности крови можно проводить только при температуре в помещении от 15 до 25 °С);

2) добавлением к универсальной антирезусной сыворотке *избыточного или недостаточного количества исследуемой крови*;

3) *несоблюдением времени* контакта эритроцитов с реагентом и ранним добавлением физраствора *или интенсивным встряхиванием пробирки*.

Результат считается *истинным* после проверки специфичности и активности сыворотки антирезус со стандартными эритроцитами (см. выше), а также после контрольного исследования, которое проводится путём смешивания 1 капли исследуемой крови с 2 каплями 0,9 % раствора NaCl и 1 каплей 33 % раствора полиглобулина (для исключения неспецифической агглютинации).

Указания к оформлению протокола:

1. Нарисуйте схему опыта определения резус-принадлежности исследуемой крови.

2. По результатам опыта сделайте вывод о резус-принадлежности исследованной крови (RhD⁺ или RhD⁻).



Рис. 4.6. Определение резус-принадлежности крови

Вывод: исследуемая кровь является _____ (RhD⁺ или RhD⁻), так как при смешивании её с универсальным антирезус реагентом в пробирке наблюдается _____ (да, нет) агглютинация.

Работа 4.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУППЫ КРОВИ СИСТЕМ АВ0 и Rh при помощи моноклональных антител (реагентов) (демонстрация)



Перед выполнением работы просмотрите учебные фильмы в компьютерном классе кафедры или в ЭУМК.

Для определения групп крови пока ещё часто используются АВ0- и Rh-типизирующие (изоагглютинирующие) сыворотки, приготовленные из донорской крови человека и содержащие антитела к агглютиногенам эритроцитов. Эти антитела являются продуктом поликлонального иммунного ответа, т. е. они происходят из различных клонов антителообразующих клеток и представляют собой набор иммуноглобулинов различных классов. Для получения таких сывороток требуется большое количество донорской крови. Кроме того, титр природных антител в крови человека обычно низок, поэтому часто полученные сыворотки обладают низкой активностью, в связи с чем приходится использовать сыворотки, полученные от специально иммунизированных доноров.

Всё большее распространение получает технология получения антител, основанная на слиянии злокачественной миеломной клетки с антителообразующим лимфоцитом мыши. В результате слияния образуется гибридная клетка (*гибридома*), наследующая основные свойства своих родителей: бессмертность и способность к непрерывному росту — от опухолевой клетки, и способность к продукции антител — от В-лимфоцита.

Антитела, секретируемые клетками-потомками таких гибридов, моноклональны, т. е. происходят из одного клона клеток, принадлежат к одному классу иммуноглобулинов, направлены против одного антигена, стандартны и могут быть получены в любых количествах. Гибридомы мышинного происхождения способны к росту как в культуре, так и в организме мыши в виде асцитной опухоли, продуцируя антитела в очень высоких концентрациях — до нескольких десятков граммов на литр.

Для получения АВ0-, Rh- или других моноклональных реагентов достаточно делать смыв культуры тканей или забор асцитной жидкости и разведение этих жидкостей, так как титр антител в них очень велик.

В настоящее время АВ0- и Rh-титрующие моноклональные реагенты выпускаются в промышленных масштабах, в том числе и в Республике Беларусь.

Преимуществами моноклональных реагентов является их высокая активность, стандартность, надёжность выявления соответствующих антигенов, отсутствие ложноположительных реакций, что, в первую очередь, связано с отсутствием антител другой специфичности. Моноклональные реагенты не являются продуктами клеток человека, поэтому в них исключено содержание вирусов гепатита и ВИЧ.

Для определения группы крови системы АВ0 необходимы **два вида моноклональных реагентов — анти-А и анти-В**, которые продуцируются двумя различными гибридами и содержат соответственно **α - и β -агглютинины**. Некоторые производители выпускают также анти-АВ реагенты.

Для определения группы крови по системе Rh необходим моноклональный реагент **анти-D** (или по-другому анти-Rh), содержащий антитела анти-D.

Техника определения групп крови человека системы АВ0 и системы Rh с помощью моноклональных сывороток

На специальный планшет наносят по одной большой капле реагентов анти-А, анти-В и анти-D под соответствующими надписями (анти-А, анти-В и анти-D). Рядом с каплями реагентов помещают по маленькой капле исследуемой крови (соотношение 10 : 1). Реагент тщательно перемешивают с кровью стеклянными палочками. Наблюдение за ходом реакции агглютинации проводят при лёгком покачивании планшета в течение 5 мин.

Агглютинация с моноклональными реагентами обычно наступает в течение первых 3–5 с. Но наблюдение следует вести **5 мин** ввиду возможности более позднего наступления агглютинации с эритроцитами, содержащими слабые разновидности антигенов. Оценка результатов реакции агглютинации представлена в табл. 4.3.

Работа 4.5 (продолжение)

Таблица 4.3

Группа крови	Реакция агглютинации эритроцитов исследуемой крови с моноклональными реагентами		
	анти-А	анти-В	анти-D
0 $\alpha\beta$ (I)	–	–	
A β (II)	+	–	
B α (III)	–	+	
AB ₀ (IV)	+	+	
Rh ⁺			+
Rh [–]			–

Ход работы. Работа выполняется с использованием компьютерной программы «PhysioEx». Кликните на гиперссылку «Access PhysioEx 9.0» → «Exercise 11: Blood Analysis» → «Activity 4: Blood Typing» → «Introduction (вкладка в верхнем меню)» и изучите распределение агглютиногенов на поверхности эритроцитов разных групп (Figure 11.3, стр. 1 из 3), и методику определения групп крови с использованием моноклональных антител (видео **Blood Typing wet-lab video**, стр. 2 из 3).

Перейдите на вкладку «Experiment». Мышкой возьмите из автомата (Blood Typing Slide Dispenser) планшет для определения групп крови и перетащите его на рабочий стол. После этого лунки на планшете обозначатся символами А, В и Rh. Капните в лунки, начиная с «А», исследуемую кровь № 1 (Sample 1), затем по капле реагентов anti-A, anti-B и anti-Rh. Перемешайте кровь с реагентами при помощи палочек соответствующего цвета (Stirring Sticks). Использованные палочки выбрасывайте в пакет для отработанных биоматериалов (Biohazard).

Поместите планшет на осветительный столик справа и нажмите «Light».

На появившемся изображении мышкой выберите «positive» под каплями, в которых произошла агглютинация крови, и «negative» под каплями, в которых агглютинация не произошла. Чтобы записать результаты, нажмите «Record Data». Выбросьте планшет в пакет для отработанных биоматериалов (Biohazard).

Ответьте на вопрос программы, появившийся слева («Predict Questions»): «Если у пациента кровь группы AB₀ (IV) Rh[–], что будет наблюдаться при смешивании крови с указанными моноклональными реагентами?»

- А, агглютинация; В, отсутствие агглютинации; Rh, агглютинация
- А, агглютинация; В, агглютинация; Rh, отсутствие агглютинации;
- А, отсутствие агглютинации; В, отсутствие агглютинации; С, агглютинация»
Нажмите «Submit».

Проанализируйте образцы крови № 2–6. Для начала анализа помещайте планшеты из автомата на рабочий стол. После анализа последнего образца определите группы исследуемой крови, выделив в электронном протоколе соответствующую строчку и щелкая по кнопкам «А», «В», «AB» или «0» и «+» или «–» для указания Rh-фактора. Внесите полученные данные в протокол.

Ответив на вопрос программы: «Почему лица с группой крови AB₀ (IV) Rh[–] известны как “универсальные реципиенты”» и нажав «Check Answer» → «Submit» → «Submit», можно при необходимости повторно посмотреть результаты определения групп крови, нажав «View Experiment Results».

Указания к оформлению протокола:

- Внесите результаты в протокол. Определите группу крови в исследуемых образцах
- В выводе укажите в чём отличия в определении групп крови при помощи стандартных изоагглютинирующих сывороток и моноклональных антител.

ПРОТОКОЛ

Образец крови	Наличие агглютинации (укажите «+» или «–»)			Группа крови	Вывод: _____ _____ _____ _____
	anti-A	anti-B	anti-Rh		
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Внимание!

Для выполнения лабораторной работы на следующем занятии понадобится знание роста Ваших родителей.

Исправить задания на страницах

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

**Занятие 5. ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА КЛЕТКИ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ.
ХИМИЧЕСКАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ. ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ
СИСТЕМЫ**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«___» _____ 20__
день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Обмен информацией между клеткой и окружающей средой. Понятия: информация, сигнал. Виды информационных сигналов.
2. Химическая сигнализация. Основные способы межклеточной коммуникации, их характеристика. Классификация и свойства сигнальных молекул (лигандов).
3. Молекулярные (клеточные) рецепторы. Классификация по строению и локализации в клетке. Структура и функции трансмембранных и внутриклеточных рецепторов. Метаботропные и инотропные рецепторы. Рецепторы, связанные с G-белками.
4. Лиганд-рецепторные взаимодействия. Основные пути внутриклеточной передачи сигнала с участием семисегментных трансмембранных рецепторов (7-TMS). Первичные и вторичные посредники, их функции. Примеры лигандов, взаимодействующих с 7-TMS рецепторами, и физиологических функций, контролируемых с участием этих рецепторов.
5. Односегментные трансмембранные рецепторы (1-TMS), их строение, особенности механизма действия. Примеры лигандов, взаимодействующих с 1-TMS рецепторами, и физиологических функций, контролируемых с участием этих рецепторов.
6. Ионные каналы. Классификация. Строение и механизм действия лиганд-зависимых ионных каналов (ЛЗИК) на примере n-холинорецептора. Примеры лигандов. Роль гормонов и вторичных посредников в регуляции проницаемости ЛЗИК.
7. Внутриклеточная передача сигнала с участием внутриклеточных рецепторов. Лиганды, действующие через внутриклеточные рецепторы. Механизм действия и основные физиологические эффекты.
8. Общая характеристика эндокринной системы, её роль. Морфофункциональная классификация эндокринных желёз.
9. Гормоны как сигнальные молекулы: определение понятия, классификации по химической структуре и выполняемой функции. Механизмы действия гормонов. Общие принципы регуляции синтеза и секреции гормонов.
10. Строение и функции гипофиза. Связи гипофиза с гипоталамусом. Гормоны гипофиза и гипоталамуса, их роль. Взаимодействие нервных и гуморальных механизмов регуляции на гипоталамическом уровне.
11. Регуляция секреции гормонов гипофиза и гипоталамуса. Наиболее частые проявления нарушений эндокринной функции гипофиза и гипоталамуса: несахарный диабет, аномалии роста, акромегалия и др.
12. Эндокринная функция шишковидной железы (эпифиза). Регуляция секреции. Физиологическая роль мелатонина.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

[1].
[2]. С. 38–42, 84–92, 96–97.

Дополнительная

[3]. Ч. 1. С. 51–54, 73–81, 246–275.
[4]. С. 74–75, 162–168, 177–178, 182.
[12]. С. 25–32.
[14]. С. 2–16.

ВНИМАНИЕ!
***Для выполнения
практической
работы
Вам будет
необходимо
знание роста
Ваших
родителей.***

<p>Вопросы для самоподготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. С какими рецепторами преимущественно связываются липофильные лиганды, и с какими — гидрофильные лиганды? 2. В чём разница между метаботропными и ионотропными рецепторами? 3. Каковы функции α-субъединицы G-белка? $\beta\gamma$-субъединицы? 4. Что такое первичные и вторичные посредники действия гормонов? 5. Перечислите вещества, являющиеся классическими вторичными посредниками? Какие вещества выполняют роль первичных посредников? 6. Какие ферменты активируются вторичными посредниками цАМФ, цГМФ и диацилглицеролом (ДАГ)? 7. Какую функцию выполняет вторичный посредник инозитолтрифосфат (ИФ₃)? 	<ol style="list-style-type: none"> 8. В чем заключается метаболический эффект гормонов? Перечислите основные анаболические и катаболические гормоны. 9. В чем заключаются эффекты АКТГ? Чем тормозится его секреция? 10. Чем проявляется избыток и недостаток АКТГ в организме? 11. Как регулируется секреция ТТГ, в чем заключается его тиреоидное действие и как проявляется избыток и недостаток в организме ТТГ? 12. Каковы механизмы обратной связи для регуляции секреции гормонов гипофиза и гипоталамуса? 13. Где синтезируется и где секретируется окситоцин? Какова его роль? 14. Что является стимулами для секреции вазопрессина (АДГ)? 15. Какие общие симптомы имеются при сахарном и несахарном диабете? Каковы причины этих двух разных заболеваний?
--	--

Работа 5.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Лиганд — _____ _____	Первичный посредник — _____ _____
Агонист (стимулятор) — _____ _____	Вторичный посредник — _____ _____
Антагонист (блокатор) — _____ _____	Гигантизм — _____ _____
Гормон — _____ _____	Акромегалия — _____ _____

Работа 5.2. ИЗУЧЕНИЕ РЕЦЕПТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВОСПРИЯТИЯ СИГНАЛА. РЕЦЕПТОРЫ И ИХ ТИПЫ (выполняется самостоятельно)	
Молекулярный (клеточный) рецептор — _____ _____ _____	Сенсорный рецептор — _____ _____ _____

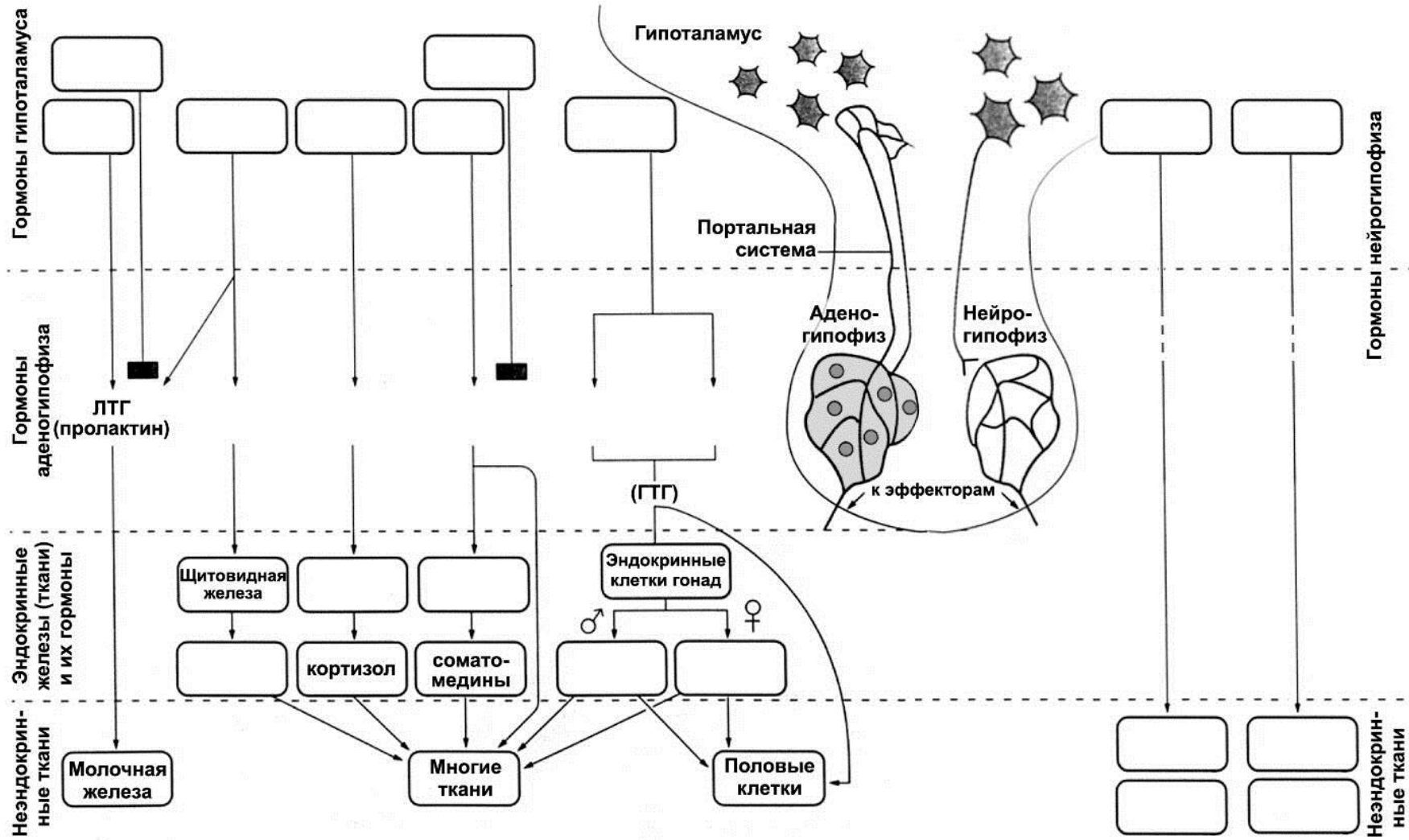
Классификация молекулярных рецепторов:		Соответствующие лиганды (примеры):		Классификация сенсорных рецепторов:		Основные категории информационных сигналов:	
Трансмембранные рецепторы:						химической природы:	
1. _____		_____		_____		_____	
2. _____		_____		_____		физической природы:	
3. _____		_____		_____		_____	
Внутриклеточные рецепторы:						физико-химической природы:	
1. _____		_____		_____		_____	
2. _____		_____		_____		сложной природы:	

Схематично нарисуйте строение трансмембранных рецепторов и изобразите механизм их действия:				Схематично нарисуйте строение сенсорных нейронов и обозначьте стрелками направление распространения возбуждения:			
7-TMS		1-TMS		ЛЗИК		Псевдоуниполярный (соматический или вегетативный) нейрон	
						Биполярный (сетчатки, вестибулярного ганглия) нейрон	
Схема аденилатциклазного пути передачи сигнала _____							

Схема фосфолипазного пути передачи сигнала _____							

Работа 5.3. ИЗУЧЕНИЕ ОБЩЕГО ПЛАНА СТРОЕНИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА (выполняется дома самостоятельно)

Используя материалы лекций, учебника, ЭУМК, *заполните пропуски* в схеме взаимодействия «гипоталамус — гипофиз — периферическая железа или эффекторный орган».



Работа 5.4. ИЗУЧЕНИЕ ГОРМОНОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА КЛЕТКИ, ТКАНИ, ОРГАНЫ-МИШЕНИ У ЧЕЛОВЕКА (выполняется дома самостоятельно)

На рис. 5.1 укажите названия органов эндокринной системы

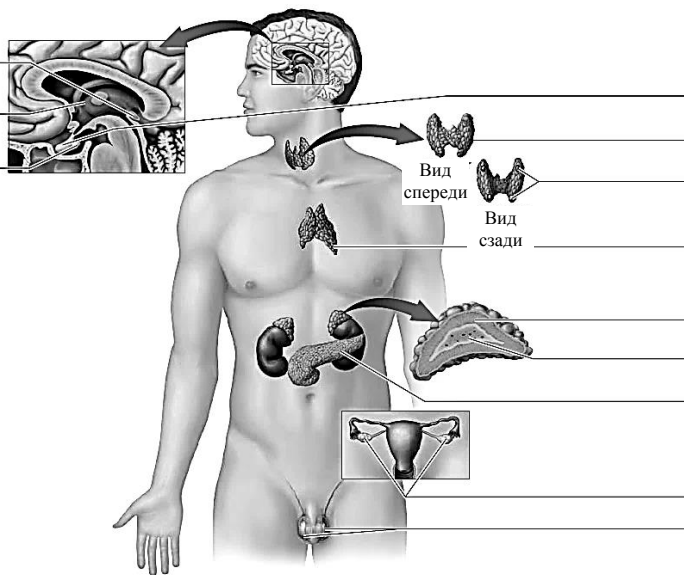


Рис. 5.1. Нейроэндокринные органы, эндокринные железы и органы с эндокринной тканью

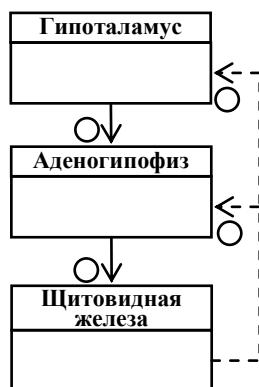
Заполните таблицу 5.1.

Таблица 5.1

Гормоны гипофиза, эпифиза, гипоталамуса

Название гормона	Хим. природа	Орган-мишень	Основные функции, типичные проявления дефицита/избытка (при наличии)
Аденогипофиз			
1. ЛТГ — _____			_____
2. ТТГ — _____			_____
3. АКТГ — _____			_____
4. СТГ — _____			_____
5. ФСГ — _____			_____
6. ЛГ — _____			_____
Нейрогипофиз			
7. _____			_____
8. _____			_____
Эпифиз и гипоталамус			
9. Мелатонин			_____
10. Орексин			_____

Заполните схему регуляции секреции ЖВС. Впишите необходимые гормоны. В кружках укажите стимулирующие (знаком «+») или ингибирующие (знаком «-») влияния.



Работа 5.5. ОЦЕНКА РОСТА И МАССЫ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

135

Рост человека — одна из основных характеристик его физического развития. Считается, что именно рост, а не масса тела, является основным показателем здоровья ребёнка. У взрослого же человека именно масса тела становится одним из важных факторов, определяющих его здоровье.

Линейный рост — процесс неравномерный. Максимальная скорость роста отмечается у новорождённых и детей 1-го года жизни, затем скорость роста значительно понижается. Некоторое повышение скорости роста отмечается у девочек с 9 до 14 лет и у мальчиков с 11 до 16 лет, затем скорость роста снова снижается. К 16 годам у девушек и к 18 годам у юношей рост тела в длину практически завершается и в норме не превышает 1 см/год. Полное окостенение наступает к 20–23 годам в женском организме и к 21–25 годам в мужском.

Рост взрослого человека в пределах 130–200 см у мужчин и 120–190 см у женщин обычно рассматривается как нормальный. Мужчины ростом менее 130 см и женщины менее 120 см называются карликами. Люди-гиганты имеют рост более 190 см женщины и более 200 см мужчины.

Рост — интегральный показатель влияния генетических, гормональных, тканевых и внешних факторов на кость и другие ткани организма. Генетическая программа роста реализуется через эндокринную систему, включающую все известные гормоны (тиреоидные, инсулин, кальцийрегулирующие, надпочечниковые, половые), но особое значение имеет гипоталамо-гипофизарная регуляция роста, центральным звеном которой является соматотропин (СТГ). СТГ способствует росту костей в длину, росту и дифференцированию внутренних органов, развитию мышечной ткани. Основные эффекты СТГ на уровне костной ткани состоят в стимуляции роста хряща, синтеза белка, индуцировании митоза клеток. Эффекты СТГ опосредуются инсулиноподобными факторами роста (ИФР-I, ИФР-II), или соматомединами, которые под влиянием гормона синтезируются, главным образом, в печени и почках. Линейный рост человека завершается с закрытием зон роста под влиянием половых гормонов. Существуют разные подходы к оценке роста человека.

Наиболее простым и доступным методом исследования соматотропной функции является антропометрический.

А. Оценка индивидуальных антропометрических показателей в сопоставлении с возрастными нормами.

1. Для оценки соответствия роста и веса человека нормальным для его возраста значениям используют **расчёт коэффициента стандартного отклонения** — SDS (*Standard Deviation Score*). Он показывает, на сколько стандартных отклонений отстоит измеренный рост, вес или другой показатель от референсного среднего значения (M) в популяции. Стандартное отклонение (SD , CO , *сигма*, σ) — это статистический показатель, характеризующий разброс значений в выборке.

Например, расположив полученные в эпидемиологическом исследовании величины роста на графике (отложив на оси x значения величин роста всех обследованных лиц определённого возраста и пола, а на оси y — количество лиц, имеющих определённый рост), обычно получают кривую, близкую по форме к гауссовой кривой нормального распределения (рис. 5.2).

При этом 68 % всех значений попадают в интервал $M \pm 1\sigma$, 95 % — в интервал $M \pm 2\sigma$, а 99 % — в интервал $M \pm 3\sigma$.

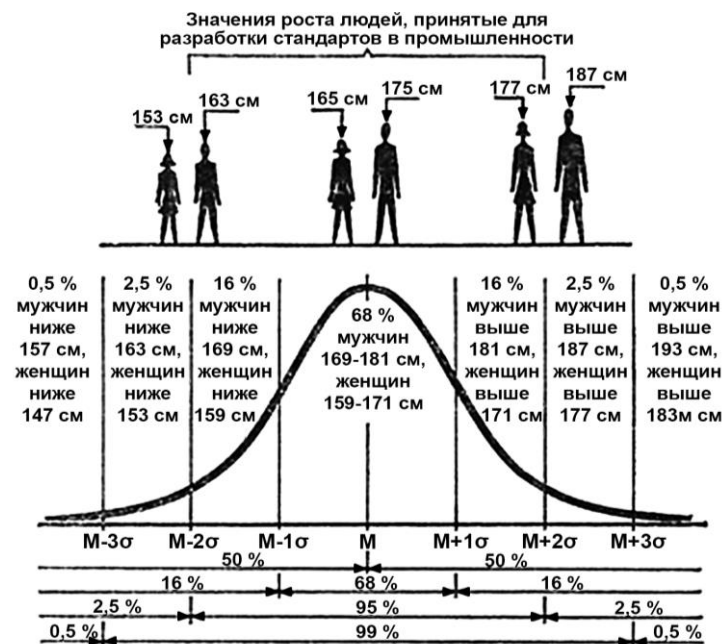


Рис. 5.2. Распределение частот встречаемости разного роста у взрослых мужчин и женщин

Работа 5.5 (продолжение)

Иными словами, в 95 % случаев измеренный показатель отличается от среднего значения в популяции не более чем на ± 2 стандартных отклонения (в 68 % случаев — менее чем на $\pm 1 \sigma$), в 99 % случаев — не более чем на $\pm 3 \sigma$.

Для расчёта показателя SDS находят разницу между фактически измеренным показателем x (рост, вес или др.) и его референсным средним значением в популяции M из табл. 5.2. Затем полученную разницу делят на величину стандартного отклонения σ :

$$SDS = (x - M) / \sigma$$

Оценка. Величины, попавшие в диапазон SDS от -1 до $+1$ ($M \pm 1\sigma$), считают средними; от -1 до -2 ($M-1\sigma$ ÷ $M-2\sigma$ и т. д.) и от $+1$ до $+2$ — ниже и выше среднего; от -2 до -3 и от $+2$ до $+3$ — низкими и высокими; < -3 и $> +3$ — очень низкими и очень высокими, соответственно.

Таблица 5.2

Средние величины роста и веса детей Беларуси (2000 г.) [14]

Возраст, лет	Длина/рост, см		Масса, кг	
	M	σ	M	σ
Мальчики и юноши				
0	52,0	2,71	3,5	0,58
1	76,7	3,87	10,3	1,41
2	86,0	4,19	12,6	1,61
16	172,2	8,18	60,9	9,16
17	174,1	7,45	63,6	8,80
18	175,4	6,4	66,1	8,52
Девочки и девушки				
0	51,2	2,66	3,3	0,55
1	74,4	3,72	9,8	0,95
2	85,2	4,37	12,4	1,70
16	163,4	5,87	57,0	8,25
17	163,8	5,70	58,2	8,25
18	164,0	5,75	58,9	8,34

Задание. 1. Измерьте рост и вес испытуемого (см. ниже в части Б). Индивидуально *рассчитайте и оцените* коэффициенты стандартного отклонения (SDS).

Испытуемый, пол _____, возраст _____ лет.
измеренные величины: рост _____ см, масса тела _____ кг.

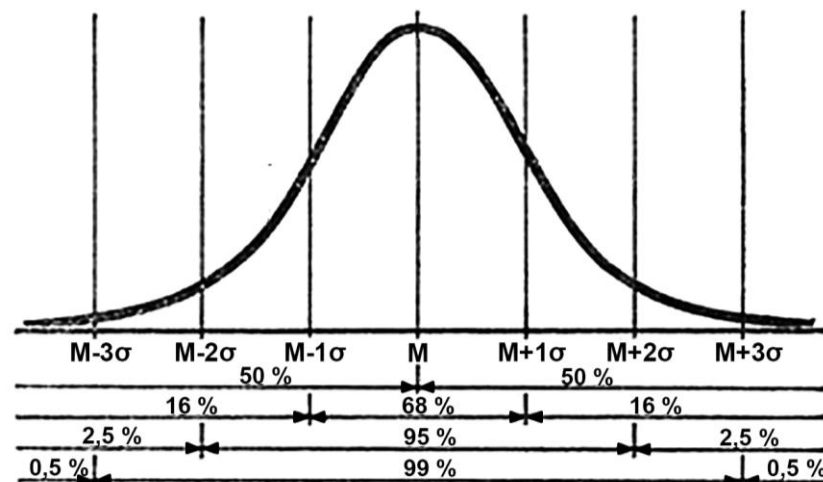
Референсные величины: рост _____ см, масса тела _____ кг;

(по табл. 5.2) $\sigma_{\text{рост}}$ _____ см, $\sigma_{\text{масса}}$ _____ кг.

$$SDS_{\text{роста}} = (\text{_____} - \text{_____}) / \text{_____} = \text{_____}$$

$$SDS_{\text{массы}} = (\text{_____} - \text{_____}) / \text{_____} = \text{_____}$$

2. Вертикальными линиями разных цветов отметьте положение коэффициентов стандартного отклонения роста и массы тела на оси x графика нормального распределения:



Вывод: в соответствии с величиной коэффициента стандартного отклонения (SDS) у испытуемого рост _____, вес _____.

Работа 5.5 (продолжение)

Б. Расчёт прогнозируемого конечного роста (ПКР) человека

Не только эндокринная система, но и наследственность, особенности питания и другие факторы оказывают значительное влияние на рост и развитие организма человека. Врачу нередко приходится решать вопрос, является ли низко- или высокорослость человека результатом эндокринных нарушений или же обусловлены генетически. Помочь в этом может расчёт прогнозируемого конечного роста, основанного на учёте среднего роста его родителей. Для определения должных границ конечного роста используются различные формулы. Одна из них [13]:

$$\text{ПКР } \text{♂} = (\text{рост отца} + \text{рост матери} + 13 \text{ см}) : 2 + 4,5 \text{ см}$$

$$\text{ПКР } \text{♀} = (\text{рост отца} + \text{рост матери} - 13 \text{ см}) : 2 + 4,5 \text{ см}$$

В данной формуле 4,5 см прибавляются с учётом поправки на акселерацию. Измеренный рост взрослого человека в 95 % случаев должен совпадать с прогнозируемым ростом или отклоняться от расчётной величины не более чем на $\pm 2,6$ см. Отклонение измеренного роста на большую величину указывает на чрезмерно низкий или высокий рост человека. В таком случае для выяснения причины нарушения роста необходимо проводить детальные исследования соматотропной функции гипофиза, а также изучение состояния других желёз (прежде всего, половых и щитовидной).

Материалы и оборудование: ростомер, весы медицинские механические напольные.

Ход работы. Измерение роста и веса проводят, как правило, *утром* натошак после посещения туалета.

Для **измерения роста** испытуемый *без обуви* (в тонких носках) прислоняется к ростомеру *в правильной позиции*: руки по швам; пятки вместе носки врозь; пятки, ягодицы и лопатки прижаты к стойке ростомера. Голова располагается в позиции «плоскости Франкфурта», т. е. нижний край орбиты глаза и козелок уха (верхний край наружного слухового прохода) должны находиться на одной горизонтальной линии. Планку ростомера опускают на голову испытуемого. Измерения проводят после глубокого вдоха *на выдохе* с точностью до 0,5 см.

Перед **измерением веса** следует открыть затвор арретира и убедиться, что коромысло весов находится в равновесии (при необходимости, привести его в равновесие перемещением грузиков, расположенных справа за коромыслом). После этого можно закрыть затвор до начала взвешивания.

При взвешивании испытуемый аккуратно становится на середину платформы весов и стоит неподвижно. После этого открывают затвор арретира и перемещают гири по основной и дополнительной шкале до момента совмещения коромысла с неподвижным указателем. После этого закрывают затвор арретира и читают по основной и дополнительной шкалам измеренный вес с точностью до 50 г. Вычитают из него 1 кг (условный вес одежды).

К медицинским весам предъявляются повышенные требования к точности измерения. Их погрешность не превышает ± 50 – 100 г (погрешность бытовых напольных весов может достигать ± 500 – 1000 г).

ПРОТОКОЛ

Рост родителей испытуемого: отца _____ см; матери _____ см.

1. Рассчитайте прогнозируемый конечный рост испытуемого (ПКР):

$$\text{ПКР } \text{♂} = (\text{рост отца} + \text{рост матери} + 13 \text{ см}) : 2 + 4,5 \text{ см}$$
$$= (\text{_____} + \text{_____} + \text{_____}) : \text{___} + \text{_____} = \text{_____} \text{ см.}$$

Допустимое отклонение: ПКР $\pm 2,6$ см = от _____ до _____ см.

$$\text{ПКР } \text{♀} = (\text{рост отца} + \text{рост матери} - 13 \text{ см}) : 2 + 4,5 \text{ см}$$
$$= (\text{_____} + \text{_____} - \text{_____}) : \text{___} + \text{_____} = \text{_____} \text{ см.}$$

Допустимое отклонение: ПКР $\pm 2,6$ см = от _____ до _____ см.

2. **Вывод.** Конституциональный рост испытуемого в сравнении с прогнозируемым _____ (в норме, чрезмерно высокий, чрезмерно низкий).

3. **Избыток** в детском и юношеском возрасте гормона роста или **недостаток** половых гормонов могут привести к патологически _____ росту.

Недостаток в детском и юношеском возрасте гормона роста или **избыток** половых гормонов могут привести к патологически _____ росту.

Работа 5.6. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ КОНЦЕНТРАЦИИ КОРТИЗОЛА И АДРЕНОКОРТИКОТРОПНОГО ГОРМОНА В ПЛАЗМЕ КРОВИ



Кортизол, гормон коркового вещества надпочечников, — один из важных гормонов стресс-реализующей системы. Секреция кортизола контролируется **адренокортикотропным гормоном (АКТГ)** гипофиза. В свою очередь, секреция АКТГ находится под контролем **кортикотропин-рилизинг гормона (КРГ)** гипоталамуса. Усиление секреции кортизола корой надпочечников приводит к угнетению секреции как АКТГ, так и КРГ.

Таблица 5.3

	Эндокринное расстройство	Вероятная причина расстройства	Уровень кортизола	Уровень АКТГ
	Синдром Кушинга (первичный гиперкортизолизм)	опухоль коры надпочечника или приём экзогенных глюкокортикоидов	↑	↓
Болезнь Кушинга (вторичный гиперкортизолизм)	опухолью аденогипофиза	↑	↑	
Болезнь Аддисона (первичная надпочечниковая недостаточность)	постепенное повреждение клеток коры надпочечников	↓	↑	
Вторичная надпочечниковая недостаточность (гипопитуитаризм)	повреждения аденогипофиза	↓	↓	

Материалы и оборудование: в компьютерной работе используются образцы плазмы от пяти пациентов; колонка для высокоэффективной жидкостной хроматографии (*англ.* HPLC, high performance liquid chromatography) с приёмником (HPLC injector) и детектором (HPLC detector) — применяются для количественного определения содержания кортизола и АКТГ в плазме крови; многоразовый шприц.

Ход работы. Работа выполняется с использованием компьютерной программы «14 PhysioEx». Для начала работы выберите «Access PhysioEx 9.0» → «Exercise 4: Endocrine System Physiology» → «Activity 4: Measuring Cortisol and Adrenocorticotrophic Hormone» → «Experiment (вкладка в верхнем меню)».

1. На детекторе (HPLC detector) щёлкните по кнопке «Cortisol», чтобы подготовить колонку хроматографа к выделению и измерению содержания кортизола.
2. Зажмите левую кнопку мыши (ЛКМ) и поместите шприц в 1-ю пробирку с образцом плазмы. Дождитесь заполнения шприца.
3. Зажмите ЛКМ и поместите иглу шприца в приёмник хроматографа (HPLC injector). Образец плазмы поступит в систему и потечёт через колонку хроматографа. Концентрация кортизола в плазме крови первого пациента отобразится на экране детектора (HPLC detector).
4. Нажмите «Record Data» для сохранения результата и *внесите полученные данные в протокол.*

Работа 5.6 (продолжение)

5. Нажмите на кнопку «**Clean**» под шприцем для его очистки.
6. Нажмите на кнопку «**Clean Column**» на детекторе (HPLC detector) для очистки хроматографической колонки от остатков кортизола.
7. Поместите шприц в пробирку с образцом плазмы 2-го пациента. Дождитесь заполнения шприца.
8. Поместите иглу шприца в приёмник хроматографа (HPLC injector). Образец плазмы поступит в систему и начнёт течь через колонку хроматографа. Концентрация кортизола в плазме крови второго пациента отобразится на экране детектора (HPLC detector).
9. Кликните «**Record Data**» для сохранения результата и *внесите полученные данные в протокол*.
10. Нажмите на кнопку «**Clean**» под шприцем для его очистки.
11. Нажмите на кнопку «**Clean Column**» на детекторе (HPLC detector) для очистки хроматографической колонки.
- Ответьте на вопрос программы, появившийся слева («**Stop & Think Question**»): «В норме высокий уровень кортизола должен угнетать секрецию
- АКТГ
 - КРГ
 - как АКТГ, так и КРГ
 - ни АКТГ, ни КРГ»
- Нажмите «**Check Answer**» → «**Submit**».
12. Далее процедура анализа образцов плазмы будет завершаться автоматически. Последовательно помещайте шприц в образцы плазмы оставшихся пациентов (начиная с 3-го) и выполняйте описанную выше последовательность действий.

13. После завершения анализа концентрации кортизола в плазме 5-го пациента, на детекторе (HPLC detector) нажмите кнопку «**АСТН**», чтобы подготовить колонку хроматографа к выделению и измерению содержания АКТГ.

14. Повторите действия, описанные в пп. 2–12 настоящей работы.

Указания к оформлению протокола:

1. *Внесите результаты* в протокол (серые столбики). *Оцените концентрацию кортизола и АКТГ* в исследуемых образцах, используя данные из табл. 5.4.

Таблица 5.4

Отклонение от нормальных величин в утренние часы	Уровень кортизола, мкг/дл	Уровень АКТГ, пг/мл
Повышен (↑)	≥ 23	≥ 80
Понижен (↓)	< 5	< 20

2. *Сделайте заключение* о наличии или отсутствии эндокринных расстройств у обследованных пациентов и их причинах (см. табл. 5.3).

ПРОТОКОЛ

Образец плазмы	Кортизол, мкг/дл	Уровень кортизола (↑/↓)	АКТГ, пг/дл	Уровень АКТГ (↑/↓)	Вид эндокринного расстройства (по табл. 5.3)	Вероятная причина расстройства
1						
2						
3						
4						
5						

Исправить задания на страницах

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

Занятие 6. ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ (ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА, НАДПОЧЕЧНИКИ, ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА, ПОЛОВЫЕ ЖЕЛЕЗЫ)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » _____ 20 ____
 день месяц год

<p>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Щитовидная железа: виды эндокринных клеток и их гормоны. Йодсодержащие тиреоидные гормоны: виды, структура, длительность циркуляции в крови, механизмы действия. Метаболические и другие физиологические эффекты йодсодержащих тиреоидных гормонов. 2. Образование йодсодержащих тиреоидных гормонов и регуляция их секреции. Значение йода и селена, суточная потребность, источники их поступления в организм. Характерные проявления избыточного или недостаточного выделения тиреоидных гормонов в разные возрастные периоды. 3. Надпочечники: особенности строения, функции. Гормоны коркового и мозгового вещества надпочечников. Источники образования. Особенности регуляции секреции. 4. Глюкокортикоиды. Метаболические и неметаболические эффекты кортизола. Механизмы действия. Регуляция секреции. Характерные проявления избыточного или недостаточного выделения глюкокортикоидов. 5. Минералокортикоиды. Альдостерон как жизненно важный гормон. Эффекты и механизмы действия. Регуляция секреции. Характерные проявления избытка или дефицита альдостерона. 6. Гормоны мозгового вещества надпочечников: структура, виды, продолжительность действия. Эффекты и механизмы действия катехоламинов. Регуляция секреции. 7. Эндокринная функция поджелудочной железы. Роль инсулина и глюкагона в регуляции углеводного, жирового и белкового обмена. Соматостатин. Регуляция секреции гормонов. Понятие о состояниях гипо- и гипергликемии. 8. Эндокринная функция половых желёз. Физиологическое значение половых гормонов надпочечников. Механизмы действия половых гормонов и вызываемые ими эффекты. Гормональная регуляция полового созревания. Механизмы регуляции секреции половых гормонов. Характерные проявления их избыточной или недостаточной секреции. 9. Вилочковая железа и её роль в различные возрастные периоды. Значение для развития иммунной системы. APUD-система. Эндокринная функция сердца и сосудов, печени, почек, жировой ткани, мышц, желудка, кожи, лёгких. 10. Гормональные механизмы регуляции водно-электролитного баланса в организме (антидиуретический гормон, альдостерон, предсердный натрийуретический пептид). 11. Участие желёз внутренней секреции в приспособительной деятельности организма. Общий адаптационный синдром, стресс. Дистресс и эустресс. Стресс-реализующие и стресс-лимитирующие системы организма. 	<p>ЛИТЕРАТУРА</p> <p><i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 92–96, 97–122.</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 1. С. 275–328. [4]. С. 168–183. [14]. С. 16–32.</p>
<p>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чём проявляется избыток или недостаток тиреоидных гормонов? 2. Какие гормоны коры надпочечников являются жизненно важными? 3. Какова функция глюкагона, в каких ситуациях он вырабатывается? 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Какие гормоны участвуют в поддержании водно-электролитного баланса? 5. В чем главные отличия эффектов альдостерона и вазопрессина? 6. Что общего у сахарного и несахарного диабетов? 7. Какие гормоны являются важнейшими для развития стресса?

Работа 6.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Отрицательная обратная связь — _____	Эритропоэтин — _____
Положительная обратная связь — _____	Тромбопоэтин — _____
Симпатоадреналовая система — _____	T ₄ — _____
Стресс — _____	T ₃ — _____
Контринсулярные гормоны — _____	Карликовость — _____
Предсердный натрийуретический пептид — _____	Кретинизм — _____

Работа 6.2. ЭНДОКРИННЫЕ ФУНКЦИИ НАДПОЧЕЧНИКОВ (выполняется дома самостоятельно)

Надпочечник

Соединительно-тканная капсула

Кора

Мозговое вещество

Верхний полюс почки

Области	Группы гормонов	Примеры
Клубочковая зона коры	Минералокортикоиды (водно-солевой баланс)	<input type="text"/>
<input type="text"/>	Глюкокортикоиды (обмен глюкозы)	Кортизол Кортикостерон Кортизон
Сетчатая зона коры	Половые гормоны (фенотип)	Дегидроэпиадростендион Эстрогены Прогестерон
Мозговое вещество	Катехоламины (эффекты симпатической НС)	Адреналин Норадреналин

Кортизол

Участует в адаптации к действию физического или психоэмоционального стресса, повышает уровень глюкозы в крови

Участуют в реализации реакций типа «бей или беги». Повышают ЧСС и МОК, увеличивают кровоток в мышцах, стимулируют гликогенолиз и утилизацию глюкозы, повышают возбудимость нервной системы

Регулирует реабсорбцию Na⁺ и воды, секрецию K⁺ и H⁺ в почках, участвуют в поддержании давления крови

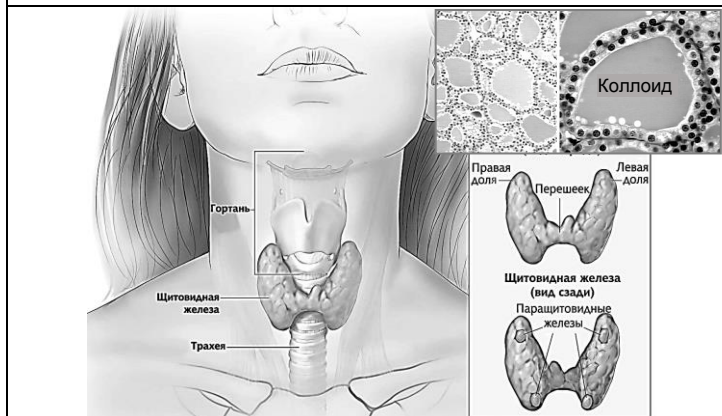
Влияют на развитие половых признаков и полового поведения, оказывают анаболическое действие

Клетки

Заполните пропуски и таблицу. Опишите основные функции гормонов надпочечников.

Группы гормонов	Основные функции

Работа 6.3. ЭНДОКРИННЫЕ ФУНКЦИИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (выполняется дома самостоятельно)

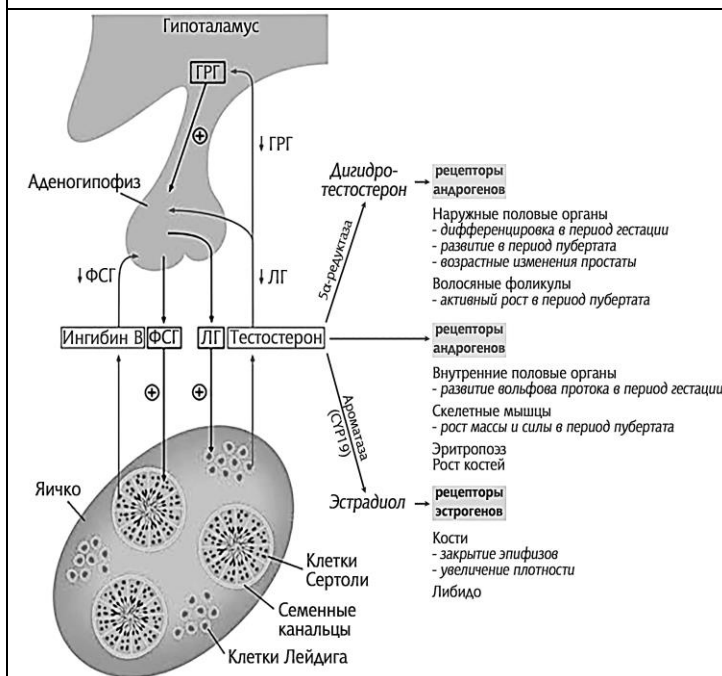


Укажите названия гормонов

Заполните таблицу

У детей	
Избыток T ₃ и T ₄	
Недостаток	
У взрослых	
Избыток T ₃ и T ₄	
Недостаток	

Работа 6.4. СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИЛЫ МЫШЦ РУК У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН



Андрогены, мужские половые гормоны, оказывают выраженное анаболическое действие на органы и ткани, особенно на скелетную мускулатуру. Высокой чувствительностью к андрогенам характеризуются грудные мышцы и мышцы плечевого пояса. В связи с этим имеются выраженные межполовые различия в массе скелетных мышц и их силе у мужчин и женщин.

Материалы и оборудование: ручной динамометр ДК-150 или аналогичный.

Ход работы. Измерьте силу мышц ведущей руки у всех студентов и студенток в группе с помощью ручного динамометра, как это описано в работе 11.2. Для увеличения выборки можно воспользоваться данными студентов из параллельных групп.

Указания к оформлению протокола:

1. *Запишите* значения абсолютных показателей силы мышц рук (в кг) у всех студентов и студенток.
2. *Рассчитайте* среднюю силу рук у мужчин и у женщин в каждой из групп.
3. *Сравните* между собой полученные результаты и *сделайте заключение* о причинах наблюдаемых различий.

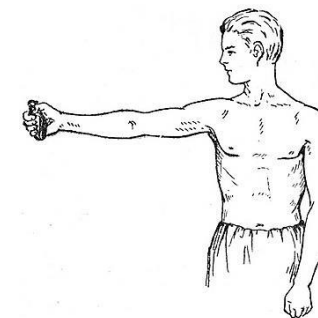


Рис. 6.1

ПРОТОКОЛ										
Сила рук, кг	1	2	3	4	5	6	7	8	Среднее	Вывод. _____ (бóльшая, меньшая) сила мышц рук у мужчин, чем у женщин, обусловлена высокой чувствительностью этих мышц к _____
у мужчин										
у женщин										

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ЭНДОКРИННАЯ ФУНКЦИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ				
<p>Уровень гликемии является одновременно очень важным и достаточно лабильным показателем быстрого энергетического резерва организма, его здоровья или болезни — прежде всего, сахарного диабета (СД). Это обусловлено ведущей ролью углеводов (глюкозы) в энергетическом обеспечении жизнедеятельности организма. Её вклад колеблется от 50 до 60 % и особенно значим для питания эритроцитов (единственный источник энергии), а также клеток нервной ткани и мозгового вещества почек. Источниками глюкозы крови являются углеводы, всасывающиеся в кишечнике, реабсорбирующаяся или вновь синтезируемая глюкоза в почках, а также печень, в которой идут процессы как гликогенолиза, так и глюконеогенеза.</p> <p>Т. о. относительно постоянная концентрация глюкозы в плазме крови обеспечивается тонким балансом механизмов доставки и утилизации глюкозы, концентрация которой в плазме крови выступает одновременно как регулируемым параметром со стороны эндокринной и нервной систем, так и регулирующим фактором функциональной и секреторной активности этих же систем.</p>			<p>Современные критерии нормогликемии натошак, принятые в эндокринологии, составляют для цельной венозной и капиллярной крови 3,3–5,5 ммоль/л (60–100 мг/дл); гипогликемии — менее 3,3 ммоль/л; а гипергликемии — 5,6 ммоль/л и более.</p> <p>В то же время имеются данные, что уровень гликемии натошак уже выше 4,45 ммоль/л вызывает усиленную секрецию инсулина, а более 5,1 ммоль/л может рассматриваться как предиктор СД.</p> <p>Концентрация глюкозы крови в пределах 3,3–3,9 ммоль/л предполагает возможность стимуляции синтеза целого ряда контринсулярных гормонов (глюкагона, адреналина, кортизола, гормона роста) и даже появления признаков гипогликемии (табл. 6.1).</p>	
<i>Таблица 6.1</i>				
Содержание глюкозы (ммоль/л) в цельной капиллярной крови натошак				
гипогликемия	нормогликемия			гипергликемия
< 3,3	3,3–5,5			≥ 5,6
	уровни нормогликемии			
	низкий	оптимальный	повышенный	высокий
	3,30–3,84	3,85–4,44	4,45–5,10	5,11–5,59
<p>При <i>низком</i> уровне нормогликемии в покое натошак происходит активация секреции не только глюкагона, но и гормонов стресса — адреналина и кортизола. При данном уровне глюкозы в крови существенно повышается число ошибочных действий и снижается эффективность умственной деятельности.</p>				
<p><i>Оптимальный</i> уровень характеризуется минимальным выделением (на базальном уровне) основных гормонов, регулирующих обмен глюкозы, и адекватным энергообеспечением клеток. Риск развития СД или гипогликемии минимален.</p> <p>При <i>повышенном</i> уровне нормогликемии отмечается усиление панкреатической секреции инсулина. Физиологические и клинические показатели остаются оптимальными.</p> <p><i>Высокий</i> уровень нормогликемии (более 5,1 ммоль/л) формируется в результате избыточного поступления (образования) глюкозы и/или недостаточной её утилизации тканями, и характеризуется повышением риска развития СД у лиц старше 30 лет.</p>				

Работа 6.5. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ КАК ГОРМОНОВ И КАК НЕЙРОМЕДИАТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ (демонстрационная компьютерная работа)



Ход работы. Используется программа «01 Physiol2», позволяющая выполнять виртуальные эксперименты на крысах. Описание работы смотри на стр. 132.

Выполнение работы позволяет проанализировать сходство и различия в действии гормонов мозгового вещества надпочечников, а также сравнить продолжительность действия гормонов и нейромедиатора симпатической нервной системы, определив его.

Адреналин является конечным продуктом обмена аминокислоты тирозина в хромоаффинных клетках, составляя около 80–90 % от общего количества гормонов, секретируемых мозговым веществом надпочечников. Оставшиеся 10–20 % приходятся на предшественник адреналина — норадреналин.

Физиологические эффекты гормонов зависят от типа активируемых рецепторов. Один и тот же гормон, активируя разные типы рецепторов, может вызывать различные, нередко противоположные, ответные реакции.

Адреналин и норадреналин обладают неодинаковым сродством к α - и β -адренорецепторам (α - и β -АР). Адреналин в физиологических концентрациях имеет большую аффинность к β -АР, а в высоких концентрациях — начинает активировать и α -АР. Норадреналин обычно имеет большее сродство к α -АР.

Адренорецепторы имеют неодинаковую функциональную активность и неоднородно распределены в разных тканях. При одновременной активации α - и β -АР проявляются эффекты α -АР. В сердце находятся преимущественно β_1 -АР; в артериях кожи, органов брюшной полости, венах — α_1 -АР (вызывают сокращение гладких мышц сосудов); в артериях скелетных мышц — преимущественно β_2 -АР (вызывают расслабление гладких мышц сосудов).

Указания к оформлению протокола:

1. Выполните эксперимент и проанализируйте полученные данные. Обозначения: HR — Heart Rate (ЧСС), BP_{syst} — Systolic Blood Pressure ($AD_{\text{сис}}$), BP_{diast} — Diastolic Blood Pressure ($AD_{\text{диа}}$), BP_{mean} — Mean Hemodynamic Blood Pressure ($AD_{\text{срд}}$).

2. Рассчитайте пульсовое АД ($AD_{\text{пульс}} = AD_{\text{сис}} - AD_{\text{диа}}$).

3. Схематично зарисуйте изменения артериального давления (АД) и ЧСС (координатная сетка на графиках и полученные в эксперименте данные могут незначительно отличаться от представленных в протоколе).

4. Сделайте вывод об эффектах и механизмах влияния катехоламинов на сердечно-сосудистую систему. Проанализируйте различия во влиянии катехоламинов как нейромедиаторов симпатических нейронов и как гормонов мозгового вещества надпочечников. Укажите, активацией преимущественно каких типов адренорецепторов достигаются эти эффекты адреналина и норадреналина.

ПРОТОКОЛ

Крыса №	Воздействия на сердце	АД _{сис}	АД _{сгд}	АД _{диа}	ЧСС	Крыса №	Воздействия на сердце	АД _{сис}	АД _{сгд}	АД _{диа}	ЧСС	АД _{пульс}
	Исходные показатели	98	66	53	161		Исходные показатели	98	66	53	161	АД _{пульс}
1.	Введение noradrenaline, 5 µg/kg	168	131	115	207	2.	Введение adrenaline, 5 µg/kg	126	70	46	240	
3.	Стимуляция Symp. Nerves to heart T₁	155	114	96	211	4.	Стимуляция Symp. Nerves to adrenals T₆₋₈	138	93	74	213	

<p>Выводы: 1. Гормоны _____ вещества надпочечников адреналин и норадреналин _____ (влияют или нет) на работу сердечно-сосудистой системы.</p> <p>Эти гормоны _____ (↑ или ↓) частоту и силу сокращений сердца. Увеличение силы сокращений сердца проявляется _____ (↑ или ↓) АД_{сис}.</p> <p>Норадреналин вызывает _____ (сужение или расширение) сосудов и _____ (↑ или ↓) более чем в 1,5 раза АД_{диа}, АД_{сис}.</p> <p>Адреналин в физиологических концентрациях вызывает _____ (сужение или расширение) сосудов и _____ (↑ или ↓) АД_{диа} на фоне _____ (↑ или ↓) АД_{сис}, что приводит к _____ (↑ или ↓) АД_{пульс}.</p>	<p>При одновременном выделении адреналина и норадреналина клетками мозгового вещества надпочечников, со стороны сосудов преобладают эффекты гормона _____.</p> <p>Норадреналин имеет большее сродство к _____-адренорецепторам, адреналин (в физиологических концентрациях) — к _____-адренорецепторам.</p>
---	---

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

Занятие 7. ФИЗИОЛОГИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ И РЕГУЛЯЦИЯ КАЛЬЦИЙ-ФОСФОРНОГО ОБМЕНА

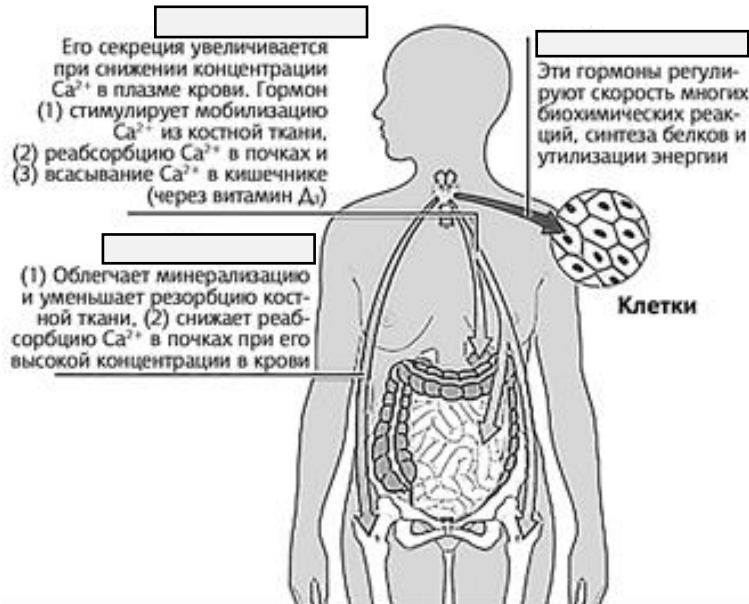
ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » _____ 20____
 день месяц год

<p>Основные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Роль кальция и фосфатов в организме, их соединения и содержание в костной ткани и зубах. 2. Костная ткань: функции, особенности строения и состава, возрастные изменения. Понятие в ремодулирующей и кальций-гомеостазирующей системах костной ткани, их регуляции. 3. Твердые ткани зуба: виды, функции. Эмаль: структура, свойства, функции, особенности «питания». 4. Зубная формула молочных и постоянных зубов. 5. Регуляция гомеостаза кальция и фосфатов в организме. Роль кальцитонина, паратгормона и кальцитриола. Регуляция синтеза и секреции этих гормонов. Характерные проявления их избыточной или недостаточной секреции. 6. Факторы сохранения здоровья костной ткани и зубов. Суточные потребности в кальции и витамине Д₃, источники их поступления в организм. Характерные проявления избытка и недостатка в разные возрастные периоды. 	<p>ЛИТЕРАТУРА</p> <p><i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 111–121.</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 1. С. 287–389.</p>
--	--

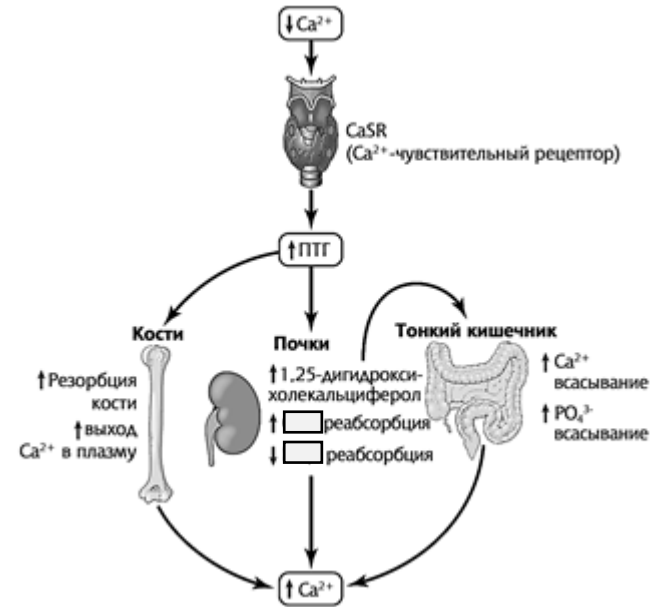
<p>Работа 7.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</p>	
<p>Дентин — _____</p>	<p>Остеобласты — _____</p>
<p>Эмаль — _____</p>	<p>Остеокласты — _____</p>
<p>Цемент — _____</p>	<p>Прикус — _____</p>
<p>Зубная формула постоянного прикуса — _____</p>	<p>Фильтрация — _____</p>
<p>ПТГ — _____</p>	<p>Реабсорбция — _____</p>

Работа 7.2. ЭНДОКРИННЫЕ ФУНКЦИИ ЩИТОВИДНОЙ И ПАРАЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЁЗ (выполняется дома самостоятельно)



Укажите названия гормонов

Заполните пропуски в схеме, иллюстрирующей механизмы поддержания концентрации Ca^{2+} в плазме крови при её снижении

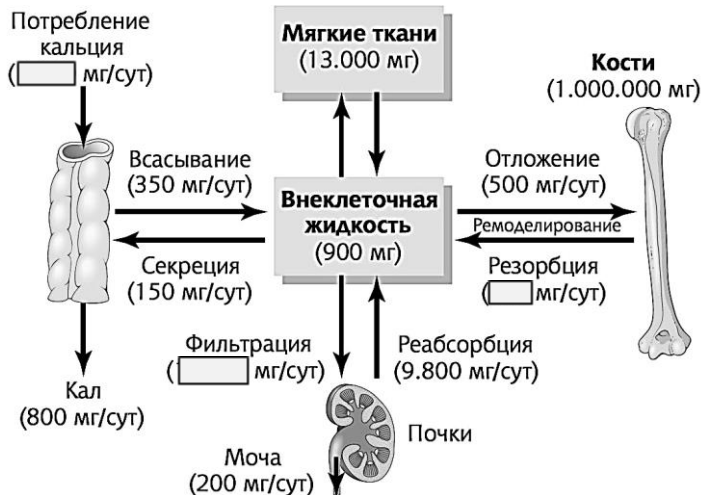


Опишите основные эффекты (↑, -, ↓) гормонов, регулирующих $[Ca^{2+}]$ и $[P_i]$:

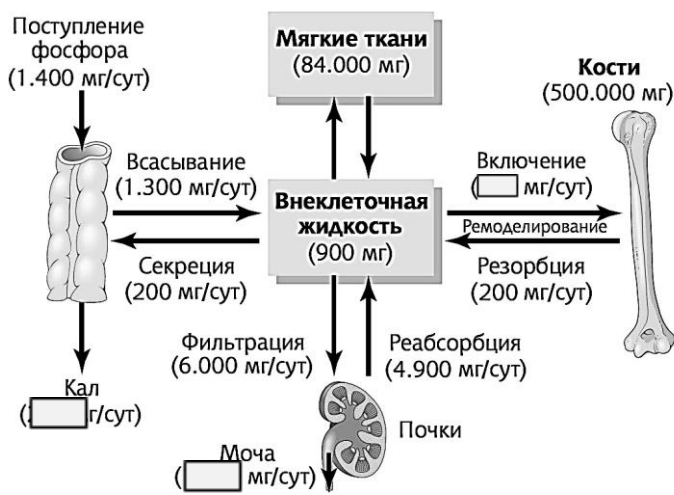
Гормон	Стимуляторы секреции гормона	Концентрация Ca^{2+} в плазме крови	Концентрация P_i в плазме крови	Всасывание Ca^{2+} и P_i в кишечнике	Мобилизация Ca^{2+} и P_i из кости	Реабсорбция Ca^{2+} в почках	Реабсорбция P_i в почках
Паратгормон							
Витамин Д ₃							
Кальцитонин							

Работа 7.3. ГОМЕОСТАЗ КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА (выполняется дома самостоятельно)

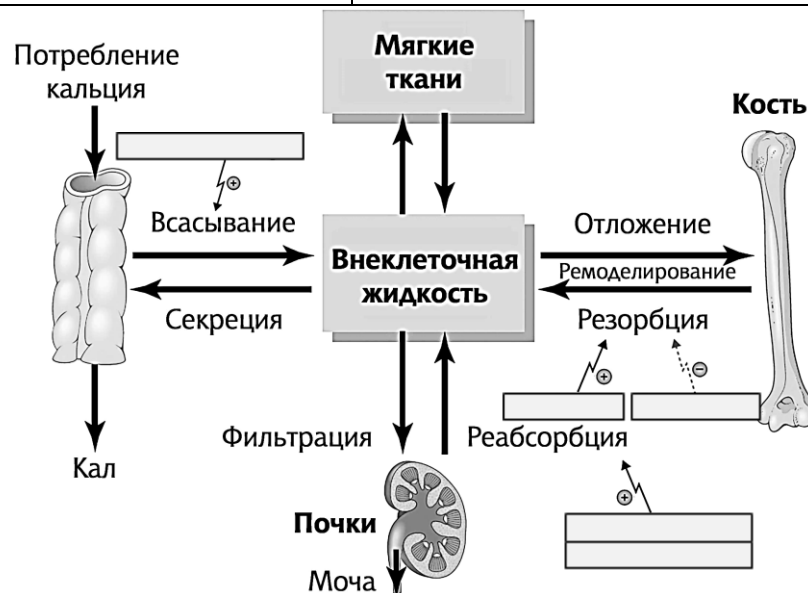
Заполните пропуски в схеме поддержания кальциевого гомеостаза в организме молодого человека, получающего 1000 мг Ca^{2+} в сутки



Заполните пропуски в схеме поддержания гомеостаза фосфора (Pi) в организме молодого человека, получающего с пищей 1400 мг фосфора в сутки



Заполните пропуски в схеме регуляции кальциевого гомеостаза



Работа 7.4. ОЦЕНКА ЗУБНОЙ ФОРМУЛЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИКУСА

Зубы располагаются так, что их коронки образуют дугу или ряд на верхней и нижней челюстях. Зубной ряд состоит из 10 временных (молочных) зубов (4 резцов, 2 клыка и 4 моляров) у детей и из 16 постоянных зубов (4 резца, 2 клыка, 4 малых (премоляров) и 6 больших (моляров) коренных зубов) у взрослых. Итого у человека всего: временных зубов 20, а постоянных — 32. Прорезывание молочных зубов начинается в 6–8 месяцев и завершается к 2,5–3 годам, а выпадение начинается в 6–7 лет и завершается к 11–13 годам. Прорезывание постоянных зубов начинается в 6–7 лет и завершается к 17–22 годам.

Время прорезывания молочных и постоянных зубов представляет собой важный показатель физического развития («зубной» возраст) и отражает взаимодействие местных (гуморальных) и эндокринных (тиреоидные гормоны, гормон роста и др.) факторов в регуляции этого процесса. Например, становление функции щитовидной железы у человека совпадает с периодом дифференцировки зачатков молочных зубов. Поэтому как преждевременное начало функционирования щитовидной железы, так и врожденный гипотиреоз вызывают гипоплазию (недостаточное образование элементов ткани) зубов и нарушение сроков их прорезывания.

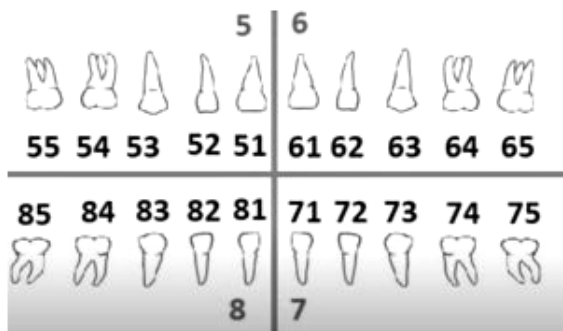
Материалы и оборудование: стоматологическое зеркало (желательно индивидуальное (личное) у каждого студента), стакан с дезраствором (перманганатом калия или хлорамином).

Ход работы. Попросите испытуемого максимально открыть рот и осмотрите наличие и расположение зубов с помощью (или без помощи) стоматологического зеркала. Затем попросите испытуемого максимально сомкнуть челюсти и оскалить зубы. Рассмотрите характер соотношения зубов в положении центральной окклюзии (перекрытие резцов, а также соотношение первых антагонистично расположенных премоляров) и оцените вариант прикуса у испытуемого (информация в дополнительных материалах).

Указания к оформлению протокола:

1. Напишите нормальную клиническую зубную формулу, предложенную ВОЗ, для молочных и постоянных зубов здорового ребенка и взрослого.
2. Напишите зубную формулу испытуемого и оцените его «зубной» возраст (соответствие паспортному).

Зубная формула



ПРОТОКОЛ

1. Зубная формула молочных зубов

группа зубов

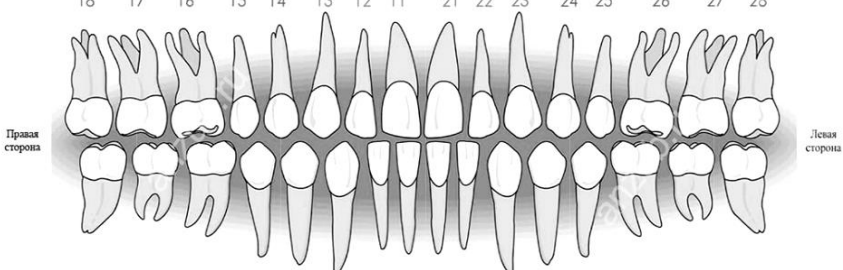

--	--	--	--	--	--	--	--

пр.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 л.

Работа 7.4 (продолжение)

Верхняя челюсть																	
моляры			премоляры			клык	резцы			клык	премоляры			моляры			
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28		
																	
48			47			46			45			44			43		
моляры			премоляры			клык	резцы			клык	премоляры			моляры			
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38		
Нижняя челюсть																	

2. Зубная формула постоянных зубов

--	--	--	--	--	--	--	--

3. Зубная формула постоянных зубов испытуемого (___ лет)

--	--	--	--	--	--	--	--

Вывод: «Зубной» возраст испытуемого _____ паспортному.

У испытуемого _____ прикус.
(ортогнатический, прогенический, прогнатический или др.)

Работа 7.5. ВЛИЯНИЕ ЖЕНСКИХ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ НА МИНЕРАЛИЗАЦИЮ КОСТНОЙ ТКАНИ



Костная ткань формируется и резорбируется постоянно. В норме процессы формирования кости и её резорбции уравновешивают друг друга. Активность остеобластов и остеокластов регулируется паратиреоидным гормоном, кальцитонином, эстрогенами, витамином Д, цитокинами, другими местными факторами (например, простагландинами).

Костная масса у мужчин и женщин достигает пикового показателя примерно к 30 годам (у мужчин она больше, чем у женщин; у представителей негроидной расы — больше, чем у представителей европеоидной и монголоидной рас). После достижения пика на протяжении приблизительно 10 лет костная масса остаётся постоянной, в это время процессы резорбции костной ткани приблизительно равны её образованию. Затем она начинает уменьшаться со скоростью приблизительно 0,3–0,5 % в год. С началом менопаузы у женщин потеря костной ткани ускоряется и достигает примерно 3–5 % в год в течение приблизительно 5–7 лет, затем скорость потери массы костной ткани постепенно снижается.

С началом менопаузы яичники прекращают выработку гормонов, включая эстрогены, что является одной из важных причин снижения плотности костной ткани и остеопороза у женщин. В тяжёлых случаях это может приводить даже к переломам в быту.

Одним из гормонов, способных повысить плотность костной ткани у женщин, является эстроген. Эстроген подавляет активность остеокластов, позволяя сохранить структуру костного матрикса. Схожим влиянием на кость обладает кальцитонин, стимулирующий минерализацию костной ткани.

Влияние эстрогена на организм женщины многообразно, однако в этой работе мы рассмотрим его эффективность в сохранении массы костной ткани и защите от остеопороза.

Для оценки состояния костной ткани будет использован количественный показатель минерализации кости — **Т-критерий**. Этот критерий соответствует числу стандартных отклонений, на которые плотность кости отличается от её пикового значения у молодых здоровых людей того же пола и этнической принадлежности. ВОЗ установлены предельные значения Т-критерия, которые определяют остеопению и остеопороз (табл. 7.1).

Работа 7.5 (продолжение)

<p>Материалы и оборудование. Компьютерные модели трёх крыс с удалёнными яичниками, растворы эстрогена, кальцитонина и физраствора, шприц, раствор анестетика, рентгенаппарат (денситометр) для определения плотности костной ткани. Исходный Т-критерий каждой крысы составляет $-2,61$, что свидетельствует об остеопорозе.</p>	<p>Таблица 7.1 Оценка Т-критерия</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Норма</td> <td>от +1 до $-0,9$</td> </tr> <tr> <td>Остеопения</td> <td>от -1 до $-2,49$</td> </tr> <tr> <td>Остеопороз</td> <td>$-2,5$ и ниже</td> </tr> </table>		Норма	от +1 до $-0,9$	Остеопения	от -1 до $-2,49$	Остеопороз	$-2,5$ и ниже
Норма	от +1 до $-0,9$							
Остеопения	от -1 до $-2,49$							
Остеопороз	$-2,5$ и ниже							
<p>Ход работы.</p> <ol style="list-style-type: none"> Откройте программу «14 PhysioEx» на рабочем столе. Нажмите на гиперссылку «Access PhysioEx 9.0». Нажмите на «Exercise 4: Endocrine System Physiology». В открывшемся списке выберите «Activity 3: Hormone Replacement Therapy». В открывшемся списке выберите вкладку «Experiment». Перед вами симулятор лаборатории. Зажмите шприц левой кнопкой мыши (ЛКМ) и перетащите его на флакон с физраствором (Saline). После того как в шприц наберётся раствор, зажмите шприц ЛКМ и перетащите его на крысу № 1 (подписанную «Control»). Физраствор будет введён интрабрюшинно. Под крысой отобразится количество инъекций — «1». Очистите шприц, нажав кнопку «Clean». Зажмите шприц ЛКМ и перетащите его на флакон с раствором эстрогена («Estrogen»). После того, как в шприц наберётся раствор, зажмите шприц ЛКМ и перетащите его на крысу, подписанную «Estrogen treated». Очистите шприц, нажав кнопку «Clean». Зажмите шприц ЛКМ и перетащите его на флакон с раствором кальцитонина («Calcitonin»). После того, как в шприц наберётся раствор, зажмите шприц ЛКМ и перетащите его на крысу, подписанную «Calcitonin treated». Очистите шприц, нажав кнопку «Clean». 	<p>7. Нажмите на часы в верхней части экрана. Часы прокрутят один день. Новая доза раствора будет вводиться автоматически. Нажимайте на часы до тех пор, пока количество истекших дней эксперимента («Elapsed days») не будет равно 7. Многократное нажатие на часы никак не ускоряет работу программы, проявите терпение!</p> <p>8. По истечении 7 дней эксперимента вам будет предложено пройти тест, в котором вы должны сделать предположение о том, какие изменения произойдут с костной тканью крыс в ответ на введение растворов. В таблице представлен перевод этого теста. Сделайте предположение, отметив правильные, на ваш взгляд, варианты ответа галочкой.</p>							
	<p style="text-align: center;">Вопрос 1</p> <p>После введения физраствора плотность костной ткани:</p> <p><input type="checkbox"/> а) увеличится;</p> <p><input type="checkbox"/> б) уменьшится;</p> <p><input type="checkbox"/> в) не изменится.</p>	<p style="text-align: center;">Вопрос 2</p> <p>После введения раствора эстрогена плотность костной ткани:</p> <p><input type="checkbox"/> а) увеличится;</p> <p><input type="checkbox"/> б) уменьшится;</p> <p><input type="checkbox"/> в) не изменится.</p>	<p style="text-align: center;">Вопрос 3</p> <p>После введения раствора кальцитонина плотность костной ткани:</p> <p><input type="checkbox"/> а) увеличится;</p> <p><input type="checkbox"/> б) уменьшится;</p> <p><input type="checkbox"/> в) не изменится.</p>					

ПРОТОКОЛ		
Раствор	T-критерий	Вывод:
Исходно	-2,61	
Физраствор (контроль)		
Эстроген		
Кальцитонин		

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
<p>Зубные ряды верхней и нижней челюстей смыкаются в определенном положении. Соотношение зубных рядов верхней и нижней челюстей при наиболее полном смыкании зубов-антагонистов получило название прикуса. Есть и другое определение прикуса. Прикус — характер смыкания зубов в положении центральной окклюзии. Различают временный и постоянный (физиологические) прикусы, а также аномалии прикуса.</p> <p>Временный прикус представлен у детей 20 зубами. Постоянный прикус включает 32 зуба. Всем вариантам постоянного (физиологического) прикуса характерно прорезывание всех зубов и установление контакта с рядом стоящими и двумя антагонистично расположенными зубами (за исключением нижних центральных резцов и верхних третьих моляров), а также расположение средней линии, проходящей между центральными резцами верхней и нижней челюстей, в сагиттальной плоскости. При смыкании зубных рядов верхние резцы перекрывают нижние на 1/3 высоты их коронок, режущие края нижних резцов опираются на зубные бугорки на небной (язычной) поверхности верхних резцов; щечные бугры верхних боковых зубов перекрывают соответствующие бугры нижних зубов; верхние клыки попадают при смыкании зубов между нижними клыками и первыми малыми коренными зубами. Мезиально-щечные бугры верхних больших коренных зубов укладываются в передние бороздки между щечными буграми нижних первых больших коренных зубов. Описанные признаки соответствуют ортогнатическому варианту постоянного прикуса, являющемуся эталоном нормы. По данным Scaife и Holt (1969), большинство людей (78,3 %) имеют ортогнатический прикус, т. е. соотношение челюстей по I классу.</p> <p>Второй вариант постоянного прикуса по частоте встречаемости — орогенический прикус или физиологическая прогения — умеренное выстояние зубного ряда нижней челюсти. В случае прогенического прикуса при центральной окклюзии нижние резцы перекрывают верхние, а межбугровое смыкание зубов происходит на одно звено премоляров кзади, по сравнению с соотношением челюстей по I классу. У 19,2 % людей зарегистрирован орогенический прикус, т. е. соотношение челюстей по II классу.</p> <p>Третий вариант постоянного прикуса, зарегистрированный лишь у 2,5 % людей, — прогнатический прикус (соотношение челюстей по III классу) или физиологическая прогнатия — умеренное выстояние (переднее положение) верхней челюсти. В случае прогнатического прикуса при центральной окклюзии наблюдается увеличенное горизонтальное или вертикальное перекрытие верхними резцами нижних резцов при межбугровом смыкании зубов на одно звено премоляров кпереди, по сравнению с соотношением челюстей по I классу.</p> <p>К редко встречающимся вариантам физиологического постоянного прикуса относят бипрогнатию (наклон альвеолярных отростков вперед), описто-гнатию (наклон альвеолярных отростков назад), прямой прикус — краевое смыкание резцов и одноименных бугров верхних и нижних боковых зубов.</p> <p>Описанные варианты прикуса предопределены генетически и зависят от порядка прорезывания молочных и постоянных зубов.</p> <p>Аномалиям прикуса — патологической прогнатии, патологической прогении и др. — присущи деформации зубных рядов, их неправильное смыкание в сагиттальном, трансверзальном и вертикальном направлениях, что может приводить к расстройству функции жевания и речи и может сказываться на внешнем облике больного. Аномалии прикуса чаще всего — следствие перенесенного в детстве рахита и/или других эндокринных расстройств, болезней носовой полости, вредных привычек (сосание пальцев, подпираание щеки рукой и др.).</p>

ТВЕРДЫЕ ТКАНИ ЗУБА. ЭМАЛЬ: СТРУКТУРА, СВОЙСТВА, ФУНКЦИИ, ОСОБЕННОСТИ «ПИТАНИЯ»

Твердые ткани зуба: 1) **дентин** — основная часть каждого зуба; 2) **цемент**, покрывающий дентин в области корня(-ей); 3) **эмаль**, находящаяся над дентином в области коронки и шейки.

Дентин (дентиноидная ткань) — разновидность костной ткани, не содержащая в основном веществе кровеносных сосудов и клеток. Основное вещество в пересчете на единицу массы содержит 20 % органических веществ, 70 % минеральных соединений и 10 % воды. Органические вещества дентина представлены коллагеном (до 92 %) 1-го и в меньшем количестве 5-го типов и неколлагеновыми белками (протеогликаны и фосфопротеины) для связывания кристаллов гидроксиапатита с коллагеном. Основным минеральным компонентом дентина является гидроксиапатит, имеется также карбонат кальция и небольшое количество фторида кальция.

Основное вещество дентина продуцируется одонтобластиками, расположенными на периферии пульпы и направляющими свои отростки в дентинные трубочки. Дентинные трубочки представляют собой тонкие каналцы, пронизывающие дентин в направлении дентинно-эмалевой границы. Их плотность вблизи пульпы (40 000 трубочек/мм²) в два раза выше, чем у дентинно-эмалевой границы. Дентинные трубочки помимо отростков одонтобластов содержат нервные и коллагеновые волокна, а также дентинную жидкость, сходную по составу с плазмой крови. На долю трубочек приходится около 30 % объема дентина. Через них осуществляется питание дентина. При кариесе дентинные трубочки служат путями распространения микроорганизмов. Большое количество дентинных трубочек обуславливает его высокую проницаемость и быструю реакцию пульпы на повреждение дентина.

Выделяют несколько видов дентина — первичный, вторичный, третичный, склерозированный. Первичный дентин образуется в период формирования и прорезывания зуба и составляет его основу. Вторичный дентин (регулярный) возникает в сформированном зубе после прорезывания и является продолжением первичного. Третичный (репаративный, иррегулярный, или заместительный) дентин образуется в ответ на действие раздражающих факторов напротив пораженного участка эмали. Он слабо минерализован, дентинные трубочки неравномерны или отсутствуют. Склерозированный (прозрачный) дентин образуется в результате отложения минеральных и органических компонентов в дентинных трубочках, что вызывает их сужение или полную облитерацию. Это вызывает снижение проницаемости дентина и чувствительности пульпы, что рассматривается часто как результат естественного старения и/или как защитная реакция зуба, например, при истирании эмали.

Цемент. По строению и химическому составу цемент зуба напоминает кость, но в отличие от нее не содержит сосудов и не подвергается постоянным перестройкам. Максимальная толщина цемента у верхушки корня, минимальная — в области шейки зуба. Новообразование цемента продолжается в течение всей жизни индивидуума. Его постоянное отложение на верхушке корня вызывает удлинение зуба (пассивное прорезывание) и компенсирует стирание эмали коронки. Различают бесклеточный (первичный) и клеточный (вторичный) цемент. Первичный цемент образуется цементобластами, которые по развитию и секреторной активности напоминают остеобласты. Они располагаются вокруг корня зуба в периодонтальном пространстве и продуцируют новые порции бесклеточного цемента. В случае замуровывания цементобластов в межклеточном веществе они превращаются в цементоциты и формируется вторичный цемент. Цемент выполняет следующие функции: через периодонтальную связку обеспечивает прикрепление корня зуба к альвеолярному отростку кости; играет важную роль в репаративных процессах; «запечатывает» наружные концы дентиновых трубочек и предупреждает попадание инфекции из периодонтального пространства в пульпу.

Эмаль — самая твердая и самая плотная структура в организме человека, выдерживающая большие механические нагрузки, устойчивая к колебаниям температуры и действию химических веществ (кислот, щелочей, ферментов, продуктов жизнедеятельности микроорганизмов полости рта), содержащихся в пище и в ротовой жидкости. Эмаль (из всех твердых тканей) содержит наибольшее количество неорганических веществ (до

99 %) — минеральных (95 %) и воды (4 %). Минеральная основа эмали — кристаллы апатитов: гидроксиапатит (75–90 %), фторапатит, карбонатный апатит, хлорапатит. Размеры кристаллов апатитов эмали (1600 × 400 ангстрем) существенно больше, чем в других твердых тканях (640 × 40 ангстрем, в кости). Минеральные вещества неравномерно распределены в эмали. В наружных слоях эмали много кальция и фосфатов, а содержание фтора в 10 раз больше чем в подлежащих слоях. Поэтому поверхностные слои эмали более твердые и более устойчивые к химическим и температурным воздействиям, но в то же время и более хрупкие. Органический компонент эмали (до 1 %) представлен неколлагеновыми белками, пептидами, липидами, моносахаридами. Неколлагеновые белки — амелогенины, энамелины, Са-связывающий белок эмали (КСБЭ). КСБЭ играет главную роль в формировании белковой матрицы. Эта матрица является зоной нуклеации для роста кристаллов гидроксиапатита. Она фиксируется на волокнах амелогенинов.

Эмаль — единственный минерализованный продукт эпителиальных тканей (дентин, цемент и кость — представители соединительных тканей). Эмаль не содержит клеток и является единственной тканью организма человека, которая не обладает способностью к регенерации в ответ на повреждение. Она состоит из эмалевых призм и межпризменного вещества. Эмалевые призмы состоят из кристаллов апатитов (прежде всего, гидроксиапатита и др.), КСБЭ, энамелинов, амелогенина. Их размеры достигают в толщину 30 нм, в ширину — 65 нм, в длину — нескольких миллиметров. Часто призмы имеют S-образную форму, так как их длина может быть больше толщины эмали. Это предотвращает образование в эмали радиальных трещин в связи с высокими нагрузками при жевании. Каждый кристалл гидроксиапатита покрыт гидратной оболочкой. Микрощели между кристаллами заполнены эмалевой жидкостью, которая осуществляет транспорт молекул и ионов. Призмы отсутствуют в слое эмали, расположенном на границе с дентином, а также в ее самых поверхностных слоях (безпризменная эмаль). Межпризматические пространства заполнены также эмалевой жидкостью и органическим веществом, которое обнаруживается в виде тончайших фибриллярных структур, ламелл (эмалевых пластинок), пучков и веретен. Ламеллы проходят через всю толщину эмали, слабоминерализованы и могут служить не только для транспорта веществ и их обмена с веществами гидратной оболочки и кристаллами апатитов, но и быть входными воротами для микроорганизмов при кариесе.

Эмаль — бессосудистая ткань и ее питание осуществляется, главным образом, из слюны (поверхностные слои) и дентинной жидкости (внутренние слои) посредством эмалевой жидкости. Эмаль проницаема в двух направлениях, скорость диффузии веществ в зависимости от их молекулярного веса и физико-химических свойств составляет от нескольких микрометров до 1 мм/ч. Проницаемость эмали повышается при воздействии кислот, дефиците в пище солей фосфора (Р), повреждении пелликулы, под влиянием кальцитонина и гиалуронидазы. Под воздействием щелочных продуктов, фтора, паратгормона проницаемость эмали снижается. Обновление эмали и поддержание постоянства ее состава обеспечивается равновесием процессов её деминерализации (растворение кристаллов гидроксиапатита) и реминерализации (новообразование кристаллов). Оптимальные условия для поддержания равновесия создаются при рН ротовой жидкости от 6,2 до 7,4 ед. в условиях перенасыщения её ионами кальция (Ca^{2+}) и Р.

Толщина эмали прогрессивно возрастает в направлении от шейки зуба к его окклюзионной поверхности. В области жевательных бугорков постоянных моляров имеется самый толстый слой эмали до 3,5 мм. В молочных зубах его толщина не превышает 1 мм. Цвет эмали зависит от степени ее минерализации и толщины. Меньшая минерализация эмали молочных зубов делает их значительно более белыми по сравнению с постоянными зубами. Хорошо минерализованная эмаль постоянных зубов является более прозрачной и имеет желтоватый оттенок из-за просвечивающегося дентина. После прорезывания зубов (особенно, в первые годы) в эмали происходят процессы ее созревания. Созревание эмали сопровождается снижением содержания в ней органических веществ (почти в 20 раз) и воды (в 11 раз), а также увеличением содержания минеральных веществ (в 2,7 раза по массе и в 5,5 раз по объему) и совершенствованием её структуры. У людей старшего возраста происходит постепенное стирание эмали.

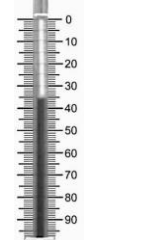
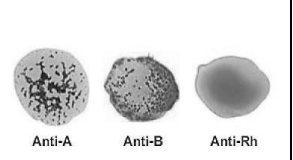
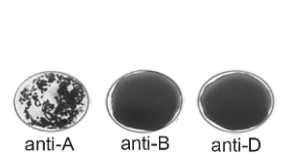

Занятие 8. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО РАЗДЕЛАМ «ВВЕДЕНИЕ В УЧЕБНУЮ ДИСЦИПЛИНУ «НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ». ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ФИЗИОЛОГИИ», «ЖИДКИЕ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА. ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ», «МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ. ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ___ » _____ 20___
 день месяц год

<p>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет нормальной физиологии. Основные этапы развития физиологии, важнейшие открытия и методические подходы, внесшие вклад в развитие физиологии как науки. Вклад отечественных ученых в развитие физиологии. Физиология как научная основа медицины. Применение знаний по нормальной физиологии врачом-стоматологом. 2. Система крови. Состав, количество, свойства, основные функции крови. Плазма крови. Органические и неорганические компоненты плазмы крови. Основные физиологические константы крови, характеризующие гомеостаз. 3. Кислотно-основное состояние крови. Физико-химические и физиологические механизмы, обеспечивающие постоянство рН крови. Понятие об ацидозе и алкалозе. Кислотно-основное состояние полости рта. 4. Роль воды в организме, ее содержание, распределение, баланс. Электролитный состав плазмы крови. Осмотическое давление крови и его регуляция (АДГ, РААС и др.). 5. Белки плазмы крови, их классификация, физиологическая роль. Онкотическое (коллоидно-осмотическое) давление плазмы и его роль. Вязкость крови и её изменения при нарушении водного баланса организма, 6. Эритроциты. Количество эритроцитов в крови. Особенности строения и свойств эритроцитов, обеспечивающие выполнение их функций. Количество гемоглобина. Виды гемоглобина в различные возрастные периоды. Физиологические и патологические соединения гемоглобина. 7. Лейкоциты. Количество и виды лейкоцитов. Особенности строения и свойств, обеспечивающие выполнение ими функций. Распределение лейкоцитов в сосудистом русле, в тканях, его особенности и физиологическое значение. Лейкоцитарная формула, сдвиг лейкоцитарной формулы. Лейкоцитоз и лейкопения. 8. Тромбоциты: особенности строения, количество, функции. Понятие о системе гемостаза и его звеньях. Первичный и вторичный гемостаз и основные методы их оценки в амбулаторных условиях. Длительность кровотечения после удаления зубов. 9. Нервные и гуморальные механизмы регуляции гемопоеза. Роль витаминов (В₁₂, В₉ и др.) и микроэлементов (Fe²⁺ и др.). 10. Системы групп крови (АВ0, Rh, HLA и др.). Система АВ0: антигены (агглютиногены) и антитела (агглютинины) групп крови, их характеристика. Образование агглютиногенов и агглютининов системы АВ0. Роль агглютиногенов и агглютининов в определении принадлежности крови к группе в системе АВ0. Их комбинации в крови различных групп системы АВ0. 	<p>ЛИТЕРАТУРА</p> <p><i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 15–42, 84–122, 205–233.</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 1. С. 8–81, 246–328, 483–534. [4]. С. 12–27, 74–82, 162–205.</p> <p>Организация коллоквиума. Компьютерный тест «08. КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Итоговое занятие...». Проверьте допуск! 50 вопросов за 28 минут. Преподаватель может задать дополнительные устные или письменные вопросы независимо от результатов тестирования. Обязательная сдача практического навыка.</p>
---	--

11. Группы крови системы резус (Rh). Отличия системы Rh от системы АВ0. Резус-конфликт. Последствия переливания крови, несовместимой по системе Rh.
12. Принципы переливания крови. Факторы риска при работе с кровью: для медицинского персонала, больных, доноров. Кровезамещающие растворы, их классификация по виду выполняемой ими функции в организме и требования, предъявляемые к ним.
13. Понятие физиологической функции и ее регуляции. Системный принцип регуляции функций. Типы регуляции функций организма. Нервный и гуморальный механизмы регуляции функций, их сравнительная характеристика.
14. Современные представления о строении и функциях мембран. Транспорт веществ через клеточную мембрану.
15. Молекулярные (клеточные) рецепторы и их лиганды. Классификация и свойства лигандов. Классификация, структура и функции мембранных и внутриклеточных рецепторов. Основные физиологические эффекты лиганд-рецепторного взаимодействия на уровне клетки. Понятие об основных путях регуляции функциональной активности молекулярных рецепторов.
16. Понятие об эндокринной системе. Гипофиз, его связи с гипоталамусом. Гормоны гипофиза и гипоталамуса, их роль в регуляции деятельности эндокринных и неэндокринных органов.
17. Эндокринная функция щитовидной и паращитовидных желез. Механизмы действия гормонов и вызываемые ими эффекты. Характерные проявления избыточной или недостаточной секреции гормонов.
18. Надпочечники. Гормоны коркового и мозгового вещества надпочечников. Механизмы действия гормонов и вызываемые ими эффекты. Регуляция секреции гормонов. Характерные проявления избыточной или недостаточной секреции гормонов.
19. Эндокринная функция поджелудочной железы. Роль гормонов поджелудочной железы в регуляции углеводного, жирового и белкового обмена. Регуляция секреции гормонов. Понятие о состояниях нормо-, гипо- и гипергликемии и их причинах.
20. Половые гормоны. Механизмы действия гормонов и вызываемые ими эффекты. Механизмы регуляции секреции гормонов. Характерные проявления избыточной или недостаточной секреции гормонов.
21. Регуляция гомеостаза кальция и фосфора в организме. Влияние кальцитонина, паратгормона и витамина D₃ на обмен кальция и фосфора. Суточная потребность в кальции и источники его поступления в организм. Роль витамина D₃.
22. Гормональные механизмы поддержания водно-электролитного баланса в организме (антидиуретический гормон, ренин-ангиотензин-альдостероновая система, предсердный натрийуретический фактор). Показатели водно-электролитного баланса. Источники и пути выведения воды в организме человека.
23. Понятие об эндокринной функции эпифиза (мелатонин), сердца (атриопептиды), почек (кальцитриол, эритропоэтин и др.), слюнных желез (паротин и др.), печени (соматомедин С, тромбopoэтин, 1(ОН)-ВитD₃).

<p>ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение мероприятий по профилактике инфицирования вирусными гепатитами и вирусом иммунодефицита человека при исследованиях крови и других биологических материалов — ТБ. 2. Физиологическая оценка показателей общего анализа крови (количество эритроцитов, гемоглобина, цветовой показатель и эритроцитарные индексы, гематокрит, количество лейкоцитов и лейкоцитарная формула, количество тромбоцитов, СОЭ по методу Панченкова). 3. Оценка показателей первичного гемостаза (проба жгута). 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Оценка результатов определения групповой принадлежности крови (системы АВ0 и резус) с использованием стандартных сывороток (реагента) и моноклональных антител. 5. Измерения роста человека. Оценка функций эндокринной системы (рост как показатель эндокринной оси гипоталамус-гипофиз-печень). 6. Оценка функций эндокринной системы (на примере сравнения мышечной силы рук у мужчин и женщин, ось гипоталамус-гипофиз-половые железы). 7. Оценка зубной формулы молочных и постоянных зубов. 	
<p>СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Для определения СОЭ лаборант смешал четыре части 5 % цитрата натрия с одной частью крови и на 1 час поставил в прибор Панченкова (рис. 8.1). Определите СОЭ. Дайте физиологическую оценку полученным показателям. 2. Определите групповую принадлежность крови с использованием моноклональных антител (рис. 8.2, 8.3). Требуется ли дополнительные исследования для подтверждения полученных результатов? 3. Определите резус-принадлежность крови в пробирках, помеченных «О» и «К» (рис. 8.4). Какие исследования проводятся для подтверждения полученных результатов? 4. В результате кораблекрушения человек вынужден был употребить для питья морскую воду, при этом жажда у него практически не утолялась. Объясните механизм сохранения жажды и опишите изменения объемов вне- и внутриклеточной жидкости. 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Рис. 8.1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Рис. 8.2</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Рис. 8.3</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Рис. 8.4</p> </div> </div> <ol style="list-style-type: none"> 5. Рассчитайте цветовой показатель (ЦП) и среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), если количество эритроцитов $3,7 \times 10^{12}/л$, содержание гемоглобина — 125 г/л. Дайте физиологическую оценку полученным показателям. 6. Дайте физиологическую оценку результатам общего анализа крови (сделан в 14.00): лейкоциты — $9,5 \times 10^9/л$ (юные — 0 %, палочкоядерные — 1 %, сегментоядерные нейтрофилы — 60 %, базофилы — 1 %, эозинофилы — 3 %, лимфоциты — 29 %, моноциты — 6 %). СОЭ 9 мм/ч. 	
<p>ПРОТОКОЛ</p>		
<p>Компьютерный тест «08.КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Итоговое занятие по разделам «Введение. Жидкие среды организма. Физиология системы крови. Механизмы регуляция физиологических функций. Гуморальная регуляция»</p>		
<p>Проверьте допуск!</p>		
<p>Отметка за тест</p>	<p>Отметка за устный ответ</p>	<p>ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:</p>

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ОСНОВНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖИДКИХ СРЕД ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА		
Показатель		Значение
1. Кровь		
1.1	Количество крови (% от массы тела)	6–8 %
1.2	Гематокрит (доля форменных элементов в общем объеме крови, НТС или Ht):	40–49 % (0,40–0,49) у мужчин 36–42 % (0,36–0,42) у женщин
1.3	Объем плазмы (от общего объема крови)	51–64 %
1.4	Осмотическое давление плазмы крови	290 ± 10 мосмоль/кг (7,3 атм. или 745 кПа, или 5600 мм рт. ст.)
1.5	Онкотическое давление плазмы крови	25–30 мм рт. ст.
1.6	pH артериальной крови	7,35–7,45
1.7	Вязкость крови (по отношению к вязкости воды, принятой за 1,0)	4,5–5,0
1.8	Вязкость плазмы (по отношению к вязкости воды, принятой за 1,0)	1,8–2,2
1.9	Содержание глюкозы в цельной крови	3,3–5,5 ммоль/л 60–100 мг/дл
1.10	Общее содержание белков в плазме:	60–85 г/л
	из них: альбуминов	38–50 г/л
	глобулинов	20–36 г/л
	фибриногена	2–4 г/л
1.11	Электролитный состав плазмы крови.	
	содержание: натрия (Na ⁺)	136–145 ммоль/л
	калия (K ⁺)	3,5–5,1 ммоль/л
	хлора (Cl ⁻)	98–107 ммоль/л
	кальция общего (Ca ²⁺)	2,2–2,75 ммоль/л (ионизированного — около 60 %, связанного с белками — около 40 %)
	бикарбонатов (HCO ₃ ⁻)	21–32 ммоль/л (в среднем, 24 ммоль/л)
1.12	Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) по Панченкову	
	у молодых мужчин	1–10 мм/ч
	у молодых женщин	2–15 мм/ч

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (продолжение)

1.13	Показатели тромбоцитов у взрослых:						
	Тромбоциты × 10⁹/л		PCT², %		MPV, фл	PDW, %	
	140–450		0,15–0,40		6,5–12	10–20	
1.14	Время кровотечения по Дюке				2–4 мин		
1.15	Содержание лейкоцитов у взрослого				(4–9) × 10⁹/л		
1.16	Лейкоцитарная формула (процентное соотношение разных видов лейкоцитов):						
	Гранулоциты				Агранулоциты		
	Нейтрофилы 47–76 %			Базофилы	Эозинофилы	Лимфоциты	Моноциты
	юные	палочкоядерные	сегментоядерные				
	0–1 %	1–5 %	47–68 %	0–1 %	1–5 %	18–40 %	2–10 %
	1–50 кл/мкл	100–250 кл/мкл	2750–3400 кл/мкл	1–75 кл/мкл	100–250 кл/мкл	1200–2800 кл/мкл	200–600 кл/мкл
	СДВИГ ВЛЕВО ←			Увеличение незрелых форм нейтрофилов в крови, стимуляция лейкоцитопоза			
СДВИГ ВПРАВО →			Увеличение зрелых форм нейтрофилов в крови, угнетение лейкоцитопоза				

² PCT (Platelet Crit) — тромбоцитрит; MPV (Mean Platelet Volume) — средний объем тромбоцитов; PDW (Platelet Distribution Width) — ширина распределения тромбоцитов по объёму.

Занятие 9. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ. ЗАКОНЫ РЕАГИРОВАНИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ. ИЗМЕНЕНИЕ ВОЗБУДИМОСТИ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » _____ 20 ____
 день месяц год

<p>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Взаимодействие организма человека со средой существования. Понятие о химической и электрической сигнализации, реакциях клеток на сигналы среды существования. Понятие информации. Сигналы и их виды. 2. Биопотенциалы как носители информации в живом организме. Общие свойства возбудимых тканей. Раздражимость, возбудимость. Возбуждение и формы его проявления. Виды электрических сигналов, их физиологическое значение и сравнительная характеристика. 3. Параметры возбудимости, определяющие возникновение ответной реакции ткани (пороги силы и времени, минимальный градиент). Электроодонтометрия, ее применение в стоматологии. 4. Законы реагирования возбудимых тканей на действие раздражителей. Примеры структур и потенциалов, реагирующих в соответствии с законом силы, законом «всё или ничего». Реакция возбудимых тканей на действие постоянного тока. 5. Активный и пассивный транспорт веществ через биологические мембраны. Характеристика Na^+-K^+ насоса. Каналы утечки, потенциал- и лигандзависимые каналы мембран возбудимых клеток, особенности их структуры и функции. Селективность ионных каналов. 6. Мембранный потенциал покоя, механизмы его поддержания. Факторы, определяющие величину потенциала покоя. 7. Сенсорные рецепторы. Особенности строения и функционирования первично- и вторично-чувствующих рецепторов. 8. Рецепторный потенциал (РП), его характеристика, механизм возникновения (на примере механорецептора). 9. Потенциал действия (ПД) как единица передачи информации в нервной системе, фазы и ионные механизмы его развития, их графическое изображение. Роль потенциалзависимых ионных каналов. 10. Изменение возбудимости в процессе возбуждения. Рефрактерность, её причины и значение. Лабильность. 11. Сравнительная характеристика РП, локального ответа и ПД. 	<p>ЛИТЕРАТУРА</p> <p><i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 30–35, 41–54.</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 1. С. 35–70, 81–115. [4]. С. 21–45.</p>
<p>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какой показатель позволяет сравнить возбудимость различных тканей и клеток? Сравните возбудимость нервной и поперечно-полосатой мышечной ткани. 2. Какие типы ионных каналов принимают участие в формировании потенциала покоя и какие — в генерации потенциала действия? 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Как и почему изменится величина потенциала покоя при увеличении внеклеточной концентрации ионов калия? 4. Что такое «порог деполяризации» («критический уровень деполяризации») возбудимых клеток? От чего зависит его величина? 5. Как соотносится проницаемость мембраны нервной клетки для ионов K^+, Na^+ и Cl^- в покое и при генерации потенциала действия?

Работа 9.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)

Раздражимость —	Критический уровень деполяризации —
Возбудимость —	Потенциал действия —
Возбудимые ткани —	Период рефрактерности —
Потенциал покоя —	Закон «всё или ничего» —
Рецепторный потенциал —	Закон силы — _____
Отношение проницаемости мембраны клетки для ионов в покое ($P_{K^+} : P_{Na^+} : P_{Cl^-}$) — 1 : : .	Отношение проницаемости мембраны для ионов при возбуждении ($P_{K^+} : P_{Na^+} : P_{Cl^-}$) — 1 : : .

Работа 9.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



1. «Электрические потенциалы в живых тканях» (16:08).
2. «Некоторые законы реагирования возбудимых тканей» (16:39).



Работа 9.3. ВЛИЯНИЕ ИОНОВ Na^+ И K^+ НА МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ И ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ



Работа выполняется в компьютерном классе с использованием программы «02 NMJ». Она представляет собой виртуальный симулятор, позволяющий выполнять эксперименты на изолированном препарате нервно-мышечного комплекса лягушки, помещённом в раствор Рингера (рис. 9.1). В этом эксперименте вызвать сокращение мышцы можно как прямой стимуляцией мышечных волокон, так и непрямой стимуляцией иннервирующую мышцу нерва (используется в работе). Также возможно изменять концентрацию ионов в растворе (отображается в нижней левой части экрана — рис 9.4, стрелка 1).

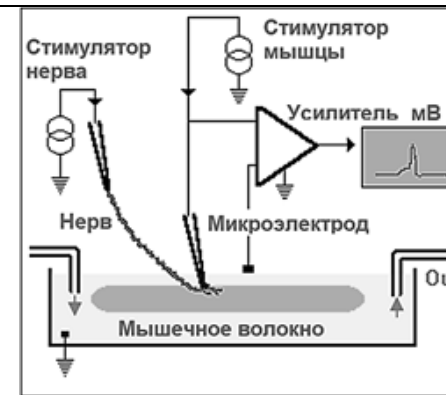


Рис. 9.1

Работа 9.3 (продолжение)

Ход работы.

1. Для изменения концентрации ионов (если необходимо) следует щёлкнуть ЛКМ по кнопке «Ions» в левой части верхнего меню (рис. 9.2, 9.3):

«Ions» → Potassium (K^+) → 5 mM;

«Ions» → Sodium (Na^+) → 120 mM.

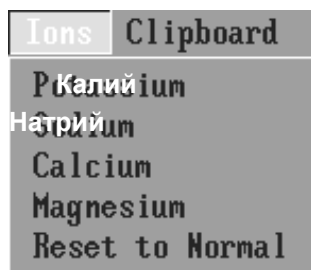


Рис. 9.2

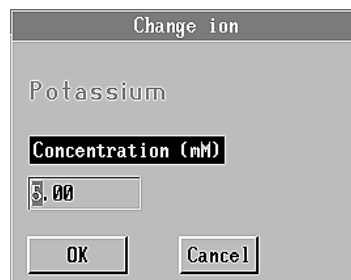


Рис. 9.3

2. Для возбуждения комплекса «нерв–мышца» простимулируйте нервный ствол: «Stimulate» → Nerve.

На экране слева отобразится график сгенерированного потенциала действия (ПД) скелетного мышечного волокна (рис. 9.4).

3. Скопируйте полученный ПД в буфер в правой части экрана.

«Clipboard» → Copy to Clipboard.

В дальнейшем копируемые потенциалы будут накладываться друг на друга, что даст возможность визуального сравнения получаемых в эксперименте изменений.

4. Величина мембранного потенциала покоя (ПП) («Membrane Pot. (mV)») отображается в нижней правой части экрана (рис. 9.4, стрелка 2). Пик потенциала действия измеряется на графике студентом самостоятельно в соответствии со шкалой осциллографа.

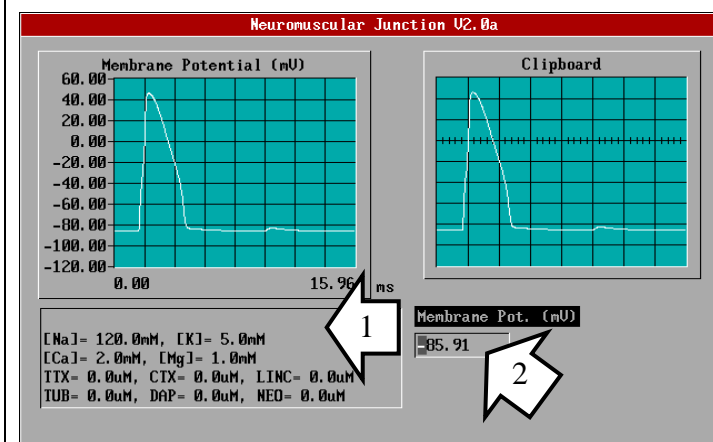


Рис. 9.4

5. Внесите полученные данные в протокол. Исследуйте влияние сдвигов внеклеточной концентрации ионов калия на величину мембранных потенциалов: при увеличении концентрации K^+ до 9 ммоль/л (гиперкалиемия) и при её уменьшении до 2 ммоль/л (гипокалиемия).

6. Очистите буфер и восстановите нормальный ионный состав внеклеточной жидкости:

«Clipboard» → Clear Clipboard;

«Ions» → Reset to Normal.

7. Исследуйте влияние сдвигов внеклеточной концентрации ионов натрия на величину мембранных потенциалов: при увеличении концентрации Na^+ до 160 ммоль/л (гипернатриемия) и при её уменьшении до 80 ммоль/л (гипонатриемия).

Работа 9.3 (продолжение)

Указания к оформлению протокола.

1. Приняв внутриклеточную концентрацию ионов K^+ и Na^+ постоянной и равной 150 mM и 12 mM соответственно, *рассчитайте* и *внесите* в протокол градиенты концентрации указанных ионов во вне- и внутриклеточной жидкости:

$$\Delta C_{K^+} = [C_{K^+}]_i / [C_{K^+}]_o;$$

$$\Delta C_{Na^+} = [C_{Na^+}]_o / [C_{Na^+}]_i$$

2. *Внесите* в протокол полученные в эксперименте величины мембранных потенциалов покоя (округлите до целых) и пиков потенциалов действия.

3. На рис. 9.5 *нарисуйте*, используя разные цвета, графики изменения заряда мембраны при изменении внеклеточной концентрации ионов K^+ и Na^+ .

4. *Рассчитайте* и *запишите* величину порога деполяризации ΔE , приняв критический уровень деполяризации $E_{кр} = -40$ мВ:

$$\Delta E = E_{кр} - E_0,$$

где E_0 — мембранный потенциал покоя.

5. *Оцените* изменения *возбудимости* (по сравнению с исходной) мембраны мышечных волокон при изменении внеклеточной концентрации ионов K^+ и Na^+ .

6. Сделайте *выводы* о том, как *потенциалы* покоя и действия и *возбудимость* мембраны зависят от концентрации K^+ и Na^+ во внеклеточной жидкости, а также от градиента концентраций этих ионов внутри и снаружи клетки.

ПРОТОКОЛ

Внеклеточная концентрация ионов				Величина потенциалов, мВ				
калий	ΔC_{K^+}	натрий	ΔC_{Na^+}		покоя (E_0)	ΔE	изм. возбудимости	Пик ПД
5 mM	30	120 mM	10	Копировать	-86	46	исходная	+45
9 mM		120 mM		Копировать				
2 mM		120 mM		Копировать				
«Clipboard» → Clear Clipboard; «Ions» → Reset to Normal								
5 mM	30	120 mM	10	Копировать	-86	45,9	исходная	+45
5 mM		160 mM		Копировать				
5 mM		80 mM		Копировать				

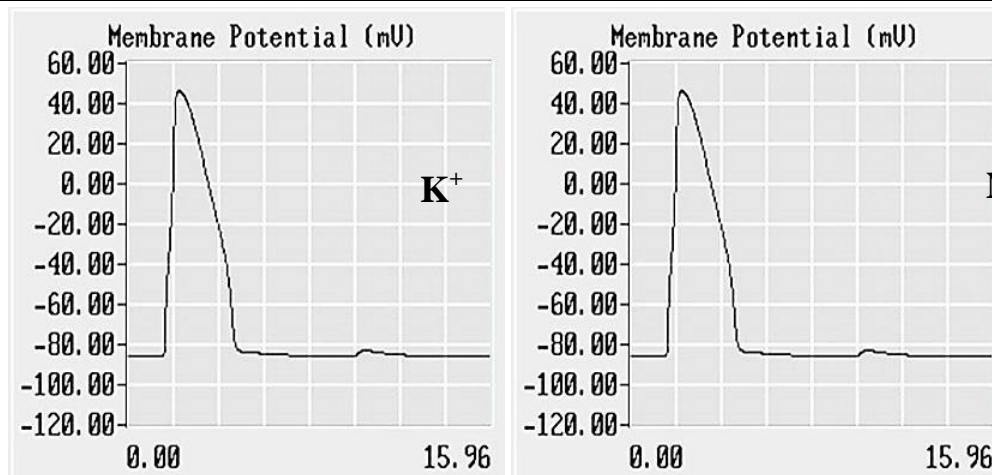


Рис. 9.5

Выводы: _____

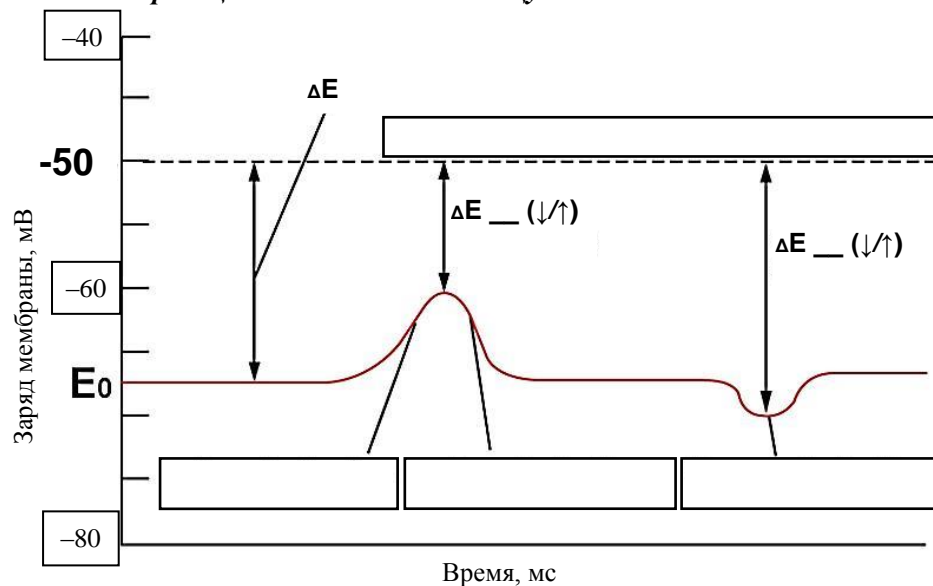
Работа 9.4. ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ГЕНЕРАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ (ПД) И ИЗМЕНЕНИЯ ВОЗБУДИМОСТИ В ПРОЦЕССЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ (выполняется дома самостоятельно)

Ход работы. Работы выполняется на основе просмотра учебного видеofilьма «Электрические потенциалы в живых тканях».

Указания к оформлению протокола. Используя материалы лекции, учебника, ЭУМК, учебного фильма *нарисуйте на рис. 9.6* потенциал действия нервного волокна (**Б**), *синхронные* графики ионных токов (**А**) и *синхронное* изменение возбудимости нервного волокна в ходе возбуждения (**В**).

На рис. 9.6, **Б** *обозначьте* локальный ответ и фазы ПД (деполяризация, реполяризация со следовой деполяризацией, следовая гиперполяризация), на рис. 9.6, **В** — фазы возбудимости (абсолютной рефрактерности, относительной рефрактерности, супернормальной и субнормальной возбудимости). Опишите механизмы формирования фаз ПД (табл. 9.1) и правильно соотнесите между собой фазы возбудимости и фазы ПД (табл. 9.2).

Обозначьте изменения мембранного потенциала, критический уровень деполяризации и заполните таблицу.



Изменение заряда мембраны	Изменение порога деполяризации	Изменение возбудимости
Деполяризация		
Гиперполяризация		

ПРОТОКОЛ

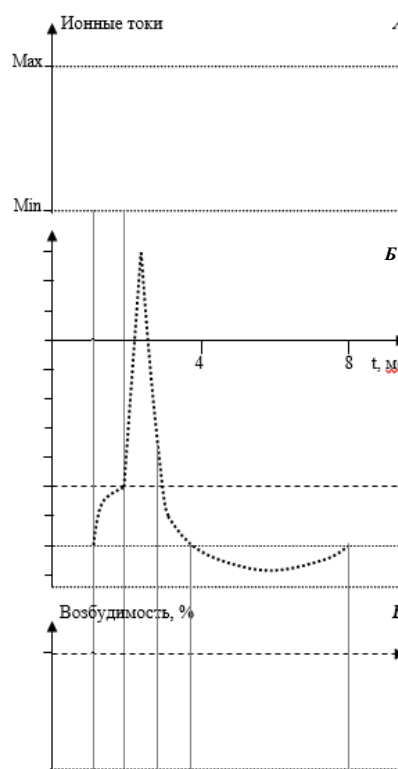


Рис. 9.6. Изменение возбудимости в процессе возбуждения

Таблица 9.1

Название фазы ПД	Механизмы
1.	
2а.	
2б.	
3.	

Таблица 9.2

Фаза возбудимости	Соответствующая фаза ПД

Работа 9.4 (продолжение)

Заполните пропуски в рис. 9.7. Укажите активационные и инактивационные ворота потенциалзависимых Na^+ -каналов; обозначьте процесс их инактивации и реактивации; отметьте величину заряда мембраны, соответствующую различным состояниям этих ионных каналов.

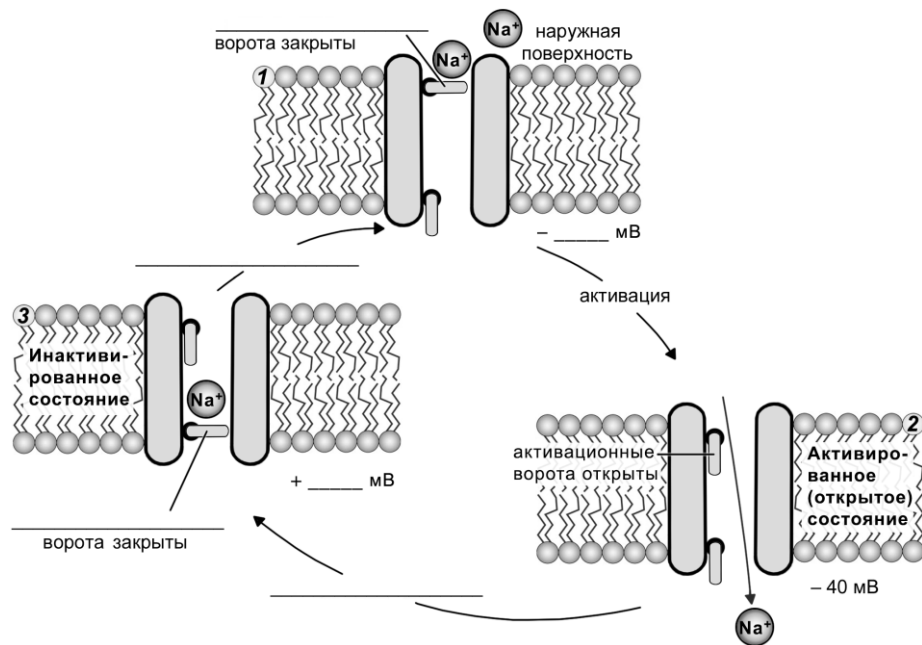


Рис. 9.7. Изменение состояния потенциал-зависимых Na^+ -каналов в процессе возбуждения

Расшифруйте названия биопотенциалов возбудимых клеток (рис. 9.8):

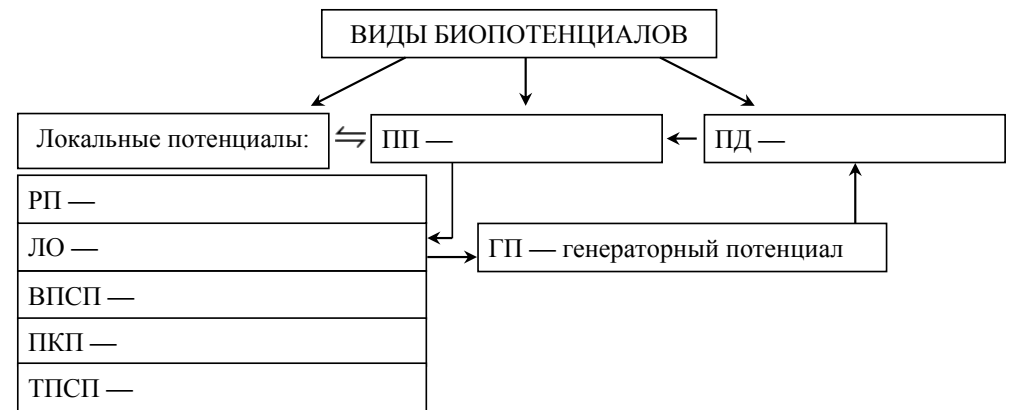


Рис. 9.8. Виды биопотенциалов возбудимых клеток

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ЭЛЕКТРООДОНТОДИАГНОСТИКА (электроодонтометрия)

Электроодонтометрия (электроодонтодиагностика) дает более полное представление о состоянии электровозбудимости пульпы и тканей, окружающих зуб. Применение электрического тока для диагностики основано на общеизвестном факте, что всякая живая ткань обладает электропроводностью, а возбудимая ткань характеризуется также возбудимостью или способностью приходить в состояние возбуждения под влиянием раздражителя. Минимальная сила раздражителя, вызывающая возбуждение, называется пороговой. Установлено, что при наличии патологического процесса в зубе (или в пульпе) возбудимость нервных окончаний пульпы изменяется.

Применение электрического тока с целью оценки электровозбудимости пульпы получило широкое распространение. Для определения электровозбудимости зуба пользуются аппаратами ОД-2М, ИВН-1, ЭОМ-1, ЭОМ-3, ОСМ-50, позволяющими точно определить пороговую силу тока.

В исследовании электровозбудимости пульпы аппаратом ОД-2М принимают участие врач и медицинская сестра. При работе с аппаратом ОСМ-50, в отличие от ОД-2М, увеличение тока от нуля до порогового значения производится плавным повышением напряжения. Исследование электровозбудимости пульпы (точнее, нервных окончаний, расположенных в пульпе) аппаратами ЭОМ-1, ИВН-1 проводит врач.

При электроодонтометрии пассивный электрод в виде свинцовой пластинки размером 10×10 см, присоединенный с помощью провода к клемме аппарата, обозначенной «+» (положительный полюс), накладывают на руку больного и фиксируют бинтом. Между электродом и кожей помещают влажную прокладку из нескольких слоев фланели, площадь которой должна быть несколько больше площади электрода. После тщательного высушивания поверхности исследуемого зуба ватным тампоном и наложения ватных валиков приступают к определению возбудимости зуба. Конец активного электрода, присоединенного к клемме, обозначенной «-» (отрицательный полюс), обматывают тонким слоем ваты, смачивают водой и прикладывают к чувствительной точке зуба. У резцов и клыков чувствительные точки расположены на середине режущего края, у премоляров — на вершине щечного бугра, у моляров — на вершине переднего щечного бугра, что обусловлено гистологическим строением ткани зуба. В зубах с большой кариозной полостью чувствительность можно определять со дна очищенной от распада полости. Следует помнить, что несоблюдение методики исследования может привести к значительным ошибкам.

При проведении этого исследования обычно не ограничиваются одним пороговым раздражением. Получив положительный ответ, уменьшают силу тока и снова проверяют порог возбудимости. Во избежание ошибок, связанных с утечкой тока, врач должен работать в резиновых перчатках, а вместо зеркала пользоваться пластмассовым шпателем.

Установлены показатели порогового возбуждения пульпы в норме и при патологических состояниях. Здоровые зубы реагируют на токи 2–6 мкА. В начальных стадиях кариеса чувствительность зуба не изменяется. Однако уже при среднем кариесе, и особенно при глубоком, возбудимость пульпы может снижаться до 15 мкА, что указывает на морфологические изменения в ней. Снижение электровозбудимости до 20–40 мкА свидетельствует о наличии воспалительного процесса в пульпе. Следует помнить, что показатель электровозбудимости не характеризует степень распространенности процесса. Об ограниченности воспалительного процесса можно говорить в том случае, если с одного бугра возбудимость понижена, а с остальных не изменена. Если же процесс захватывает всю коронковую пульпу, то возбудимость будет понижена со всех бугров коронки.

Реакция пульпы на ток 60 мкА указывает на некроз коронковой пульпы. Если же наступает некроз и корневой пульпы, то зуб реагирует на ток 100 мкА и выше. Нормальный периодонт чувствителен к токам 100–200 мкА. При выраженных морфологических изменениях в периодонте зуб реагирует на токи более 200 мкА.

Исследованиями установлено, что чувствительность пульпы может понижаться в зубах, функция которых снижена.

При начальных стадиях парадонтоза возбудимость пульпы может повышаться, о чем свидетельствует уменьшение порога силы электрического тока менее 2 мкА.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)





**Занятие 10. ПРОВЕДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНЫМ ВОЛОКНАМ.
 НЕРВНО-МЫШЕЧНЫЙ СИНАПС**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » _____ 20 ____
 день месяц год

<p>Основные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Кодирование информации о качестве и силе раздражителя. Понятие об особенностях кодирования информации в рецепторах с различной способностью к адаптации. Аналоговое и дискретное кодирование. 2. Физиологическая роль структурных элементов нервного волокна. Триггерные зоны. Роль афферентных и эфферентных нервных волокон. 3. Классификация нервных волокон. Роль нервных волокон различных типов. Скорости проведения возбуждения. 4. Механизмы проведения возбуждения по миелиновым и безмиелиновым нервным волокнам, законы проведения возбуждения. Аксонный транспорт. 5. Физиологические основы проводниковой анестезии в стоматологической практике. 6. Синапсы: строение, классификация, свойства, физиологическая роль. 7. Виды нейромедиаторов и рецепторов к ним в центральных и периферических синапсах. Ионотропные и метаболитропные рецепторы. 8. Современные представления о механизмах передачи возбуждения в синапсах на примере нервно-мышечного синапса. Роль ионов кальция. Белки пресинаптической терминали, участвующие в процессе выделения медиатора. 9. Потенциал концевой пластинки (ПКП): механизмы возникновения, роль в генерации ПД. Типы ионных каналов постсинаптической мембраны концевой пластинки, их роль. Процессы, обеспечивающие восстановление готовности синапса к проведению следующего импульса. Роль ацетилхолинэстеразы (АХЭ). 10. Возможности фармакологического влияния на процессы передачи сигналов в синапсах (на примере нервно-мышечного синапса): блокада экзоцитоза ацетилхолина; ингибирование АХЭ (обратимое или необратимое); блокада или стимуляция никотинчувствительных холинорецепторов и другие. 	<p>ЛИТЕРАТУРА</p> <p><i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 54–67, 470 (мелкий шрифт).</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. С. 115–143. [4]. С. 45–55, 66–68.</p>
<p>Вопросы для самоподготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Как можно нарушить физиологическую целостность нерва? Каков механизм действия местных анестетиков? 2. Объясните, почему нервный импульс, возникающий в нервном волокне, распространяется вдоль волокна, а не возвращается к месту его генерации. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Возможно ли проведение сигнала через синапс при отсутствии ионов Ca^{2+}? 4. Почему при отравлении кураре — ядом, блокирующим н-холинорецепторы — организм погибает от недостатка кислорода? 5. Как изменится передача сигнала в нервно-мышечном синапсе под действием веществ, обладающих антихолинэстеразным действием?

Работа 10.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Аналоговое кодирование — _____ _____	Ацетилхолинэстераза — _____ _____
Дискретное кодирование — _____ _____	n-Холинорецептор — _____ _____
Синапс — _____ _____	Потенциал концевой пластинки — _____ _____

Работа 10.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ	
 <p>1. «Демонстрация развития эффекта местных анестетиков в зависимости от времени действия» (01:03) — к работе 10.3. Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеofilмы, размещённые в ЭУМК.</p>	
Работа 10.3. ДЕМОСТРАЦИЯ РАЗВИТИЯ ЭФФЕКТА МЕСТНЫХ АНЕСТЕТИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ДЕЙСТВИЯ	
  <p>В зависимости от механизмов развития эффекта обезболивания выделяют две основных категории анестезии: местную и общую (наркоз). В случае наркоза анестетик угнетает активность головного мозга. При местной (или региональной) анестезии лекарственное средство наносится на кожные покровы (слизистую) или вводится инъекционно.</p> <p>Механизм действия местных анестетиков заключается в блокаде инактивационных h-ворот быстрых потенциал-зависимых натриевых каналов мембраны афферентных нервных волокон. В результате потенциал действия не генерируется. Импульсы от болевых рецепторов не достигают ЦНС, и болевое ощущение не формируется. При этом блокируется передача нервных импульсов от определенной части тела.</p> <p>Местные анестетики могут блокировать передачу сигнала по любым нервным волокнам. Сначала сенсорная афферентация блокируется в волокнах типа В и С, затем в Аδ-волокнах. Таким образом, сначала исчезает боль, затем подавляются другие виды чувствительности и в последнюю очередь — двигательные функции.</p>	<p>Миелинизированные волокна блокируются раньше, чем немиелинизированные волокна того же диаметра. Для прекращения возбуждения миелинизированных волокон необходимо, чтобы блокада распространилась как минимум на три последовательных перехвата Ранвье. Эффект анестезии более выражен в активно функционирующих аксонах.</p> <p>Блокада натриевых каналов — процесс, требующий некоторого времени (обычно нескольких минут). Время развития эффекта зависит от дозы анестетиков и от индивидуальной чувствительности к ним.</p>

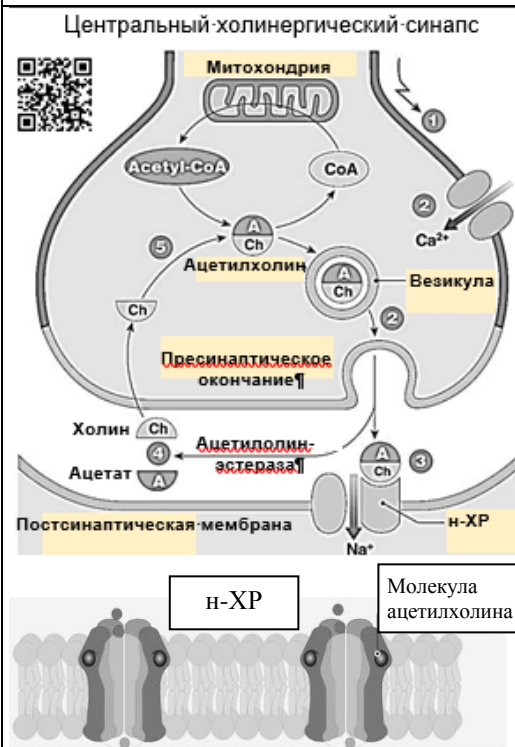
Работа 10.3 (продолжение)

Ход работы. Демонстрируется учебный видеофильм «Демонстрация развития эффекта местных анестетиков в зависимости от времени действия». В программе «NERVE» выбираем раздел «Nerve Physiology» → «Menu» → «7. The effect of procaine». На экране появляется запись потенциалов действия, вызванных в эксперименте прямой электрической стимуляцией периферического нерва. Последовательное нажатие кнопок с указанием времени в секундах воспроизводит на экране записи потенциалов действия, полученные непосредственно после введения прокаина (0 с), через 1 мин (60 с), 1,5 мин (90 с), 2 мин (120 с), 4 мин (240 с) и 6 мин (360 с).

ПРОТОКОЛ

1. Амплитуда суммарного ПД по мере развития анестезии _____ (↑, ↓), скорость развития деполяризации _____ (↑, ↓).
 2. Вывод: для достижения эффекта местной анестезии требуется около _____ мин.
- В данном эксперименте демонстрируется закон _____

Работа 10.4. ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ (выполняется дома самостоятельно)



1	
2	
3	
4	
5	

Работа 10.5. ИЗУЧЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН (выполняется дома самостоятельно)

Тип волокна	Диаметр, мкм	Скорость проведения, м/с	Миелинизация	Функция
Aα	12–22			Моторные волокна скелетных мышц. Афферентные волокна от мышечных рецепторов
	8–12			Афферентные волокна от рецепторов прикосновения
	4–8			Моторные волокна к мышечным веретенам. Афферентные волокна от рецепторов прикосновения и давления
	1–4			Афферентные волокна от некоторых рецепторов холода, давления, боли
	1–3,5			Пре- и постганглионарные вегетативные волокна
	0,5–2,0			Постганглионарные вегетативные волокна (симпатические)

Работа 10.6. ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПУТЕЙ ВЛИЯНИЯ БИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПЕРЕДАЧУ В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СИНАПСЕ (выполняется дома самостоятельно)		
Типы влияния	Результат	Пример вещества
Блокада выделения медиатора (АХ)	Полная блокада синаптической передачи, паралич мышц	Токсин ботулизма (ботокс)
Блокада рецепторов постсинаптической мембраны	Блокада генерации ВПСП и ПД, паралич мышц	Кураре и курареподобные вещества (миорелаксанты)
Угнетение ацетилхолинэстеразы	Обратимого действия: Усиление и продление действия АХ, облегчение проведения импульсов через синапс	Антихолинэстеразные вещества (прозерин, неостигмин и др.)
	Необратимого действия: Блокада синаптической передачи, паралич мышц	Фосфорорганические соединения — инсектициды и боевые отравляющие вещества
Блокада обратного захвата холина пресинаптическим окончанием	Истощение запасов АХ в пресинаптическом окончании	Гемихолиний

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

Занятие 11. ФИЗИОЛОГИЯ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » _____ 20____
 день месяц год

<p>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Скелетная мышца как орган. Структура скелетных мышечных волокон. Саркомер. Белки миофиламентов, их роль. Фактор, вызывающий сокращение скелетных мышц. 2. Механизм сокращения и расслабления одиночного мышечного волокна и мышцы в целом. Электромеханическое сопряжение, роль ионов кальция. 3. Физиологические свойства скелетных мышц. Соотношение возбуждения, возбудимости и сокращения скелетного волокна. 4. Виды и режимы сокращения скелетных мышц. Одиночное сокращение, его фазы. Суммация сокращений, тетаническое сокращение, его виды. 5. Моторные единицы, их виды и характеристика (структурные, метаболические и функциональные особенности). Тонус мышц. 6. Сила и работа скелетных мышц. Факторы, определяющие силу и точность движения мышцы. Утомление, его виды и механизмы. Обеспечение метаболизма мышц. Изменения в мышцах при бездействии и денервации. 	<p>ЛИТЕРАТУРА</p> <p><i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 122–138.</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 1. С. 143–177. [4]. С. 55–66, 68–71</p>
<p>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Длительность периода укорочения мышцы при одиночном сокращении равна 0,03 с, а период расслабления — 0,04 с. Определите (нарисуйте) вид сокращения этой мышцы при частоте сокращения 10 Гц, 20 Гц, 50 Гц. 2. В медицине используется 10 % раствор CaCl₂, который вводят медленно внутривенно. Можно ли этот раствор ввести внутримышечно? К каким последствиям приведёт такое введение? 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Что является естественным стимулом для сокращения скелетной мышцы? 4. Назовите источники Ca²⁺ для сокращения скелетной мышцы. 5. Какие участки саркомера изменяют свою длину при сокращении мышечного волокна?
<p>Работа 11.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)</p>	
<p>Саркомер — _____</p>	<p>Толстая нить — _____</p>
<p>Тонкая нить — _____</p>	<p>Тропонин — _____</p>
<p>Моторная единица — _____</p>	<p>Тонус мышцы — _____</p>

Работа 11.2. ДИНАМОМЕТРИЯ РУЧНАЯ И СТАНОВАЯ



Динамометрия — это метод измерения силы, развиваемой мышцей или группой мышц. Сила мышцы зависит от площади её физиологического сечения, исходной длины, скорости сокращения и других факторов. Сила сокращения мышц измеряется динамометрами и выражается в абсолютных единицах (в зависимости от модели это может быть кгс или даН. 1 кгс ≈ 1 даН; 1 даН = 10 Н), или в относительных единицах (по отношению к массе тела). Динамометрия (особенно ручная) широко применяется в медицине (неврология, реабилитация и т. п.) и в физиологии трудовой и спортивной деятельности.

Материалы и оборудование: ручной и становой динамометры.

А. Ручная динамометрия

Силу правой и левой кистей рук определяют с помощью ручного динамометра. Подготовьте динамометр, установив при помощи кнопки возврата на задней панели стрелку в нулевое положение и переводя кнопку в положение фиксации стрелки при измерении. Вытяните выпрямленную руку с динамометром в сторону, держите её перпендикулярно туловищу. Свободная рука расслаблена и опущена вниз (рис. 6.1). Сожмите динамометр с максимальной силой, запишите результат в протокол. Верните стрелку в нулевое положение. Выполните исследование каждой рукой трижды и выберите максимальную величину. Для сравнения мышечной силы у людей с разной массой тела рассчитывают относительный **показатель силы руки (ПСР)**:

$$\text{ПСР} = \frac{\text{Сила мышц в даН} \times 100}{\text{Масса тела в кг}}$$

Удовлетворительными традиционно считаются показатели силы руки: для мужчин — 55 ед., для женщин — 50 ед. и более.

Сила мышц рук у студентов за последние годы существенно снизилась. В связи с этим в табл. 11.1 даны нормативы силы рук с учётом тенденции её изменения у студентов БГМУ.

Таблица 11.1

Пол	Уровень относительного показателя силы рук студентов				
	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
Мужчины	Менее 41	41–50	51–60	61–70	Более 70
Женщины	Менее 21	21–25	26–30	31–40	Более 40

Б. Становая динамометрия

Данная методика позволяет оценить силу мышц-разгибателей спины. Для её определения становой динамометр прикрепляют к подставке через соединительную планку таким образом, чтобы спина была наклонена вперёд под углом 30°, при этом ноги стоят на подставке и выпрямлены в коленях. Рукоятка динамометра должна находиться на уровне коленей испытуемого (рис. 11.1). Переключатель на задней стенке динамометра устанавливают в положение фиксации результатов «Ф». Взявшись за рукоятку прибора двумя руками, выпрямляются **без рывков**, развивая максимальное усилие мышц спины (не ног или рук!). Выполните трижды и выберите наилучший результат.

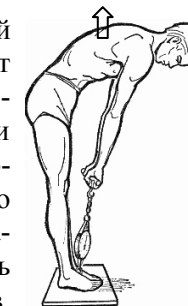


Рис. 11.1

Противопоказаниями для исследования служат: грыжи брюшной стенки или межпозвоночных дисков, перелом позвоночника в анамнезе, высокая степень миопии или артериальной гипертензии, период менструации или беременность, нарушения ритма сердца и т. п.

ВНИМАНИЕ! При проведении становой динамометрии важно соблюдать технику безопасности, иначе есть риск повреждения позвоночника в поясничном отделе. Главная ошибка при выполнении исследования — округление (сутулость) спины во время тяги.

Для оценки **показателя становой силы (ПСС)** используют отношение силы мышц-разгибателей спины к массе испытуемого:

$$\text{ПСС} = \frac{\text{Сила мышц разгибателей спины в даН}}{\text{Масса тела в кг}}$$

Удовлетворительным показателем становой силы мышц-разгибателей спины для мужчин считается 2 ед, для женщин — 1,5 ед и более.

Работа 11.2 (продолжение)

Указания к оформлению протокола:

1. Запишите полученные данные в протокол. Для расчётов используйте наибольшие величины полученных показателей.
2. Оцените силу мышц испытуемого (Вашу!) и укажите, с какой целью рассчитываются показатели силы.
3. В случае если относительные показатели силы рук ниже средних и/или показатель становой силы неудовлетворительный, ознакомьтесь с методами развития силы мышц, которые изложены в учебном пособии «Физическая культура» [10].

ПРОТОКОЛ

Испытуемый: пол _____, масса тела _____ кг.

А. Ручная динамометрия

Рука	Сила кисти руки, даН				ПССР	Вывод (удовл./неудовл.)
	F ₁	F ₂	F ₃	F _{max}		
Правая						
Левая						

Уровень относительного показателя силы руки по табл. 11.1:

правой — _____;

левой — _____.

Б. Становая динамометрия

Становая сила, даН				ПСС	Вывод (удовл./неудовл.)
F ₁	F ₂	F ₃	F _{max}		

Относительные показатели силы рассчитывают для _____

Работа 11.3. ЭРГОМЕТРИЯ МЫШЦ РУКИ

Эргометрия — метод измерения показателей работоспособности мышц человека. При проведении эргометрии мышц руки можно оценить показатель уровня работоспособности (P), показатель снижения работоспособности (S) и силовую выносливость (V).

Материалы и оборудование: ручной динамометр.

Ход работы. После проведения ручной динамометрии (работа 11.2) внесите в протокол максимальную силу кистей рук (F_{max}).

Динамометр переводится в режим НЕфиксированных измерений. Испытуемый выполняет 10 сжатий динамометра с максимально возможной силой. Частота сжатий 1 раз в 5 с, продолжительность сжатия — 1–2 с. Второй студент («испытующий») контролирует время, фиксирует максимальное отклонение стрелки динамометра, вносит результаты измерения (F₁, F₂, ..., F₁₀) для каждой кисти в протокол.

Определите минимальную силу сжатия из 10 попыток F_{min}.

Используя полученные данные, *рассчитайте* показатели работоспособности мышц правой и левой руки и внесите их в протокол.

Уровень работоспособности P:

$$P = (F_1 + F_2 + \dots + F_{10}), \text{ даН.}$$

Показатель снижения работоспособности мышц руки S:

$$S_p = (F_1 - F_{\min})/F_{\max}, \text{ отн. ед.}$$

Определите силовую выносливость (V) мышц предплечий.

Для этого испытуемый поочередно каждой рукой сжимает кистевой динамометр с силой, составляющей 50 % от максимального значения F_{max}. Испытующий по секундомеру отмечает время в секундах, в течение которого испытуемый сумел удержать такое усилие.

Результаты измерений запишите в протокол.

Работа 11.3 (продолжение)

ПРОТОКОЛ

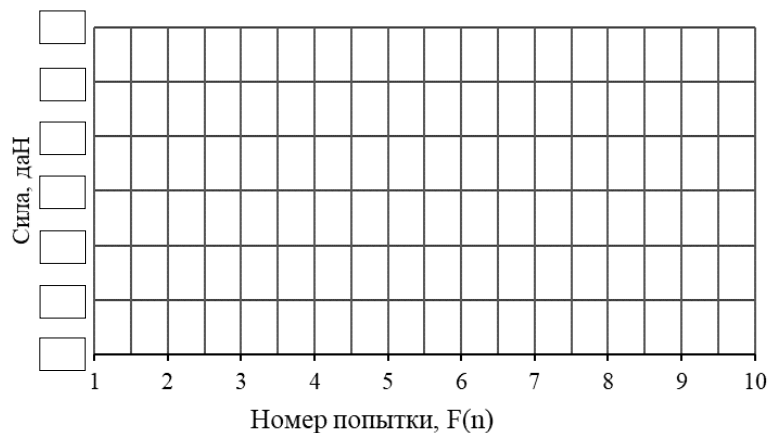
1. Заполните таблицу:

Рука	Сила сжатия кисти руки, даН												Показатели работоспособности		
	F_{max}	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	F_9	F_{10}	F_{min}	P, даН	S_p , отн. ед	V, с
Правая															
Левая															

2. Начертите график зависимости изменения силы сжатия кисти руки F от порядкового номера сжатия $F(n)$ для правой и левой руки.

Обозначьте линии на оси у в соответствии с полученными Вами данными. Шкалы на графиках правой и левой руки должны быть одинаковы.

Правая рука



Левая рука



3. Охарактеризуйте показатели работоспособности мышц правой и левой руки: _____

Проанализируйте динамику изменения силы сжатия динамометра во времени: _____

Работа 11.4. СОКРАЩЕНИЕ МОТОРНЫХ ЕДИНИЦ И МЫШЦЫ В ЦЕЛОМ



Работа выполняется с помощью компьютерной программы «Interactive Physiology» (ярлык «15_IP»). В меню программы слева щёлкните ЛКМ по названию темы «Muscular» и выберите разделы «Сокращение моторных единиц» (**Contraction Of Motor Units**) и «Сокращение целой мышцы» (**Contraction Of Whole Muscle**).

Ход работы. Номера страниц указываются в выпадающем меню вверху экрана (например, **Page 1 of 11**). Переход между страницами осуществляется нажатием стрелок внизу экрана или при помощи выпадающего меню. Для возврата к списку разделов темы используйте панель навигации вверху экрана (например, в «Home > Muscular System > Contraction of Motor Units» надо кликнуть по «Muscular System»).

Раздел «Сокращение моторных единиц» (CONTRACTION OF MOTOR UNITS)

Страница 1: Сокращение целой мышцы — это результат активности групп мышечных волокон, каждая из которых получает импульс от одного двигательного нейрона. Число и размеры таких моторных единиц, вовлечённых в сокращение, определяют его силу.

Страница 4: Вовлечение

Когда требуется сильное сокращение, нервная система стимулирует большее число моторных единиц. Стимуляция дополнительных моторных единиц для увеличения силы сокращения называется вовлечением.

Щёлкните мышкой на интернейроне (там, где мигает жёлтая стрелка), и пронаблюдайте одновременное сокращение двух моторных единиц, отдельные сокращения которых можно было наблюдать в заставке к разделу. Сила полученного сокращения больше силы сокращения в случае отдельной стимуляции любой из двух моторных единиц.

Страница 6: Мелкие моторные единицы выполняют точные движения

Кроме количества участвующих моторных единиц, количество мышечных волокон в каждой моторной единице является важнейшим фактором, влияющим на силу и точность движений мышц.

Мелкие моторные единицы, включающие всего несколько мышечных клеток, обнаруживаются там, где требуется точность движений, например, в мышцах глаза.

Щёлкните мышкой на двигательном нерве, чтобы увидеть точное движение мышц глазного яблока. Повторите. Степень сокращения мышцы возрастает.

Страница 7: Большие моторные единицы выполняют «большие» движения

Крупные мышцы, выполняющие движения с большой амплитудой и силой, такие как движения бедра, имеют большие моторные единицы, в которых каждый двигательный нейрон соединён с большим количеством мышечных клеток.

Подведите курсор к нерву и щёлкните мышкой. Пронаблюдайте сокращение четырехглавой мышцы бедра. Повторите несколько раз.

Вернитесь в «Home > Muscular System».

Раздел «Сокращение целой мышцы» (CONTRACTION OF WHOLE MUSCLE)

Страница 1. Сокращение целой мышцы может быть различным по развиваемой силе. Например, одна и та же мышца может поднимать малый груз (например, один чипс) и достаточно большой груз (например, упаковку из шести банок минеральной воды).

Работа 11.4 (продолжение)

Страница 3: Факторы, влияющие на напряжение мышцы

Одиночные мышечные волокна подчиняются закону «все или ничего», но мышца в целом способна развивать различную силу сокращения, т. е. подчиняется закону силы.

Три фактора, влияющих на силу сокращения:

1. Частота получаемых импульсов.
2. Количество вовлечённых моторных единиц.
3. Степень растяжения мышцы.

Страница 4: Одиночное мышечное сокращение

Мышечное сокращение в ответ на единичный стимул называется одиночным мышечным сокращением.

Щёлкните мышкой на кнопке Stimulator для просмотра одиночного мышечного сокращения.

Страница 5: Три фазы одиночного мышечного сокращения

1. Латентный период.
2. Период сокращения (укорочения).
3. Период расслабления.

Страница 6: Временная суммация двух стимулов

Если до завершения фазы расслабления подействует второй стимул (такой же величины, как и первый), то сокращения суммируются, и степень укорочения мышцы возрастает.

Щёлкните мышкой на кнопке Stimulator для просмотра сокращения мышцы в ответ на двойную стимуляцию.

Страница 7: График временной суммации

Второй пик выше первого. Дополнительное поступление ионов кальция усиливает второе сокращение, которое «накладывается» на первое.

Страница 10: Суммация действия множественных стимулов

Представим следующую ситуацию: импульсы (одинаковые) поступают к мышце с нарастающей частотой, и интервал между импульсами становится все короче.

Щёлкните мышкой на кнопке Stimulator для просмотра ответа мышцы на стимуляцию с возрастающей частотой.

Страница 11: График сокращений мышцы в ответ на множественную стимуляцию

По горизонтали изменяется частота стимуляции, по вертикали — амплитуда сокращения мышцы.

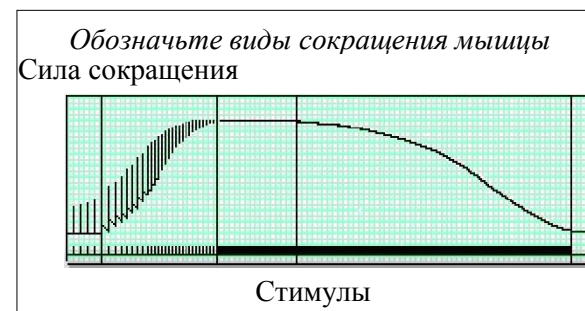
Щёлкните мышкой последовательно на каждой выделенной части графика для получения дополнительной информации. После каждой части графика «нажимайте» кнопку Stimulator для повтора ответа мышцы.

Эффект лестницы. Сила сокращения увеличивается, но каждый раз достигается полное расслабление мышцы, т. е. временная суммация отсутствует. Возрастание амплитуды сокращения может быть вызвано повышением температуры мышцы и увеличением активности ферментов.

Временная суммация. Сокращения суммируются, и их амплитуда с каждым разом становится все больше. Это возрастание происходит из-за увеличения внутриклеточной концентрации ионов кальция.

Неполный (зубчатый) тетанус. Циклы «сокращение – расслабление» становятся все короче, но некоторая степень расслабления после каждого сокращения ещё заметна.

Полный (гладкий) тетанус. При дальнейшем увеличении частоты стимуляции сокращения сливаются в одно сплошное гладкое длительное сокращение без признаков расслабления и какой-либо цикличности. Значительное повышение внутриклеточной концентрации кальция создаёт условия для образования поперечных мостиков между актином и миозином.



Работа 11.4 (продолжение)

Утомление. При продолжающейся частой стимуляции мышца более не способна поддерживать высокий уровень напряжения и постепенно расслабляется. Утомление происходит вследствие накопления кислых продуктов, нарушающих функционирование белков, снижения запасов АТФ и нарушения ионного баланса, возникающего из-за высокой активности мембранных каналов. При условии отдыха и необходимого уровня кровотока состояние утомления проходит, и мышца снова способна отвечать на стимуляцию.

Страница 13: Суммация сокращений моторных единиц

Сила сокращения мышцы определяется не только частотой стимуляции, но также количеством и размерами участвующих в сокращении моторных единиц.

В организме (*in vivo*) количество вовлечённых в сокращение моторных единиц определяется количеством двигательных нейронов, которые стимулируются центральной нервной системой. Путём изменения количества и размеров моторных единиц, участвующих в сокращении, нервная система управляет силой и степенью сокращения каждой конкретной мышцы.

Щёлкните мышкой на кнопке «Start demo» в правом нижнем углу. Выберите вес поднимаемого груза (показано стрелкой). Затем выберите количество участвующих в сокращении моторных единиц: малое число (Few), среднее или большое (Many). Щёлкните мышкой на мышце бедра и наблюдайте сокращение мышцы в соответствии с выбранными параметрами. Повторите сокращение с различными параметрами для установления зависимости силы сокращения от количества участвующих моторных единиц.

Страница 16: Зависимость развиваемого напряжения от длины мышцы

Внизу в правой части экрана находятся три кнопки, соответствующие трём вариантам состояния мышцы: А — нерастянутая (*unstretched*), В — умеренно растянутая (*moderately stretched*) и С — сильно растянутая (*overstretched*).

Щёлкните мышкой по кнопке А. Обратите внимание на перекрытие тонких нитей в нерастянутой мышце. Затем стимулируйте мышцу (*Stimulator*) и наблюдайте сокращение. Оно оказывается слабым вследствие перекрытия тонких нитей и уменьшения возможностей для образования поперечных мостиков. Затем выберите кнопку В. В умеренно растянутой мышце тонкие нити занимают положение возле той части молекулы миозина, где находятся головки с участками связывания с актином; это создаёт оптимальное перекрытие тонких и толстых нитей, благодаря чему образуется максимальное количество поперечных мостиков. Стимуляция мышцы (*Stimulator*) даёт максимальную амплитуду сокращения и степень развиваемого напряжения, что хорошо видно на графике. Наконец, выберите кнопку С. В перерастянутой мышце тонкие нити почти не перекрываются толстыми. При стимуляции (*Stimulator*) сокращение оказывается совсем слабым, так как развить напряжение при таком взаимном положении нитей трудно³.

Страница 17: Резюме.

ПРОТОКОЛ

Заключение. Опишите, как влияют перечисленные ниже факторы на развиваемое мышцей напряжение:

частота стимуляции: _____

количество вовлечённых моторных единиц: _____

исходная длина мышцы: _____

³ В организме такое перерастяжение скелетных мышц достигается редко, так как прикрепление мышц к кости препятствует излишнему растяжению. Но этот эффект имеет большое значение для сердечной мышцы — в развитии сердечной недостаточности.

Работа 12.2. ЭЛЕКТРОМАСТИКАЦИОМИОГРАФИЯ

Это способ биполярной регистрации суммарной электрической активности жевательных мышц с помощью поверхностных пластинчатых электродов. При пережевывании пищи нижняя челюсть по отношению к верхней совершает движения по шести направлениям благодаря сложному строению височно-нижнечелюстного сустава и расположению жевательных мышц. Жевательная мускулатура, особенно собственно жевательная и медиальная крыловидная мышцы, относится к силовым мышцам. По Веберу эти мышцы с поперечным сечением 1 см^2 могут развить силу в 10 кг, т. е. больше, чем икроножная ($5,9 \text{ кг/см}^2$). Иннервация жевательных мышц осуществляется нижнечелюстной ветвью тройничного нерва. Развитие патологических процессов в нижней челюсти приводит к нарушению пищеварения в полости рта. Боль рефлекторно снижает сократимость и электрическую активность жевательных мышц. В настоящее время количественный анализ ЭМГ проводится с помощью специальных приборов, которые позволяют измерять частоту осцилляций, проводить спектральный анализ и оценку средней амплитуды импульсов. Одним из распространенных способов анализа ЭМГ является ее интегрирование (определение среднего значения амплитуды за единицу времени, т. е. деление суммарной амплитуды на число измерений, например, в секунду). Этот показатель пропорционален величине развиваемого мышечного усилия. В состоянии функционального покоя регистрируется низкоамплитудная электрическая активность мышц, которая достигает максимума при произвольном сжатии зубов.



Материалы и оборудование. Поверхностные (кожные) электроды, электромиограф или электроэнцефалограф, позволяющий регистрировать ЭМГ, марля, электроды, электропроводящая паста или 3 % раствор NaCl, спирт.

Ход работы. Над жевательной и двубрюшной мышцами лица приклеивают по два электрода, предварительно смазав их пастой, общий электрод фиксируют на мочке уха с помощью клипсы, а затем регистрируют электрическую активность мышц при различных функциональных состояниях органов ротовой полости:

- а) покой: мышцы лица расслаблены, зубы разомкнуты, нижняя челюсть слегка опущена;
- б) открытый рот: широко разомкнуты челюсти;
- в) закрытый рот: челюсти плотно сжаты;
- г) жевание стандартной жевательной резинки;
- д) максимальное сжатие челюстей через стандартную жевательную резинку.

Указания к оформлению протокола:

1. Зарисуйте ЭМГ в различных условиях.
2. Определите частоту и суммарную плотность биотоков в жевательной мышце.
3. В выводе оцените результаты исследования электрической активности жевательных мышц в различных условиях.

ПРОТОКОЛ

Запись ЭМГ от мышцы	покой	открытый рот	закрытый рот	жевание
жевательной				
двубрюшной				

Вывод. В покое электрическая активность жевательной и двубрюшной мышц _____ . При открытом рте повышается электрическая активность в _____ мышце. При закрытом рте повышается электрическая активность в _____ мышце. При жевании _____ частота и амплитуда в исследуемых мышцах.

Работа 12.3. ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЙ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ В РАЗНЫХ ПЛОСКОСТЯХ. ГОТИЧЕСКАЯ ДУГА

Движения нижней челюсти происходят в результате сложного взаимодействия жевательных мышц, височно-нижнечелюстных суставов и зубов, координируемого и контролируемого центральной нервной системой. Движения нижней челюсти происходят в трех плоскостях: сагиттальной, фронтальной и горизонтальной и заключаются в открывании (опускание нижней челюсти) и закрывании (подъеме нижней челюсти) рта, выдвижении нижней челюсти вперед и назад, а также в боковых (вправо или влево) смещениях нижней челюсти. При максимальном открывающем движении нижней челюсти нижние резцы описывают дугу длиной от 40 до 50 мм (человек может вставить между резцами 3 средних пальца своей руки). Нижняя челюсть может двигаться в сторону (вправо или влево) или дополнительно выдвигаться (вперед, назад) из любого положения в пределах комплекса движений в сагиттальной плоскости. При виде сверху на движения нижней челюсти в горизонтальной плоскости во время ее выдвигающих, а также правого и левого боковых движений до предела, траектория движения срединной точки нижних резцов напоминает головку стрелки или дугу (рис. 12.1). Ее часто называют «готической дугой»

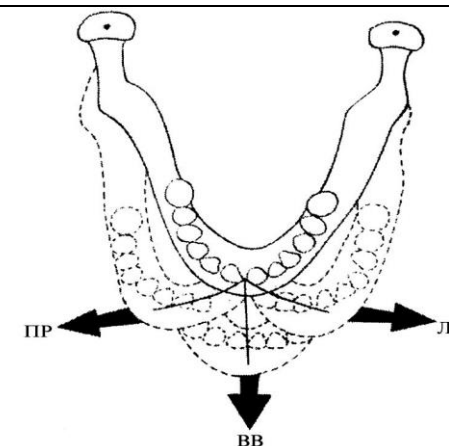


Рис. 12.1. Траектория движения срединной точки нижних резцов при правом рабочем (ПР), левом рабочем (ЛР) и выдвигающем вперед (ВВ) движениях нижней челюсти («готическая дуга»)

Материалы и оборудование: миллиметровая линейка.

Ход работы. Испытуемый должен максимально широко открыть рот. Измеряется расстояние между верхними и нижними резцами с точностью до 1 мм. В норме оно равно 40–50 мм. Испытуемый сам вставляет между резцами 3 средних пальца своей нерабочей руки. В норме при максимальном опускании нижней челюсти начальные отделы 3 средних пальцев должны заходить между резцами верхней и нижней челюстей. Испытуемого описывает нижней челюстью «готическую дугу» сначала без контакта, а затем в условиях контакта с зубами верхней челюсти. При нормальной функции жевательной системы нижняя челюсть равномерно (справа налево или слева направо) описывает «готическую дугу» в пределах объема ее движений как без контакта, так и в условиях контакта с зубами верхней челюсти.

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите расстояние между резцами верхней и нижней челюсти при максимальном открытии рта.
2. Дайте вашу визуальную оценку описания «готической дуги» при движении нижней челюсти испытуемого.
3. Сделайте вывод об объеме движения нижней челюсти.

ПРОТОКОЛ

1. Расстояние между резцами верхней и нижней челюсти при максимальном открытии рта составило _____ мм.
2. При движении нижней челюсти «готическая дуга» описана _____ (полностью или прервана).
3. **Вывод.** Объем движений нижней челюсти у испытуемого _____ (полный или ограничен).

Работа 12.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ПОКОЯ, ВЫСОТЫ ОККЛЮЗИИ И МЕЖОККЛЮЗИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Когда человек находится в вертикальном положении и расслабленном состоянии, его нижняя челюсть занимает положение физиологического покоя. При этом жевательные мышцы находятся в состоянии минимальной активности. Длина лица при нахождении нижней челюсти в положении физиологического покоя называется «высотой покоя». В положении покоя жевательные поверхности зубов верхней и нижней челюстей разъединены. Расстояние между жевательными поверхностями в этом положении называют «межокклюзионным пространством» или «окклюзионным полем». Межокклюзионное пространство клинически определяется как разность между высотой покоя и высотой окклюзии при использовании тех же произвольных точек на лице. При гармоничной (функциональной, физиологической) окклюзии, которая обеспечивает оптимальное взаимодействие между зубами и суставами и предъявляет к адаптационной способности нервно-мышечного аппарата минимальные требования, необходимо, чтобы между высотой покоя и высотой окклюзии существовало приемлемое межокклюзионное пространство, которое варьирует в среднем в пределах от 2 до 4 мм. Однако у отдельных лиц оно может изменяться в пределах от 1,5 до 7 мм. Клиническое положение покоя меняется в течение жизни, в результате удаления зубов и изменения прикуса.

Материалы и оборудование: карандаш (или ручка), линейка, штангенциркуль.

Ход работы. У испытуемого отметьте две произвольные точки на коже: одну — на кончике носа, другую — на подбородке по средней линии лица. Попросите испытуемого сесть прямо, сомкнуть губы и полностью расслабить мышцы лица. При полном расслаблении мимических и жевательных мышц нижняя челюсть занимает положение физиологического покоя. Штангенциркулем измерьте расстояние между отмеченными точками. Это и будет *высота покоя*. Затем попросите испытуемого сомкнуть зубы в положении центральной окклюзии (положение максимального межбугрового смыкания зубов). Измерьте расстояние между теми же точками на коже. Это и будет *высота окклюзии*. Разница между высотой покоя и высотой окклюзии составляет *межокклюзионное пространство*.

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите значения высоты покоя и высоты окклюзии.
2. Рассчитайте величину межокклюзионного пространства.
3. Сделайте вывод о величине межокклюзионного пространства.

ПРОТОКОЛ

1. Высота покоя _____ мм; высота окклюзии _____ мм.
2. Межокклюзионное пространство _____ мм.
3. **Вывод.** Величина межокклюзионного пространства _____ (в норме, увеличена, снижена).

Исправить задания на страницах

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ПОНЯТИЕ О КОМПОНЕНТАХ ЖЕВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Жевательная система — это совокупность органов, объединенных анатомически и функционально для обеспечения начального этапа пищеварения (механической и химической обработки пищи в полости рта и формирования пищевого комка, пригодного для глотания) и управляющего ими нервного аппарата. Кроме того, органы жевательной системы участвуют в обеспечении и ряда других важных функций организма — речи, дыхания. Компонентами жевательной системы являются:

- 1) верхняя и нижняя челюсти с зубными рядами, предназначенными для откусывания и разжевывания пищи;
- 2) жевательная и мимическая мускулатура, функции которой изложены ниже;
- 3) органы для захватывания пищи и формирования пищевого комка (губы, щеки, язык, твердое и мягкое небо),
- 4) слизистая оболочка рта с расположенными в ней малыми и за ее пределами большими слюнными железами, выделяющими секрет для её увлажнения;
- 5) височно-нижнечелюстные суставы, обеспечивающие подвижность нижней челюсти;
- 6) сенсорные рецепторы (нейросенсорные, или первичные и сенсоэпителиальные, или вторичные) и нейроны (чувствительные, центральные и двигательные) для осуществления регуляции и координации работы вышеперечисленных структур.

Важную роль в механической обработке пищи в полости рта играют верхняя и нижняя челюсти с зубными рядами. Зубные ряды состоят из зубных органов — зуба и окружающих его твердых и мягких тканей. Однако в действительности зубные органы располагаются не в ряд, а формируют в челюстях зубные дуги: верхнюю и нижнюю. Их взаимоотношения в полости рта сравнимы с взаимоотношениями суставных поверхностей в суставе. При движениях нижней челюсти относительно верхней эти взаимоотношения постоянно меняются. При этом зубные дуги то расходятся, то сходятся, но в различном положении, или перемещаются, не расходясь, по отношению друг к другу. При виде сверху на движения нижней челюсти в горизонтальной плоскости во время ее выдвигающих, а также правого и левого боковых движений до предела, траектория движения срединной точки нижних резцов напоминает головку стрелки или дугу. Ее часто называют «готической дугой» (см. рис. 12.1).

МЫШЦЫ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ФУНКЦИИ. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ

Мышцы челюстно-лицевой области делят на несколько самостоятельных групп: мимические, жевательные, мышцы языка, мягкого неба и глотки, а также мышцы, относящиеся к органам чувств (зрения и слуха). Функции последних будут рассмотрены в разделе «Анализаторы».

Основные группы мышц челюстно-лицевой области относятся к поперечнополосатым (или исчерченным) скелетным мышцам и обладают теми же физиологическими свойствами и механизмами сокращения и регуляции, что и другие скелетные мышцы. В то же время они имеют ряд характерных особенностей как морфологических, так и функциональных.

Мимические мышцы. Их сокращения придают лицу определенные эмоционально окрашенные выражения, смена которых называется мимикой, отсюда название этих мышц — мимические. Они располагаются под кожей и, в отличие от других скелетных, мышц имеют следующие особенности: 1) лишены фасций и, сокращаясь, приводят в движение кожу; 2) не имеют двойного прикрепления на костях, а обязательно двумя или одним концом вплетаются в кожу или слизистую оболочку (в связи с этой особенностью при травмах лица или черепа могут возникать широко зияющие раны); 3) роль мышц-антагонистов значительно меньше, чем у других скелетных мышц, т. к. при их расслаблении кожа в силу своей упругости сама возвращается к прежнему состоянию; 4) малое количество мышечных волокон в одной моторной единице; 5) группируются вокруг естественных отверстий (рта, носа, глазных щелей, ушей), принимая участие в их замыкании (сужении) или расширении.

Выделяют пять групп мимических мышц. Мышцы черепной крыши (височно-теменная и затылочно-лобная, а также мышца гордецов) перемещают кожу лобно-теменно-затылочной области головы вперед и назад, вызывают поднятие бровей и наморщивание кожи лба. Мышцы наружного уха (передняя, верхняя и задняя) смещают ушную раковину вперед, вверх и назад. Мышцы окружности глаз (круговая, сморщивающая бровь) «зажмуривают» глаз, суживают глазную щель, способствуют поступлению слезы в слезный мешок. Мышцы носовых отверстий (носовая и опускающая носовую перегородку) сжимают или расширяют ноздри. Мышцы ротовой щели, или щечно-губные (круговая, смеха, поднимающая верхнюю губу, поднимающая угол рта, поднимающая верхнюю губу и крыло носа, опускающая нижнюю губу, опускающая угол рта, скуловые, щечная, подбородочная) смыкают или размыкают ротовую щель, опускают или поднимают угол рта или губы.

Полифункциональность мимических мышц. Во-первых, они обеспечивают смещение определенных участков кожи лица с изменением формы отверстий лица и образованием разных складок. Это придает лицу определенное выражение, соответствующее тому или иному переживанию. Во-вторых, эти мышцы принимают участие в дыхании и образовании звуков при членораздельной речи. В-третьих, полноценное жевание невозможно без участия мимических мышц. Мимические мышцы губ и щек участвуют в захвате пищи, обеспечивают ее удержание в преддверии полости рта и замыкание ротовой щели, а также перемещение пищи в пространство между жевательными поверхностями зубных рядов.

Жевательные мышцы. Как большинство скелетных мышц они имеют две точки прикрепления к скелету. Одним концом жевательные мышцы прикрепляются к неподвижной части черепа, а вторым — к нижней челюсти — единственной подвижной кости черепа. При сокращении они обуславливают изменение положения нижней челюсти по отношению к верхней. От силы их сокращения зависит величина жевательного давления, необходимого для откусывания и размельчения пищи. Эти мышцы принимают участие и в других функциях (речеобразование, глотание и пр.).

Часть жевательных мышц относят к основным (жевательная, височная, медиальная крыловидная и латеральная крыловидная мышцы), а часть — к вспомогательным (подбородочно-подъязычная, челюстно-подъязычная, переднее брюшко двубрюшной мышцы). По выполняемой функции их делят на мышцы поднимающие, опускающие и выдвигающие нижнюю челюсть. К основным мышцам, поднимающим нижнюю челюсть, относятся жевательные, височные и медиальные крыловидные мышцы, к опускающим — все вспомогательные мышцы, к выдвигающим — латеральные крыловидные мышцы. В осуществлении движений нижней челюсти также принимают участие глоточные мышцы и мышцы шеи, которые смещают ее назад, а также изменяют форму и положение языка при глотании.

Функциональное назначение отдельных жевательных мышц заключается в следующем.

Жевательная мышца (m. masseter) при двустороннем сокращении поднимает нижнюю челюсть, прижимая нижние зубы к верхним. Особенно сильное давление она развивает на задние верхние зубы. Поверхностный слой мышцы участвует в выдвигании нижней челюсти вперед, а при одностороннем сокращении — ее смещении в противоположную сторону.

Височная мышца (m. temporalis) при двустороннем сокращении обеспечивает подъем нижней челюсти, закрытие рта и смыкание зубов, развивая максимальное давление на передние зубы. При сокращении задних пучков мышцы выдвинутая вперед нижняя челюсть возвращается назад, в привычное среднее положение.

Медиальная крыловидная мышца (m. pterygoideus medialis) при своем двустороннем сокращении поднимает нижнюю челюсть, развивая максимальное давление на задние верхние зубы, и способствует выдвиганию нижней челюсти вперед. При одностороннем сокращении она помогает движению нижней челюсти в противоположную сторону.

Латеральная крыловидная мышца (m. pterygoideus lateralis) при двустороннем сокращении сильно выдвигает нижнюю челюсть вперед, а при одностороннем сокращении смещает ее в противоположную сторону.

Челюстно-подъязычные, подбородочно-подъязычные и двубрюшные (переднее брюшко) мышцы при фиксированной подъязычной кости участвуют в опускании нижней челюсти, а при фиксированной нижней челюсти тянут подъязычную кость вверх и вперед. Иногда их объединяют под названием группы надподъязычных (супрахиоидных) мышц шеи, или передней группы жевательных мышц. Аналогичной функцией обладает грудино-подъязычная мышца из группы подподъязычных мышц.

Возрастные особенности жевательных мышц. В онтогенезе жевательная мускулатура подвержена значительным изменениям. Так у новорожденного жевательная мышца по площади поперечного сечения превалирует над височной. У взрослого человека наоборот — площадь поперечного височной мышцы больше, чем у жевательной. Это обусловлено нарастанием с возрастом функции откусывания пищи, которая мало развита у новорожденного. У новорожденных детей в толще щек имеются комочки Биша — довольно плотные и сравнительно четко ограниченные скопления жира, которые придают упругость щекам, что важно для сосания.

Мышцы языка (mm. linguae) составляют его основу. Будучи мышечным органом, язык выполняет сложнейшие моторные акты, обеспечивающие такие функции как сосание, жевание, глотание, дыхание, образование речи, а также регуляторные, пищедобывательные и защитные реакции. С потерей зубов язык начинает выполнять их функцию, т. е. раздавливающего пищу органа. Язык является также и органом чувств, для которого характерна своеобразная сенсорная полифункциональность — тактильная, проприоцептивная, температурная, болевая и вкусовая чувствительность.

Мышцы языка по своим анатомическим особенностям напоминают мимические. В соответствии с ними мышцы языка объединяют в две группы: наружные — начинаются на костях скелета головы и затем вплетаются в тело языка (при своем сокращении они изменяют положение языка в ротовой полости); внутренние, или собственные, мышцы языка, которые не выходят за его пределы (при своем сокращении они изменяют форму и размеры языка). Многообразие хода пучков внутренних и наружных мышц языка позволяет ему активно участвовать в выполнении таких важных функций как сосание — наиболее ранний и прочный рефлекс, наблюдающийся уже в 2–3-месячном возрасте внутриутробного развития человека, лакание, жевание, выбрасывание изо рта отвергаемой пищи, очистка полости рта, глотание, речь. Немаловажную роль играет язык в росте костей лицевого скелета, формировании зубочелюстной системы.

В норме существует миодинамическое равновесие между мышцами языка и околоротовой области, что имеет исключительно важное значение для правильного симметричного развития челюстей, альвеолярных отростков и установления зубов в зубных дугах. Причем губы на фронтальные зубы давят меньше, чем язык (соотношение от 1 : 2 до 1 : 5), максимальное давление которого приходится по средней линии на верхние передние резцы и передний участок твердого неба и составляет в среднем около 562 г/см². При нарушении миодинамического равновесия напряжение отдельных мышц может возрастать в 2–3 раза, что может приводить к нарушению развития, изменению формы и размеров языка, губ, челюстей и зубных дуг, а также жевания, глотания, речеобразования. В свою очередь, у детей с нарушением речи в 2 раза чаще встречается повышенное давление языком на зубы и неправильное глотание, чем у нормально говорящих детей.

Мышцы мягкого неба участвуют в закрытии входа в носоглотку при глотании пищевого комка (парные мышцы, поднимающие небную занавеску и напрягающие небную занавеску, а также непарная мышца язычка поднимают мягкое небо кверху) или в расширении носоглотки и сужении зева при дыхании (парные небно-глоточные и небно-язычные мышцы опускают мягкое небо).

СИЛА ЖЕВАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ, ЕЕ РЕГУЛЯЦИЯ

Жевательная мускулатура принадлежит к силовым мышцам, т. е. развивающим преимущественно силу. По Веберу, мышца с поперечным сечением в 1 см² может развивать при своем сокращении силу в 10 кг. Сумма поперечного сечения жевательных мышц, поднимающих нижнюю челюсть на одной стороне лица, равна в среднем 19,5 см², а на обеих сторонах — 39 см². Следовательно, абсолютная сила жевательных мышц составляет 390 кг (39×10). Наряду с большой величиной абсолютной силы жевательных мышц существует малая выносливость пародонта отдельных зубов к жевательному давлению. При усиленном смыкании челюстей происходит избыточная деформация пародонта и возбуждение расположенных в нем (в периодонте или в десне) рецепторов, что приводит к возникновению болевых ощущений и рефлекторному ослаблению давления за счет торможения жевательных мышц, несмотря на то, что их сила еще далеко не исчерпана.

Важную роль в регуляции силы сокращения жевательных мышц и координации жевания играют афферентные импульсы от рецепторов самих мышц, а также пародонта, вызывающие соответственно массетерный и пародонтомускулярные рефлексy.

Массетерный рефлекс вызывает фазные сокращения экстрафузальных мышечных волокон жевательных мышц, обеспечивающих подъем нижней челюсти, смыкание зубных дуг и возникновение жевательного давления. Он начинается от проприорецепторов основных жевательных мышц (особенно *m. masseter*) и через мезэнцефалическое чувствительное ядро тройничного нерва активирует моторные ядра (α -мотонейроны мышц, поднимающих нижнюю челюсть) жевательного центра. Особенностью рефлекторной дуги фазного массетерного рефлекса является то, что тело афферентного ложноуниполярного нейрона располагается не в Гассеровом ганглии, а в среднем мозге. Наиболее эффективным механизмом увеличения силы сокращений жевательных мышц является синхронизация (по времени) возбуждения двигательных единиц (ДЕ), а также вовлечение в этот процесс высокопороговых ДЕ, что достигается повышением частоты эфферентной импульсации в двигательных нервных волокнах и их количеством в составе тройничных нервов.

Пародонтомускулярные рефлексy обеспечивают контроль за силой жевательного давления на зубы во время сокращений мышц, поднимающих нижнюю челюсть, и сжатия челюстей. Они возникают при раздражении механорецепторов пародонта, чувствительных к изменению жевательного давления. Они расположены в связочном аппарате зуба (периодонте) и в слизистой оболочке десны и альвеолярных гребней. Соответственно, выделяют два вида пародонтомускулярных рефлексy: периодонтомускулярный и гингивомускулярный.

Периодонтомускулярный рефлекс осуществляется во время жевания при помощи собственных зубов и зависит от степени чувствительности рецепторов давления периодонта. При их возбуждении в результате возрастания жевательного давления во время пережевывания твердой пищи афферентные импульсы по волокнам чувствительных нейронов, расположенных в Гассеровом ганглии, поступают в чувствительные ядра продолговатого мозга. Далее они распространяются в таламус и кору большого мозга. От корковых нейронов эфферентная импульсация по кортико-бульбарному пути поступает в моторные ядра жевательного центра, где вызывает активацию α -мотонейронов, иннервирующих вспомогательные жевательные мышцы (опускающие нижнюю челюсть), и одновременно, через активацию тормозных интернейронов, снижение разрядной деятельности α -мотонейронов, иннервирующих основные жевательные мышцы, что приводит к уменьшению силы их сокращений и жевательного давления на зубы. При надкусывании пищи с очень твердым компонентом (например, скорлупы орехов или косточек) могут возникать болевые ощущения и остановка акта жевания для удаления твердого тела из полости рта во внешнюю среду или его перемещения на зубы с более устойчивым пародонтом.

Гингивомускулярный рефлекс осуществляется в процессе сосания и/или жевания у новорожденных или у пожилых людей после потери зубов, когда сила сокращений основных жевательных мышц контролируется механорецепторами слизистой оболочки десны и альвеолярных гребней. Особое значение этот рефлекс приобретает у людей, пользующихся съемными протезами (при частичной или полной адентии), когда передача жевательного давления осуществляется непосредственно на слизистую оболочку десны.

Важное значение в регуляции сократительной активности основных и вспомогательных жевательных мышц имеет артикуляционно-мускулярный рефлекс, возникающий при раздражении механорецепторов, расположенных в капсуле и связках височно-нижнечелюстных суставов.

Как уже отмечалось, величина силы сокращения жевательных мышц во многом зависит от устойчивости пародонта к жевательному давлению и чувствительности болевых рецепторов периодонта.

ПАРОДОНТ, ЕГО ВЫНОСЛИВОСТЬ К ДАВЛЕНИЮ, РАЗВИВАЕМОМУ ЖЕВАТЕЛЬНЫМИ МЫШЦАМИ. ГНАТОДИНАМОМЕТРИЯ

Пародонт — комплекс взаимосвязанных тканей, окружающих и фиксирующих зубы, который включает в себя десны, кости альвеолярных отростков, надкостницу, периодонт и цемент корня зуба. Пародонт выполняет разнообразные функции. Одна из них уже описана в предыдущем разделе. Это участие в регуляции силы сокращения жевательных мышц. Важными функциями пародонта являются: *опорно-удерживающая* (фиксация зубов с помощью периодонта и цемента), *распределения жевательного давления*, *сенсорная* (для регуляции силы сокращения жевательных мышц и выделения соков слюнных, желудочных желез и желез поджелудочной железы), *пластическая* и *трофическая* (для зубов, развития и перестройки структуры челюстей), *защитная* или *барьерная* (например, от микроорганизмов).

Под жевательным давлением понимают силу, действующую на зуб(ы) при окклюзии во время сокращения жевательных мышц. Жевательное давление на зуб передается по его корню(ям) на альвеолярный отросток челюсти и по межзубным контактам на соседние зубы. Далее оно передается по контрфорсам верхней (небно-носовому, скуловому, заднему, небному) и нижней челюсти к другим костям черепа. Контрфорсы, обеспечивающие механическую прочность костей лицевого черепа, соответствуют участкам утолщения костной ткани, которые чередуются с местами слабого сопротивления действию жевательной силы (давления). Ими являются, прежде всего, стенки верхнече-

люстной пазухи (передняя, задняя, медиальная и глазничная поверхности тела верхней челюсти), а также слезная кость, глазничная пластинка лабиринта височной кости. В связи с этим максимальная вертикальная выносливость к жевательному давлению пародонта разных зубов существенно отличается и составляет, например, для резцов около 60 кг, а для моляров приближается к 180 кг.

Гнатодинамометрия — это метод определения выносливости пародонта к жевательному давлению и силы сокращения жевательных мышц. Определение проводится с помощью приборов — гнатодинамометров. Прибор представляет собой устройство для измерения давления, оказываемого поверхностью зубов на специальные измерительные пластинки или тензодатчики. С помощью гнатодинамометрии установлено, что выносливость пародонта составляет в среднем для фронтальных зубов 40–60 кг, а для жевательных — 100–180 кг. Выносливость пародонта и болевая чувствительность периодонта зависит от индивидуального развития жевательной мускулатуры и опорных тканей зуба, их функционального состояния, обусловленного возрастом, полом, величиной жевательной нагрузки и др.

Продолжительность естественной жевательной нагрузки составляет в среднем от 30 до 120 минут в сутки. Она способствует нормальному формированию зубных дуг, повышению минерализации твердых тканей как здоровых, так и пораженных кариесом зубов, перестройке и образованию костной ткани, а также хорошему пищеварению в полости рта и желудка за счет рефлекторной стимуляции выделения слюны и желудочного сока. У современного человека, в связи с использованием в пищу измельченных и прошедших термическую обработку продуктов, отмечается дефицит жевательной нагрузки. Её дефицит у детей может способствовать формированию функционально ослабленного жевательного аппарата, а у взрослых — понижает минерализацию, созревание эмали и образование защитного заместительного дентина, а также ослабляет слюновыделение и нарушает пищеварение в желудке и кишечнике. Увеличить жевательную нагрузку можно достаточным потреблением овощей и фруктов (по 400–500 г в день), а также использованием жевательных резинок (пластинок или подушечек) без сахара 3 раза в день по 5 минут после еды.

ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ С НЕРВНОГО ВОЛОКНА НА ГЛАДКУЮ МЫШЦУ. ОТЛИЧИЯ НЕЙРОЭФФЕКТОРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГЛАДКИХ МЫШЦ ОТ НЕЙРОМЫШЕЧНЫХ СИНАПСОВ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

Передача информации с нервного волокна на гладкую мышцу осуществляется через нейроэффекторное соединение с помощью нейромедиаторов, основными из которых являются ацетилхолин (АХ) и норадреналин (НА). Они действуют на гладкие миоциты через семисегментные рецепторы, которые стимулируют образование или выделение в цитоплазму вторичных посредников. Иннервированы гладкие мышцы автономной нервной системой. В зависимости от плотности иннервации, природы активности гладких мышц их подразделяют на две группы: висцеральные и мультиунитарные. Висцеральные (унитарные) гладкие мышцы находятся в стенках внутренних органов (желудочно-кишечного тракта, трахеи и бронхов, мочевыделительной системы) и сосудов (кроме капилляров), коже. Миоциты связаны между собой нексусами и обладают автоматией, что обеспечивает миогенную природу тонуса висцеральных мышц. Двигательные нервные окончания находятся на небольшом количестве мышечных клеток. Мультиунитарные гладкие мышцы (ресничная мышца и мышцы радужки) не обладают автоматией, их активность часто имеет нейрогенную природу за счёт хорошей иннервации вегетативными нервами.

Отличия нейроэффекторных соединений гладких мышц от нейромышечных синапсов скелетных мышц заключаются в следующем: 1) образуются нервными волокнами автономной (а не соматической) нервной системы с гладкими миоцитами; 2) медиаторами в них могут быть не только АХ, но и НА и другие (например, дофамин, серотонин), они выделяются не только из пресинаптической терминали, но

также из расширений (везикулёзов) постганглионарных волокон; 3) медиаторы действуют на клетки-мишени через метаботропные рецепторы — АХ через мускариновые холинорецепторы М1-, М2-, М3-подтипы (но не через Н-холинорецепторы), а НА через $\alpha 1$ -, $\alpha 2$ -, $\beta 1$ -, $\beta 2$ -, $\beta 3$ -адренорецепторы; 4) влияние медиатора носит корригирующий (но не пусковой) характер в зависимости от типа рецепторов, с которым он связывается (активируемого внутриклеточного пути передачи сигнала) и проявляется в виде активации или торможения; 5) важным способом удаления медиатора является не только его разрушение ферментами (например ацетилхолинэстеразой как в нервно-мышечном синапсе), но и вымывание из синаптической щели (из-за её большой ширины), а также обратный захват пресинаптической мембраной.

ПОНЯТИЕ О МИОЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ КЛЕТКАХ И ИХ ФУНКЦИЯХ

Название этих клеток связано с тем, что они, с одной стороны, имеют эпителиальное происхождение, а с другой стороны, обладают сократительной активностью. Миоэпителиальные клетки находятся в экзокринных железах. Они окружают клетки секреторных отделов (экзокриноциты) и выводных протоков (эпителиоциты) слюнных, слезных, потовых, молочных желез, прикрепляясь при помощи полудесмосом к базальной мембране. Миоэпителиальные клетки сильно уплощены, имеют звездчатую форму и своими отростками охватывают экзокриноциты и эпителиоциты. Сократительный аппарат миоэпителиальных клеток представлен (как и в гладких мышцах), актиновыми (прикрепленными α -актанином к плотным тельцам) и миозиновыми толстыми нитями.

Механизм сокращения и расслабления миоэпителиоцитов напоминает таковой у гладких миоцитов. Нейромедиатор (АХ, НА) или гормон (окситоцин, адреналин), связавшись со специфическим рецептором, через свой рецептор активирует диссоциацию G-белка, α -субъединица которого далее активирует фосфолипазу С. Фосфолипаза С катализирует образование инозитолтрифосфата (ИТФ3) и диацилглицерола из фосфоинозитолдифосфата мембраны клетки. ИТФ3 диффундирует к эндоплазматическому ретикулуму и после взаимодействия со своими рецепторами вызывает открытие кальциевых каналов и высвобождение Ca^{2+} из депо в цитоплазму. Увеличение содержания Ca^{2+} в цитоплазме является ключевым событием для инициации сокращения миоэпителиоцита. 4 иона Ca^{2+} связывается с кальмодулином, полученный комплекс активирует кальдесмон на актине и фермент — киназу легких цепей миозина, необходимую для фосфорилирования легких цепей и сборки толстой нити из молекул миозина. Далее происходит прикрепление к актину фосфорилированных головок миозина и их поворот, при котором нити актина втягиваются между нитями миозина — совершается одно гребковое движение. В результате гидролиза АТФ актин-миозиновые связи разрушаются, головки миозина восстанавливают свою конформацию и приобретают готовность к новому гребковому движению. Продолжающаяся стимуляция рецепторов миоэпителиоцита гормоном или нейромедиатором и высокая концентрация Ca^{2+} в цитоплазме поддерживают дальнейшее сокращение клетки. Таким образом, сила и продолжительность сокращения миоэпителиальных клеток (как и гладких миоцитов и мышечных волокон скелетных мышц) определяется концентрацией свободного Ca^{2+} , окружающего миофиламенты. Расслабление миоэпителиальных клеток наступает при снижении содержания Ca^{2+} в цитоплазме менее 10–7 М/л, что приводит к распаду комплекса « 4Ca^{2+} -кальмодулин», дефосфорилированию головок миозина, разрыву связей между актином и миозином. Сокращение миоэпителиальных клеток облегчает выделение секрета из концевых отделов и его продвижение по выводным протокам экзокринных желез. АХ стимулирует сокращение миоэпителиальных клеток слезных и потовых желез, НА — слюнных желез, окситоцин — молочных желез при лактации

Занятие 13. ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » _____ 20 ____
день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Функции нервной системы, её роль в обеспечении жизнедеятельности целостного организма и его взаимоотношений с внешней средой.
2. Нейрон. Функциональная классификация нейронов. Физиологические свойства нервных клеток и функции структурных элементов нейрона (сома, аксон, дендриты).
3. Морфологические и биофизические особенности нейронов, обеспечивающие их функции (восприятие, интеграция, передача информации). Особенности возникновения и распространения возбуждения в нейроне.
4. Объединение нейронов в нервные цепи. Виды и функции нейронных цепей. Основные принципы распространения возбуждения в нервных цепях (дивергенция, конвергенция, реверберация и др.). Детерминированность нейронных цепей, понятие об их пластичности. Понятие о проводящих путях и их функциях.
5. Особенности строения и функций синапсов ЦНС в сравнении с нервно-мышечными синапсами. Нейромедиаторы центральных синапсов. Рецепторы постсинаптической мембраны.
6. Рефлекторный принцип функционирования нервной системы. Рефлекс. Виды рефлексов. Структура рефлекторной дуги. Обратная связь, её значение. Многоуровневая организация рефлекса.
7. Физиологическое понятие нервного центра. Представление о структуре и функциях нервных центров и ядер. Свойства нервных центров, их тонус.
8. Торможение в ЦНС, его виды и роль. Формы проявления торможения. Первичное и вторичное торможение, их разновидности и механизмы.
9. Тормозные нейромедиаторы. Механизмы функционирования тормозных синапсов (на примере ГАМК-ергического тормозного синапса). Тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП).
10. Интегративная деятельность нейрона. Механизмы взаимодействия процессов возбуждения и торможения на нейроне. Суммация возбуждения.
11. Координационная деятельность ЦНС и её принципы.
12. Функции нейроглии. Гематоэнцефалический барьер (ГЭБ), структура и функции.
13. Особенности метаболизма мозга и его обеспечение системой мозгового кровообращения. Продолжительность жизни нейронов в условиях аноксии.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

[1].
[2]. С. 36–38,
64–81, 203–204.

Дополнительная

[3]. Ч. 1. С. 177–208,
70–72.
[4]. С. 17–19, 72–74,
83–105, 137–138,
143–144.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:	
1. В чем сходство и различие анатомического и физиологического представления о нервном центре? В чём отличие от нервного ядра?	4. Почему время сухожильного рефлекса является самым коротким по сравнению со временем других рефлексов?
2. Почему именно в мозге при высокой активности нейронов концентрация внеклеточного калия может существенно возрастать? К каким последствиям это может приводить и какой механизм предотвращает эти последствия в физиологических условиях?	5. Каково время выживания нейронов головного мозга в условиях гипоксии (аноксии)? От каких факторов оно зависит?
3. В чем заключается физиологический смысл реципрокного торможения?	6. Объясните причины основных функциональных различий нервно-мышечного и межнейронного синапсов.
	7. В чем отличие первичного и вторичного торможения?
Работа 13.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Аксон — _____	Торможение в нервной системе — _____
Аксонный холмик — _____	ГАМК — _____
Рефлекс — _____	Нервное ядро — _____
Клетка Реншоу — _____	Нервный центр — _____

Работа 13.2. ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕННОГО И АХИЛЛОВА РЕФЛЕКСОВ
<p>Миотатические (сухожильные) рефлексы — рефлексы на растяжение мышцы. Они участвуют в регуляции тонуса мышц и поддержании позы тела. Быстрое растяжение мышцы всего на несколько миллиметров механическим ударом по её сухожилию приводит к сокращению всей мышцы и двигательной реакции. Реализация этих рефлексов была бы невозможна, если бы одновременно с сокращением самой мышцы не расслаблялись мышцы-антагонисты.</p> <p>В клинической практике сухожильные рефлексы исследуются с целью определения функционального состояния различных звеньев рефлекторной дуги и топической диагностики некоторых заболеваний ЦНС (нарушение рефлекторной реакции чаще всего указывает на поражение тех сегментов спинного мозга или тех ядер черепных нервов, в которых замыкаются рефлекторные дуги). При этом большое внимание обращают на симметричность рефлекторной реакции.</p> <p>При выполнении работы для предотвращения сознательного затормаживания рефлекса могут применяться приёмы на отвлечение, такие как приём Ендрассика — испытуемый сцепляет пальцы двух рук «замком» перед грудью, а затем пытается разорвать этот «замок» (как варианты — сильно сжимает челюсти или сжимает своей рукой руку или пальцы исследователя), либо считает вслух в обратном порядке от 200 через 7 (например, $200 - 7 = 193$, $193 - 7 = 186$ и т. д.).</p> <p>Не следует забывать, что нарушение рефлекторной реакции возможно при повреждении любого звена — от рецептора до органа-эффиктора.</p> <p>В случае отсутствия рефлекса, для дифференциальной диагностики повреждения афферентного и других звеньев рефлекторной дуги, испытуемого просят осуществить произвольное движение в соответствующем суставе.</p>

Работа 13.2 (продолжение)

Материалы и оборудование: неврологический молоточек.

Ход работы.

А. Коленный рефлекс.

Обследуемый должен сесть на стул и положить ногу на ногу. Нанесите удар молоточком по связке надколенника (рис. 13.1). Удар должен быть отрывистым, без лишнего усилия, как будто молоточек падает под собственным весом. Пронаблюдайте характер разгибания ноги в коленном суставе. Сравните рефлекторную реакцию на обеих конечностях.

Б. Ахиллов рефлекс.

Обследуемый должен стать коленями на стул так, чтобы ступни ног свободно свисали. Нанесите удар молоточком по ахиллову сухожилию. Пронаблюдайте характер подошвенного сгибания стопы. Сравните симметричность рефлекторной реакции.

ПРОТОКОЛ

1. У испытуемого коленный и ахиллов рефлексы _____ (выражены, отсутствуют), _____ (симметричны, асимметричны).

2. Уровни замыкания рефлексов в спинном мозге:

коленного _____;

ахиллова _____.

3. **Вывод:** состояние рефлекторной реакции _____ (в норме, рефлексы асимметричны, не вызываются).



Рис. 13.1. Рефлекторная дуга коленного рефлекса


Перечислите звенья рефлекторной дуги.

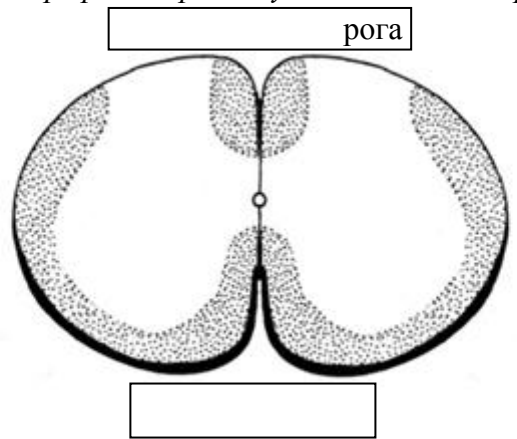
№	Название звена
1.	
2.	
3.	
4.	

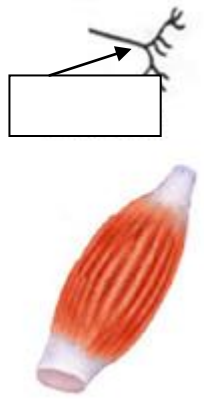
Работа 13.3. СХЕМЫ РЕФЛЕКТОРНЫХ ДУГ МОНОСИНАПТИЧЕСКОГО И ПОЛИСИНАПТИЧЕСКОГО РЕФЛЕКСОВ
(выполняется дома самостоятельно)

Нарисуйте рефлекторные дуги и заполните пропуски.

Рефлекторная дуга
моносинаптического рефлекса







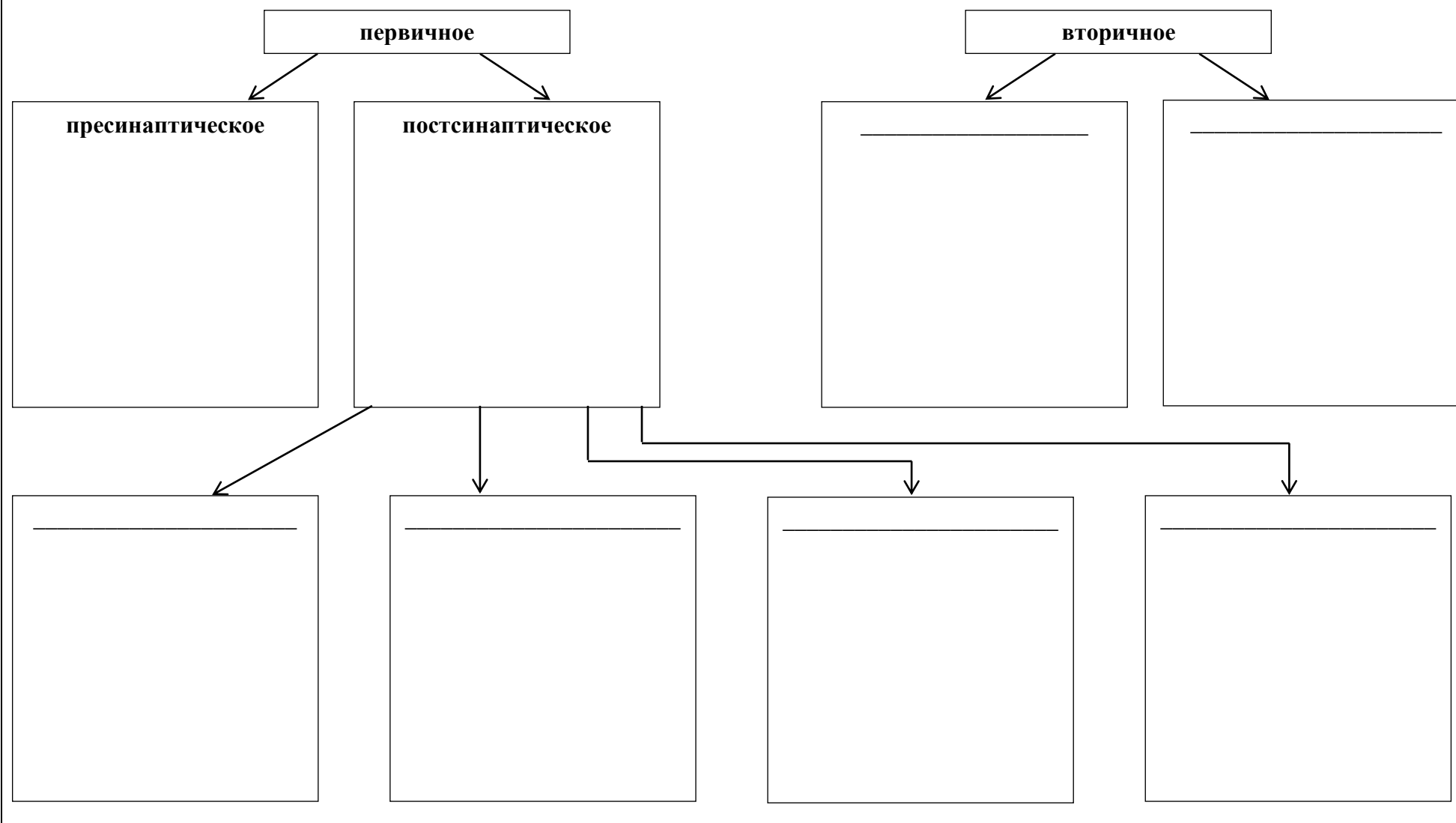
Рефлекторная дуга
полисинаптического рефлекса

Звенья рефлекторной дуги соматического рефлекса

моносинаптического	полисинаптического
1. Рецепторное звено представлено рецепторами скелетной мышцы: 1.1	1. Рецепторное звено представлено рецепторами: 1.1 ; 1.2
2. Аfferентное звено представлено _____, их тела расположены в _____	2. Аfferентное звено представлено _____, их тела расположены в _____
3. Вставочное звено:	3. Вставочное звено:
4. Эfferентное звено представлено _____ или _____ мотонейронами, расположенными в _____	4. Эfferентное звено представлено _____ или _____ мотонейронами, расположенными в _____
5. Органы-эffекторы _____ - и _____ мышечные волокна скелетной мышцы.	5. Органы-эffекторы _____ - и _____ мышечные волокна скелетной мышцы.
Скорость передачи сигнала (потенциала действия (ПД)) составляет от _____ м/с до _____ м/с в эfferентных волокнах, так как они имеют _____ оболочку и относятся к типу _____.	
Нейромедиатором в нервно-мышечном синапсе является _____, который действует на _____ тип _____ рецепторов, _____ подтип.	

Работа 13.4. ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ТОРМОЖЕНИЯ В ЦНС (выполняется дома самостоятельно)

Используя материал лекций, учебника, ЭУМК, впишите названия видов торможения и зарисуйте схемы.



ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ТЕОРИИ ОРГАНИЗАЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

В конце XIX века существовало две гипотезы о строении нервной системы — теория сети (ретикулярная) и нейронная теория.

Ретикулярная теория была разработана и предложена в 1871 году немецким гистологом и анатомом Йозефом фон Герлахом (1820–1896) и поддержанная итальянским ученым К. Гольджи. Согласно ретикулярной теории, нервная ткань представляет собой своеобразный синцитий, в котором клетки в какой-то степени лишены индивидуальности, так как их отростки связаны между собой, непрерывно переходят один в другой, в результате чего формируется непрерывная диффузная сеть «rete nervosa diffusa». В 1873 году Камилло Гольджи, изучая структуру серого вещества мозга, изобрел метод импрегнации нейронов азотнокислым серебром. На своих препаратах Камилло Гольджи продемонстрировал, что нервная система состоит из обширной сети, образованной разветвлениями свободных окончаний дендритов и неразрывно связанных друг с другом «диффузной нервной сетью».

Постепенно учеными были определены основные положения теории ретикуляризма:

- 1) Нейроны — не одиночные самостоятельные клетки, а соединены в «диффузную сеть».
- 2) Волокна этой сети связаны между собой цитоплазматически (образуя синцитий) и электрически. Нервные импульсы способны распространяться в обе стороны от места контакта нейронов.
- 3) Главными функциональными центрами нервной системы являются не нейроны, а «диффузные нервные сети».
- 4) Нейроны функционируют не самостоятельно, а выполняют совместную деятельность.

Нейронная теория — клеточная теория строения нервной системы сформировалась в конце XIX в. благодаря работам ряда ученых того времени — С. Рамон-и-Кахаля, В. Гиса, А.-Г. Фореля, В. фон Вальдейера, А. Ван Гехутен. Особенно рьяно представлял нейронную теорию испанский гистолог Сантьяго Рамон-и-Кахаль.

В отличие Камилло Гольджи, Рамон-и-Кахаль считал, что нервная система состоит из отдельных нервных клеток, образующих между собой соединения — контакты, через которые происходит передача информации между нейронами. Следует отметить, что развить «нейронную теорию» ему помог метод окраски нервной ткани, изобретенный его противником К. Гольджи. Помимо прочего, Рамон-и-Кахаль внес еще один фундаментальный вклад в нейронауку: передача импульса всегда происходит в одном направлении: от дендрита(-ов) к телу нейрона и от него к аксону.

В 1897 году Чарльз Скотт Шёррингтон — британский ученый в области физиологии и нейробиологии описал контакты между нервными клетками в виде небольшого промежутка между нейронами, которые он назвал синапсами (от греческого слова «застежка»). Окончательные доказательства существования синапса было получено в 1950-х годах с помощью электронного микроскопа.

Основные положения нейронной теории, описанные Рамон-и-Кахалем:

1. Нервное раздражение способно распространяться только в одном направлении: от сенсорных окончаний и клеток (чувствительных нейронов) через мозг (вставочные нейроны) к двигательным нейронам и по их аксонам к клеткам-мишеням (например, при коленном рефлексе к экстрафузальным мышечным волокнам /миоцитам/ четырехглавой мышцы бедра).
2. Нейроны связаны между собой химическими синапсами, способными только к одностороннему проведению информации с помощью нейромедиаторов.
3. Любые нейроплазматические (синцитиальные), связи у нейронов, в отличие от других клеток, отсутствуют.
4. Нейроны развиваются и функционируют самостоятельно.
5. Двухядерные нейроны — результат amitоза.

Несмотря на разные представления об организации строения нервной ткани К. Гольджи и Рамон-и-Кахаль оба получили Нобелевскую премию по физиологии и медицине (1906) «в знак признания их работы по структуре нервной системы». Это была одна из самых противоречивых глав в истории Нобелевского комитета, поскольку оба ученых по-разному интерпретировали одно и то же гистологическое явление. Так, даже в своей нобелевской лекции Камилло Гольджи активно нападал на идеи, поддерживаемые Рамон-и-Кахалем, и приводил доводы в поддержку ретикулярной теории.

В 1893 году российский ученый А. С. Догель впервые описал и цитоплазматический анастомоз не только между телами клеток (что было бы логично в случае происхождения двуядерный нейронов путем амитоза), но и между нервными волокнами (рис. 13.2). С этого времени нейрогистологи все чаще наблюдают подобную картину в мозге и в периферической нервной системе подопытных животных. Причем было замечено, что эти цитоплазматические анастомозы между нейронами могут не только образовываться, но и исчезать, отражая пластичность протекания нервных процессов.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что синцитиальная сеть нейронов (в соответствии с принципом ретикуляризма), является неотъемлемой частью строения нервной системы и вполне совместима с нейронной теорией. Это позволяет дополнить положения нейронной теории новыми данными и попытаться сформулировать объединенную нейронно-ретикулярную концепцию (О. С. Сотников, 2019) организации нервной системы.

Основные положения объединенной нейронно-ретикулярной теории:

1. Потенциал действия в рефлекторной дуге распространяется в одном направлении: от сенсорных окончаний и клеток через вставочные нейроны к двигательным нейронам и по их аксонам к клеткам-мишеням (миоцитам и другим).

2. Большинство нейронов связано между собой химическими синапсами, способными только к одностороннему проведению информации. Однако в ряде случаев между ними имеются и электрические синапсы с образованием между клетками функционального синцития и двусторонним проведением сигнала между ними, в том числе для реверберации возбуждения по замкнутым нервным путям в структурах головного мозга (участвуя в процессах научения, памяти и др.).

3. Прижизненные кино- и видео-микроскопические исследования позволили установить наличие нейроплазматических (истинных синцитиальных) связей между нейронами (с образованием многоядерной клетки и общего аксона). В отличие от других истинных синцитиальных структур (например, миосимпластов скелетных) многоядерные нейроны могут не только образовываться из отдельных одноядерных нейронов, но и обратно разъединяться в одноядерные клетки.

4. Двуядерные (или более) нейроны могут быть как результатом амитоза, так и их образования путём полного синцитиального слияния отростков (аксонов) и тел двух (или более) нейронов.

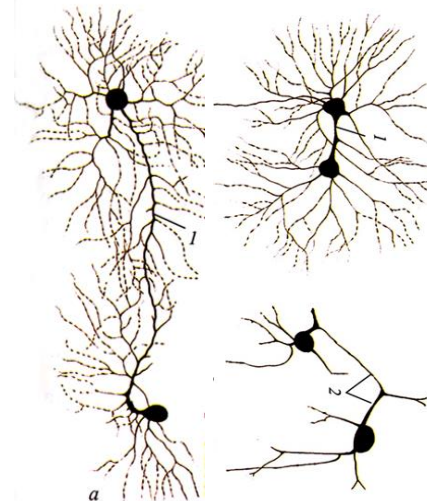


Рис. 13.2. Цитоплазматические анастомозы между нейронами ретикулы сетчатки по А. С. Догелю

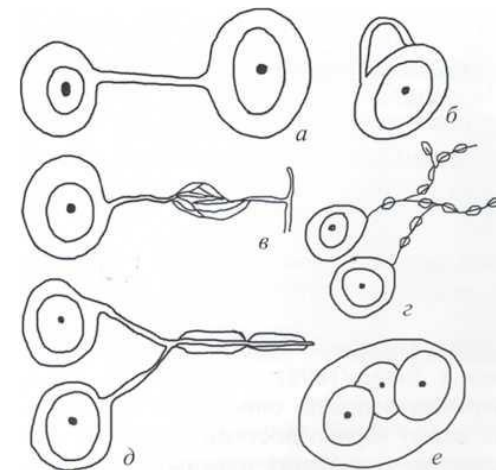


Рис. 13.3. Варианты синцитиального слияния нейронов, описанные в Лаборатории функциональной морфологии и физиологии Института физиологии им. И. П. Павлова РАН

<ol style="list-style-type: none"> 1. Общие свойства возбудимых тканей. Возбуждение и формы его проявления. Параметры возбудимости. Изменение возбудимости в процессе возбуждения. Рефрактерность, ее причины и физиологическое значение. Законы реагирования возбудимых тканей на действие раздражителей. Хронаксиметрия. Кривая «сила–длительность». Реакция возбудимых тканей на действие постоянного тока. 2. Биопотенциалы как носители информации в живом организме. Виды электрических сигналов в организме, их сравнительная характеристика. Потенциал покоя и локальные потенциалы. Факторы, определяющие величину мембранного потенциала. Понятие о гальванизме. 3. Сенсорные рецепторы: определение понятия, классификация, роль, основные свойства. Рецепторный и генераторный потенциалы. Понятие о принципах кодирования информации в сенсорных рецепторах. 4. Потенциал действия как носитель информации. Генерация потенциала действия, фазы и механизмы его развития. Особенности строения и функционирования потенциалзависимых натриевых каналов. 5. Нейрон: структура, функции, свойства, взаимосвязь с глиальными клетками. Роль нейроглии. 6. Физиологическая роль структурных элементов нервного волокна. Роль афферентных и эфферентных нервных волокон. Классификация нервных волокон. Роль нервных волокон различных типов. Механизм проведения возбуждения по миелиновым и безмиелиновым нервным волокнам, законы проведения возбуждения. Аксональный транспорт. Физиологические основы проводниковой анестезии в стоматологической практике. 7. Синапс. Классификация синапсов, их физиологическая роль. Строение электрического и химического синапса. Рецепторы постсинаптической мембраны. Механизм передачи сигналов в нервно-мышечном синапсе. Потенциал концевой пластинки. Роль ацетилхолинэстеразы. Механизмы восстановления нейромедиаторов. Механизм генерации потенциала действия на постсинаптической клетке. 8. Физиологические свойства скелетных мышц. Одиночное сокращение, его фазы. Суммация сокращений, тетаническое сокращение. Виды и режимы сокращения скелетных мышц. Двигательные единицы и их особенности в разных мышцах. Типы мышечных волокон. 	<p style="text-align: center;">ЛИТЕРАТУРА</p> <p style="text-align: center;"><i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 30–38, 41–81, 122–138, 203–204, 470.</p> <p style="text-align: center;"><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 1. С. 35–72, 81–208. [4]. С. 17–19, 21–74, 83–105, 137–138, 143–144.</p> <p style="text-align: center;">Организация коллоквиума</p> <p>Компьютерный тест «14. КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Итоговое занятие...». Проверьте допуск! 50 вопросов за 28 минут. Обязательная сдача практического навыка.</p> <p>Преподаватель может задать дополнительные устные или письменные вопросы независимо от результатов тестирования.</p>
--	---

9. Структура скелетных мышечных волокон. Саркомер. Механизм сокращения и расслабления одиночного мышечного волокна и мышцы. Функциональное назначение отдельных жевательных мышц.
10. Гладкие мышцы. Классификация, физиологические свойства и особенности. Факторы, вызывающие сокращение гладкомышечных клеток. Мембранные рецепторы и ионные каналы, участвующие в запуске сокращения. Роль кальция, механизмы повышения его концентрации в саркоплазме. Механизм сокращения и расслабления гладкой мышцы.
11. Центральная нервная система. Ее функции и роль в обеспечении жизнедеятельности целостного организма и его взаимоотношений с внешней средой. Особенности строения и функций синапсов ЦНС в сравнении с нервно-мышечными синапсами. Нейромедиаторы, их классификация, основные типы рецепторов к ним.
12. Рефлекторный принцип функционирования нервной системы. Рефлекс. Виды рефлексов. Структура рефлекторной дуги. Обратная связь, ее значение.
13. Торможение в ЦНС, формы его проявления, виды и роль. Механизмы центрального торможения. Первичное (постсинаптическое и его виды, пресинаптическое) и вторичное (пессимальное, торможение после возбуждения) торможение. Тормозные нейромедиаторы. Механизм функционирования тормозного синапса. Тормозной постсинаптический потенциал.
14. Принципы координационной деятельности ЦНС: реципрокное торможение, общий конечный путь, доминанта, обратная афферентация. Возбуждающие и тормозные медиаторы, рецепторные механизмы их действия. Механизмы взаимодействия процессов возбуждения и торможения на нейроне. Интегративная деятельность нейрона

ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ:

1. Оценка влияния сдвигов внеклеточной концентрации ионов Na^+ и K^+ на величину мембранных потенциалов. (Решение ситуационных задач, в т. ч. с использованием кейс-метода).
2. Возможности фармакологического влияния на процессы передачи сигналов в синапсах (на примере нервно-мышечного синапса).
3. Проведение динамометрии (ручной и становой) и физиологическая оценка получаемых показателей.
4. Оценка особенностей иннервации скелетных и гладких мышц и действие нейромедиаторов на них.
5. Исследование основных сухожильных рефлексов на примере коленного (морфологическая основа [рефлекторная дуга]). Физиологическая оценка получаемых показателей.

ПРОТОКОЛ


Компьютерный тест «14.КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Итоговое занятие по разделу «Общая физиология»

Проверьте допуск!

Отметка за тест	Отметка за устный ответ	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

<p>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Спинной мозг. Функции спинного мозга. Основные спинальные рефлексы. Последствия повреждения спинного мозга, его корешков. Спинальный шок. 2. Спинальный уровень регуляции мышечного тонуса, позы и движения. Изменение тонуса мышц при повреждении различных звеньев рефлекторной дуги. 3. Продолговатый мозг и мост. Сенсорные, соматические и вегетативные функции. Жизненно важные центры, рефлекторная деятельность. Защитные рефлексы. 4. Средний мозг. Сенсорные, соматические и вегетативные функции. Зрачковые и другие рефлексы. Глазодвигательные функции. 5. Понятие о децеребрационной ригидности и механизме её возникновения. 6. Роль среднего мозга, моста и продолговатого мозга в регуляции мышечного тонуса. 7. Мозжечок. Сенсорные, соматические и вегетативные функции. Участие мозжечка в механизмах регуляции тонуса мышц, позы и осуществления движений. 8. Основные симптомы нарушения функций мозжечка. 9. Ретикулярная формация ствола мозга, её нисходящие влияния на рефлекторную деятельность спинного мозга и восходящие активирующие влияния на кору больших полушарий. Важнейшие нервные центры ретикулярной формации, её соматические и вегетативные функции. 	<p>ЛИТЕРАТУРА</p> <p><i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 141–173, 177–178.</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 1. С. 331–394, 405–420, 236 (рис.); Ч. 2. С. 394 (рис.), 397 (рис.), 497–501. [4]. 105–122, 123–125. 138–143.</p>
<p>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В каких сегментах спинного мозга расположены центры сухожильных рефлексов: коленного, ахиллова, сгибателя верхней конечности, разгибателя верхней конечности? К какому виду рефлексов они относятся? 2. Где располагаются центры слюноотделительного, глотательного, мигательного, зрачкового рефлексов? 3. Каковы последствия полного разрыва спинного мозга на уровнях: а) между шейным отделом и продолговатым мозгом; б) между шейным и грудным отделами; в) между грудным и поясничным отделами? 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Почему при перерезке задних корешков спинного мозга тонус мышц резко снижается? 5. Что такое спинальный шок? Когда он возникает? 6. Каковы основные функции нейронов холмиков четверохолмия? 7. У человека выявлено нарушение зрачковых рефлексов. Какие структуры зрительной системы могут быть повреждены? 8. Почему при аккомодации и конвергенции глаз происходит сужение зрачков? 9. Какие симптомы возникают при нарушении функций мозжечка? 10. Перечислите основные функции ретикулярной формации.

Работа 15.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Спинальные рефлексy — _____ _____	Альфа-мотонейроны — _____ _____
Жизненно важные центры — _____ _____	Гамма-мотонейроны — _____ _____
Спинальный шок _____	Рецепторы Гольджи — _____
Проприорецепторы — _____ _____	Мышечные веретёна — _____ _____

Работа 15.2. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СУХОЖИЛЬНЫХ РЕФЛЕКСОВ У ЧЕЛОВЕКА (НИЖНЕЧЕЛЮСТНОЙ, РЕФЛЕКС СГИБАТЕЛЯ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ, РЕФЛЕКС РАЗГИБАТЕЛЯ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ)	
 <p>Сухожильные рефлексy в клинике исследуются с целью оценки функционального состояния ЦНС и топической диагностики заболеваний ЦНС.</p> <p>Материалы и оборудование. Неврологический молоточек.</p> <p>Ход работы:</p> <p>а) <i>нижнечелюстной рефлекс.</i> Нанесите лёгкий удар молоточком по подбородку при слегка открытом рте, наблюдайте сокращение жевательных мышц (движение смыкания челюстей) (рис 15.1);</p> <p>б) <i>сухожильный рефлекс сгибателя верхней конечности (локтевой рефлекс).</i> Левоу рукой поддерживайте предплечье обследуемого в полусогнутом положении, подставив ладонь своей руки под его локоть. Нанесите удар молоточком по сухожилию двуглавой мышцы. Наблюдайте сгибание руки в локтевом суставе;</p>	<p>в) <i>сухожильный рефлекс разгибателя верхней конечности.</i> Станьте сбоку от обследуемого, отведите пассивно его плечо кнаружи до горизонтального уровня, поддерживая его левоу рукой у локтевого сгиба так, чтобы предплечье свисало под прямым углом. Нанесите удар молоточком по сухожилию мышцы у самого локтевого сгиба. Наблюдайте разгибание предплечья.</p> <p>Руки испытуемого могут находиться и в других позициях. Например, полусогнутые лежат предплечьем горизонтально на руке исследователя; или сцеплены ладонями в замок, который придерживается исследователем.</p> <p>Указания к оформлению протокола:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оцените степень выраженности и симметричность рефлексов. 2. Укажите уровни замыкания рефлекторных дуг сухожильных рефлексов сгибателя и разгибателя верхней конечности в спинном мозге. 3. Сделайте заключение о состоянии рефлекторных реакций.

Работа 15.2 (продолжение)

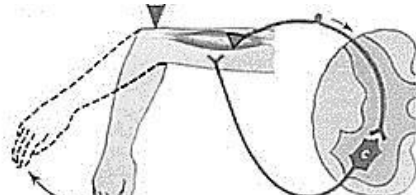
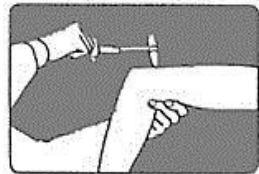
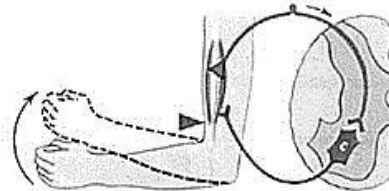
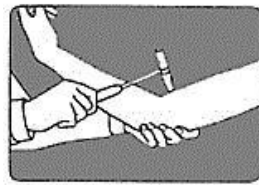


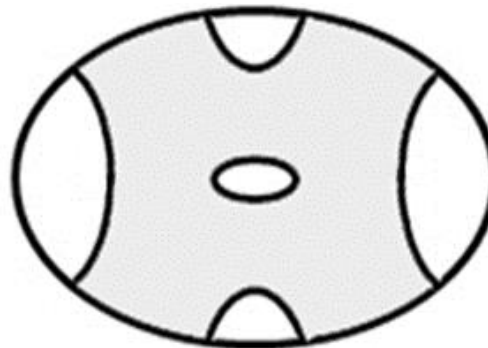
Рис. 15.1. Методика исследования нижнечелюстного рефлекса и рефлексов сгибателя и разгибателя верхней конечности

ПРОТОКОЛ

1. Рефлексы _____ (выражены или отсутствуют, симметричны или асимметричны).
2. Рефлекторные дуги сухожильных рефлексов сгибателя и разгибателя верхней конечности замыкаются на уровне _____ и _____ шейных сегментов спинного мозга соответственно.
Рефлекторная дуга нижнечелюстного рефлекса замыкается в ядрах _____ пары черепных нервов (*n. trigeminus*).
3. **Вывод:** состояние рефлекторных реакций _____ (в норме, нарушено).
Если нарушено — каких? _____

Нарисуйте схемы рефлекторных дуг, обеспечивающих координацию сокращения и расслабления мышц плеча на уровне спинного мозга:
Укажите **уровень замыкания** и обозначьте звенья рефлекторной дуги, нейромедиаторы периферических синапсов и рецепторы к ним.

Рефлекс сгибателя верхней конечности



Рефлекс разгибателя верхней конечности



Работа 15.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ НЕКОТОРЫХ ЧЕРЕПНЫХ НЕРВОВ

Двигательные функции выполняют девять пар ЧН. Из них пять пар (IV, V, VI, XI и XII) — двигательные и четыре пары (III, VII, IX и X) — смешанные. Двигательные ядра тройничного нерва (V пара ЧН) расположены в покрышке ствола мозга на уровне моста и иннервируют жевательную мускулатуру. Нейроны двигательных ядер лицевого нерва (VII), расположенных в мосту, иннервируют мимическую мускулатуру лица. Двигательное ядро языкоглоточного (IX) и блуждающего (X) нервов является общим и лежит в продолговатом мозге, а аксоны нейронов этого ядра иннервируют мышцы глотки, мягкого неба, гортани и надгортанника, а также голосовые складки. Наконец, мышцы языка иннервируются нейронами ядер подъязычного нерва (XII).

Материалы и оборудование: спички, стакан с чистой водой.

Ход работы: испытуемому предлагают проделать движения и упражнения, указанные в табл. 15.1.

Исследование двигательных функций V, VII, IX, X и XII пар ЧН		<i>Таблица 15.1</i>	Указания к оформлению протокола:
Исследуемые пары ЧН	Методика		
V пара (тройничный)	Испытуемому просят открыть и закрыть рот, затем проделать несколько жевательных движений. Руки исследователя находятся на жевательных мышцах испытуемого, определяя степень их напряжения. В норме не отмечается смещение нижней челюсти в стороны, мышцы напрягаются с обеих сторон одинаково		1. Укажите, смог ли испытуемый выполнить все задания и соответствовали ли полученные результаты норме. 2. Сделайте заключение о двигательных функциях изученных ЧН.
VII пара (лицевой)	Испытуемому предлагают: а) поднять брови вверх (при этом складки на лбу должны быть выражены с обеих сторон одинаково); б) плотно закрыть, а затем зажмурить глаза (в норме они закрываются одинаково); в) улыбнуться и надуть щеки (движения должны быть одинаковыми с обеих сторон); г) задуть огонь спички или зажигалки (при этом губы вытянуты вперед)		<p>ПРОТОКОЛ</p> <p>1. Испытуемый _____ (выполнил, не выполнил) _____ (все или не все) задания. Полученные результаты _____ (соответствовали или нет) норме.</p> <p>2. Вывод: двигательные функции изученных V, VII, IX, X и XII пар ЧН _____ (нарушены, не нарушены). В случае нарушения укажите пару ЧН, функция которых была нарушена. Обнаружено _____ (да или нет) нарушение двигательной функции _____ пар(ы) ЧН.</p>
IX и X пара (языкоглоточный и блуждающий)	Испытуемому предлагают: а) стать у окна, открыть рот и сказать «а» (при этом язычок мягкого неба расположен на средней линии); б) произнести вслух несколько фраз на выбор (при этом не должно быть носового оттенка голоса); в) выпить несколько глотков воды (глотание должно быть свободным)		
XII пара (подъязычный)	Испытуемому предлагают высунуть язык (в норме язык должен быть расположен по средней линии)		

Работа 15.4. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗРАЧКОВЫХ РЕФЛЕКСОВ

Мышцы радужной оболочки, сокращаясь, способны изменять величину зрачка и таким образом регулировать поток света к сетчатке глаза. В норме диаметр зрачка составляет 2–8 мм, зрачки равновелики, правильной округлой формы.

При освещении зрачок суживается (*миоз*), а при затемнении — расширяется (*мидриаз*). Нарушение регуляции размеров зрачка приводит к *анизокории* (неравенству зрачков), их деформации, нарушению зрачковых реакций на свет. Исследование реакции зрачков на свет используется для оценки состояния функций среднего мозга и других отделов нервной системы. **Материалы и оборудование:** окклюдор, фонарик.

Ход работы.

Прямая реакция зрачка на свет

А) Обследуемый должен сесть лицом к источнику света, закрыть один глаз рукой. Поочередно закрывайте второй глаз испытуемого экраном и открывайте его.

Б) При сумеречном освещении (завешенных шторах) осветите фонариком один глаз обследуемого (будьте осторожны, свет не должен раздражать).

Пронаблюдайте за изменением величины зрачка.

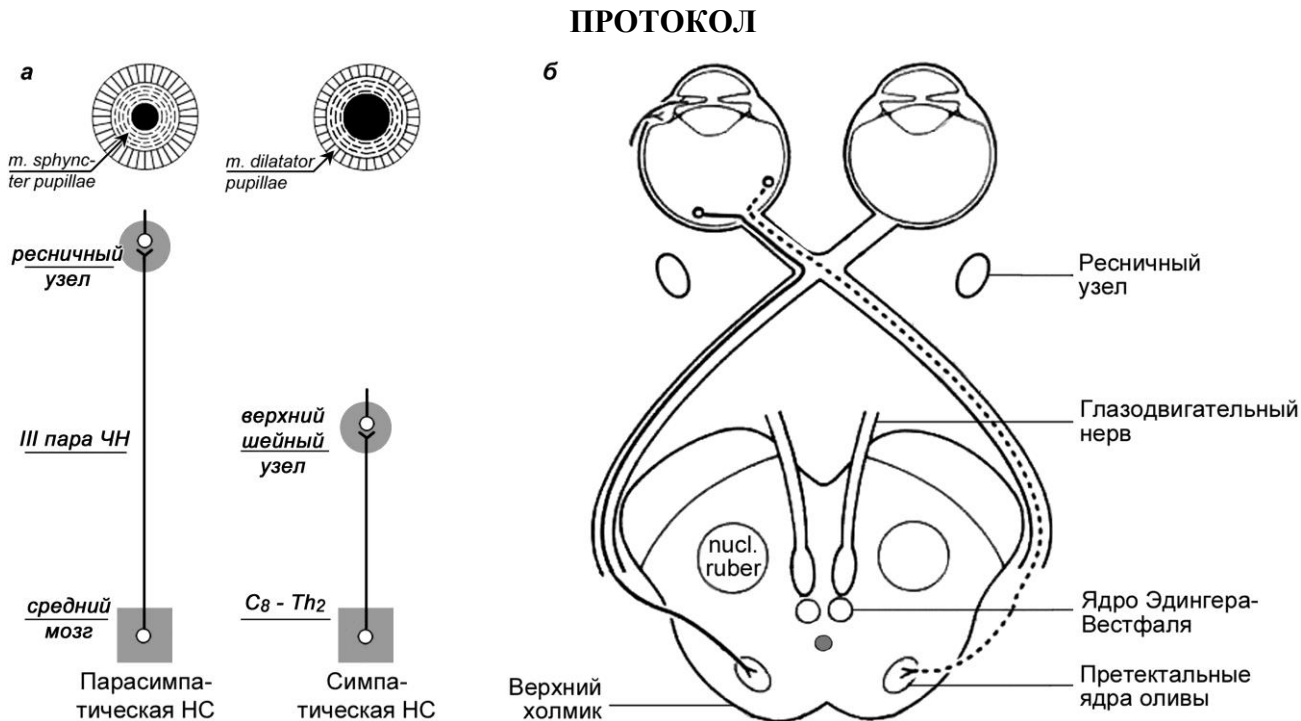
Содружественная реакция зрачка на свет

А) При сумеречном освещении **осветите один глаз** обследуемого (второй должен остаться неосвещенным) и наблюдайте за диаметром зрачка неосвещенного глаза.;

Б) Закройте один глаз обследуемого и наблюдайте за зрачком открытого глаза.

Указания к оформлению протокола:

(а) *нарисуйте* иннервацию мышц, регулирующих просвет зрачка; (б) *нарисуйте* рефлекторную дугу содружественной реакции зрачков на дополнительное освещение одного глаза.



Вывод. Содружественная реакция зрачка глаза на дополнительное освещение или закрытие зрачка другого глаза обусловлена _____ на уровне хиазмы и _____ на уровне среднего мозга и двусторонним вовлечением структур АНС, регулирующих диаметр зрачков и приводящих к их сужению или расширению соответственно.

Работа 15.4 (продолжение)

Когда расстояние до рассматриваемого объекта изменяется, меняется и ход лучей света, падающих в оптическую систему глаза. При приближении объекта к глазу они из параллельных становятся сходящимися и свет от краёв объекта попадает ближе к лимбу (основанию) роговицы. Для уменьшения сферических и хроматических aberrаций зрачок изменяет свой диаметр, отсекая боковые лучи света. В этом случае реакция зрачка оказывается подчинена вышележащим структурам — латеральным колленчатым телам и зрительной коре, контролирующим качество изображения.

Реакция зрачков при аккомодации и конвергенции. Попросите обследуемого наблюдать за кончиком ручки, которая плавно приближается к переносице и удаляется от неё. Пронаблюдайте реакцию зрачков.

Указания к оформлению протокола:

1. *Оцените* состояние зрачков и степень выраженности зрачковых рефлексов.
2. *Сделайте заключение* о состоянии рефлекторных зрачковых реакций и уровнях их регуляции.

ПРОТОКОЛ

1. Диаметр зрачков изменялся от ____ до ____ мм. Их форма _____ (*округлая, неправильная*), величина _____ (*одинаковая, анизокория*). При конвергенции глаз зрачки _____, а при дивергенции _____.
2. **Вывод.** Зрачковые рефлексы _____ (*выражены, нарушены*). Диаметр зрачка контролируется структурами _____ мозга с участием _____

Работа 15.5. ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ФУНКЦИЙ МОЗЖЕЧКА

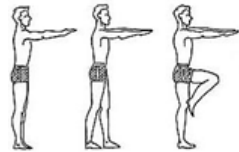


Эфферентные сигналы из мозжечка регулируют активность нейронов вестибулярных (Дейтерса) и красных ядер, ядер таламуса, а через них активность периферических (α - и γ -мотонейронов спинного мозга и ядер черепных нервов) и центральных (корковых и экстрапирамидных) двигательных нейронов. *Через указанные пути эфферентные сигналы из мозжечка регулируют силу мышечных сокращений, обеспечивают способность к длительному тоническому сокращению мышц, позволяют соотносить объём произвольного движения с расстоянием до цели этого движения, быстро переходить от сгибания к разгибанию и наоборот. Мозжечок обеспечивает синергию сокращений разных мышц при сложных движениях, ограничивает чрезмерное сокращение мышц.* При нарушениях функции мозжечка у человека наблюдаются расстройства двигательных функций, что проявляется: снижением силы сокращения мышц (**астения**); утратой способности к длительному сокращению мышц, что затрудняет стояние, сидение (**астазия**) и хождение (**абазия**); произвольным изменением тонуса мышц (**дистония**); дрожанием пальцев рук, усиливающимся во время завершения движения (**тремор**); расстройством точности движений в виде излишнего либо недостаточного движения (**дисметрия**); нарушением координации движения (**атаксия**), которая проявляется «пьяной» (шаткой) походкой и т. д.; расстройством организации речевой моторики (**дизартрия**); крупноразмашистым ритмическим подёргиванием глазных яблок (**нистагм**); нарушением чередования противоположных движения (**адиадохокинез**) и др.

Материалы и оборудование: стакан, книга.

Ход работы. Испытуемый выполняет движения и упражнения, указанные в табл. 15.2. *Второй студент страхует испытуемого от падения!*

Работа 15.5 (продолжение)

Таблица 15.2

Исследование мозжечкового контроля двигательной активности скелетных мышц		
Вид исследования	Методика	
Поза Ромберга (проба на астазию и равновесие)	Испытуемый должен стоять со сдвинутыми ногами и вытянутыми вперёд руками сначала с открытыми, а затем с закрытыми глазами. В норме человек сохраняет равновесие в позе Ромберга ≥ 15 с (т. е. проба на астазию отрицательная). На рисунке справа — простая и усложнённые позы Ромберга	
Походка (проба на абазию и атаксию)	Предложите испытуемому пройти по комнате вперёд и назад с открытыми и закрытыми глазами (с разной постановкой стоп). В норме у здорового человека походка обычная, без шатаний в стороны и без широкого расставления ног (т. е. проба отрицательная)	
Проба на дисметрию	Испытуемый должен взять со стола и затем поставить назад (в то же место) какой-либо предмет (книгу, стакан). В норме человек ставит предмет на то же место с ошибкой не более ± 2 см (т. е. проба на дисметрию отрицательная)	
Речь (проба на дизартрию)	Испытуемый должен повторить несколько трудных для произношения слов (землетрясение, самолётостроение, администрирование или др.). Отмечайте, нет ли замедления, растянутости или толчкообразности речи (дизартрии)	
Проба на диадохокинез	Испытуемый с открытыми и закрытыми глазами должен одновременно совершать синхронные движения пронации и супинации кистями и предплечьями рук. Отмечайте, нет ли отставания одной из рук (adiaдохокинеза)	
Пальценосовая проба (на дисметрию и тремор)	Испытуемый должен дотронуться указательным пальцем (сначала левой, а затем правой рукой) до кончика носа и смещающегося кончика пальца исследователя с открытыми и закрытыми глазами. В норме человек дотрагивается до кончика носа (с точностью ± 1 см) без дрожи пальцев рук (т. е. проба на дисметрию и тремор отрицательная). При поражении мозжечка наблюдается промахивание и дрожание пальца при поднесении его к носу (т. е. пробы на дисметрию и тремор становятся положительными)	
ПРОТОКОЛ		
<p>1. У испытуемого пробы на атаксию были _____ (+ или -), так как в позе Ромберга он _____ (сохранял или нет) равновесие, походка была _____ (нормальная или нарушенная); дизартрия _____ (выявлена или нет); адиадохокинез _____ (выявлен или нет).; пробы на дисметрию и тремор были _____ (+ или -)</p> <p>2. Вывод. Мозжечковый контроль двигательной активности у испытуемого _____ (в норме или нарушен).</p>		

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

Работа 16.2. ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ

135

Электроэнцефалография — метод регистрации суммарной биоэлектрической активности головного мозга.

Материалы и оборудование: электроэнцефалограф, шлем-сетка для ЭЭГ, мостиковые электроды, 0,9 % раствор NaCl, антисептик, вата, шприц с канюлей.

Ход работы. Для регистрации ЭЭГ обследуемого усаживают в кресло в экранированной, заземлённой комнате со световой и звуковой изоляцией. В точках наложения электродов волосы отодвигают в сторону, кожу обезжиривают. Губчатую оболочку электродов смачивают изотоническим раствором (помещают в него на 5–10 мин).

Две пары электродов помещают под резиновые тяжи шлема-сетки на лобных и затылочных областях симметрично с обеих сторон так, чтобы рабочая поверхность электрода плотно прилегала к голове. На мочку правого уха (или на кожу над сосцевидным отростком) накладывается референтный электрод, на кисть руки — электрод заземления.

Во время регистрации ЭЭГ обследуемый должен сидеть спокойно, максимально расслабив мышцы и закрыв глаза. Начинают с записи калибровочного сигнала, после чего регистрируют фоновую электрическую активность различных участков коры больших полушарий. Затем обследуемого просят открыть глаза и наблюдают изменения электрической активности мозга.

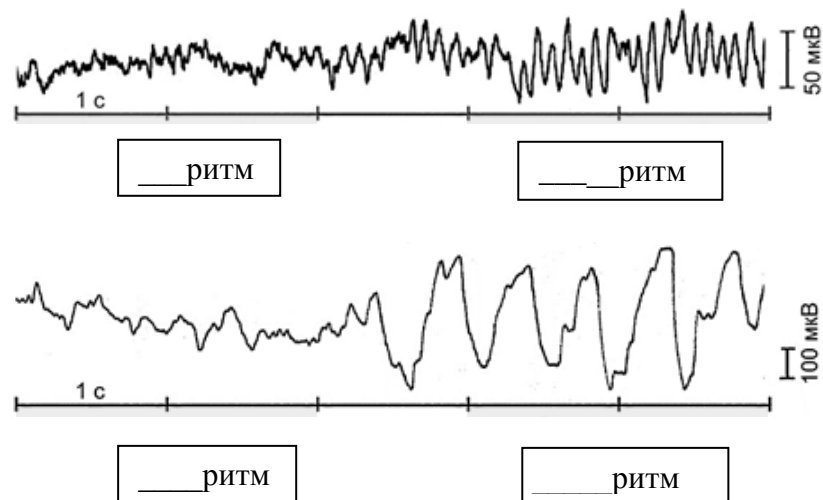
Обследуемого снова просят расслабить мышцы и закрыть глаза. Через несколько минут, когда на записи появится отчётливо выраженный альфа-ритм, внезапно включают звуковой раздражитель и наблюдают изменения ЭЭГ. Альфа-ритм сменяется бета-ритмом (реакция десинхронизации) при открывании глаз, при внезапном действии звуковых и других раздражителей, а также при счёте в уме, при обдумывании ответов на вопросы и т. д.

В результате выполнения работы студент должен уметь различать альфа- и бета-ритм, знать реакции синхронизации и десинхронизации.

Указания к оформлению протокола. Используя данные учебника и ЭУМК, *заполните таблицу*. На фрагментах ЭЭГ *подсчитайте* частоту колебаний волн ЭЭГ (за первые и последние 2 с и пересчитайте на 1 с) и их амплитуду, *определите* ритмы ЭЭГ. Стрелкой *отметьте* реакцию синхронизации.

ПРОТОКОЛ

Ритм	Диапазон нормы	
	Частота, Гц	Амплитуда, мкВ
Альфа (α)		
Бета (β)		
Тета (θ)		
Дельта (δ)		



<p>Работа 16.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ И БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ</p>	<p>Работа 16.4. ИССЛЕДОВАНИЕ МЫШЕЧНО-СУСТАВНОГО ЧУВСТВА</p>
<p>Испытуемый лежит с закрытыми глазами. Прикасайтесь кисточкой или ваткой к симметричным участкам головы, туловища и конечностей испытуемого по ходу дерматомов. Затем аккуратно, не повреждая кожные покровы и исключая лицо, повторите это исследование, используя тупую иглу неврологического молоточка. В норме испытуемый ощущает каждое прикосновение и подтверждает своё ощущение словами.</p> <p>Материалы и оборудование: неврологический молоточек с кисточкой и иглой, вата.</p> <p>Указания к оформлению протокола:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Опишите</i> ощущения испытуемого. 2. <i>Укажите</i>, по каким проводящим путям проводится данные виды чувствительности. <p><i>Сделайте заключение</i> о состоянии тактильной чувствительности у испытуемого.</p> <p style="text-align: center;">ПРОТОКОЛ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Испытуемый _____ (ощутил или не ощутил) прикосновение кисточкой (ваткой) и _____ (правильно или с ошибкой) его локализовал. 2. Тактильная чувствительность проводится преимущественно по волокнам _____, а болевая — _____ пути. Первичная соматосенсорная кора локализуется в _____ извилине, поля _____. 3. Вывод: состояние тактильной чувствительности у испытуемого _____. 	<p>Испытуемый лежит с закрытыми глазами. Произведите нерезкие сгибательные и разгибательные движения пальцев кисти испытуемого, начиная с концевых фаланг. Затем крупных суставов. В норме испытуемый должен правильно распознавать все производимые действия, правильно отвечая, в каком суставе выполняется пассивное движение в данный момент, производится сгибание или разгибание, отведение или приведение и т. п.</p> <p style="text-align: center;">ПРОТОКОЛ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Испытуемый _____ (<i>правильно, не правильно</i>) распознаёт и называет пассивные движения в суставах. 2. Осознаваемая проприоцептивная чувствительность проводится по волокнам пучков _____ в _____, а неосознаваемая — по волокнам _____ путей в _____. 3. Вывод: _____
<p>Работа 16.5. ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО И ПЕРЕДНЕГО МОЗГА В ФОРМИРОВАНИИ СЕНСОРНЫХ МОДАЛЬНОСТЕЙ</p>	
<p>Формирование сенсорного ощущения происходит в результате интеграции сенсорной информации на разных уровнях ЦНС. В частности, для полноценного ощущения вкуса необходима интеграция информации из вкусовой, обонятельной и соматосенсорной систем, которая осуществляется на уровне таламуса и ассоциативной орбитофронтальной коры (где и формируется осознаваемое ощущение вкуса и запаха).</p>	
<p>Материалы и оборудование: твёрдые кусочки фруктов, нарезанные кубиками, или жевательная резинка (леденец) с ярким вкусом, зажим для носа или ватные шарики.</p>	<p>Ход работы. Испытуемый закрывает нос зажимом или ватными шариками, закрывает глаза. После этого ему предлагают определить вкус кусочка фрукта или жевательной резинки. Снимают с носа зажим и просят повторно определить вкус тестового стимула, описать его изменения.</p>

Указания к оформлению протокола:

1. Отметьте изменения вкуса после включения в анализ обоняния.
2. Объясните механизм наблюдаемого явления.

ПРОТОКОЛ

1. С закрытым носом испытуемый определил вкус _____ (*правильно, не правильно*).
2. После восстановления носового дыхания вкус _____ (*изменился, не изменился*) и _____ (*был, не был*) верно распознан.
3. **Вывод.** Важную роль в формировании сенсорных модальностей играет _____ афферентной информации на уровне _____ и _____. Информация о воспринимаемых запахах поступает в ядра таламуса из _____.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

КРАТКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ ЦНС

1. *Электроэнцефалография* — метод регистрации суммарной биоэлектрической активности головного мозга для получения информации о локальных и генерализованных изменениях его функции. Графическая запись этой активности получила название «*электроэнцефалограмма*» (ЭЭГ). Метод широко применяется в физиологии высшей нервной деятельности, физиологии труда (операторов и др.), клинической медицине (неврологии) и т. д.

В дополнение к информации, содержащейся в учебнике, следует отметить, что нормальная ЭЭГ **здорового взрослого человека в покое** характеризуется доминированием во всех отведениях регулярного **α -ритма** с амплитудой в затылочных областях до 75 мкВ (в других отведениях ниже). В одноименных отведениях левого и правого полушария форма записи должна быть почти одинаковой (симметричной). Для нормальной ЭЭГ допустимо наличие небольшого количества симметричных низкоамплитудных, не организованных в ритм медленных волн (тета-волн — до 10 % и дельта-волн — до 5 %), а также наличие **β -ритма**, выраженного в лобных отведениях. Мощность бета-ритма значительно возрастает при умственных или физических нагрузках. В последние годы в дополнение к классическим визуальным, широкое распространение получили методы компьютерного анализа ЭЭГ (компьютерная ЭЭГ). Их использование позволяет получить статистические характеристики распределения ритмической активности в разных отведениях, осуществить картирование различных областей головного мозга, выявлять минимальные изменения в его работе.

Запись биопотенциалов мозга часто сочетают с методом вызванных потенциалов и стереотаксическим методом.

2. *Вызванный потенциал* — это закономерный биопотенциал, который регистрируется на ЭЭГ при однократном воздействии адекватного раздражителя на периферические рецепторы (соматосенсорные, зрительные, слуховые и т. д.), нервные волокна или при выполнении умственной задачи. Поскольку амплитуда вызванного потенциала (ВП) гораздо меньше амплитуды ЭЭГ в состоянии бодрствования, то для его выделения проводят усреднение сигнала: стимул предъявляется несколько раз, после чего компьютер суммирует отрезки ЭЭГ, которые следуют сразу после предъявления стимула. В результате постоянные компоненты ВП суммируются и выделяются, а «случайные» компоненты ЭЭГ, наложившиеся на запись во время регистрации ВП, нивелируются. Метод вызванных потенциалов широко применяется в экспериментальной физиологии и клинической практике для картирования коркового представительства периферических рецепторов и нервов, изучения проводящих путей, оценки их функционального состояния, изучения действия лекарственных средств и т. д.

<p>3. <i>Стереотаксический метод</i> используется в экспериментальной физиологии и фармакологии, клинической неврологии и психиатрии для введения электродов или микропипеток в различные структуры мозга по стереотаксическим координатам с применением стереотаксического прибора (стереотаксиса). Электроды или микропипетки вводят обычно через трепанационное отверстие с целью регистрации биоэлектрической активности от нейронов, с целью адресного введения лекарственных веществ или же с целью их разрушения. Чтобы рассчитать стереотаксические координаты определённой структуры ЦНС, необходимо иметь стереотаксический атлас, представляющий собой собрание схематических и (или) фотографических изображений последовательных срезов головного мозга человека или животных, предназначенное для определения положения различных структур мозга в системе стереотаксических координат. В настоящий момент созданы стереотаксические атласы для экспериментальных животных (крысы, кролика, кошки, собаки), а также для человека.</p>	<p>4. <i>Магнитоэнцефалография</i> — регистрация параметров магнитного поля, возникающего при работе головного мозга. Она применяется для исследования работы мозга в экспериментальной биологии и медицине.</p> <p>5. <i>Компьютерная томография мозга (КТ)</i> — один из наиболее информативных методов исследования, позволяющий получить послойные или трёхмерные изображения анатомических структур головы и головного мозга. Исследуемый орган (например, голову) помещают между излучателем и приёмным устройством, и вся система делает полный оборот вокруг оси тела человека, регистрируя поглощение рентгеновских лучей на всех стадиях вращения. Данный метод даёт информацию только о морфологии структур мозга, не позволяя напрямую оценивать их функциональное состояние. При помощи КТ лучше визуализируются плотные ткани, менее проницаемые для рентгеновских лучей.</p>
<p>6. <i>Магнитно-резонансная томография (МРТ)</i> — основана на измерении электромагнитного отклика ядер водорода (протонов) в мощном электромагнитном поле, генерируемом томографом. При помощи МРТ хорошо визуализируются ткани, содержащие большое количество воды. С помощью этого метода можно получить чёткие изображения «срезов» мозга в различных плоскостях без использования ионизирующего облучения человека.</p> <p>Одним из видов МРТ является <i>функциональная МРТ (фМРТ)</i> — метод картирования структур головного мозга, позволяющий определять точную индивидуальную локализацию различных функциональных областей, отвечающих за локомоцию, речь, зрение, ориентацию в пространстве, память и т. д. Метод основан на том, что кровоток в отдельных областях мозга увеличивается при усилении их работы в ответ на выполнение определённых заданий. Полученные с помощью фМРТ изображения после усреднения накладываются на обычную МРТ или КТ головного мозга.</p>	<p>7. <i>Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)</i> — метод, позволяющий изучить структуру и функциональную активность органов или их частей на основании степени поглощения ультракороткоживущих изотопов (радиоактивные «метки» в виде C^{11} или O^{15} в составе глюкозы или кислорода). Их вводят внутривенно или через дыхательные пути. Глюкоза или кислород быстрее поглощаются активно функционирующими клетками, соответственно, в них накапливается больше радиоактивных изотопов. ПЭТ-томография позволяет осуществлять прижизненное картирование регионарного обмена веществ и кровотока на «срезах» мозга, изучать локализацию функций в ЦНС. Недостатком ПЭТ является дополнительная лучевая нагрузка на ткани человека.</p>

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

Занятие 17. ФИЗИОЛОГИЯ АВТОНОМНОЙ (ВЕГЕТАТИВНОЙ) НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ


ДАТА ЗАНЯТИЯ


«___» _____ 20___
день месяц год

<p>ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Роль автономной нервной системы (АНС) в обеспечении жизнедеятельности целостного организма, её функции. Эффекторные клетки, органы и ткани.2. Центры АНС. Тонус центров АНС и его механизмы. Вегетативные рефлексы. Взаимодействие соматической и АНС в регуляции функций организма. Адаптационно-трофическая функция АНС. Вегетативное обеспечение соматических функций.3. Сравнительная характеристика общего плана строения и физиологических свойств АНС и соматической нервной системы (афферентные, центральные, эфферентные отделы).4. Сравнительная характеристика строения и функций симпатического и парасимпатического отделов АНС. Синергизм и относительный антагонизм влияний симпатического и парасимпатического отделов АНС. Метасимпатическая нервная система.5. Рефлекторная дуга вегетативного рефлекса. Преганглионарные и ганглионарные нейроны и их аксоны: морфологические, функциональные и нейрохимические различия. Нейромедиаторы, рецепторы нервных и эффекторных клеток. Морфофункциональные особенности эффекторных нервных окончаний и синапсов в АНС.6. Влияния симпатического отдела АНС на эффекторные органы, сенсорные функции. Механизмы их реализации.7. Влияния парасимпатического отдела АНС на эффекторные органы, сенсорные функции. Механизмы их реализации.8. Понятие о принципах коррекции функций эффекторных клеток посредством воздействия на медиаторно-рецепторные механизмы в ганглиях АНС и на уровне эффекторных клеток.9. Основные показатели, отражающие функциональное состояние различных отделов АНС.	<p>ЛИТЕРАТУРА</p> <p><i>Основная</i></p> <p>[1]. [2]. С. 192–203.</p> <p><i>Дополнительная</i></p> <p>[3]. Ч. 1. С. 209–246. [4]. С. 145–161.</p>
<p>ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:</p> <ol style="list-style-type: none">1. От чего зависит характер реакции различных эффекторных клеток на действие одного и того же нейромедиатора?2. Опишите особенности иннервации мозгового вещества надпочечников.3. Опишите особенности иннервации нейронами АНС потовых желёз разных типов (апокриновых и эккриновых) и их функции.4. Каким образом симпатический отдел АНС регулирует тонус сосудов?	<ol style="list-style-type: none">5. Какое действие оказывает симпатические нервы на: диаметр зрачка; работу сердца; тонус бронхов; секрецию желудочного сока; тонус сфинктеров и моторику ЖКТ; сосуды кожи; сосуды скелетных мышц; жировую ткань; потовые железы; активность ЦНС?6. Какие изменения функций организма вызывает антагонист мускариновых холинорецепторов атропин?

Работа 17.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Кранио-сакральный отдел АНС — _____ _____	Торако-люмбальный отдел АНС — _____ _____
Катехоламины — _____ _____	Ацетилхолин — _____ _____
Альфа-адренорецепторы — _____ _____	Н-холинорецепторы — _____ _____
Бета-адренорецепторы — _____ _____	М-холинорецепторы — _____ _____

Работа 17.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ


 1. «Вегетативная нервная система» (09:16).
 Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



Работа 17.3. СХЕМА СПИНАЛЬНЫХ РЕФЛЕКСОВ АВТОНОМНОЙ (СИМПАТИЧЕСКОЙ) И СОМАТИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ (выполняется дома самостоятельно)

Ход работы. Работа выполняется студентом самостоятельно при подготовке к занятию и проверяется во время занятия.

Указания к оформлению протокола:

1. *Нарисуйте* рефлексорные дуги указанных рефлексов, обозначьте нейромедиаторы и рецепторы к ним.
2. *Заполните* таблицу в протоколе.

Работа 17.3 (продолжение)

ПРОТОКОЛ	
Схема соматического полисинаптического рефлекса	Схема автономного (симпатического) рефлекса
	
Звенья рефлекторной дуги соматического рефлекса:	Звенья рефлекторной дуги вегетативного (симпатического) рефлекса:
1. Рецепторное звено представлено _____ рецепторами.	1. Рецепторное звено представлено _____ рецепторами.
2. Аfferентное звено представлено _____, их тела расположены в _____	2. Аfferентное звено представлено _____, их тела расположены в _____
3. Вставочное звено: _____	3. Вставочное звено: _____
4. Эfferентное звено представлено _____ или _____ мотонейронами, расположенными в _____	4. Эfferентное звено представлено двумя нейронами, которые находятся в _____ и в _____
5. Рабочие органы. Ими являются _____ - и _____ мышечные волокна скелетных мышц.	5. Рабочие органы. Ими являются _____ мышечные клетки и кардиомиоциты; миоэпителиальные клетки и др.
6. Скорость передачи сигнала (потенциала действия (ПД)) составляет от _____ м/с до _____ м/с в эfferентных волокнах, так как они имеют _____ оболочку и относятся к типу _____	6. Скорость передачи сигнала (ПД) составляет от _____ м/с до _____ м/с в эfferентных постганглионарных волокнах, ибо они не имеют _____ оболочки и относятся к типу _____
7. Нейромедиатором в нервно-мышечном синапсе является _____, который действует на _____ тип _____ рецепторов _____ подтип.	7. Главным нейромедиатором в нейро-эfferентном соединении является _____, который действует на _____ и _____ типы _____-рецепторов.

Работа 17.4. АНАЛИЗ НЕЙРОМЕДИАТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВЛИЯНИЯ СИМПАТИЧЕСКОГО И ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛОВ АНС НА РАБОТУ СЕРДЦА (демонстрационная компьютерная работа)



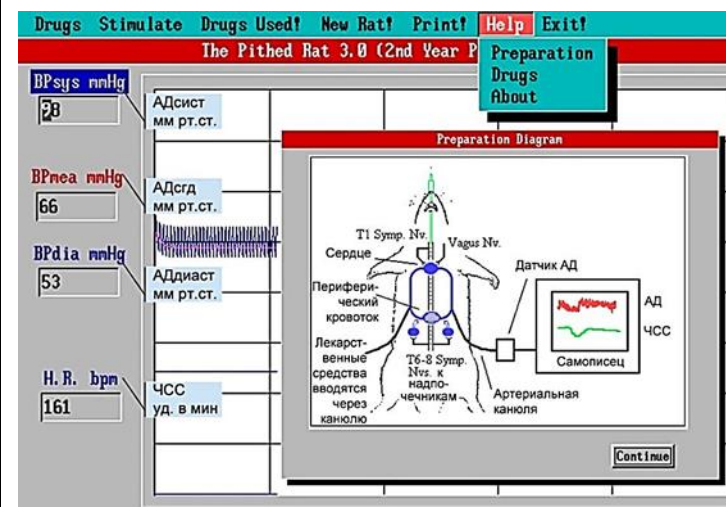
Ход работы. Используется программа «01 Physiol2. В меню сверху выберите «Help» → «Preparation» и ознакомьтесь со схемой опыта на виртуальной экспериментальной наркотизированной крысе. Программа позволяет моделировать внутривенное введение различных лекарственных средств, а также стимуляцию блуждающего нерва, иннервирующего сердце, и симпатических нервов, иннервирующих сердце и мозговое вещество надпочечников (через меню «Stimulate»). Для продолжения нажмите «Continue».

Указания к оформлению протокола:

1. Дождавшись максимального изменения ЧСС, щёлкните «Stimulate» или «Help» и запишите в таблицу: HR — Heart Rate (ЧСС), BP_{syst} — Systolic Blood Pressure (АД_{сис}), BP_{diast} — Diastolic Blood Pressure (АД_{диа}), BP_{mean} — Mean Hemodynamic Blood Pressure (АД_{сгд}). Для продолжения записи щёлкните мышкой на любом месте экрана.

2. Зарисуйте изменения ЧСС и АД.

3. Сделайте заключение о характере влияния на силу и частоту сокращения сердца со стороны симпатического и парасимпатического отделов АНС, а также о нейромедиаторных механизмах реализации этих влияний.



ПРОТОКОЛ

Крыса №	Воздействия на сердце	АД _{сис}	АД _{сгд}	АД _{диа}	ЧСС	АД _{пульс}	Крыса №	Воздействия на сердце	АД _{сис}	АД _{сгд}	АД _{диа}	ЧСС	АД _{пульс}
1.	Введение noradrenaline , 5 µg/kg						5.	Введение acetylcholine , 5 µg/kg					

Работа 17.4 (продолжение)

2.	Стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁					
3.	Propranolol (β -адреноблокатор), 100 mg/kg + стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁	98	66	53	161	
4.	Phentolamine (α -адреноблокатор), 100 mg/kg + стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁	98	66	53	161	
6.	Стимуляция Vagus Nerve to heart					
7.	Atropine (M-холиноблокатор), 10.0 mg/kg + стимуляция Vagus Nerve to heart	98	66	53	161	
<p>Вывод: Нейромедиатором постганглионарных волокон симпатического отдела АНС, иннервирующих сердце, является _____.</p> <p>Он стимулирует _____ рецепторы сердца, _____ (\uparrow или \downarrow) частоту и силу его сокращений. _____ силы сокращений сердца проявляется _____ (\uparrow или \downarrow) АД.</p> <p>Нейромедиатором постганглионарных волокон парасимпатического отдела АНС, иннервирующих сердце, является _____.</p> <p>Он стимулирует _____ рецепторы сердца, _____ (\uparrow или \downarrow) частоту и силу его сокращений. _____ силы сокращений сердца проявляется _____ (\uparrow или \downarrow) АД.</p>						

Работа 17.5. КЛИНОСТАТИЧЕСКИЙ РЕФЛЕКС	Работа 17.6. ОРТОСТАТИЧЕСКИЙ РЕФЛЕКС
--	---

Исследование данных рефлексов позволяет определить функциональное состояние парасимпатических и симпатических центров, регулирующих работу сердца. **Материалы и оборудование:** кушетка, секундомер.

При переходе человека из положения стоя в положение лёжа частота сердечных сокращений уменьшается, что проявляется в норме **замедлением** пульса 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 парадоксальный её характер — 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.

При переходе человека из положения лёжа в положение стоя частота сердечных сокращений **увеличивается** в норме 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).

Ход работы. У испытуемого в положении лёжа определяют пульс (до начала подсчёта пульса человек спокойно лежит 4–6 мин). Затем его просят встать без задержек и спокойно стоять по стойке «смирно». Немедленно повторно считают пульс в течение 15 с, умножают на 4.

- Указания к оформлению протоколов:**
1. *Запишите* частоту пульса в положении стоя и лёжа, *подсчитайте* разность пульса. Разность пульса *записывайте со знаком «+»* или «-».
 2. *Сделайте заключение* о балансе тонуса симпатического и парасимпатического отделов АНС, регулирующих работу сердца у испытуемого.

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

Вывод: _____

ПРОТОКОЛ		
Частота пульса, уд/мин		
лёжа	стоя	разность пульса [ЧП стоя – ЧП лёжа]
		(N: +6 ÷ +24)

Вывод: _____

Работа 17.7. ДЫХАТЕЛЬНО-СЕРДЕЧНЫЙ РЕФЛЕКС ГЕРИНГА

Исследование рефлекса позволяет определить функциональное состояние (тонус) парасимпатического центра, регулирующего работу сердца. При задержке дыхания после глубокого вдоха повышается тонус ядер *n. vagi* и частота сердечных сокращений **уменьшается** в норме на 4–7 уд/мин. Замедление пульса на 8–10 уд/мин и более указывает на повышение тонуса парасимпатического отдела АНС, менее 4 уд/мин — на понижение.

Материалы и оборудование: секундомер.

Ход работы. У испытуемого, находящегося в положении сидя, подсчитывают пульс, затем просят его сделать глубокий вдох и задержать дыхание. В это время ещё раз подсчитывают пульс в течение 15 с, умножают на 4.

ПРОТОКОЛ		
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: _____

Занятие 18. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО РАЗДЕЛУ «МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ. НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ». ЗАЧЁТ

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ___ » _____ 20__
день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ К ИТОГОВОМУ ЗАНЯТИЮ:

1. Спинной мозг. Функции спинного мозга. Основные спинальные рефлексы. Последствия повреждения спинного мозга. Спинальный шок.
2. Продолговатый мозг и мост. Сенсорные, соматические и вегетативные функции. Жизненно важные центры, рефлекторная деятельность. Защитные рефлексы. Особенности управления тонусом и силой сокращения жевательной и мимической мускулатуры. Вегетативные функции.
3. Средний мозг. Сенсорные, соматические и вегетативные функции. Зрачковые и другие рефлексы. Глазодвигательные функции. Понятие о децеребрационной ригидности и механизме её возникновения.
4. Роль среднего мозга, моста и продолговатого мозга в регуляции мышечного тонуса.
5. Мозжечок: сенсорные, соматические и вегетативные функции. Роль мозжечка, в механизмах поддержания тонуса мышц, позы и осуществлении движений.
6. Ретикулярная формация ствола мозга, её нисходящие влияния на рефлекторную деятельность спинного мозга и восходящие активирующие влияния на кору больших полушарий. Важнейшие нервные центры в пределах ретикулярной формации. Соматические и вегетативные функции.
7. Таламус. Функциональная характеристика ядер таламуса. Сенсорные и моторные функции. Участие таламуса в формировании болевых ощущений и в осуществлении высших интегративных функций мозга.
8. Гипоталамус. Центры и функции гипоталамуса. Нейросекреторные клетки. Собственно сенсорные нейроны (осмо-, термочувствительные и др.). Интеграция соматических, вегетативных и эндокринных функций.
9. Лимбическая система. Структурно-функциональная организация. Её роль в формировании мотиваций, эмоций, организации памяти. Участие структур лимбической системы в интегративной деятельности ЦНС.
10. Базальные ядра. Структурно-функциональная организация. Интегрирующая функция базальных ядер в организации и осуществлении сложных движений.
11. Кора больших полушарий головного мозга. Морфофункциональная организация. Современные представления о локализации функций в коре. Последствия повреждений различных зон коры больших полушарий. Многоуровневая система регуляции мышечного тонуса, позы и движений.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- [1].
[2]. С. 141–204.

Дополнительная

- [3]. Ч. 1. С. 209–245, 328–453;
[4]. С. 105–161.

Организация
коллоквиума

Компьютерный тест
«18. КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ.
Итоговое занятие...».
Проверьте допуск!
50 вопросов за 28 минут.
Обязательная сдача практического навыка.

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

ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ:

12. Роль автономной (вегетативной) нервной системы (АНС) в обеспечении жизнедеятельности целостного организма. Функции АНС. Сравнительная характеристика общего плана строения и физиологических свойств АНС и соматической нервной системы (афферентные, центральные, эфферентные отделы).
13. Сравнительная характеристика строения и функций симпатического и парасимпатического отделов АНС. Синергизм и относительный антагонизм влияний симпатического и парасимпатического отделов АНС. Понятие о метасимпатической нервной системе.
14. Рефлекторная дуга вегетативного рефлекса. Преганглионарные и ганглионарные нейроны и их аксоны: морфологические, функциональные и нейрохимические различия. Нейромедиаторы, рецепторы нервных и эффекторных клеток. Морфофункциональные особенности эффекторных нервных окончаний и синапсов в АНС.
15. Влияния симпатического отдела АНС на эффекторные органы, сенсорные функции. Механизмы их реализации.
16. Влияния парасимпатического отдела АНС на эффекторные органы, сенсорные функции. Механизмы их реализации.
17. Центры автономной нервной системы. Тонус центров АНС и его механизмы. Вегетативные рефлексы. Взаимодействие соматической и АНС в регуляции функций организма. Адаптационно-трофическая функция АНС. Вегетативное обеспечение соматических функций.

1. Исследование основных сухожильных рефлексов на примере коленного (морфологическая основа [рефлекторная дуга]). Физиологическая оценка получаемых показателей.
2. Сравнительная характеристика моно- и полисинаптической рефлекторных дуг.
3. Оценка ритмов ЭЭГ при различных функциональных состояниях ЦНС.
4. Оценка тонуса и реактивности симпатического и парасимпатического отделов АНС по ЧСС на примере клиностатического и ортостатического рефлексов. Необходимость знания этих рефлексов для стоматолога.

Преподавателю!

Отметка о допуске студента к зачету должна быть выставлена на стр. 4.

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, 2013–2014. 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. *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.
6. *Яковец, А.* Автоматизированный анализ крови : методологические нюансы [Электронный ресурс] / А. Яковец // Здоровье Украины. С. 69–70. Режим доступа: <http://health-ua.com/article/2571.html>. Дата доступа: 12.04.2022.
7. *Холл, Д. Э.* Медицинская физиология по Гайтону и Холлу / Д. Э. Холл. Москва : Логосфера, 2018. 1328 с.
8. *Брин, В. Б.* Физиология человека в схемах и таблицах : учеб. пособие / В. Б. Брин. Санкт-Петербург : Лань, 2021. 607 с.
9. *Зильбернагель, С.* Наглядная физиология / С. Зильбернагель, А. Деспопулос. Москва : Лаборатория знаний, 2019. 424 с.
10. *Физическая культура* : учеб. пособие / Е. С. Григорович [и др.] ; под ред. Е. С. Григоровича, В. А. Переверзева. Минск : Вышэйшая школа, 2014. 349 с.
11. *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»* : утв. постановлением М-ва здравоохран. Респ. Беларусь от 01.03.2024 № 41.
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 : метод. рекомендации, 14 февр. 2000 г., № 118–9911 / М-во здравоохран. Респ. Беларусь [Гродненский государственный медицинский университет ; авт.-сост. : С. А. Ляликов, С. Д. Орехов]. 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. *Инструкция* о порядке медицинского применения крови и (или) ее компонентов в организациях здравоохранения : постановление М-ва здравоохран. Респ. Беларусь от 19.05.2023 № 92.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	8
Занятие 1. Введение. Предмет и задачи нормальной физиологии. Гомеостаз. Физико-химические свойства крови	10
Занятие 2. Физиологические функции эритроцитов. Гемопоз. Эритроцитопоз. Физиологические функции тромбоцитов. Тромбоцитопоз. Система гемостаза	23
Занятие 3. Физиологические функции лейкоцитов. Лейкопоз. Неспецифическая и специфическая резистентность организма человека. Физиологическая оценка результатов общего анализа крови	32
Занятие 4. Группы крови. Системы АВ0, резус (Rh) и другие системы. Физиологическое обоснование подбора донорской крови	40
Занятие 5. Основы информационного обмена клетки с окружающей средой. Химическая сигнализация. Общая физиология эндокринной системы	49
Занятие 6. Частная физиология эндокринной системы (щитовидная железа, надпочечники, поджелудочная железа, половые железы).....	59
Занятие 7. Физиология костной ткани и регуляция кальций-фосфорного обмена	65
Занятие 8. Итоговое занятие по разделам «Введение в учебную дисциплину «Нормальная физиология». Основные понятия физиологии», «Жидкие среды организма. Физиология системы крови», «Механизмы регуляции физиологических функций. Гуморальная регуляция»	74
Занятие 9. Электрическая сигнализация. Законы реагирования возбудимых тканей. Биологические потенциалы. Изменение возбудимости при возбуждении	79
Занятие 10. Проведение возбуждения по нервным волокнам. Нервно-мышечный синапс	86
Занятие 11. Физиология скелетных мышц	90
Занятие 12. Физиология мышц челюстно-лицевой области. Гладкие мышцы. Понятие о миоэпителиальных и железистых клетках.....	97
Занятие 13. Общая физиология нервной системы	108
Занятие 14. Итоговое занятие по разделу «Общая физиология»	115
Занятие 15. Роль и функции спинного мозга, ствола мозга и мозжечка	117
Занятие 16. Частная физиология центральной нервной системы (промежуточный мозг, конечный мозг)	124
Занятие 17. Физиология автономной (вегетативной) нервной системы	129
Занятие 18. Итоговое занятие по разделу «Механизмы регуляции физиологических функций. Нервная регуляция». Зачёт	135
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	137

Учебное издание

Переверзев Владимир Алексеевич
Пупа Татьяна Александровна
Александров Денис Александрович и др.

ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ, ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ, ЭНДОКРИННОЙ, НЕРВНОЙ И КОСТНОЙ СИСТЕМ

Практикум для студентов, обучающихся по специальности «Стоматология»

3-е издание, исправленное

Ответственный за выпуск И. Н. Семененя
Компьютерная вёрстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 12.11.25. Формат 60×84/8. Бумага писчая «Снегурочка».
Ризография. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 16,27. Уч.-изд. л. 9,8. Тираж 430 экз. Заказ 1.

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.