

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ. ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

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

Студент _____ уч. год: _____
(Ф.И.О.)

_____ группы _____ факультета

Преподаватель _____
(Ф.И.О.)

Минск БГМУ 2025

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ. ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

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

4-е издание



Минск БГМУ 2025

УДК 612.01(076.5)(075.8)
ББК 28.707.3я73
Н83

Рекомендовано Научно-методическим советом университета
в качестве практикума 20.11.2024 г., протокол № 3

А в т о р ы: канд. мед. наук, доц. Д. А. Александров¹; д-р мед. наук, проф. В. А. Переверзев¹; д-р мед. наук, проф. А. И. Кубарко¹; д-р мед. наук, проф. И. Н. Семененя¹; д-р мед. наук, проф. А. В. Евсеев²; д-р мед. наук, проф. В. А. Правдивцев²; канд. мед. наук, доц. Т. Г. Северина¹; канд. биол. наук, доц. А. А. Семенович¹; канд. биол. наук, ст. преп. Н. А. Башаркевич¹; канд. мед. наук, доц. В. И. Власенко¹; ст. преп. Ю. В. Гайкович¹; ст. преп. А. Г. Чабан¹; ст. преп. А. А. Анисимов¹; ст. преп. В. Н. Фоменко¹

¹ УО «Белорусский государственный медицинский университет»

² ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

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

Нормальная физиология. Общая физиология : практикум для студентов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело», «Педиатрия» / Д. А. Александров, В. А. Переверзев, А. И. Кубарко [и др.]. – 4-е изд. – Минск : БГМУ, 2025. – 180 с.

ISBN 978-985-21-1712-8.

Представлены вопросы к практическим и итоговым занятиям по разделам курса нормальной физиологии, изучаемым в четвёртом семестре. Даны описания практических работ и протоколы их выполнения, необходимая дополнительная информация по темам занятий. Приведены задания для организации самостоятельной работы студентов, справочная информация. Первое издание вышло в 2022 году.

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

УДК 612.01(076.5)(075.8)
ББК 28.707.3я73

ISBN 978-985-21-1712-8

© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2025

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 рассматриваются кафедрой и размещаются в ЭУМК не позднее, чем за две недели до начала экзамена.

№ занятия	Тема занятия	Защищено
ВВЕДЕНИЕ. ГОМЕОСТАЗ. ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА		
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. Физиологическое обоснование подбора донорской крови	
ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ		
Занятие 5	Основы информационного обмена клетки с окружающей средой. Химическая сигнализация. Общая физиология эндокринной системы	
Занятие 6	Частная физиология эндокринной системы	
Занятие 7	ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ по разделам «Введение. Гомеостаз. Внутренняя среда организма человека. Гуморальная регуляция физиологических функций»	
ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ		
Занятие 8	Электрическая сигнализация. Законы реагирования возбудимых тканей. Биологические потенциалы. Изменение возбудимости при возбуждении	
Занятие 9	Проведение возбуждения по нервным волокнам. Синаптическая передача	
Занятие 10	Физиология мышц	
Занятие 11	Общая физиология центральной нервной системы	
Занятие 12	ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ по разделу «Физиология возбудимых тканей»	

ОРГАНИЗАЦИЯ
<i>III семестр (осенний):</i>
Практических занятий — 18 (72 часа).
Лекций — 10 (20 часов).
Самоподготовка 50 ч.
3 коллоквиума — занятия 7, 12, 18.
Компьютерный тест (50 тестовых вопросов) и устное/письменное собеседование.

№ занятия	Тема занятия	Защищено		
НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ				
Занятие 13	Роль и функции спинного мозга, ствола мозга и мозжечка			
Занятие 14	Роль и функции промежуточного и конечного мозга. Системные механизмы регуляции тонуса мышц и движений			
Занятие 15	Физиология автономной нервной системы			
ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ				
Занятие 16	Общая физиология сенсорных систем. Зрительная система			
Занятие 17	Физиология слуховой, вестибулярной, вкусовой, обонятельной и соматовисцеральной сенсорных систем. Система болевой чувствительности			
Занятие 18	ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ по разделам «Нервная регуляция физиологических функций. Физиология сенсорных систем». ЗАЧЁТ			
Учитывая отсутствие пропусков практических занятий и лекций, защиту всех практических работ и положительные результаты текущей аттестации — К ЗАЧЁТУ ДОПУЩЕН:		<i>дата</i>	<i>средний балл</i>	<i>подпись</i>

Допуск к зачёту:

– отсутствие пропусков лекций и практических занятий;
– защищённые и подписанные практические работы;
– итоговые занятия сданы на положительную отметку;
– оформленный конспект лекций.

Зачёт

Компьютерный тест по всем темам III семестра (50 тестовых вопросов) и устное/письменное собеседование.

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

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



ВВЕДЕНИЕ

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

Характер студенческого практикума кафедры нормальной физиологии постоянно 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, 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.

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 завтра 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 занятие 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 заниматься 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 ;
 $\varnothing$ — женщина;
 σ — 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)
E₀ — 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 объем 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 объем тромбоцитов (mean platelet volume);
NEU — % содержание нейтрофилов (neutrophils);
NMDA — N-метил-D-аспарагиновая кислота или N-метил-D-аспартат;
PCT — тромбокрит (platelet crit);
PDW — ширина распределения тромбоцитов по объему (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;
rT₃ — 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);
T₃ — 3,5,3'-трийодтиронин;
T₄ — тетраидотиронин, 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 — адренокортикотропный 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;
Д₃ — кальцитриол, 1,25(OH)₂D₃;
ДАГ — диацилглицерол;
даН — деканьютон, см. Н;
дБ — децибел;
ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота;

ДО — дыхательный объём;
 Е_{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 мыши;
 ЛО — локальный ответ;
 ЛТГ — лактоотропный 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 — мускариновчувствительный 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 мыши;
 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 — юктагломерулярный 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.
2. Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ.
3. Физиологические представления о гомеостазе как об относительном постоянстве внутренней среды организма, функций и механизмов, их регулирующих. Гомеостаз. Нейрогуморальные механизмы поддержания постоянства внутренней среды организма.
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. Понятие о нервном и гуморальном механизмах регуляции функций организма. Местные механизмы регуляции физиологических функций.
6. Строение и функции цитоплазматической мембраны клетки. Транспорт веществ через клеточные мембраны.
7. 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.
8. Система крови. Состав, количество, свойства, основные функции крови. Гематокрит: определение, величина в норме. Основные факторы, влияющие на величину гематокрита. Возрастные особенности.
9. Плазма крови. Органические и неорганические компоненты плазмы крови. Основные физиологические константы плазмы крови.
10. Электролитный состав плазмы крови. Осмотическое давление крови, его роль и зависимость от содержания осмотически активных веществ и воды. Гипо-, гипер- и изотонические растворы. Расчёт величины осмотического давления плазмы крови.
11. Механизмы регуляции осмотического давления крови. Понятие о состоянии гипер- и дегидратации тканей.
12. Гемолиз и его виды, плазмолиз. Неблагоприятные последствия гемолиза эритроцитов в организме.
13. Белки плазмы крови: классификация, функции, содержание. Вязкость крови и её роль.
14. 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.
15. Кислотно-основное состояние крови. Физико-химические и физиологические механизмы, обеспечивающие постоянство pH крови. Основные буферные системы крови. Понятие об ацидозе и алкалозе. Примеры изменений физиологических функций при ацидозе и алкалозе.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Материал лекций, настоящего практикума и ЭУМК.
2. *Нормальная физиология* : учеб. / под ред. А. А. Семеновича, В. А. Перверзева. 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 организации и проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения и распространения вирусных гепатитов» : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 06.02.2013 № 11. 51 с. С. 28–29.

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.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:

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? Ребёнка?
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. Рассчитайте (в литрах), сколько плазмы и форменных элементов содержится в крови у человека, если известно, что масса его тела 80 кг, а гематокрит равен 40 %.
8. Как различаются концентрации ионов Na^+ , Cl^- и K^+ в плазме и в межклеточной жидкости? В межклеточной и внутриклеточной жидкостях?
9. Чему равна осмолярность плазмы крови? Какими субъективными ощущениями сопровождается её повышение? Суточная потребность в воде?
10. Как различить полный и частичный гемолиз?

11. Расположите в порядке уменьшения вклада в величину осмотического давления плазмы: белки, глюкоза, натрий, кальций, хлор, бикарбонат. Рассчитайте осмолярность плазмы крови по данным её анализа (ммоль/л) и сравните полученный результат с должным (см. работы 1.8, 7.1).

Na^+	140	130	160	138	133	143
глюкоза	5,0	5,2	4,2	10,6	26,0	5,3
мочевина	6,0	7,8	3,8	6,4	5,0	14,2
$P_{\text{осм}}$ <i>рассчитайте</i>						

12. Почему 0,9%-ный раствор NaCl является изотоническим раствором? Физиологическим? Какие ещё изотонические растворы Вы знаете?
13. Чему равна величина коллоидно-осмотического (онкотического) давления плазмы крови?
14. Какие вещества плазмы крови вносят основной вклад в формирование коллоидно-осмотического (онкотического) давления?
15. Какие последствия для распределения жидкости в организме может иметь гипопроteinемия? Введением растворов каких веществ в сосудистое русло можно скорректировать эти последствия?

Работа 1.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)

Физиология — _____	Физиологическая реакция — _____
Функция — _____	Физиологическая норма — _____
Процесс — _____	Физиологическая система — _____
Механизм — _____ _____	Функциональная система — _____ _____
Регулирование — _____	Эффе́ктор (эффе́кторный механизм) — _____
Сигнал — _____	Изотонический раствор — _____
Информация — _____	Осмотическое давление — _____
Регулируемый параметр — _____	Онкотическое давление — _____

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) — к работе 1.8.
2. «Определение границ осмотической устойчивости (резистентности) эритроцитов» (05:30) — к работе 1.11.

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



Работа 1.3. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПРАКТИКУМОМ

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!*

Правила безопасности при работе с электрооборудованием. При работе с электрооборудованием и электроприборами возможны случаи поражения людей электрическим током и возникновения пожара. В случае обнаружения неисправности электроприбора или электрооборудования необходимо по возможности сразу обесточить оборудование, и в любом случае немедленно сообщить о неисправности преподавателю. При работе с электрооборудованием строго запрещается: – 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.	Действия в случае возникновения пожара. 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>). 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.
Общие правила оказания первой медицинской помощи. 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. 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. <i>Во всех случаях необходимо вызвать дежурного лаборанта, который находится в комнате № 103 (104), или преподавателя кафедры.</i>	
ПРАВИЛА ПРИ РАБОТЕ С КРОВЬЮ И ИНЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ЖИДКОСТЯМИ	
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. 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.	При лабораторных исследованиях крови и других биологических жидкостей используются средства индивидуальной защиты и санитарно-гигиеническая одежда (СИЗ): 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.

1. В случае попадания биологического материала на поврежденные кожные покровы (укола, пореза) необходимо: – немедленно снять перчатки рабочей поверхностью внутрь и погрузить их в ёмкость с дезинфицирующим раствором или поместить в непромокаемый пакет (ёмкость) для последующего обеззараживания (далее — <i>снять перчатки</i>); – промыть место повреждения под проточной водой или, при её отсутствии, физиологическим раствором (далее — физраствором); – обработать рану 3 % перекисью водорода или другим антисептиком; – заклеить рану лейкопластырем и при необходимости провести гигиеническую антисептику кожи рук и надеть новые перчатки.	5. В случае загрязнения биологическим материалом объектов внешней среды (столешница, пол и др.) биологические загрязнения на поверхности объектов внешней среды обеззараживаются раствором дезинфицирующего средства без фиксирующего эффекта (спирты, альдегиды) и удаляются с поверхности с последующей влажной уборкой.																														
	<i>Во всех случаях необходимо вызвать дежурного лаборанта, который находится в комнате № 103 (104), или преподавателя кафедры.</i>																														
2. В случае загрязнения биологическим материалом кожных покровов без нарушения их целостности: – промыть загрязнённый участок кожных покровов проточной водой (физраствором); – затем провести мытьё с мылом под проточной водой (физраствором).	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>																														
3. В случае попадания биологического материала на слизистую оболочку: – немедленно <i>снять перчатки</i>; – вымыть руки под проточной водой (физраствором); – промыть (не тереть) слизистую оболочку водой (физраствором); – при попадании в глаза — обильно промыть их водой (физраствором) не снимая контактных линз, затем повторно промыть водой без контактных линз; – при попадании в полость носа — промыть её тампоном, смоченным водой (физраствором).	<table><tr><th colspan="3">ПРОТОКОЛ</th></tr><tr><td colspan="3">1. Если есть признаки, что используемое электрическое оборудование неисправно, следует _____ его и _____</td></tr><tr><td colspan="3">2. Перед тушением пожара необходимо _____ помещение.</td></tr><tr><td colspan="3">3. Можно ли заряжать Ваш мобильный телефон или иное устройство от электросети во время занятия? _____</td></tr><tr><td colspan="3">4. Любая кровь или биологическая жидкость, ткань, при контакте с ней по умолчанию рассматривается как _____</td></tr><tr><td colspan="3">5. При загрязнении кровью объектов внешней среды в первую очередь необходимо: _____</td></tr><tr><td colspan="3">6. При порезе кожи пальца скальпелем, загрязнённым кровью, рану обрабатывают: _____</td></tr><tr><td colspan="3">7. При попадании исследуемой крови на слизистую оболочку экспериментатора её промывают: _____</td></tr><tr><td colspan="3">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:</td></tr><tr><td>_____ (дата)</td><td>_____ (подпись студента)</td><td>_____ И.О.Фамилия студента</td></tr></table>	ПРОТОКОЛ			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:			_____ (дата)	_____ (подпись студента)	_____ И.О.Фамилия студента
ПРОТОКОЛ																															
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:																															
_____ (дата)	_____ (подпись студента)	_____ И.О.Фамилия студента																													
4. В случае загрязнения биологическим материалом средств индивидуальной защиты (СИЗ), личной одежды, обуви: – промыть перчатки, не снимая с рук, под проточной водой (физраствором); – снять загрязнённые СИЗ, личную одежду, обувь; – СИЗ, личную одежду и обувь сложить в непромокаемые пакеты (ёмкость) для последующего обеззараживания; – <i>снять перчатки</i>; – провести гигиеническую антисептику кожи рук и обработать кожные покровы в области проекции загрязнения СИЗ, личной одежды, обуви водой с мылом.																															

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» → «Материалы по темам» → «Занятие 1. Введение...». Данные из электронного атласа внесите **в протоколы работ 1.6–1.11.**



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 выставляется в журнал.

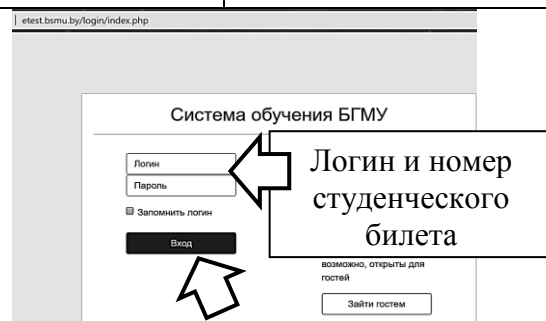


Рис. 1.1

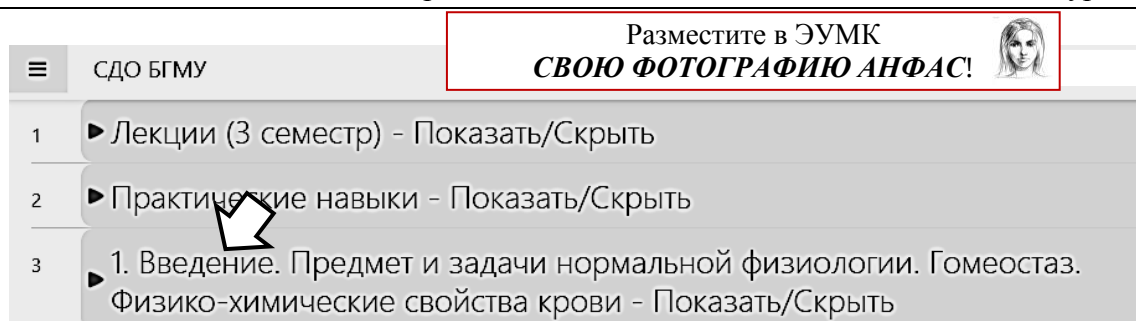


Рис. 1.2

ТЕСТИРОВАНИЕ

01. ТЕСТ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ. В

Физико-химические свойства крови

01. ТЕСТ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ. Введ

Физико-химические свойства крови

01. КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Введение.

Ограничение по времени: 12 мин.

Метод оценивания: Высшая оценка

Попыток: 84

Начать тестирование

Тест с ограничением по в

Время на тест огр

обратный отсчет

попытки, и вы до

времени. Вы увер

Начать попытку

Вернуться к попытке

Оставшееся время 0:09:47

а быть отправлена Saturday, 21 De

Отправить всё и завершить тест

Подтверждение

После отправки Вы бо

изменить свои ответы

Отправить всё и завершить тест

Отмена

Рис. 1.3

Рис. 1.4

Рис. 1.5

Рис. 1.6

Рис. 1.7

Рис. 1.8

Тест начат	Monday, 16 September 2019, 09:38	%	Отметка	Отметка выше 8 баллов может быть получена после дополнительного собеседования с преподавателем. ПРОТОКОЛ Результат тестирования: _____ %, отметка _____ баллов
Состояние	Завершенные	98–100	9 баллов	
Завершен	Monday, 16 September 2019, 09:45	92–97	8 баллов	
Прошло времени	6 мин. 52 сек.	84–91	7 баллов	
Баллы	19/20	76–83	6 баллов	
Оценки	95 из 100	68–75	5 баллов	
Отзыв	Отметка 7 баллов	60–67	4 балла	
	Рис. 1.9	41–59	3 балла	
		21–40	2 балла	

Работа 1.5. ОСВОЕНИЕ МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА: ИЗУЧЕНИЕ РЕЦЕПТОРНОГО МЕХАНИЗМА ВЛИЯНИЯ АДРЕНАЛИНА НА ЧАСТОТУ СОКРАЩЕНИЯ СЕРДЦА

Работа выполняется в компьютерном классе с использованием программы «01_Physiol 2».

Ход работы. Запустите программу — на рабочем столе ярлык «01_Physiol 2» (рис. 1.10), нажмите «OK».

1. В меню сверху выберите «Help» → «Preparation» и ознакомьтесь со схемой опыта на виртуальной экспериментальной наркотизированной крысе. Программа позволяет моделировать внутривенное введение различных лекарственных средств (механизм их действия можно узнать, перейдя «Help» → «Drugs», рис. 1.11–1.12), а также стимуляцию блуждающего нерва, иннервирующего сердце, и симпатических нервов, иннервирующих сердце и мозговое вещество надпочечников (через меню «Stimulate»). Для продолжения нажмите «Continue» (рис. 1.11).

4. После завершения эксперимента оцените продолжительность влияния адреналина на сердечно-сосудистую систему. Для этого возьмите новую крысу («New rat!»), введите адреналин 5 µg/kg и, используя секундомер, оцените продолжительность его влияния на ЧСС.

Для выхода из программы нажмите «Alt+Tab» и закройте окно.

01_Physiol 2
Рис. 1.10

2. Запишите в протокол исходную частоту сердечных сокращений, после чего введите адреналин в дозе 5 µg/kg («Drugs» → «Adrenaline» → щелчком левой кнопки мыши по надписи «0.05 µg/kg» открыть выпадающее меню и выбрать требуемую дозу адреналина, после чего ввести гормон: «Inject Drug» (рис. 1.13)).

3. Дождавшись максимального изменения ЧСС, щёлкните «Stimulate» или «Help» и запишите полученное значение. Для продолжения записи щёлкните мышкой на любом месте экрана.

Зарисуйте полученные кривые изменения ЧСС (координатная сетка на графиках и полученные в эксперименте кривые могут незначительно отличаться от представленных в протоколе. Полученные данные могут отличаться при повторе эксперимента).

Переходя к эксперименту с крысой № 2, не забудьте взять новую крысу («New rat!») и дождаться стабилизации гемодинамики. Далее следуйте указаниям протокола.

Указания к оформлению протокола:

1. Заполните таблицу и зарисуйте по образцу кривые изменения ЧСС.

2. Сделайте вывод о рецепторном механизме влияния адреналина на ЧСС, сравнив его эффект при действии блокатора β-адренорецепторов пропранолола с исходным эффектом.

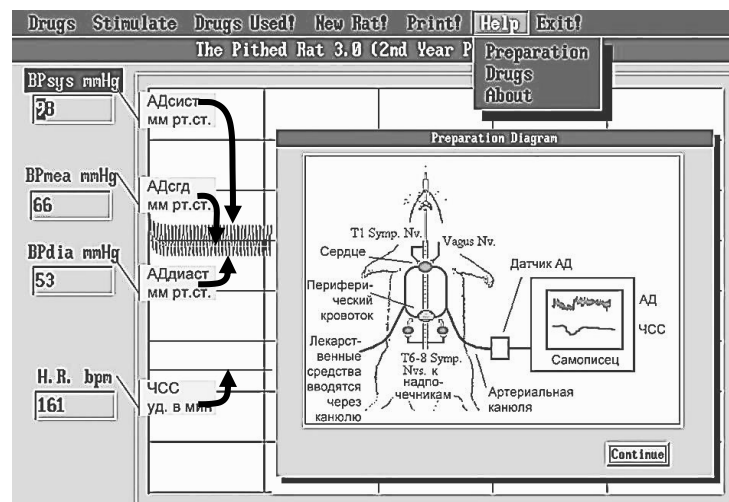


Рис. 1.11

Данная программа может быть загружена из ЭУМК и использована для самостоятельной работы студентов

Standard Drugs

Adrenaline	$\alpha + \beta$ adrenoceptor agonist
Noradrenaline	$\alpha + \beta$ adrenoceptor agonist
Isoprenaline	β adrenoceptor agonist
Acetylcholine	Cholinoceptor agonist
Salbutamol	β_2 adrenoceptor agonist
Atropine	Muscarinic cholinoceptor antagonist
Phentolamine	α adrenoceptor antagonist
Propanolol	β adrenoceptor antagonist
Nifedipine	Ca channel blocker
Adenosine	Adenosine receptor agonist

Рис. 1.12

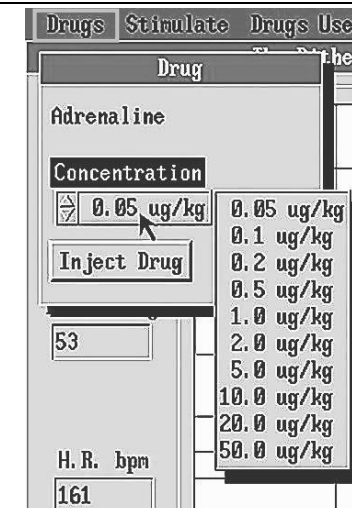
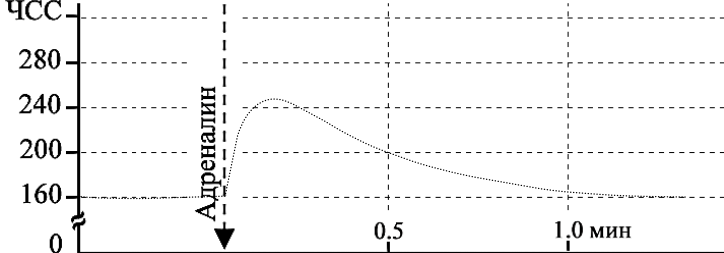
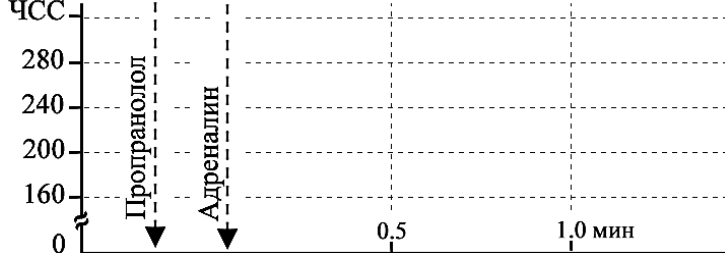


Рис. 1.13

ПРОТОКОЛ

Крыса №	Воздействия	Доза	ЧСС, уд/мин	Крыса №	Воздействия	Доза	ЧСС, уд/мин
1	Исходное значение	–		2	Исходное значение	–	
	Введение адреналина	5 µg/kg			Введение пропранолола ^(β-адреноблокатор)	100 mg/kg	
Щёлкните левой кнопкой мыши по «New rat!»					Введение адреналина	5 µg/kg	
							

Вывод. Введение адреналина _____ ($\downarrow$ или $\uparrow$) ЧСС. Предварительное введение блокатора β -адренорецепторов пропранолола (*ослабляет или усиливает*) эффект от введения адреналина.

Следовательно, адреналин _____ ($\downarrow$ или $\uparrow$) ЧСС путём стимуляции _____ (α или β)-адренорецепторов кардиомиоцитов водителя ритма.

Продолжительность влияния адреналина на ЧСС составляет около _____ мин, так как он _____ (*быстро или медленно*) разрушается ферментами катехол-О-метилтрансферазой и моноаминоксидазой (КОМТ и МАО).

Работа 1.6. ЗНАКОМСТВО С ОСНОВНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ГОМЕОСТАЗА У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА В ПОКОЕ

Используя материалы лекции, учебника, соответствующих разделов настоящего практикума (работа 7.1 и другие) и 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					
Объём циркулирующей крови		% от массы тела	Содержание в плазме	холестерина	ммоль/л
		литров		креатинина	мкмоль/л
Вязкость цельной крови		отн. ед.		мочевины	ммоль/л
Вязкость плазмы крови		отн. ед.	Сердечно-сосудистая система		
Эритроциты	у мужчин	клеток/л крови	Частота сокращений сердца (ЧСС)		в минуту
	у женщин	клеток/л крови	Формула для расчёта максимальной ЧСС (формула Купера)		—
Лейкоциты		клеток/л крови	Ударный объём (УО)		мл
Тромбоциты		клеток/л крови	Фракция выброса (ФВ)		%
Гематокрит	у мужчин	/	Минутный объём крови (МОК)		л/мин
	у женщин	/	Артериальное давление	систолическое	мм рт. ст.
Осмотическое давление крови		мосмоль/кг		диастолическое	мм рт. ст.
Онкотическое давление крови		мм рт. ст.	Пищеварительная система		
pH артериальной крови		—	pH слюны		—
Содержание глюкозы в цельной крови		ммоль/л	pH чистого желудочного сока		—
		мг/дл	pH сока поджелудочной железы		—
Содержание белка в крови		г/л	Дыхательная система		
Электролиты плазмы крови	натрий	ммоль/л	Частота дыхания (ЧД)		в минуту
	калий	ммоль/л	Дыхательный объём (ДО)		мл
	хлор	ммоль/л	Минутный объём дыхания (МОД)		л/мин
	бикарбонат	ммоль/л	Минутный объём альвеолярной вентиляции		% от МОД
	кальций (общий)	ммоль/л	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 1.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕМАТОКРИТА (демонстрация)



Показатель гематокрита отражает объём форменных элементов (в первую очередь эритроцитов) в процентах от общего объёма крови. Гематокрит определяют методом микроцентрифугирования (рис. 1.14) 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.

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 антикоагулянтom (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. 1.14. Методика определения гематокрита

ПРОТОКОЛ

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

Работа 1.8. 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). Практически она может быть *рассчитана* по формуле:

$$P_{\text{осм рассчитанная}} = 2 \times \text{Na}^+ (\text{ммоль/л}) + \text{глюкоза} (\text{ммоль/л}) + \text{мочевина} (\text{ммоль/л})$$

или, в случае если концентрации глюкозы и мочевины измерены в мг/дл (мг%),

$$P_{\text{осм рассчитанная}} = 2 \times \text{Na}^+ (\text{ммоль/л}) + \frac{\text{глюкоза} (\text{мг/дл})}{18} + \frac{\text{мочевина} (\text{мг/дл})}{2,8}$$

а также прямо измерена при помощи осмометров. При этом может выявляться *осмоляльный интервал* — разница между измеренной и рассчитанной осмоляльностью образца плазмы крови (в норме ≤ 15 мосмоль/кг), которая увеличивается при накоплении в плазме осмоактивных молекул, например этанола, метанола, этиленгликоля, маннитола.



Рис. 1.15. Осмометр

Прямое измерение осмотического давления биологических жидкостей (кровь, ликвор, лимфа и др.) чаще всего проводят *криоскопическим методом*, основанным на точном измерении температуры замерзания исследуемого раствора (рис. 1.15, 1.17). Известно, что температура замерзания жидкости тем ниже, чем выше суммарная концентрация растворённых в воде веществ. У человека температура замерзания крови ниже нуля на $0,56\text{--}0,58$ °С, а температура замерзания плазмы крови ниже нуля на $0,54$ °С.

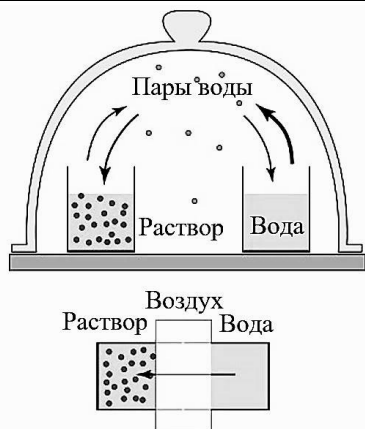


Рис. 1.16. Принцип работы парового осмометра

В лабораторной практике используются и некоторые другие методы определения величины осмотического давления биологических жидкостей (плазмы крови, мочи, цереброспинальной жидкости и т. д.) и фармакологических субстанций. В частности, применяются паровые осмометры (рис. 1.16), измеряющие величину давления водяного пара над исследуемой жидкостью. Принцип их работы основан на том, что при увеличении концентрации растворённых веществ давление водяного пара над раствором пропорционально уменьшается.

Также встречаются мембранные осмометры, измеряющие величину осмотического давления двух жидкостей, разделённых полупроницаемой мембраной.

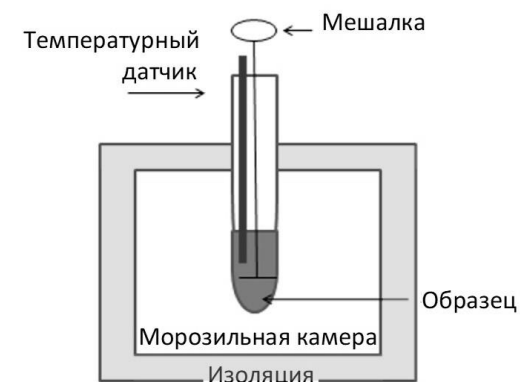


Рис. 1.17. Принцип работы осмометра (криоскопический метод)

Помимо осмоляльного интервала, важным в клинической практике является расчёт *анионного интервала* (АИ), также иногда называемого анионным провалом или анионным несоответствием, anion gap. Он используется для скрининговой оценки содержания в исследуемой плазме крови, моче или другой биологической жидкости анионов, не определяемых при стандартном биохимическом анализе, и представляет собой разницу между суммой измеренных в ней концентраций катионов и анионов.

При рутинных исследованиях, как правило, не измеряются так называемые «малые катионы плазмы» — K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} и др., липиды; а также многие «анионы»: белки, фосфаты, салицилаты, сульфаты, цитрат, лактат, кетоны и т. д. Их нередко называют «неизмеряемыми катионами» (НК) и «неизмеряемыми анионами» (НА). НК и НА компенсируют друг друга *не полностью* (рис. 1.18).

Некомпенсированная часть и называется АИ. Его величина определяется по формуле:

$$AI = Na^+ - (Cl^- + HCO_3^-)$$

В норме АИ не превышает 10–12 мэкв/л. Его увеличение нередко связано с истощением бикарбонатного буфера, что обычно наблюдается при метаболическом ацидозе, характеризующемся накоплением недоокисленных продуктов обмена и снижением концентрации бикарбоната.

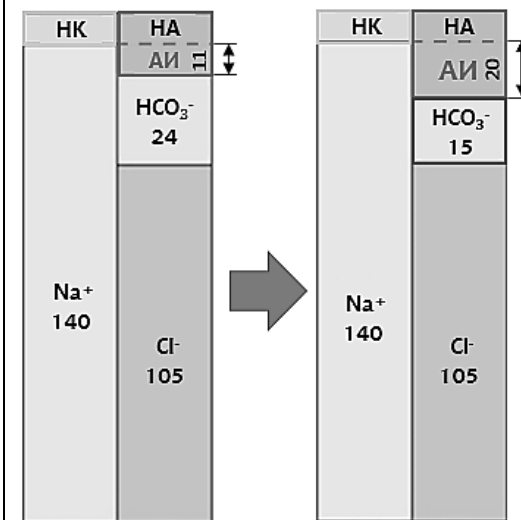


Рис. 1.18. Анионный интервал

Ход работы. В качестве исследуемого образца используют сыворотку крови лабораторного животного, которому в течение недели в питье добавляли некоторое количество этилового спирта. При исследовании её состава были получены следующие результаты: Na^+ — 140 ммоль/л; глюкоза — 4,8 ммоль/л; мочевины — 3,2 ммоль/л. Затем исследовали осмоляльность полученного образца.

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

Указания к оформлению протокола:

1. Полученные в фильме результаты *внесите* в протокол.
2. *Рассчитайте* осмотическое давление исследуемого образца сыворотки крови крысы по данным его биохимического анализа.
3. *Рассчитайте* осмоляльный интервал и сравните его с нормой. В случае отклонения осмоляльного интервала от нормы, *объясните* возможную причину.

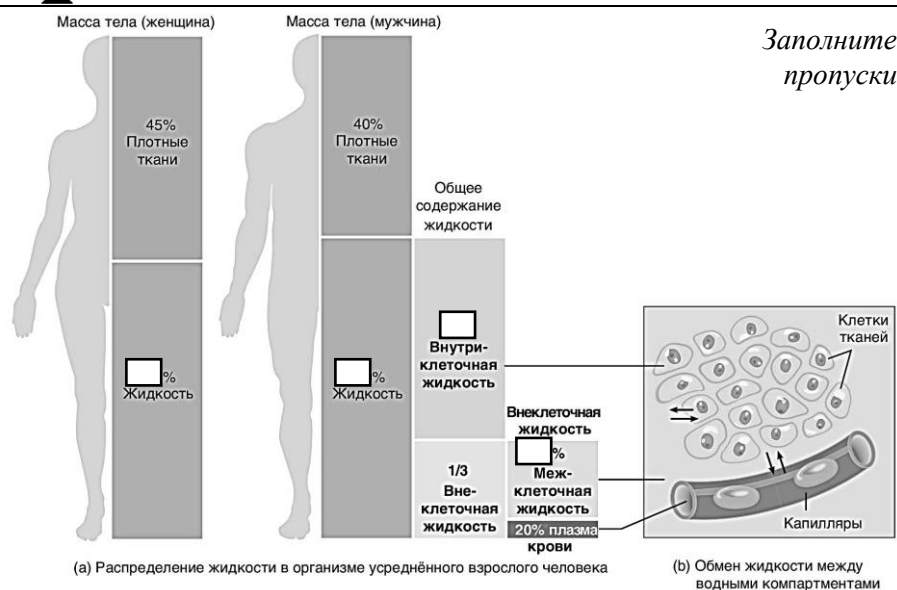
ПРОТОКОЛ

1. Полученные результаты: измеренная осмоляльность исследуемой пробы плазмы крови = _____ osmol/kg, или _____ mosmol/kg.
2. Нормальная величина осмоляльности плазмы крови составляет *от* _____ *до* _____ мосмоль/кг.
3. Величина осмоляльного интервала составила: $P_{осм\ измеренная} - P_{осм\ рассчитанная} = \text{_____} - (\text{_____} + \text{_____} + \text{_____}) = \text{_____}$.
4. В норме осмоляльный интервал составляет: _____ мосмоль/кг.
5. **Вывод.** Осмотическое давление в исследуемой пробе плазмы крови: _____ (в норме, снижено или повышено).
Осмоляльный интервал _____ (в норме, ↑ или ↓), что может быть вызвано _____.

Работа 1.9. ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ ВОДНО-СОЛЕВОГО ГОМЕОСТАЗА, ГИПЕРГИДРАТАЦИИ И ДЕГИДРАТАЦИИ ТКАНЕЙ

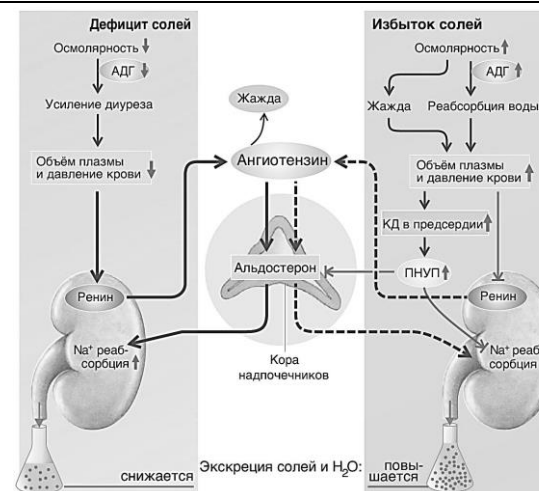
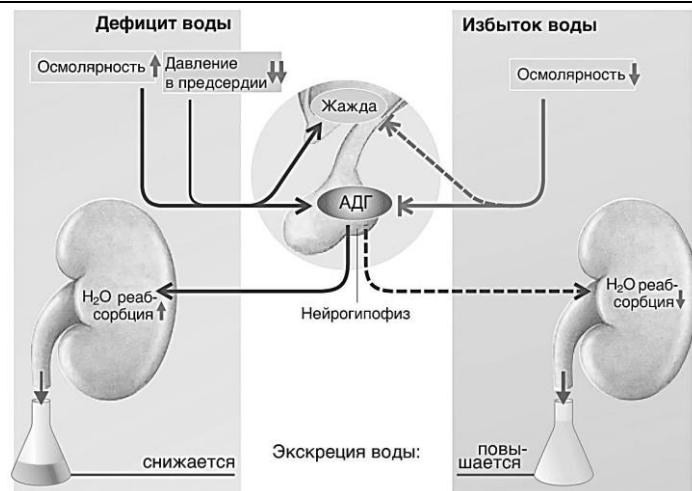


Используя материалы лекции, учебника, ЭУМК, *изучите* распределение жидкости во внутриклеточном и внеклеточном компартаментах и изменение их объёмов при различных видах гипер- и дегидратации тканей. *Заполните* схемы.



Укажите пути и объёмы суточного потребления и потерь жидкости

Пути поступления	Поступление, л/день	Выведение, л/день	Пути выведения
	Увеличение мочеиспускания Избыток жидкости	Дефицит жидкости Усиление жажды	
	Поступление (~2.5 л/день)	Выведение (~2.5 л/день)	
	Напитки: 1.3 л Пища: 0.9 л Метаболизм: 0.3 л	Моча: 1.5 л Потоотделение и дыхание: 0.9 л Кап (0.1 л)	
Всего			Всего



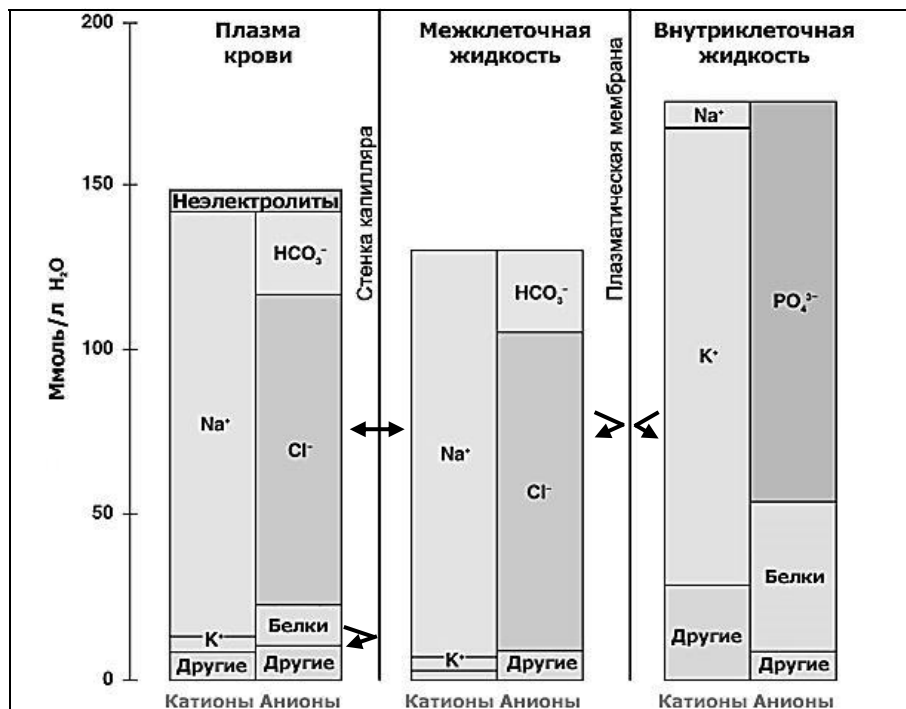
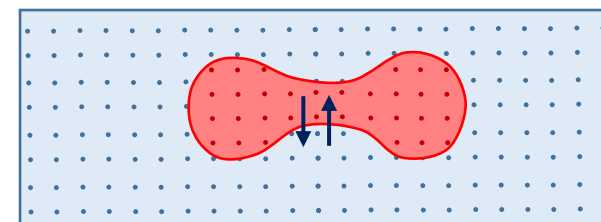


Рис. 1.19. Ребёнок, страдающий квашиоркором

Изменения объёма эритроцитов в растворах с различной осмольностью

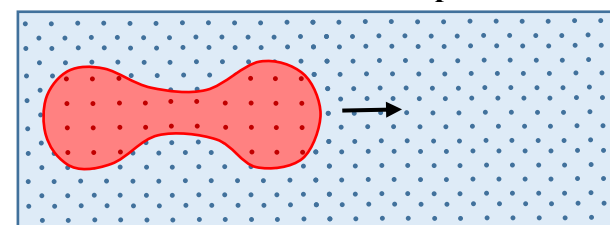
Зарисуйте изменения объёма эритроцитов в различных растворах. Стрелками укажите направление движения воды.

ИЗОТоническая среда



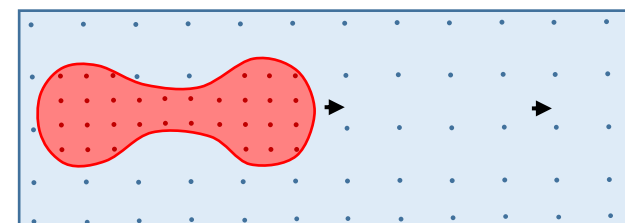
Р_{осм. эр} ☐ Р_{осм. плазмы} _____

ГИПЕРТоническая среда

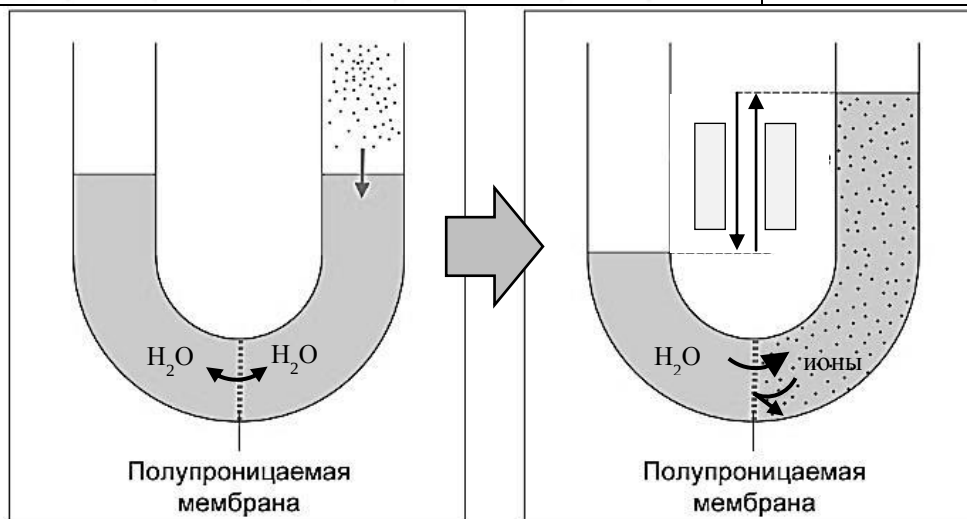


Р_{осм. эр} ☐ Р_{осм. плазмы} _____

ГИПОТоническая среда



Р_{осм. эр} ☐ Р_{осм. плазмы} _____



• Диаграмма Дарроу–Яннета отображает соотношение объёмов ВНУТРИклеточной и ВНЕклеточной жидкостей и их осмолярности. • Изменение объёма жидкости или количества растворённых веществ в одном из компартментов вызывает движение жидкости между ними. • Вода движется по осмотическому градиенту в область большей концентрации РАСТВОРЁННОГО ВЕЩЕСТВА, стремясь восстановить осмотическое равновесие!			1. <i>Определите</i> характер изменений, происходящих с ВНЕклеточной жидкостью: • увеличилось или уменьшилось содержание в ней воды и/или растворённых веществ? • приводит ли это к изменению осмолярности ВНЕклеточной жидкости? • если да, то как направлено движение воды: внутрь клеток или из них? 2. <i>Зарисуйте</i> изменения ICF и ECF разными цветами (разной штриховкой). Стрелками укажите направление движения воды.
	ИЗОтоническая	ГИПЕРтоническая	ГИПОтоническая
ДЕгидратация	Осмолярность Объём Сразу после острой кровопотери, диареи, рвоты	Осмолярность Объём Водная депривация, потоотделение, дефицит АДГ	Осмолярность Объём Дефицит альдостерона, длительная диарея
	Осмолярность Объём Инфузия изотонического раствора или питьё изотонических жидкостей, избыток альдостерона	Осмолярность Объём Избыточный приём солей, инфузия гипертонических растворов (маннитол, коллоиды)	Осмолярность Объём Избыток АДГ, полидипсия, инфузия гипотонических растворов

Работа 1.10. 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; стеклоглаф; 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 1.11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ОСМОТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ (РЕЗИСТЕНТНОСТИ) ЭРИТРОЦИТОВ (учебный видеофильм)



В гипотонических растворах происходит осмотический гемолиз. Однако не все эритроциты разрушаются при одной и той же степени набухания — мембрана одних эритроцитов выдерживает большее растяжение, а других — меньше. Различают минимальную и максимальную осмотическую устойчивость эритроцитов. **Минимальная осмотическая устойчивость** определяется той **наибольшей** концентрацией раствора NaCl, при которой разрушаются самые неустойчивые к набуханию эритроциты, что приводит к частичному гемолизу. Признаками частичного гемолиза является наличие осадка неразрушенных эритроцитов и окрашенный слой жидкости над осадком. **Максимальная осмотическая устойчивость** определяется той **наименьшей** концентрацией раствора, при которой разрушаются все эритроциты — происходит полный гемолиз (содержимое пробирки прозрачно, окрашено в красный цвет, осадка нет («лаковая кровь»)). Осмотическая устойчивость эритроцитов снижается при заболеваниях, сопровождающихся повреждением их мембран, например при серповидноклеточной анемии, сфероцитозе, врождённом дефиците Г6ФД и др.

Материалы и оборудование: штатив, 8 пробирок, 1 % NaCl, дистиллированная вода, кровь крысы, пипетки, резиновая пробка, СГО, антисептик, дезраствор, пинцет, вата, стеклоглаф.

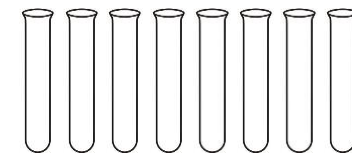
Ход работы. Пронумеруйте пробирки и приготовьте в них гипотонические растворы от 0,60 до 0,25 % NaCl по следующей схеме:

№ пробирки	1	2	3	4	5	6	7	8
1 % NaCl, мл	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
Дист. вода, мл	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
Концентрация NaCl в %	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25

В каждую пробирку добавьте по 1 капле крови, закройте пробкой, аккуратно перемешайте. Оставьте на 60 мин.

ПРОТОКОЛ

1. Запишите результаты опыта:



_____ %

2. Осмотическая устойчивость эритроцитов составила:

Min _____ % [N 0,46–0,48 % NaCl];

Max _____ % [N 0,32–0,34 % NaCl].

3. Вывод: _____

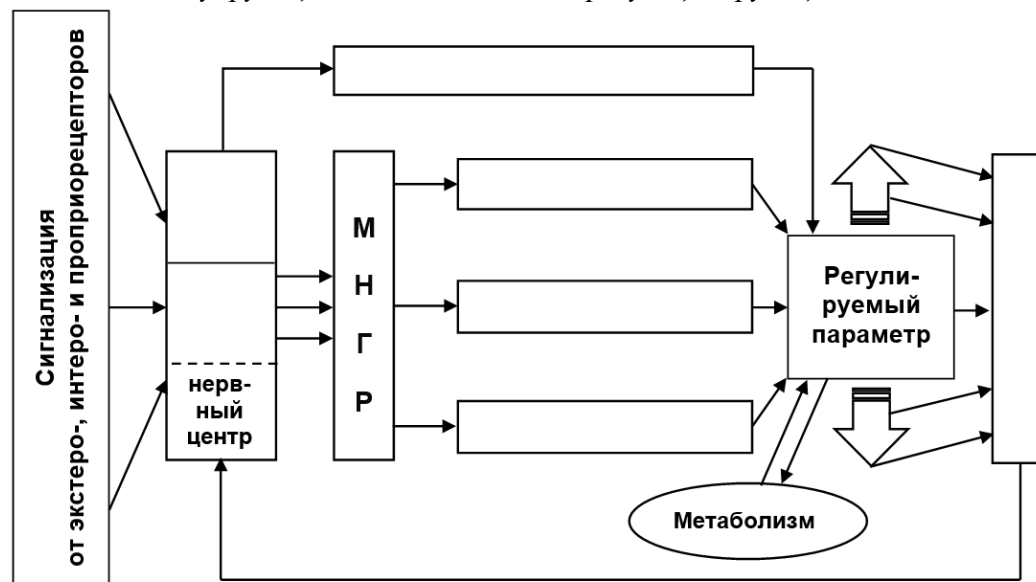
Работа 1.12. ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ
(выполняется дома самостоятельно с использованием ЭУМК)



Дайте сравнительную характеристику нервного и гуморального механизмов регуляции функций:

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

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. ЭРИТРОПОЭЗ. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ТРОМБОЦИТОВ. ТРОМБОЦИТОПОЭЗ. СИСТЕМА ГЕМОСТАЗА

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » ____ 20 ____
 день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ: 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. 3. Методы подсчёта эритроцитов. Кривая распределения эритроцитов. 4. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) <u>в разные возрастные периоды</u>. Факторы, влияющие на неё. Методы определения. Диагностическое значение СОЭ. 5. Гемоглобин, его строение, свойства и функции. Количество гемоглобина, методы определения. Понятие об анемиях. Виды гемоглобина в различные возрастные периоды. Физиологические и патологические соединения гемоглобина. Понятие о сатурации гемоглобина. 6. Цветовой показатель и эритроцитарные индексы (MCH, MCHC, MCV, RDW), расчет ЦП и MCH, значение в диагностике анемий. 7. Гемопоэз. Гемоцитопоэз. Свойства и функции полипотентной стволовой кроветворной клетки, коммитированных клеток-предшественниц зрелых клеток крови. Современная схема гемоцитопоэза. Роль микроокружения стволовой клетки в гемоцитопоэзе. Возрастные особенности гемопоэза (у эмбриона, плода, ребёнка). 8. Нервные и гуморальные механизмы регуляции гемоцитопоэза. Нейромедиаторы, гормоны и цитокины, влияющие на гемоцитопоэз. Роль молекул клеточной адгезии. Стимуляторы и ингибиторы гемоцитопоэза. 9. Потребности организма в незаменимых питательных веществах, витаминах и микроэлементах для поддержания нормального кроветворения. Общее понятие о нарушениях кроветворения при дефиците их поступления в организм. 10. Эритрон. Эритроцитопоэз, его регуляция. Напряжение кислорода в крови как один из важных параметров гомеостаза и стимул образования эритропоэтина. Роль эритропоэтина, цитокинов, микроэлементов, витаминов. Ретикулоциты. 11. Разрушение эритроцитов. Продукты разрушения эритроцитов, их физиологическая роль, пути утилизации. <u>Понятие о физиологической желтухе новорождённого</u>. 12. Роль железа, витаминов В₁₂ и В₉ в образовании гемоглобина. Суточная потребность в железе, источники его поступления, обмен железа в организме. Пути утилизации гемоглобина. 13. Тромбоциты, их количество, строение и функции. Методы подсчёта. Тромбоцитоз и тромбоцитопения. Тромбоцитопоэз и его регуляция. Образование и роль тромбопоэтина. 14. Понятие о системе гемостаза и её механизмах. Первичный (сосудисто-тромбоцитарный) и вторичный (плазменно-коагуляционный) гемостаз: значение, методы оценки. Роль тромбоцитов. Использование тромбоцитов донорской крови. 15. Понятие о противосвёртывающей и фибринолитической системах крови, антикоагулянтах, тромболитиках.	ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 211–215, 220–229. <i>Дополнительная</i> [3]. Ч. 1. С. 492–498, 505–513. [4]. С. 186–189, 193–201, 203–205.
---	--

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:

1. Чем отличаются полипотентные стволовые кроветворные клетки от олиго- и унипотентных стволовых клеток?
2. Перечислите основные условия нормального гемоцитопоза здорового человека. Назовите суточные потребности здорового молодого человека в основных витаминах, микроэлементах, незаменимых компонентах пищи для обеспечения нормального гемоцитопоза.
3. Назовите места и органы кроветворения (миелопоэза и лимфопоэза) у эмбриона, плода, новорождённого, взрослого человека.
4. Что является важнейшим регуляторным фактором, определяющим количество эритроцитов в крови?
5. Почему число эритроцитов и содержание гемоглобина у мужчин выше, чем у женщин? Какие регуляторные факторы влияют на это?
6. Как изменится СОЭ при анемии, нарушении белоксинтезирующей функции печени, гипергаммаглобулинемии?
7. 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?
8. Какова валентность Fe в растительной пище? В молекуле гемоглобина?
9. Зачем нужны переносчики кислорода в крови, если кислород из плазмы крови потребляется в виде свободно растворенного?
10. Что характеризует величина цветового показателя, с какой целью её рассчитывают?
11. Что характеризуют эритроцитарные индексы (MCH, MCHC, MCV, RDW)? Каким образом рассчитывается показатель MCH?
12. Какой общей причиной можно объяснить увеличение интенсивности эритропоэза при кровопотере, массивном гемолизе эритроцитов, дыхании при пониженном барометрическом давлении?
13. Почему при суточной потребности человека в железе 1–1,5 мг, его содержание в съеденной пище должно составлять 10–20 мг/сут?
14. Какова роль витаминов B₉ и B₁₂ в гемоцитопозе?
15. Как изменится СОЭ при уменьшении частичного отрицательного заряда (дзета-потенциала) их мембраны? При увеличении содержания альбуминов, глобулинов, ионов Ca²⁺ в плазме крови, её вязкости, эритроцитозе?
16. Какова роль фактора Виллебранда в механизмах первичного гемостаза?
17. Почему при тяжёлых заболеваниях печени возрастает время кровотечения? Появляется жёлтое окрашивание кожных покровов и слизистых оболочек? Почему такое окрашивание появляется и при гемолизе?
18. Какие из перечисленных показателей и лабораторных проб (проба жгута, протромбиновый индекс, время кровотечения по 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)

Гемоцитопоз — _____	Цветовой показатель — _____
Стволовая кроветворная клетка — _____	Анемия — _____
Гемоцитопозиндуцирующее микроокружение — _____	Гем — _____
Раннедействующие стимуляторы гемопоэза: _____	Карбоксигемоглобин — _____
Основные ингибиторы гемопоэза: _____	Метгемоглобин — _____
Внутренний фактор Касла — _____	Гемостаз — _____

Работа 2.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



1. «Взятие капиллярной крови на анализ» (2:04) — к работе 2.4.
 2. «Подсчёт эритроцитов в счётной камере под микроскопом» (5:10) — к работе 2.5.
 3. «Определение СОЭ по методу Панченкова» (3:13) — к работе 2.6.
 4. «Определение гемоглобина по способу Сали» (5:07) — к работе 2.7.
- Преподаватель может предложить просмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



Работа 2.3. ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ВИТАМИНАХ, МИКРОЭЛЕМЕНТАХ И НЕЗАМЕНИМЫХ КОМПОНЕНТАХ ПИЩИ ДЛЯ НОРМАЛЬНОГО ГЕМОЦИТОПОЭЗА (выполняется дома самостоятельно с использованием ЭУМК)

Используя данные электронного атласа и учебника, *заполните* таблицы 2.1 и 2.2.



Суточная потребность в витаминах

Таблица 2.1

Название	Потребность	Назначение
Витамин В ₂ (рибофлавин)		Для нормального осуществления окислительно-восстановительных реакций. При недостатке может развиваться анемия гипорегенеративного типа
Витамин В ₆ (пиридоксин)		Для образования гема в эритроцитах. При недостатке вследствие нарушения образования гемоглобина развивается анемия
Витамин В ₉ (фолиевая кислота)		Для синтеза ДНК в клетках костного мозга, поставляет один из нуклеотидов. При недостатке наблюдается ускорение разрушения эритроцитов и развивается анемия
Витамин В ₁₂ (цианокобаламин)		Для синтеза нуклеопротеинов, созревания и деления клеток. При недостатке витамина в костном мозге образуются мегалобласты — крупные медленно созревающие клетки; из них образуются короткоживущие крупные эритроциты (мегалоциты). Вследствие замедленного поступления в кровь эритроцитов и их быстрого разрушения развивается В ₁₂ -дефицитная анемия
Витамин С (аскорбиновая кислота)		Для нормального эритропоэза на его основных этапах. Способствует всасыванию железа из ЖКТ, его мобилизации из депо; метаболизму фолиевой кислоты
Витамин Е (α-токоферол)		Совместно с селеном защищает мембраны клеток от действия продуктов перекисного окисления. При недостатке возрастает вероятность гемолиза эритроцитов
Витамин РР (никотиновая к-та)		Защищает мембрану эритроцитов и гемоглобин от окисления. Входит в состав НАД и НАДФ

Суточная потребность в микроэлементах

Таблица 2.2

Название	Потребность	Назначение
Железо (Fe)		Для образования гемо- и миоглобина; ферментов транспортной цепи электронов в митохондриях; синтеза ДНК; деления клеток; эффективной работы детоксикационных механизмов при участии цитохрома Р-450
Кобальт (Co)		Для синтеза гемоглобина; способствует утилизации железа. Для стимуляции синтеза и выделения эритропоэтина в почке. При недостатке кобальта развивается анемия
Медь (Cu)		Для всасывания железа в ЖКТ, мобилизации его резервов из печени и ретикулярных клеток
Цинк (Zn)		Для обеспечения функций фермента карбоангидразы. При недостатке цинка развивается лейкопения
Селен (Se)		Для защиты мембран клеток (в том числе клеток крови) от действия продуктов перекисного окисления и предотвращения гемолиза эритроцитов; входит в состав дейодиназ, участвующих в конверсии гормона щитовидной железы тироксина (Т ₄) в трийодтиронин (Т ₃) и дальнейшего превращения в клетках Т ₃ в Т ₂ и в Т ₁

Работа 2.4. 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 может проводиться в виде просмотра учебного видеофильма.

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.

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, 2.3).

10. После забора крови место укола обрабатывается дезраствором.



Рис. 2.1. Скарификаторы и забор капиллярной крови

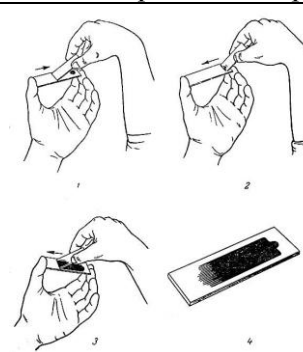


Рис. 2.2. Изготовление мазка крови

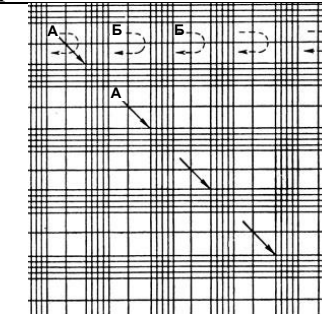


Рис. 2.3. Передвижение сетки при подсчёте эритроцитов (А) и лейкоцитов (Б)

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 2.5. ПОДСЧЁТ ЭРИТРОЦИТОВ В СЧЁТНОЙ КАМЕРЕ ПОД МИКРОСКОПОМ (демонстрация)



В целях профилактики инфицирования гемотрансмиссивными инфекциями 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.

Анализатором клетки объёмом менее 35 фл подсчитываются и рассматриваются как тромбоциты (PLT), все остальные клетки — как эритроциты. Поскольку размеры лейкоцитов близки к размерам эритроцитов, разделить их не удаётся, и в графе эритроциты (RBC) практически оказывается сумма эритроцитов и лейкоцитов (WBC). Однако, за исключением явных лейкоцитозов ($> 50 \times 10^9/\text{л}$), вклад лейкоцитов будет чрезвычайно мал, так как в норме количество эритроцитов в крови на 3 порядка превышает количество лейкоцитов.

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 отработанных материалов с дезраствором.

Ход работы. Для подсчёта форменных элементов 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. Разбавление крови в настоящее время обычно проводится в пробирке, при этом строго соблюдается соотношение объёмов крови и гипертонического раствора, приводящее к разведению крови (например, 0,02 и 4 мл).

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. Сторона маленького квадрата равняется $1/20$ мм, площадь — $1/20 \times 1/20 = 1/400$ мм²; таким образом, объём пространства над малым квадратом составляет $1/400 \times 1/10 = 1/4000$ мм³.

Подсчёт эритроцитов проводится по фотографии фрагмента счётной камеры со смесью эритроцитов. 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.

Допустим, что в 5 больших квадратах (80 маленьких) найдено суммарное количество эритроцитов, равное Э. Число эритроцитов в объёме пространства ($1/4000$ мм³) над одним маленьким квадратом будет равно Э/80. Для пересчёта на 1 мм³ крови Э/80 умножаем на 4000 и ещё на 200, так как кровь была разведена в 200 раз. Для расчёта количества эритроцитов в 1 л крови полученное число эритроцитов в 1 мкл (1 мм^3) умножаем на 10^6 .

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.

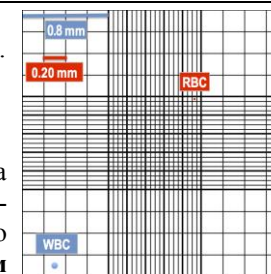
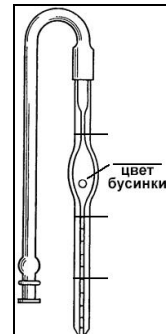


Рис. 2.4



1. Меланжер для эритроцитов

ПРОТОКОЛ

2. 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.

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

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

4. Нормальное содержание эритроцитов
у мужчин: _____ у женщин: _____

5. **Вывод:** _____
(норма, эритроцитоз, эритроцитопения (анемия))¹

¹ В клинической практике значимыми считаются отклонения показателя от границы нормы более чем на 10 %.

Работа 2.6. 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.**² 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 гемодилюции, 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 или 3,8 % ЭДТА) — 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. 2.5).

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).

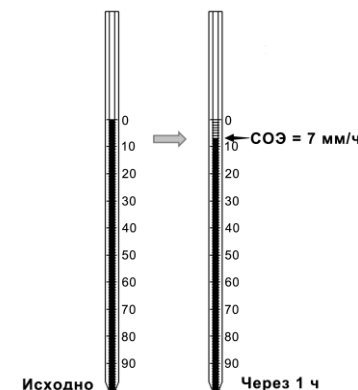
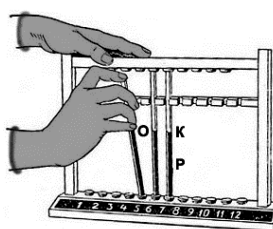


Рис. 2.5



1. Прибор Панченкова

ПРОТОКОЛ

2. СОЭ исследуемой крови = _____ мм/ч, пол _____.

3. В норме СОЭ: у молодых мужчин _____ мм/ч;
у молодых женщин _____ мм/ч;

4. При определении СОЭ кровь смешивают с 5 % раствором цитрата натрия с целью _____.

5. Вывод: _____
(СОЭ в норме, повышена, замедлена)

² СОЭ у новорожденного составляет 1–2 мм/ч, в 6 мес. — 4–10 мм/ч, в 1 год — 4–12 мм/ч. У пожилых людей — 1–20 мм/ч.

Работа 2.6. (продолжение)

Б. Определение СОЭ по методу Вестергрена.



Этот метод определения СОЭ широко распространен в мире и в последнее время всё чаще используется в нашей стране. Кровь собирается в вакуумную пробирку с противосвёртывающим раствором ЭДТА или 3,8 % раствором цитрата Na (4 части крови с 1 частью антикоагулянта). Измерение СОЭ проводится в капилляре Вестергрена со шкалой 200 мм и внутренним диаметром 2,5 мм. Считается, что в этих условиях СОЭ определяется **более точно и является эталонной**.

В настоящее время гемализаторы часто определяют СОЭ методом кинетики агрегации эритроцитов — путём многократного измерения (1000 измерений за 20 с) изменения оптической плотности исследуемой пробы. Затем аппарат рассчитывает СОЭ по Вестергрону, используя математический алгоритм.

Результаты измерений СОЭ в мм/час методами Панченкова и Вестергрена совпадают или близки при низких значениях СОЭ. Нормальными величинами **СОЭ по Вестергрону** являются: в возрасте до 10 лет — до 10 мм/час; до 50 лет — до 15 мм/час (муж) и до 20 мм/час (жен); старше 50 лет — до 20 мм/час (муж) и до 30 мм/час (жен). При повышенной СОЭ её значения, полученные разными методами, могут существенно различаться. Так, при СОЭ 45 мм/час по Панченкову, она составляет 57 мм/час по Вестергрону, т. е. отличается в сторону более высоких значений.

Работа 2.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГЕМОГЛОБИНА ПО СПОСОБУ САЛИ (демонстрация)



Работа может проводиться в виде демонстрации учебного фильма. Содержание гемоглобина (Hb) в норме составляет³:

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.

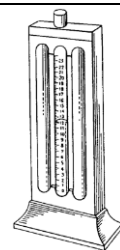
Ход работы. Для определения содержания гемоглобина в среднюю пробирку до круговой метки вносят пипеткой **0,1 N раствор HCl**. В капилляр набирают 20 мкл крови, вытирают его кончик ватой (во избежание получения завышенных результатов) и аккуратно выдувают кровь на дно пробирки, не допуская перемешивания 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.

За это время из гемоглобина образуется *солянокислый гематин*, и раствор приобретает темно-коричневую окраску, схожую с цветом кофе. Затем в пробирку 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.



1. Гемометр Сали

ПРОТОКОЛ

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

³ У новорождённых — 190–230 г/л, у детей до 5 лет — 110–140 г/л.

Работа 2.8. Вид эритроцитов под микроскопом (демонстрация)



Изучите на микрофотографиях в компьютерном классе («21 Норм физиология» → «Материалы по темам» → «Занятие 2...») или в ЭУМК форму, размеры, окраску и внутриклеточные органеллы ретикулоцитов и эритроцитов.

ПРОТОКОЛ

Более бледная в центре по сравнению с периферией окраска эритроцитов обусловлена их формой в виде _____. Такая форма обеспечивает _____.

Сетчатость ретикулоцитов обусловлена наличием _____. Благодаря их отсутствию, эритроциты _____.

Нормальное количество ретикулоцитов в крови составляет _____ % от числа красных клеток крови. Повышение количества ретикулоцитов в крови отражает процессы _____ (стимуляции или угнетения) эритропоэза.

Работа 2.9. ВЫЧИСЛЕНИЕ ЦВЕТОВОГО ПОКАЗАТЕЛЯ И ДРУГИХ ЭРИТРОЦИТАРНЫХ ИНДЕКСОВ

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.

$$\text{ЦП} = \frac{\text{Hb (\%)}}{\text{Эритроциты (\%)}} \text{, где}$$

$$\text{Hb (\%)} = \frac{\text{Hb (г/л)}}{167 \text{ г/л}} \times 100 \% \text{ и } \text{Эритроциты (\%)} = \frac{\text{Эритроциты}}{5 \times 10^{12}/\text{л}} \times 100 \%$$

Например, если содержание гемоглобина в крови равно 152 г/л, а количество эритроцитов равно $4,56 \times 10^{12}/\text{л}$, тогда:

$$\text{МСН} = 152 / 4,56 \times 10^{12} = 33,3 \times 10^{-12} \text{ г} = 33,3 \text{ пг};$$

$$\text{Hb (\%)} = 152 / 167 \times 100 \% = 91 \%$$

$$\text{Эритроциты (\%)} = (4,56 \times 10^{12} / 5,00 \times 10^{12}) \times 100 \% = 91 \%$$

$$\text{ЦП} = 91 \% / 91 \% = 1,00$$

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).

Аналогичным образом оценивается и показатель МСН.

Дополнительно

МСНС (Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration) — **средняя концентрация гемоглобина в эритроците**. Для его вычисления необходимо знать величину гематокрита (НТС) и содержание Hb в 100 мл крови (г% или г/дл). Вычисляется по формуле:

$$\text{МСНС} = \frac{\text{Hb (г/дл)}}{\text{НТС (\%)}} \times 100 \%$$

Различия между МСН и МСНС заключаются в том, что МСН указывает на массу гемоглобина в одном эритроците, тогда как МСНС даёт информацию об отношении содержания гемоглобина к объёму клетки. Он напрямую связан с синтезом гемоглобина и отражает **насыщение** эритроцита гемоглобином.

В норме МСНС составляет **30–37 г/дл**. В отличие от МСН, МСНС не зависит от клеточного объёма, его снижение является чувствительным показателем нарушения гемоглобинообразования. Увеличение данного показателя в абсолютном большинстве случаев указывает на наличие ошибки при определении показателей красной крови.

MCV (Mean Corpuscular Volume) — средний объём эритроцитов. В современных гематологических анализаторах значение MCV представляет собой среднюю величину объёма всех измеренных эритроцитов. Также его можно рассчитать по формуле:

$$MCV = \frac{HTC (\%) \times 10}{\text{Эритроциты} \times 10^{-12}}$$

Показатель MCV используется для оценки микро-, нормо- и макроцитоза. В норме средний объём эритроцита составляет 80–100 фл (1 фл = 1 мкм³ = 10⁻¹⁵ л). Эти значения MCV характерны для нормоцитов. Если величина MCV меньше 80 фл, диагностируется *микроцитоз*, если больше 100 фл — *макроцитоз*.

Необходимо учитывать, что MCV может иметь нормальное значение при наличии у пациента одновременно выраженного макро- и микроцитоза, поэтому MCV всегда следует рассматривать в совокупности с эритроцитарной гистограммой и показателем RDW.

RDW (Red Cell Distribution Width) — ширина кривой распределения эритроцитов, рассчитывается как коэффициент вариации среднего объёма эритроцитов по формуле:

$$RDV = \frac{SD \times 100 \%}{MCV}$$

где SD — стандартное отклонение объёма эритроцитов от среднего значения.

В норме показатель RDW составляет 11,5–14,5 %. Увеличение значения RDW указывает на высокую степень гетерогенности размеров эритроцитов — *анизоцитоз*, при этом MCV становится малоинформативным в силу своей усреднённости. С другой стороны, при наличии в крови клеток с изменённым, но однородным объёмом (например, микроцитов), значение RDW может быть в пределах нормы, так как оно характеризует колебания объёма клеток внутри популяции и не связано с абсолютной величиной объёма эритроцита.

Графически увеличение RDW отображается уплощением и увеличением ширины эритроцитарной гистограммы (рис. 2.6). Повышение RDW характерно для анемий с выраженным анизоцитозом — железодефицитной, В₁₂-дефицитной.

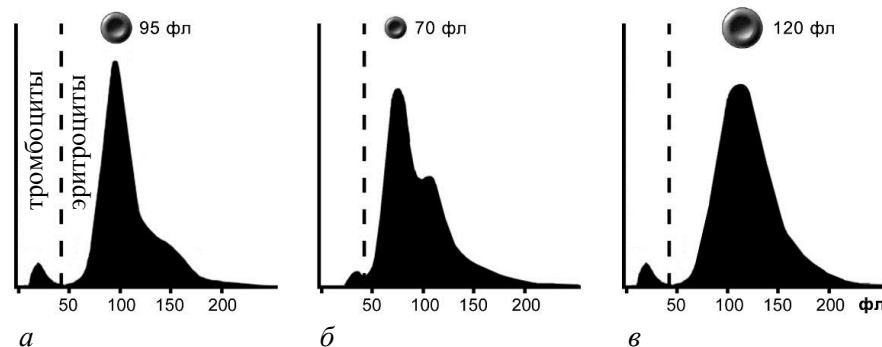


Рис. 2.6. Кривые распределения эритроцитов и тромбоцитов:

а — нормальная гистограмма (MCV — 95 фл, RDW — 13,6 %), прерывистая вертикальная черта (35 фл) — граница дифференциации тромбоцитов (левее) и эритроцитов (правее); *б* — выраженный анизоцитоз, присутствие двух популяций эритроцитов с преобладанием микроцитов; *в* — анизоцитоз с преобладанием макроцитов

Указания к оформлению протокола:

1. *Рассчитайте* эритроцитарные индексы исследуемой крови, используя данные из работ 2.5, 2.7.
2. По данным величин объёмов (V), количества эритроцитов данного объёма (n), SD и MCV *нарисуйте* кривую распределения эритроцитов и сравните её с нормальной (на графике), *рассчитайте* RDW.
3. *Оцените* полученный результат, сравнив его с нормой.

ПРОТОКОЛ

1. В исследуемой крови содержание:

гемоглобина _____ г/л;
эритроцитов _____ × ____/л.

Показатель	Норма
MCH = _____	пг
ЦП = _____	
RDW = _____	%
данные см. в п. 2 протокола	

3. Вывод:

(гипо-, нормо- или гиперхромия)

величина RDW _____

(снижена, в норме, увеличена — анизоцитоз)

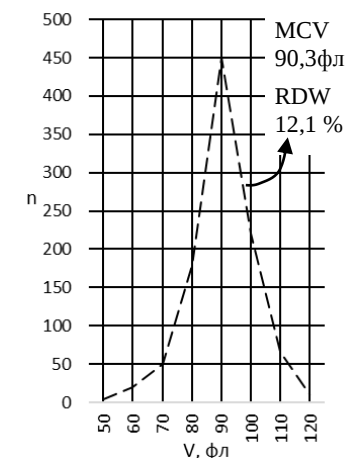
кривая распределения эритроцитов _____

(смещена влево, в норме, смещена вправо)

2.

V, фл	n*
50	10
60	50
70	450
80	300
90	100
100	50
110	30
120	10
Всего:	1000
SD, фл	11,9
MCV, фл	77,5

* n — число клеток
определённого объёма



Работа 2.10. 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. Он обеспечивает реакции гемостаза в сосудах диаметром до **200 мкм**. С нарушением этого механизма связаны до 80 % случаев кровотечений и до 95 % случаев тромбообразования;

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**).

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**. Компоненты первичного гемостаза — сосудистая стенка (эндотелий, коллаген, гладкие миоциты) и тромбоциты с их гликопротеиновыми рецепторами (ГП) и факторами свёртывания.

Этапы первичного гемостаза:

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);

2) **адгезия тромбоцитов** к субэндотелиальному слою (с участием рецепторов к коллагену ГП Ia/IIa и фактора Виллебранда — при помощи рецептора ГП Ib), их **активация и секреция** содержимого их гранул (с участием тромбоксана A_2 через фосфолипный механизм), а также **агрегация тромбоцитов** (сначала обратимая, а затем необратимая, под действием следов тромбина и фибрина, которые фиксируются к тромбоцитам при помощи ГП IIb/IIIa). В результате псевдоподии тромбоцитов и нити фибрина формируют густую сеть, в которой скапливаются другие форменные элементы крови и образуется **тромбоцитарная пробка**;

3) **ретракция** (сокращение и уплотнение) тромбоцитарной пробки под действием сократительных белков (внеклеточного — тромбостенина, и внутриклеточных — актина и миозина).

Важнейшие скрининговые показатели, характеризующие первичный гемостаз: **количество тромбоцитов; проба жгута; время кровотечения по Айви или по Дюке**.

А. Проба жгута (оценка сосудистого компонента первичного гемостаза)

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.

Материалы и оборудование: тонометр, секундомер, круг из плотного картона 2,5 см в диаметре, ручка, увеличительное стекло.

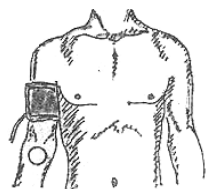


Рис. 2.7

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. 2.7).

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.

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.

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.

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 и тромбоцитопатий; эндокринных изменений (менструальный период); инфекционно-токсических воздействий и др.

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 Дюке — демонстрация



Время кровотечения, определяемое по методу Дюке, 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.

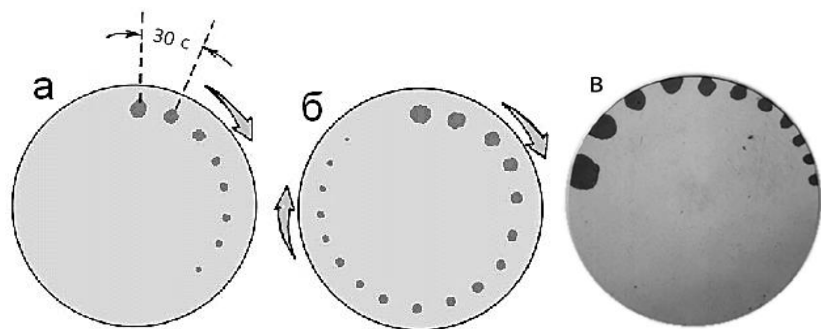
Материалы и оборудование: стерильные фильтровальная бумага, одноразовые скарификаторы, вата, пинцет; секундомер, антисептик, СГО, ёмкость для отработанных материалов с дезраствором.

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 бумагой **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 Дюке составляет 2–4 мин.

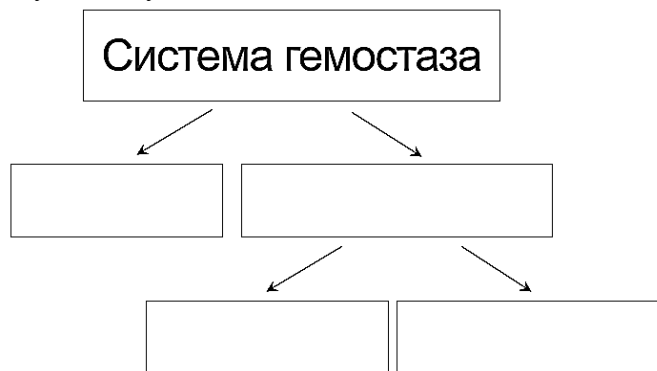
ПРОТОКОЛ

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

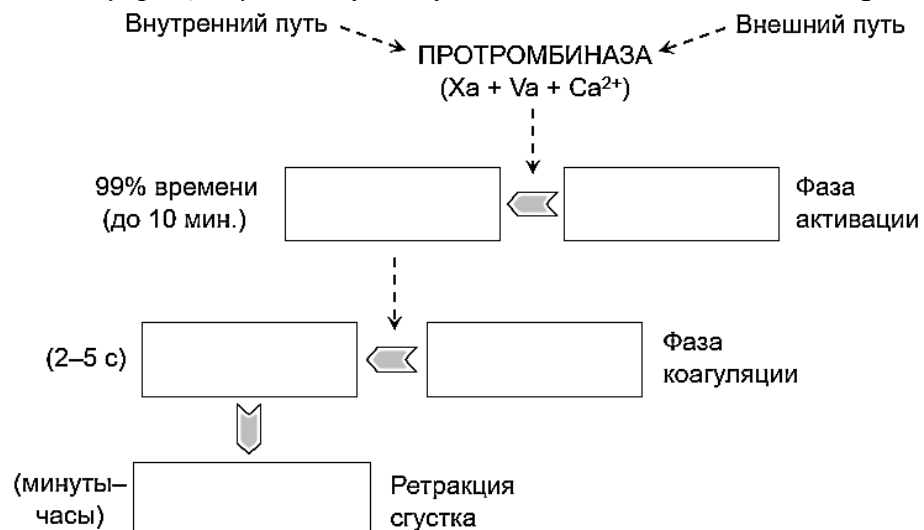


Работа 2.11. ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА

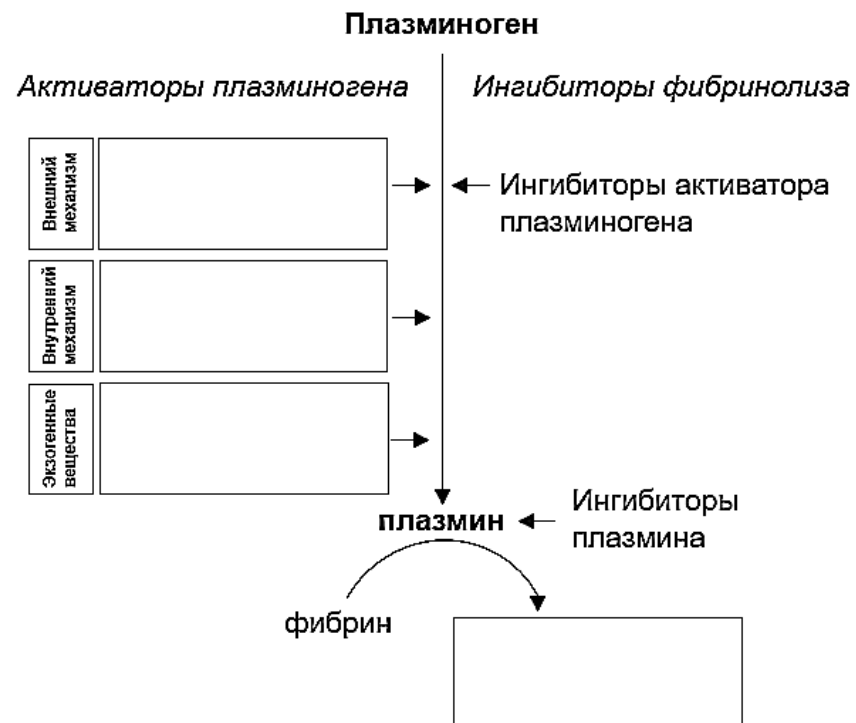
Заполните *общую схему системы гемостаза*



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.
ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБЩЕГО АНАЛИЗА КРОВИ**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«___» _____ 20___
день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ: 1. Лейкоциты. Количество и виды лейкоцитов. Понятие о маркерах CD лейкоцитов (см. дополнение к занятию 4). Особенности строения и свойств, обеспечивающие выполнение ими функций. Распределение лейкоцитов в сосудистом русле, в тканях, его особенности и физиологическое значение. 2. Лейкоцитопоз и его регуляция. Роль цитокинов, микроэлементов, витаминов и других факторов в регуляции лейкоцитопоза. Лейкоцитоз (физиологический, реактивный) и лейкопения. 3. Лейкоцитарная формула: сдвиги лейкоцитарной формулы, возрастные особенности. 4. Гранулоциты: их разновидности, количество в лейкоцитарной формуле, функции, продолжительность жизни. Особенности строения и свойств, обеспечивающие выполнение ими функций. Гранулоцитопоз. 5. Агранулоциты: их разновидности, особенности созревания и дифференцировки, продолжительность жизни. Моноциты и тканевые макрофаги: особенности строения и свойств, обеспечивающие выполнение ими функций. Механизмы фагоцитоза. Моноцитопоз. 6. Т- и В-лимфоциты, их свойства и функции. Особенности лимфоцитопоза. Нулевые и плазматические клетки. Лейкоцитарные рецепторы и их лиганды. 7. Понятие о механизмах неспецифической и специфической резистентности организма. Роль гистогематических барьеров в механизмах резистентности. Классы и функции иммуноглобулинов. Понятие о системе комплемента. Понятие о дефензинах. 8. Основные лейкоцитарные и другие показатели, определяемые при проведении общего анализа крови (ОАК). 9. Физиологическая оценка результатов ОАК. Диагностическое значение ОАК. Понятие о возрастных нормах основных показателей ОАК. 10. Принципы выполнения ОАК с использованием современных гематологических анализаторов.	ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 216–220, 221–225. <i>Дополнительная</i> [3]. Ч. 1. С. 492–505, 531–532. [4]. С. 189–193, 203–205. [21]. С. 3–21. [36]. С. 69–70.
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ: 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?	4. Что такое сдвиг лейкоцитарной формулы влево? Сдвиг вправо? 5. Какие физиологические процессы отражают сдвиг лейкоцитарной формулы влево? Сдвиг вправо? 6. Что такое перекрёсты лейкоцитарной формулы? 7. В чем отличие физиологического и реактивного лейкоцитоза? Каковы их причины?

Вопросы для самоподготовки (продолжение):	
8. 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. 9. 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. 10. Сделайте заключение по анализу крови женщины 18 лет (в 7.30 утра): эритроциты — $3,4 \times 10^{12}/л$; гемоглобин — 90 г/л; ретикулоциты — 5,2 %; ЦП, МСН — рассчитайте; лейкоциты — $7,2 \times 10^9/л$ (палочкоядерные нейтрофилы — 1 %; сегментоядерные нейтрофилы — 39 %; базофилы — 1 %; эозинофилы — 8 %; лимфоциты — 46 %; моноциты — 5 %); тромбоциты — $160 \times 10^9/л$; СОЭ — 18 мм/ч.	11. Сделайте заключение по анализу крови 2-летней девочки (в 6.45 утра): эритроциты — $4,8 \times 10^{12}/л$; гемоглобин — 145 г/л; ЦП, МСН — рассчитайте; лейкоциты — $6,2 \times 10^9/л$ (палочкоядерные нейтрофилы — 1 %; сегментоядерные нейтрофилы — 26 %; базофилы — 0 %; эозинофилы — 3 %; лимфоциты — 62 %; моноциты — 8 %); тромбоциты — $280 \times 10^9/л$; СОЭ — 6 мм/ч. 12. 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 — 2 %, палочкоядерные нейтрофилы — 7 %; сегментоядерные нейтрофилы — 56 %; базофилы — 3 %; эозинофилы — 1 %; лимфоциты — 19 %; моноциты — 12 %); СОЭ — 8 мм/ч. 13. 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 — _____	Естественные киллеры — _____
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. Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.	

Работа 3.3. ПОДСЧЁТ ЛЕЙКОЦИТОВ В СЧЁТНОЙ КАМЕРЕ ПОД МИКРОСКОПОМ (демонстрация)

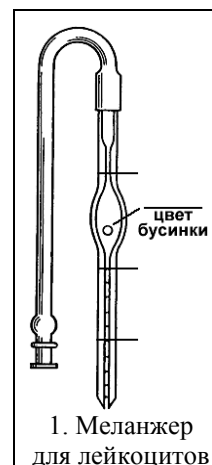


Просмотр учебного фильма и работа с микрофотографиями лейкоцитов в счётной камере (электронный атлас).

Содержание лейкоцитов в крови в норме составляет $(4-9) \times 10^9/\text{л}$.

Материалы и оборудование: кровь крысы, смеситель для лейкоцитов, счётная камера, 5 % раствор окрашенной уксусной кислоты; стерильные скарификаторы, вата, пинцет; антисептик, СГО, ёмкость для отработанных материалов с дезраствором.

Ход работы. В смеситель для лейкоцитов набирают кровь до метки 0.5, затем 5 % раствор уксусной кислоты, подкрашенной красителем метиленовым синим, до метки 11 (20-кратное разведение крови). *Уксусная кислота лизирует плазматические мембраны всех форменных элементов, а краситель метиленовый синий окрашивает ядра лейкоцитов.* Встряхивают смеситель 1–2 мин. Первую каплю снимают ватой и заполняют счётную камеру жидким содержимым из ампулы смесителя. Подсчитывают лейкоциты (их **ядра**) при малом увеличении в **25 больших квадратах** (учитывая ограничения фотоснимка, проведите подсчёт в пяти больших квадратах и умножьте полученный результат на 5).



ПРОТОКОЛ

2. Число лейкоцитов в 25 больших квадратах

$L = \text{_____}$ клеток

3. Количество лейкоцитов (X) в 1 л крови рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{L \times 400 \times 20}{400} \times 10^6 = L \times 2 \times 10^8/\text{л}$$

$X = \text{_____} \times 10^8/\text{л} = \text{_____} \times 10^9/\text{л}$

4. Количество лейкоцитов в норме:

5. **Вывод:** _____
(норма, лейкоцитоз, лейкопения)

Работа 3.4. ПОДСЧЁТ ПРОЦЕНТНОГО СООТНОШЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ФОРМ ЛЕЙКОЦИТОВ В МАЗКЕ КРОВИ (ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА)



Подсчёт лейкоцитарной формулы осуществляется в мазке крови, окрашенном по Романовскому–Гимзе. При этом специалист перемещает мазок таким образом, чтобы охватить как можно большую площадь и не допустить повторного подсчёта одних и тех же клеток крови. Подсчёт лейкоцитов завершается, когда суммарно набирается 100 или 200 клеток, после чего рассчитывается их процентное соотношение (рис. 3.1).

Ход работы. Изучите морфологию различных видов лейкоцитов на микрофотографиях. С учётом размера клеток, формы ядра, характера окраски ядра и цитоплазмы, наличия или отсутствия гранул в цитоплазме и их окраски, величины ядерно-цитоплазматического соотношения, подсчитайте соотношение различных форм лейкоцитов (в пересчёте на 100 клеток) в окрашенной мазке крови по его фотографии («21 Норм физиология» → «Материалы по темам» «Занятие 3...» или в ЭУМК). Для оценки размеров клеток сравнивайте их с размером эритроцитов (6–8 мкм).

Указания к оформлению протокола:

1. Внесите подсчитанное число различных форм лейкоцитов в таблицу.
2. Рассчитайте процентное содержание различных форм лейкоцитов, *округлив до целых*, сравните с результатами подсчёта другими студентами группы.
3. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

ПРОТОКОЛ

Содержание различных видов лейкоцитов в крови взрослого человека

Общее число лейкоцитов	Нейтрофилы			Эозинофилы	Базофилы	Моноциты	Лимфоциты
	ю	п	с				
В мазке, клеток							
В мазке, в %	100						
Норма, %	100	0–1	1–5	47–68	1–5	0–1	2–10
							18–40

Вывод. Лейкоцитарная формула: _____
(в норме; базо-, эозино-, нейтрофилия (или -пения); моноцитоз, лимфоцитоз; моноцитопения, лимфоцитопения; сдвиг влево или вправо).

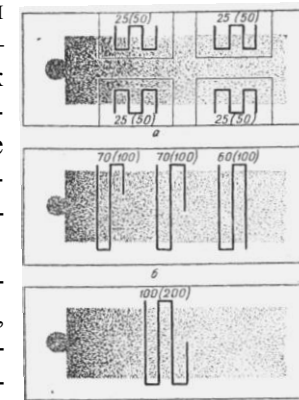


Рис. 3.1. Перемещение мазка

Работа 3.4. (продолжение)

Современные гематологические анализаторы подсчитывают значительно большее количество клеток, что позволяет повысить точность исследования. В то же время большинство широко распространённых простейших гемоанализаторов имеют возможность оценки только размеров клеток, что позволяет дифференцировать лишь лимфоциты (LYM), клетки средних размеров (MID или MON) и гранулоциты (GRA) (рис. 3.2). Хотя клетки средних размеров в основном представлены моноцитами (MON), в их число могут также попадать крупные лимфоциты, эозинофилы (EOS) и базофилы (BASO), особенно если они дегранулированы.

Под воздействием растворов, лизирующих эритроциты, различные формы лейкоцитов изменяют свои размеры в разной степени, что лежит в основе их разделения кондуктометрическим методом на три основные популяции: лимфоциты, гранулоциты и так называемые средние клетки.

Гематологические анализаторы высокого уровня обеспечивают возможность дифференцированного счёта разных видов лейкоцитов путём оценки размеров клеток, наличия и вида гранул и сегментации ядра.

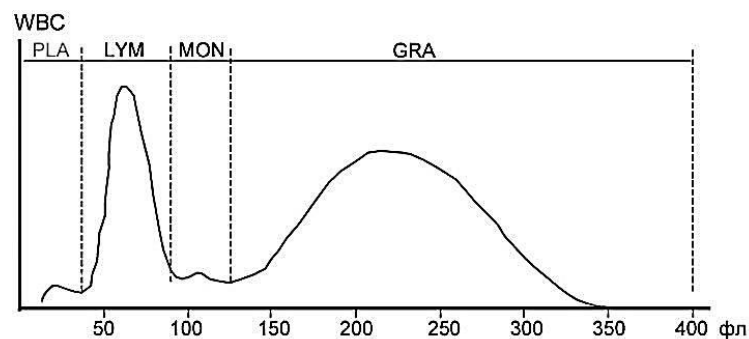


Рис. 3.2. Кривая распределения лейкоцитов и тромбоцитов

Это достигается использованием различных дифференцировочных лизатов, фотометрии, кондуктометрии, лазерного светорассеивания, радиочастотного анализа, иммуноцитохимического метода, что значительно расширяет возможности исследования и позволяет определять до 30 параметров крови, включая полный анализ лейкоцитарной формулы и подсчёт ретикулоцитов (рис. 3.3).

Малое количество клеток, анализируемое при ручном подсчёте мазка крови, неравномерное распределение клеток различного размера на препарате, неправильное распознавание клеток являются главной причиной ошибок при микроскопии, так как вероятность ошибки зависит от количества подсчитанных лейкоцитов (например, если при анализе 100 клеток было обнаружено 10 % моноцитов, на самом деле

это означает, что содержание моноцитов в крови может находиться в пределах от 4,9 % до 17,6 % (при 95 % доверительном интервале). Тот же показатель, полученный при анализе 10 000 клеток, соответствует содержанию моноцитов от 9,4 % до 10,7 %). С другой стороны, при микроскопическом исследовании специалист клинической лабораторной диагностики дифференцирует лейкоциты не только по их размерам, но и оценивает морфологию клетки (ядерно-цитоплазматическое отношение, структуру ядра, наличие зернистости, особенности окраски ядра, цитоплазмы и зернистости цитоплазмы), что позволяет ему с большой точностью отнести клетку к тому или иному виду лейкоцитов.

Так как идеальный вариант — подсчёт очень большого количества клеток с детальной дифференцировкой — пока затруднителен и дорог, оптимальным в настоящее время является обязательное сочетание исследования лейкограммы на гематологическом анализаторе с визуальной микроскопией мазка.

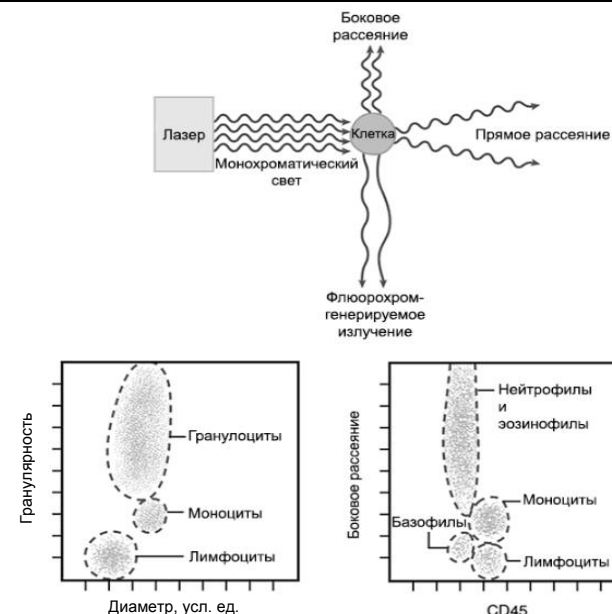


Рис. 3.3. Принципы дифференцирования лейкоцитов в современных гематологических анализаторах

Работа 3.5. 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 (по содержанию гемоглобина, количеству эритроцитов); интенсивность эритропоэза (по количеству эритроцитов и ретикулоцитов); предположить наличие инфекционно-воспалительных и аутоиммунных процессов в организме, оценить скорость лейкоцитопоза (по количеству лейкоцитов, сдвигу лейкоцитарной формулы влево и изменениям СОЭ) 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 (<i>White Blood Cells</i>) — количество лейкоцитов; 2) NEU (<i>Neutrophils</i>) — процентное содержание нейтрофилов; 3) LYM (<i>Lymphocytes</i>) — процентное содержание лимфоцитов; 4) EOS (<i>Eosinophils</i>) — процентное содержание эозинофилов; 5) BASO (<i>Basophils</i>) — процентное содержание базофилов; 6) MID или MON, MONO (<i>Middle Cells or Monocytes</i>) — процентное содержание лейкоцитов среднего размера, в основном, моноцитов с примесью базофилов, эозинофилов и крупных лимфоцитов; 7) GRA (<i>Granulocytes</i>) — процентное содержание лейкоцитов большого размера, т. е. нейтрофилов, эозинофилов и базофилов;	8) RBC (<i>Red Blood Cells</i>) — количество эритроцитов; 9) HGB (<i>Hemoglobin</i>) — содержание гемоглобина; 10) HTC или Ht (<i>Hematocrit</i>) — показатель гематокрита; 11) MCV (<i>Mean Corpuscular Volume</i>) — средний объём эритроцита; 12) MCH (<i>Mean Corpuscular Hemoglobin</i>) — среднее содержание гемоглобина в эритроците; 13) MCHC (<i>Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration</i>) — концентрация гемоглобина в одном эритроците; 14) RDW (<i>Red Cell Distribution Width</i>) — ширина распределения эритроцитов по объёму; 15) PLT (<i>Platelets</i>) — количество тромбоцитов (нормальные значения см. в работе 7.1); 16) MPV (<i>Mean Platelet Volume</i>) — средний объём тромбоцитов; 17) PCT (<i>Platelet Crit</i>) — тромбокрит; 18) PDW (<i>Platelet Distribution Width</i>) — ширина распределения тромбоцитов по объёму.

Работа 3.5. (продолжение)

Ход работы.

А. Проанализируйте результаты общего анализа крови, полученного при помощи гематологического анализатора (рис. 3.4).

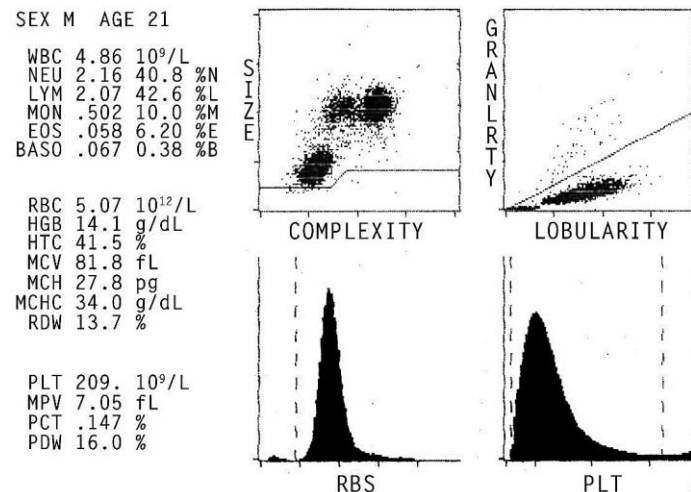


Рис. 3.4. Общий анализ крови⁴:

Size — размер лейкоцитов; complexity — сложность строения; granlry (granularity) — гранулярность; lobularity — долячатость ядер

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)	$(3,9-5,1) \times 10^{12}/л$, м $(3,7-4,9) \times 10^{12}/л$, ж	$3,4 \times 10^{12}/л$	
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. MCH	25,4–34,6 пг	=	
4. Лейкоциты (WBC)	$(4-9) \times 10^9/л$	$13,4 \times 10^9/л$	
5. Лейкоцитарная формула:	100 %	=	
5.1. Нейтрофилы:			
миелоциты	0 %	2 %	
юные	0–1 %	3 %	
палочкоядерные	1–5 %	8 %	
сегментоядерные	47–68 %	47 %	
5.2. Эозинофилы	1–5 %	4 %	
5.3. Базофилы	0–1 %	0 %	
5.4. Моноциты	2–10 %	5 %	
5.5. Лимфоциты	18–40 %	31 %	
6. СОЭ по Панченкову	1–10 мм/ч, м 2–15 мм/ч, ж	17 мм/ч	
Дополнительные показатели:			
Индекс сдвига ⁵	0,05–0,1	=	
Ретикулоциты	0,5–1,2 %	0,8 %	
Тромбоциты	$(140-450) \times 10^9/л$	$448 \times 10^9/л$	
Вывод:			

⁴ Среди новых тромбоцитарных показателей в современных гематологических анализаторах используются:

IPF (Immature Platelet Fraction) — фракция незрелых тромбоцитов. Отражает состояние костномозгового тромбоцитопоза. В норме 1,0–10,3 %;

MPC (Mean Platelet Component) — средний тромбоцитарный компонент. Характеризует плотность и гранулярность тромбоцитов, повышается при активации тромбоцитов. В норме $259 \pm 6,6$.

⁵ 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 %	• 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 %	• содержат в гранулах гистамин, гепарин, серотонин, медленно реагирующая субстанция анафилаксии (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 %	• 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 %	• 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 %	• продолжительность жизни — месяцы и годы.
	Т-лимфоциты (60–80 % лимф.)	• 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.)	• дифференцировка в красном костном мозге; • осуществление реакций гуморального иммунитета; • синтезируют антитела против чужеродных антигенов; • после контакта с антигенами превращаются в плазмодциты, синтезирующие антитела.
Нулевые клетки (≈ 10 % лимф.)		• 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 изогемагглютинины — 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.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (продолжение)

Система комплемента

Комплемент состоит из более чем 20 белков — компонентов комплемента, выявляемых в крови и на поверхности некоторых клеток. Комплемент играет важную роль в защите от чужеродного: он разрушает бактериальные и инфицированные вирусами собственные клетки, участвует в регуляции воспалительных и иммунных реакций.

Некоторые фрагменты компонентов комплемента, например C3b, являются *опсонинами*. Опсонизированные клетки быстрее фагоцитируются, поскольку фагоциты активно связываются с этими клетками через соответствующие рецепторы. Также многие компоненты системы комплемента являются *хемоаттрактантами* — веществами, привлекающими иммунные клетки, запускающими их хемотаксис.

Компоненты комплемента можно условно разделить на три группы:

- 1) компоненты, запускающие классический путь активации комплемента;
- 2) компоненты, запускающие альтернативный путь активации комплемента;
- 3) эффекторные компоненты.

1. Классический путь активации комплемента начинается с присоединения C1 к *иммунным комплексам*, в состав которых входят IgG₁₋₃ или IgM и антиген.

2. Альтернативный путь активации комплемента начинается с расщепления C3. Биологический смысл такой активации комплемента заключается в том, что защита от чужеродного начинается ещё *до появления антител*. Активацию комплемента по альтернативному пути вызывают инулин, зимозан, бактериальные полисахариды и агрегаты IgG₄, IgA или IgE.

3. Образование мембраноатакующего комплекса. При активации комплемента как по классическому, так и по альтернативному пути, образуется *мембраноатакующий комплекс* — структура, по форме напоминающая цилиндр, которая встраивается в клеточную мембрану и нарушает её целостность (рис. 3.5). Через образовавшийся канал в клетку устремляются вода и электролиты, что приводит к её гибели.

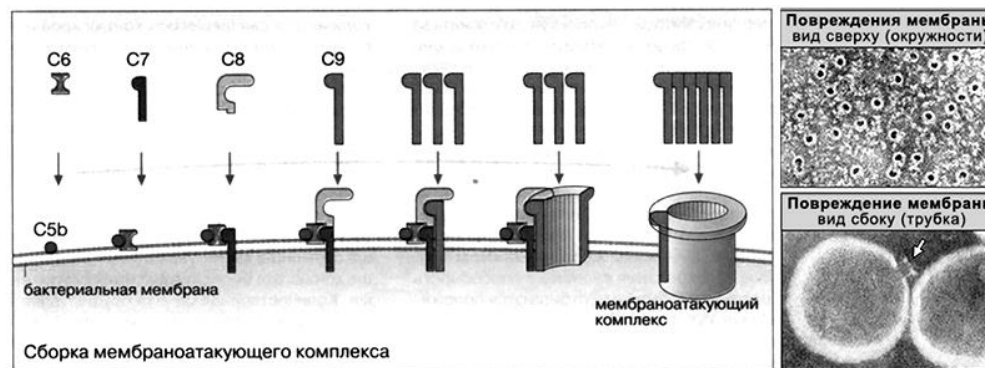


Рис. 3.5. Сборка мембраноатакующего комплекса

Дефензины (лат. defensio — оборона, защита) — катионные пептиды иммунной системы, используемые иммунными клетками для уничтожения бактерий, поглощённых при фагоцитозе. Обычно дефензины присоединяются к клеточной мембране микроорганизма и углубляются в неё, формируя порообразные разрывы. Активны в отношении бактерий, грибов и многих оболочечных и безоболочечных вирусов. Учитывая широкое распространение антибиотикорезистентности, дефензины в настоящее время привлекают пристальное внимание исследователей.

Исправить задания на страницах

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

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

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«___» _____ 20___
день месяц год

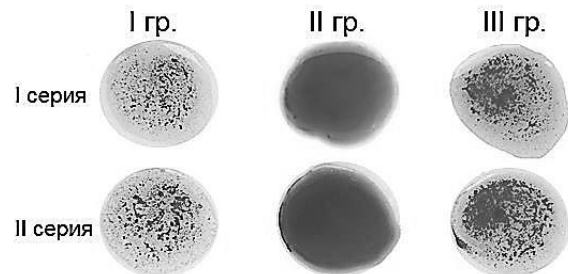
ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ: 1. Системы групп крови человека. Понятие о CD (cluster of differentiation)-антигенах клеток крови, кроветворной и лимфоидной ткани. 2. Группы крови системы АВ0. Антигены (агглютиногены) и антитела (агглютинины) групп крови, их характеристика. Образование агглютиногенов и агглютининов системы АВ0. 3. Роль агглютиногенов и агглютининов в определении принадлежности крови к группе в системе АВ0. Их комбинации в крови различных групп системы АВ0. Наследование групп крови. 4. 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. 5. 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. 6. 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. 7. Другие системы групп крови. Система лейкоцитарных антигенов HLA, её значение, в т. ч. в подборе донорских органов. 8. Донорская кровь: её компоненты и препараты. Основные принципы переливания компонентов донорской крови. Факторы риска для реципиента при переливании компонентов крови. 9. Кровезамещающие растворы, их классификация. Физиологические требования, предъявляемые к ним в зависимости от замещаемой функции крови или выполнения других функций.	ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 229–235. <i>Дополнительная</i> [3]. Ч. 1. С. 513–522. [4]. С. 201–205
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ: 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?	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. С какими целями проводится типирование лейкоцитов и на чём оно основано. 13. Назовите общий для лейкоцитов CD-маркер и CD-маркеры, специфичные для Т-лимфоцитов

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ (продолжение):

14. Врач смешал исследуемую кровь со стандартными сыворотками в соотношении 10 : 1 по объёму. Возможно ли определение групп крови и почему?

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

Стандартные изогемагглютинирующие сыворотки



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:	+	+	+	—

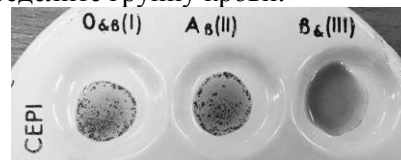
18. По результатам смешивания исследуемой крови со *стандартными сыворотками* определите группу крови:

Стандартные сыворотки:	I	II	III
Агглютинация:			

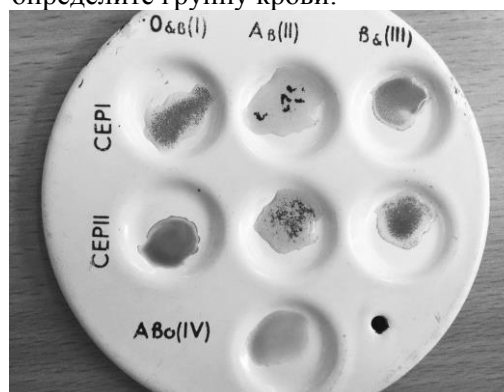
19. По результатам смешивания исследуемой крови со *стандартными сыворотками* определите группу крови:

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

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



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



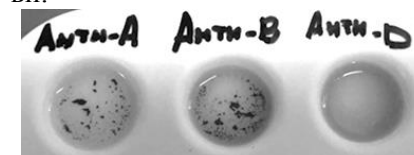
22. По результатам смешивания исследуемой крови с *моноклональными реагентами* определите группу крови:

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

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

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

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



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



26. 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 <i>реакции гем-агглютинации</i>, т. е. склеивания 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 (действующие инструкции по определению групп крови системы АВ0 и резус-принадлежности крови размещены на сайте РНПЦ трансфузиологии и медицинских биотехнологий по адресу http://blood.by/o-centre/normativno-pravovaya-baza).

Работа 4.3. (продолжение)

Материалы и оборудование: стандартные сыворотки двух различных серий с обозначением наличия в них антител и группы крови, из которой они приготовлены, $O_{\alpha\beta}(I)$, $A_{\beta}(II)$, $B_{\alpha}(III)$ и $AB_0(IV)$; белая фарфоровая тарелка или планшет; 0,9 % раствор NaCl; стерильные скарификаторы, вата, стеклянные палочки, пинцет; антисептик; СГО; ёмкость для сбора отработанного материала с дезраствором.

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 $A_2B(IV)$. 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 $O_{\alpha\beta}(I)$, $A_{\beta}(II)$, $B_{\alpha}(III)$ и $AB_0(IV)$ групп крови двух разных серий

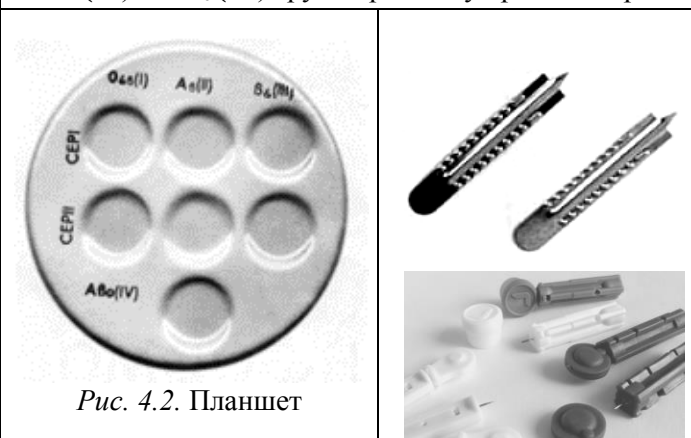


Рис. 4.2. Планшет

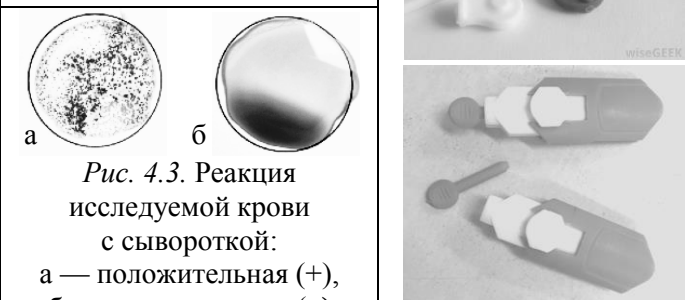


Рис. 4.3. Реакция исследуемой крови с сывороткой:
а — положительная (+),
б — отрицательная (–)



Рис. 4.4. Скарификаторы (ланцеты)

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 <i>группе 0αβ (I)</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 <i>группе Αβ (II)</i>; 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 <i>группе Βα (III)</i>; 4) агглютинины стандартных сывороток крови всех трех групп вызвали реакцию агглютинации. Исследуемая кровь принадлежит к <i>группе ΑΒ0 (IV)</i>. 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. <i>Выявление других комбинаций реакций агглютинации говорит о неправильном определении групповой принадлежности крови по системе ΑΒ0!</i>			
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

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 $> 25^{\circ}\text{C}$, 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 $< 15^{\circ}\text{C}$.

Добавление капли изотонического раствора хлорида натрия к исследуемой смеси сыворотки и крови и проведение исследования при температуре от 18 до 25°C 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* таблицы 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
0 $\alpha\beta$ (I)		
A β (II)		
B α (III)		
AB $_0$ (IV)		

Таблица 4.2

Группы крови	Группы стандартных сывороток			
	0 $\alpha\beta$ (I)	A β (II)	B α (III)	AB $_0$ (IV)
0 $\alpha\beta$ (I)				
A β (II)				
B α (III)				
AB $_0$ (IV)				



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-D 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, в клиничко-диагностической лаборатории. 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 одноклассными с исследуемой кровью.

Наличие агглютинации в виде хлопьев из эритроцитов на фоне просветлённой жидкости указывает на *резус-D положительную* принадлежность исследуемой крови (RhD^+). Отсутствие агглютинации указывает на её *резус-D 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* $< 15^\circ\text{C}$ (определение групповой принадлежности крови можно проводить только при температуре в помещении от 18 до 25°C);

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*.

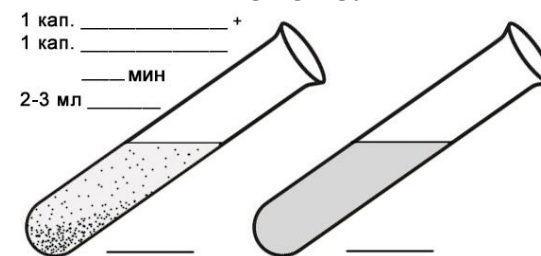
Результат считается *истинным* после проверки специфичности и активности сыворотки антирезус со стандартными эритроцитами (см. выше), а также после контрольного исследования, которое проводится путём смешивания 1 капли исследуемой крови с 2 каплями 0,9 % раствора NaCl и 1 каплей 33 % раствора полиглюкина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

ПРОТОКОЛ



1. Определение резус-принадлежности крови.

2. **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 (изогемагглютинирующие) 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 таблице 4.3.

Работа 4.5. (продолжение)

Таблица 4.3

Группа крови	Реакция агглютинации эритроцитов исследуемой крови с моноклональными реагентами		
	анти-A	анти-B	анти-D
0αβ (I)	–	–	
Aβ (II)	+	–	
Bα (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**»⁶. Мышкой возьмите из автомата (Blood Typing Slide Dispenser) планшет для определения групп крови и перетащите его на рабочий стол. После этого лунки на планшете обозначаются символами A, B и Rh. Капните в лунки, начиная с «A», 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). Используемые 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?

- a) A, агглютинация; B, отсутствие агглютинации; Rh, агглютинация
 - b) A, агглютинация; B, агглютинация; Rh, отсутствие агглютинации;
 - c) A, отсутствие агглютинации; B, отсутствие агглютинации; C, 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 «**A**», «**B**», «**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:

1. Внесите результаты в протокол. Определите группу крови в исследуемых образцах (проверить правильность определения наличия агглютинации можно по таблице в Приложении).

2. В выводе укажите: 1) в чём отличия в определении групп крови при помощи стандартных изогемагглютинирующих сывороток и моноклональных антител. Объясните причину различий. 2) В чем состоит условность понятий «универсальный донор», «универсальный реципиент» и их применимость в практической деятельности.

ПРОТОКОЛ

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

⁶ Отменить последнее действие можно при помощи расположенной внизу кнопки «Undo», начать эксперимент заново — кнопкой «Reset».

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

АНТИГЕНЫ ЛЕЙКОЦИТОВ И ТРОМБОЦИТОВ. СИСТЕМЫ HLA И CD

На поверхности лейкоцитов имеются агглютиногены системы АВ0, идентичные эритроцитарным и обладающие иммуногенными свойствами. Кроме того, лейкоциты имеют особые, присущие им антигены, которые могут иммунизировать реципиента, что в редких случаях может приводить к развитию посттрансфузионных реакций при переливании крови, совместимой по антигенам эритроцитов.

Антигены лейкоцитов и других клеток впервые были выявлены в 1952 г. при исследовании проблемы пересадки костного мозга (при лучевой болезни), а потом и других органов. Была обнаружена иммунологическая несовместимость клеток, тканей, органов реципиента и донора. *Антигены лейкоцитов назвали антигенами гистосовместимости.*

Главный комплекс гистосовместимости человека — система HLA (Human Leukocyte Antigens) — система антигенов, характеризующаяся чрезвычайно высокой степенью полиморфизма (по состоянию на 2022 г. было изучено более 34 500 аллелей генов системы HLA (на начало 2015 г. — 12 500 аллелей HLA). Постоянно обновляемая база данных HLA расположена на сайтах: www.ebi.ac.uk/imgt/hla и <http://www.ebi.ac.uk/ipd/imgt/hla>). Таким образом, вероятность полного совпадения этих антигенов у донора и реципиента очень мала.

Антигены HLA являются периферическими мембранными белками, играющими важную роль в регуляции реакций иммунитета. По морфофункциональным особенностям их делят на:

а) антигены I класса — HLA-A, B, C и другие, которые находятся на мембране почти всех ядродержащих клеток человека. Это сильные антигены, играющие ведущую роль в реакциях посттрансплантационной несовместимости тканей, а также в выявлении инфицированных или атипичных клеток организма. С их помощью осуществляется взаимодействие с цитотоксическими Т-киллерами (при участии корцептора Т-лимфоцитов, называемого CD8);

б) антигены II класса — HLA-D (DR, DQ, DP, DM, DO). Они распространены не так широко, как антигены I класса. Их активация с участием корцептора Т-лимфоцитов CD4 ведёт к формированию двух популяций Т-хелперов, одна из которых индуцирует развитие гуморального иммунного ответа, а другая является необходимым компонентом в индукции Т-киллеров.

Система HLA играет огромную роль в формировании совместимости клеток и тканей организма человека, реакций «свой» — «чужой». У лиц с нарушением образования антигенов системы HLA могут наблюдаться тяжёлые иммунные заболевания.

Антигены системы HLA:

а) осуществляют индукцию и регуляцию иммунного ответа через систему Т-лимфоцитов;

б) играют роль в распознавании чужеродных антигенов;

в) регулируют взаимодействие Т-киллеров и клеток-мишеней;

г) организуют взаимодействие не только между иммунокомпетентными клетками, но и другими, обеспечивая функциональную целостность организма.

Практическое значение HLA-типирования:

а) для подбора совместимой донорской крови или препаратов крови.

При многократных переливаниях эритроцитарной массы, лейкоцитов, тромбоцитов возможна иммунизация реципиента антигенами I класса системы HLA (HLA-A, B, C). При этом могут развиваться фебрильные (повышение температуры) посттрансфузионные реакции. Для их профилактики надо переливать суспензию эритроцитов без лейкоцитов;

б) для подбора пары донор-реципиент при трансплантации органов и тканей.

Перед каждой трансплантацией органов или тканей необходимо установить, нет ли у реципиента антител против донорских лейкоцитов. Для успешной трансплантации необходима совместимость донора и реципиента по группе крови системы АВ0, по системе антигенов HLA-A, B, C, а при пересадке почки — по HLA-DR. Родные братья или сестры имеют идентичность по этим системам не менее 25 %;

в) для решения спорного отцовства. При решении спорного отцовства в судебной практике определяют HLA-A, B, C, HLA-DR антигены. Вероятность исключения отцовства — до 98 %. При дополнительном определении эритроцитарных, сывороточных, ферментных систем вероятность возрастает до 99,97 %; г) для изучения генетической предрасположенности к заболеваниям. Существует связь между возникновением и развитием ряда заболеваний при наличии в генотипе человека того или иного антигена HLA. При отсутствии на мембране лимфоцитов антигенов HLA I класса (синдром оголённых лимфоцитов) больные страдают недостаточностью иммунитета и погибают в раннем детстве. Если на Т- и В-лимфоцитах нет антигенов HLA-D или снижена экспрессия антигенов HLA-A, B, C, развивается синдром сочетанного иммунодефицита. При наличии HLA-B₂₇ велика вероятность развития ревматических заболеваний, в частности, анкилозирующего спондилита. При болезни Аддисона (атрофия надпочечников) антиген HLA-B₈ встречается у 80 % пациентов, при хроническом гепатите — у 40–50 % пациентов, у здоровых — в 16 % случаев.	Антигены (маркеры) CD С использованием гибридомной технологии получения моноклональных антител были открыты многочисленные антигены (маркеры) на поверхности мембраны и внутри лейкоцитов, получившие название дифференцировочных антигенов — CD (cluster of differentiation). К настоящему времени описано более 400 таких CD-молекул (http://www.hcdm.org/index.php/molecule-information), которые выполняют также функции рецепторов, ферментов и их ингибиторов, лигандов, молекул клеточной адгезии, принимающих участие в межклеточном взаимодействии и передаче межклеточных и внутриклеточных сигналов. Эти молекулы лейкоциты и другие клетки приобретают в процессе их дифференцировки на различных этапах гемоцитопоза. Так, стволовые клетки характеризуются маркерами CD34 и CD31; гранулоциты — наличием общего для всех лейкоцитов антигена CD45 и специфичного для них антигена CD15; моноциты содержат CD45 и CD14; тромбоциты — CD45 и CD61. В-лимфоциты содержат CD45 и CD19; Т-лимфоциты — CD45 и CD3. При этом Т-хелперы, кроме характерных для Т-лимфоцитов CD45 и CD3, приобретают антиген CD4; Т-супрессоры характеризуются наличием CD45, CD3 и приобретённого ими CD8. Цитотоксические Т-лимфоциты (киллеры) содержат CD45, CD3, CD8, в отличие от естественных киллеров, характеризующихся наличием маркеров CD16, CD56 и CD3. Для активированных Т-лимфоцитов характерно наличие маркеров CD45, CD3 и CD25.
<i>Антигены тромбоцитов</i> — очень сложная система. На поверхности тромбоцитов имеются антигены, общие с эритроцитарными антигенами A, B, M, N, резус; общие с лейкоцитарными антигенами HLA; свои собственные антигены. Антигены тромбоцитов играют роль в процессе сенсibilизации организма при переливании крови, при пересадках органов и тканей.	Путём выявления с помощью моноклональных антител специфичных для лейкоцитов CD маркеров и их сочетаний проводится их типирование с целью диагностики клеточного состава онкологических заболеваний крови, подбора совместимых донорских органов для трансплантации реципиенту. Количество в крови Т-лимфоцитов с CD4 и CD8 маркерами используется для мониторинга течения ВИЧ инфекции, так как вирус иммунодефицита связывает CD4 на поверхности Т-хелперов для проникновения в клетки.

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 н-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. Основные физиологические эффекты лиганд-рецепторного взаимодействия на уровне клетки. 9. Общая характеристика эндокринной системы, её роль. Морфофункциональная классификации эндокринных желёз. 10. Гормоны как сигнальные молекулы: определение понятия, классификации по химической структуре и выполняемой функции. Механизмы действия гормонов. Общие принципы регуляции синтеза и секреции гормонов. 11. Понятие о методах оценки состояния функций эндокринной системы у человека. 12. Строение и функции гипофиза. Связи гипофиза с гипоталамусом. Гормоны гипофиза и гипоталамуса, их роль. Взаимодействие нервных и гуморальных механизмов регуляции на гипоталамическом уровне. 13. Регуляция секреции гормонов гипофиза и гипоталамуса. Наиболее частые проявления нарушений эндокринной функции гипофиза и гипоталамуса: сахарный диабет, аномалии роста, акромегалия и др. 14. 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.
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ: 1. С какими рецепторами преимущественно связываются липофильные лиганды, и с какими — гидрофильные лиганды? 2. В чём заключаются отличия агонистов от антагонистов? 3. В чём разница между метаботропными и иотропными рецепторами? 4. Каковы функции α-субъединицы G-белка? $\beta\gamma$-субъединицы? 5. Что такое первичные и вторичные посредники действия гормонов?	6. Перечислите вещества, являющиеся классическими вторичными посредниками? Какие вещества выполняют роль первичных посредников? 7. Какие основные пути регуляции функциональной активности белков клетки Вы знаете? Какова роль протеинкиназ, фосфатаз, фосфодиэстераз? 8. Какие ферменты активируются вторичными посредниками цАМФ, цГМФ и диацилглицеролом (ДАГ)?

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ (продолжение): 9. Какую функцию выполняет вторичный посредник инозитолтрифосфат (ИФ ₃)? 10. К какому типу рецепторов относится мускаринчувствительный холино-рецептор (м-ХР)? Никотинчувствительный холинорецептор (н-ХР)? 11. В чем заключается метаболический эффект гормонов? Перечислите основные анаболические и катаболические гормоны. 12. В чём заключаются кинетический (пусковой) и корректирующий эффекты гормонов? 13. В чем заключаются реактогенное действие и перmissive эффект гормонов? 14. Что такое морфогенетическое действие гормонов? 15. Какие эффекты тиреоидных и кортикостероидных гормонов развиваются медленно по сравнению с эффектами катехоламинов, почему? 16. Какими способами можно оценить состояние функций эндокринной железы?		17. Каковы механизмы обратной связи для регуляции секреции гормонов гипофиза и гипоталамуса? 18. В чем заключаются эффекты АКТГ? Чем тормозится его секреция? Почему необходимо соотносить уровень гормонов со временем суток? 19. Чем проявляется избыток и недостаток АКТГ в организме? 20. Каким образом у взрослого человека регулируется степень пигментации кожных покровов? 21. Предположите механизм гиперпигментации кожных покровов и слизистых при недостаточности коры надпочечников (болезнь Аддисона — бронзовая болезнь). Какова в этом роль проопиомеланокортина? 22. Как регулируется секреция ТТГ, в чем заключается его тиреоидное действие и как проявляется избыток и недостаток в организме ТТГ? 23. Где синтезируется и где секретируется окситоцин? Какова его роль? 24. Что является стимулами для секреции вазопрессина (АДГ)? 25. Какие общие симптомы имеются при сахарном и несахарном диабете? Каковы причины этих двух заболеваний?
Работа 5.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)		
Лиганд — _____	Метаботропный рецептор — _____	
Агонист (стимулятор) — _____	Ионотропный рецептор — _____	
Антагонист (блокатор) — _____	Проопиомеланокортин — _____	
Гормон — _____	Меланин — _____	
Реактогенное действие гормона — _____	Мелатонин — _____	
Первичный посредник — _____	Гигантизм — _____	
Вторичный посредник — _____	Акромегалия — _____	

Работа 5.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



В качестве дополнительных материалов, в ЭУМК или в учебной аудитории могут быть просмотрены учебные фильмы:

1. «Адаптация организма» (19:30); 2. «Внутренняя жизнь клетки» (08:00); 3. «Активация ядерного рецептора витамином Д₃ и транскрипция гена» (1:11); 4. «From DNA to protein (От ДНК к белку)» (2:41); 5. «DNA replication (репликация ДНК)» (3:27).



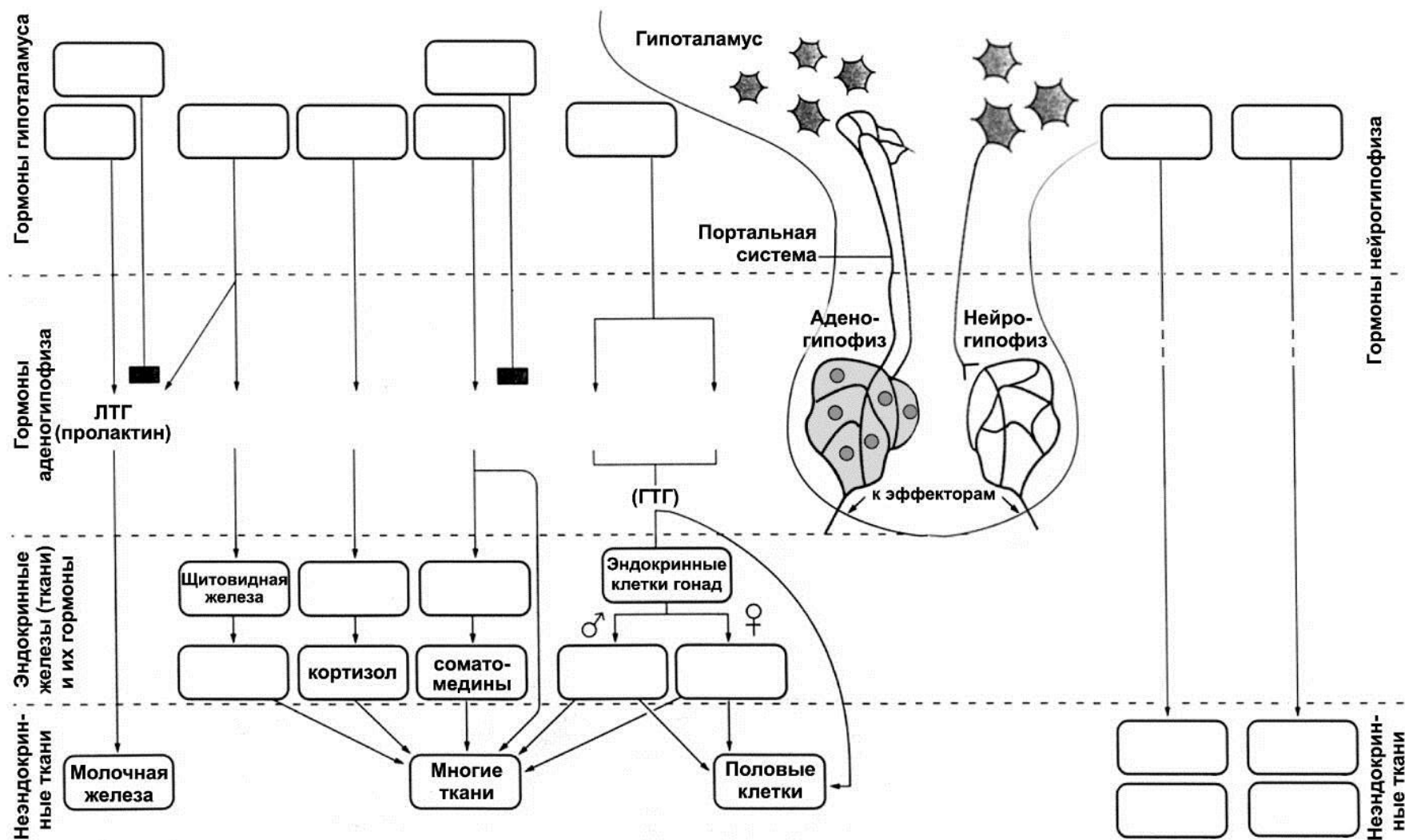
Работа 5.3. ИЗУЧЕНИЕ РЕЦЕПТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВОСПРИЯТИЯ СИГНАЛА. РЕЦЕПТОРЫ И ИХ ТИПЫ (выполняется самостоятельно)

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

Работа 5.4. 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 5.5. 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

Заполните таблицу 5.1

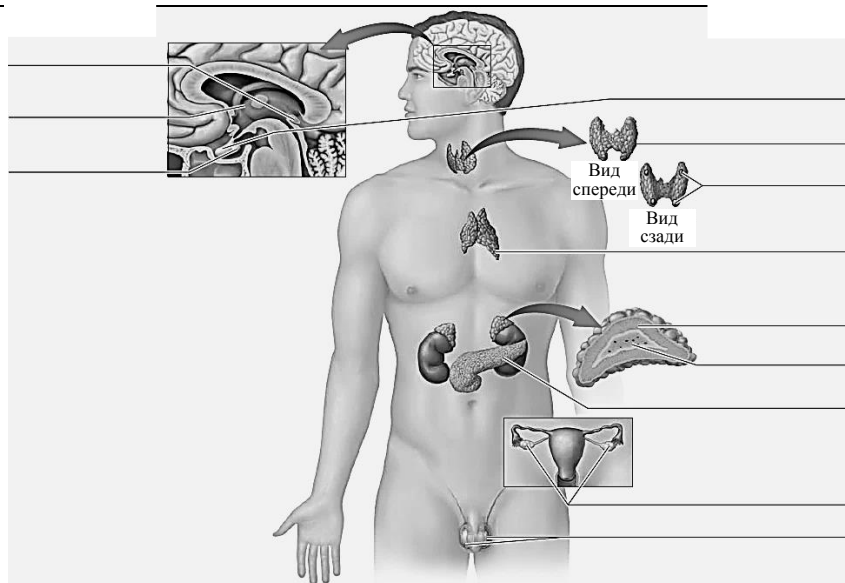


Рис. 5.1. Нейроэндокринные органы, эндокринные железы и органы с эндокринной тканью

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

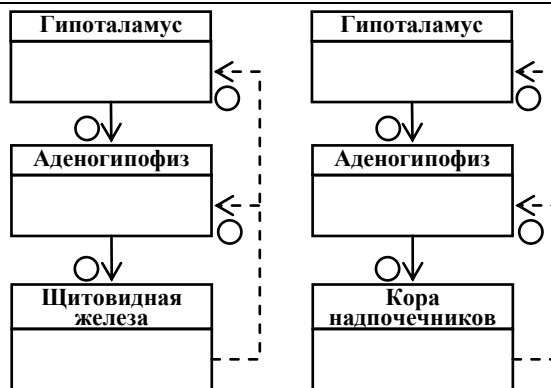


Таблица 5.1

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			

Работа 5.6. ОЦЕНКА РОСТА И МАССЫ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА



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 $M \pm 3\sigma$.

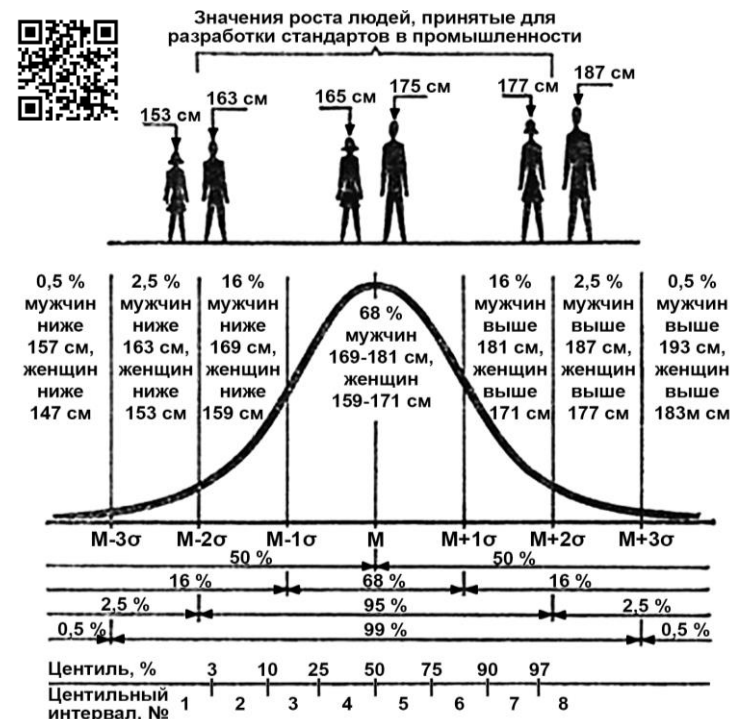


Рис. 5.2. Распределение частот встречаемости разного роста у взрослых мужчин и женщин

Работа 5.6. (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. 5.1. 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 ($M - 1\sigma$ до $M - 2\sigma$ 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 5.1

Средние величины роста и веса детей Беларуси (2000 г.) [13, 38]

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	5,79	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).

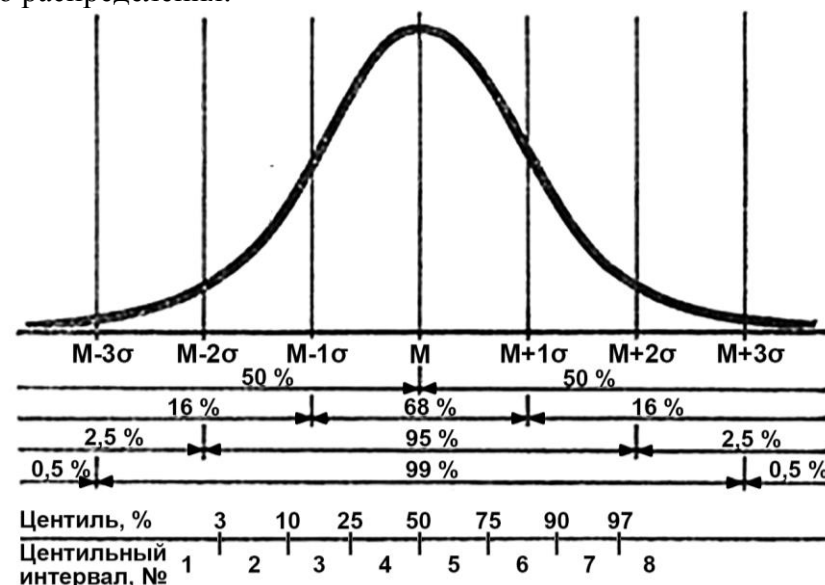
Испытуемый, _____, пол _____, возраст _____ лет.
измеренные величины: рост _____ см, масса тела _____ кг.

Референсные величины: рост _____ см, масса тела _____ кг;
(по табл. 5.1) $\sigma_{\text{рост}}$ _____ 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 5.6. (продолжение)

Однако распределение биологических показателей, как правило, асимметрично со смещением в сторону меньших значений. Поэтому для оценки физических показателей ВОЗ предложила использовать меру *z-score*, которая является близким аналогом SDS:

***z-score* = (x – Me) / σ**, где *Me* — медиана значения в популяции.

Оценка. ВОЗ рекомендует при значении *z-score* от –0,67 до +0,67 величину оцениваемого параметра считать средней; от –0,68 до –1,34 и от +0,68 до +1,34 — ниже и выше средней; от –1,35 до –2 и от +1,35 до +2 — низкой и высокой; < –2 и > +2 — очень низкой и очень высокой, соответственно.

2. Динамику развития организма человека удобно также оценивать **центильным методом** — по специальным центильным таблицам (табл. 5.2) и графикам. Весь ряд данных, представленных на рис. 5.2, можно разделить на несколько равных интервалов, например на 100. Каждый из них содержит 1 % данных. Точки деления называются *центильями* (или процентильями, перцентильями).

Таблица 5.2

Центильные таблицы показателей физического развития детей Беларуси (2000 г.) [13]

Возраст, лет	Длина/рост, см								Масса, кг							
	Центильный интервал								Центильный интервал							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
	3 %	10 %	25 %	50 %	75 %	90 %	97 %		3 %	10 %	25 %	50 %	75 %	90 %	97 %	
Мальчики и юноши																
0	47,0	49,0	50,0	52,0	53,0	56,0	58,0	2,3	2,75	3,1	3,5	3,85	4,15	4,55		
1	70,5	72,0	74,2	76,8	79,8	80,5	84,5	7,6	8,6	9,8	10,3	11,4	12,2	12,8		
2	78,7	80,9	83,1	85,9	88,6	90,9	94,9	10,1	10,7	11,3	12,4	13,4	14,9	16,0		
16	155,7	161,5	166,9	172,9	177,6	182,2	187,1	44,6	49,9	54,3	60,7	66,6	72,6	79,0		
17	158,8	164,3	169,2	175,0	179,0	184,0	188,6	48,9	53,5	57,1	63,7	68,9	74,4	80,6		
18	161,9	166,8	170,8	176,4	180,0	185,0	189,7	54,1	57,4	59,7	66,3	70,6	75,5	81,5		
Девочки и девушки																
0	45,0	49,0	50,0	51,0	52,0	54,0	56,0	2,0	2,6	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2		
1	68,6	71,2	72,2	74,6	76,6	78,5	82,0	8,2	9,0	9,4	9,8	10,1	11,0	11,8		
2	77,2	80,2	82,3	85,1	87,9	90,6	94,7	9,5	10,3	11,2	12,2	13,4	14,7	15,9		
16	153,0	155,7	159,7	163,4	167,3	170,9	174,0	43,9	47,2	51,2	56,5	61,7	67,2	75,4		
17	153,6	156,1	159,9	163,7	167,7	171,3	174,2	45,6	48,5	52,3	57,5	62,8	68,6	76,5		
18	153,7	156,2	160,0	163,9	167,9	171,5	174,3	47,0	49,4	52,7	58,1	63,6	69,9	77,3		

Как видно на рис. 5.2 (внизу), в области центральной части кривой точки деления (если их мысленно поместить на ось) будут очень тесно прилежать друг к другу на оси *x*, а в боковых областях — отстоять друг от друга всё дальше. Поэтому на практике обычно используют не все 100 центилей, а только некоторые из них (3, 10, 25, 50, 75, 90 и 97-ю центили), разделяя ось абсцисс на 8 центильных интервалов. Очевидно, что в интервал от 25-й до 75-й центили попадут 50 % наиболее часто встречающихся величин и они будут находиться внутри промежутка $M \pm 1\sigma$, а в интервале от 3-й до 97-й центили окажутся 94 % всех измерений, что примерно соответствует $M \pm 2\sigma$.

Оценка. Исходя из вышесказанного величины, попавшие в 4-й и 5-й центильные интервалы (с 25-й по 75-ю центили), считаются **средними**; в 3-й и 6-й интервалы (10–25 и 75–90 центили) — **ниже и выше среднего**; во 2-й и 7-й интервалы (3–10 и 90–97 центили) — **низкими и высокими**, в 1-й и 8-й интервалы (< 3 и > 97 центили) — **очень низкими и очень высокими**, соответственно.

Например, если рост и масса тела 17-летней девушки составляют 168 см и 62 кг, соответственно, то её рост попадает в 6-й центильный интервал (рост выше среднего), а вес — в 5-й центильный интервал (средняя масса тела).

Задание.

1. По табл. 5.2 *определите центильные интервалы*, в которые попадают рост и масса тела испытуемого:

рост: _____-й интервал; масса тела: _____-й интервал.

2. На перцентильных кривых отметьте измеренные величины роста и веса точками, обведёнными кружками.

Вывод. У испытуемого относительно соответствующих показателей в популяции: рост _____, масса тела _____.

ФИО _____
№ карты _____



ФИО _____
№ карты _____



Работа 5.6. (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 [12]:

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

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

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* натощак 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 испытуемого _____ см и его родителей: 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. Нанесите рассчитанную величину ПКР и его допустимое отклонение на перцентильные кривые в части А работы (точкой в прямоугольнике) и укажите, попал ли допустимый ПКР испытуемого в тот же центильный интервал, в котором находится его измеренный рост _____ (да или нет).

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

4. **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 5.7. 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 (см. работу 5.5).

Повышение концентрации кортизола в плазме крови (*гиперкортизолизм*) в результате опухоли коры надпочечника или приёма экзогенных глюкокортикоидов (например, для лечения ревматоидного артрита, системной красной волчанки, рассеянного склероза и др.) называется **синдромом Кушинга**. Его также иногда называют «стероидным сахарным диабетом», поскольку гиперкортизолизм приводит к гипергликемии. При этом содержание АКТГ обычно снижено.

Напротив, гиперкортизолизм, вызванный опухолью аденогипофиза, называют **болезнью Кушинга**. В этом случае в плазме крови наблюдается повышение концентрации АКТГ и кортизола.

Снижение концентрации кортизола в крови (*гипокортизолизм*) может наблюдаться при недостаточности функции коры надпочечников. В случае первичной надпочечниковой недостаточности, известной как **болезнь Аддисона**, в результате постепенного повреждения клеток коры надпочечников наблюдается снижение концентрации кортизола и компенсаторное усиление секреции АКТГ. **Вторичная надпочечниковая недостаточность** также характеризуется снижением секреции кортизола, однако причиной этого снижения является недостаточное образование АКТГ, как правило, в результате повреждения аденогипофиза.

Как видно, различные эндокринные расстройства могут приводить к формированию как высоких, так и низких уровней кортизола и АКТГ в плазме крови (см. табл. 5.2).

Таблица 5.2

Эндокринное расстройство	Уровень кортизола	Уровень АКТГ
Синдром Кушинга (первичный гиперкортизолизм)	↑	↓
Ятрогенный синдром Кушинга	↑	↓
Болезнь Кушинга (вторичный гиперкортизолизм)	↑	↑
Болезнь Аддисона (первичная надпочечниковая недостаточность)	↓	↑
Вторичная надпочечниковая недостаточность (гипопитуитаризм)	↓	↓

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)⁷».

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.*

⁷ Отменить последнее действие можно при помощи расположенной внизу кнопки «Undo», начать эксперимент заново — кнопкой «Reset».

Работа 5.7. (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

- a. АКТГ
- b. КРГ
- c. как АКТГ, так и КРГ
- d. 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. 5.3.

Таблица 5.3

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.

ПРОТОКОЛ

Пациент	Кортизол, мкг/дл	Уровень кортизола (↑/↓)	АКТГ, пг/дл	Уровень АКТГ (↑/↓)	Вид эндокринного расстройства (по табл. 5.2)	Вероятная причина расстройства
1						
2						
3						
4						
5						

Пациент № 2 страдает ревматоидным артритом и получает терапию синтетическим глюкокортикоидом (производным кортизола) преднизолоном в таблетках. Как эта информация может изменить Ваше заключение? _____

Исправить задания на страницах

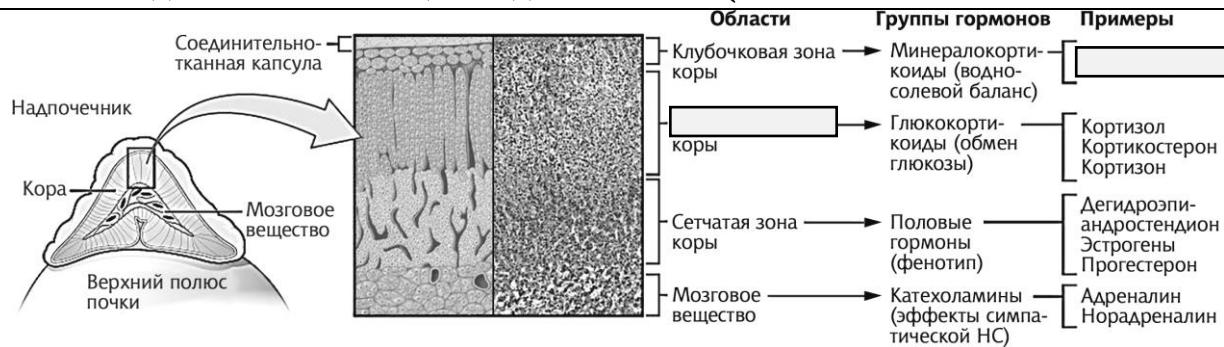
ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ: 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. Возрастные особенности. 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. 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. 9. 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. 10. 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. 11. Особенности эндокринной функции половых желёз в различные возрастные периоды. Понятие об эндокринной функции плаценты. Понятие о репродуктивной системе организма человека. 12. 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. 13. Гормональные механизмы регуляции водно-электролитного баланса в организме (антидиуретический гормон, альдостерон, предсердный натрийуретический пептид). 14. Участие желёз внутренней секреции в приспособительной деятельности организма. Общий адаптационный синдром, стресс. Дистресс и эустресс. Стресс-реализующие и стресс-лимитирующие системы организма. 15. Понятие об общих принципах использования гормонов для коррекции функций организма.	ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 92–96, 97–122. <i>Дополнительная</i> [3]. Ч. 1. С. 275–328. [4]. С. 168–183. [14]. С. 16–32.
--	---

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ: 1. В чём проявляется избыток или недостаток тиреоидных гормонов? 2. Почему при нарушении белоксинтезирующей функции печени снижается концентрация тиреоидных гормонов в периферической крови? 3. Какие гормоны коры надпочечников являются жизненно важными? 4. Каким путём глюкокортикоиды повышают уровень глюкозы крови? 5. При введении гормона экспериментальному животному было отмечено усиление работы сердца и повышение артериального давления, расширение зрачков, покраснение кожных покровов. Какой гормон был введён животному? Какие изменения в функционировании ЦНС возможны при его избыточном введении?		6. Какие гормоны участвуют в поддержании водно-электролитного баланса? 7. Какое действие оказывает инсулин на уровень глюкозы в крови, потребление глюкозы тканями, гликогенолиз, глюконеогенез, синтез гликогена, обмен белков и жиров, уровень свободных жирных кислот и уровень ионов K^+ в крови? 8. От каких процессов зависит концентрация кальция в плазме крови? 9. Почему у детей, недостаточно времени проводящих на свежем воздухе, может наблюдаться нарушение минерализации костей, приводящее к их выраженной деформации? Почему при этом могут развиваться судорожные сокращения мышц? 10. 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 — _____	
Пермиссивное действие гормона — _____		rT_3 — _____	
Морфогенетическое действие гормона — _____		Кальцитриол — _____	
Контринсулярные гормоны — _____		Карликовость — _____	
Предсердный натрийуретический пептид — _____		Кретинизм — _____	
Ингибины — _____		Стресс — _____	
Работа 6.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ			
 В качестве дополнительных материалов, в ЭУМК или в учебной аудитории может быть просмотрен учебный фильм: 1. «Стресс» (25:28). Преподаватель может предложить посмотреть и другие видеофильмы, имеющиеся в ЭУМК. 			

Работа 6.3. ЭНДОКРИННЫЕ ФУНКЦИИ НАДПОЧЕЧНИКОВ (выполняется дома самостоятельно)

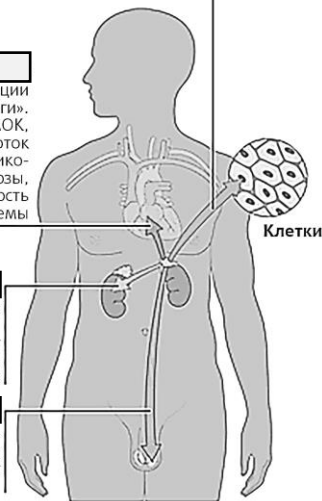


Кортизол
Участствует в адаптации к действию физического или психоэмоционального стресса, повышает уровень глюкозы в крови

[]
Участвуют 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

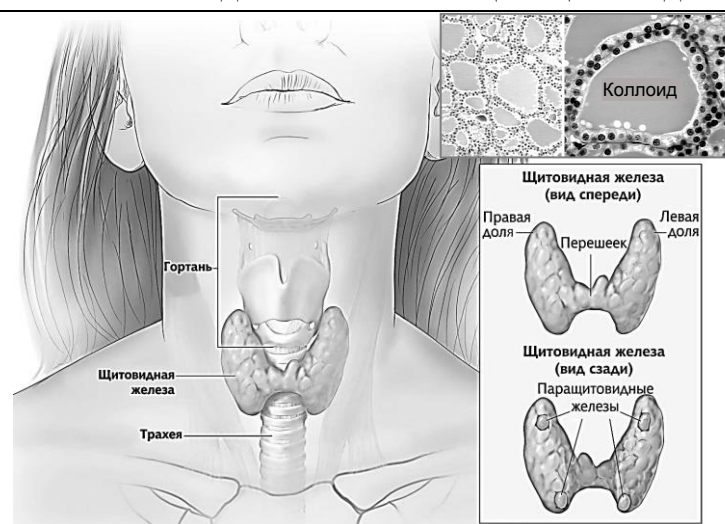
[]
Влияют на развитие половых признаков и полового поведения, оказывают анаболическое действие



Заполните пропуски и таблицу. Опишите основные функции гормонов надпочечников

Группы гормонов	Основные функции

Работа 6.4. ЭНДОКРИННЫЕ ФУНКЦИИ ЩИТОВИДНОЙ И ПАРАЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЁЗ (выполняется дома самостоятельно)

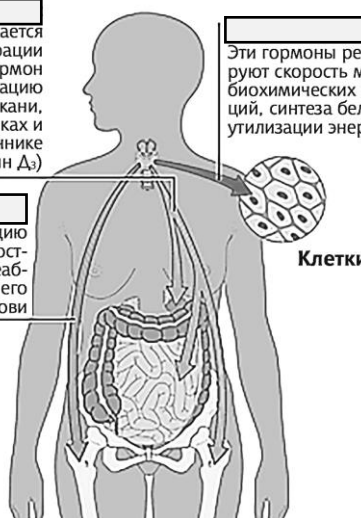


[]
Его секреция увеличивается при снижении концентрации Ca^{2+} в плазме крови. Гормон (1) стимулирует мобилизацию Ca^{2+} из костной ткани, (2) реабсорбцию Ca^{2+} в почках и (3) всасывание Ca^{2+} в кишечнике (через витамин D_3)

[]
(1) Облегчает минерализацию и уменьшает резорбцию костной ткани, (2) снижает реабсорбцию Ca^{2+} в почках при его высокой концентрации в крови

Укажите названия гормонов

[]
Эти гормоны регулируют скорость многих биохимических реакций, синтеза белков и утилизации энергии

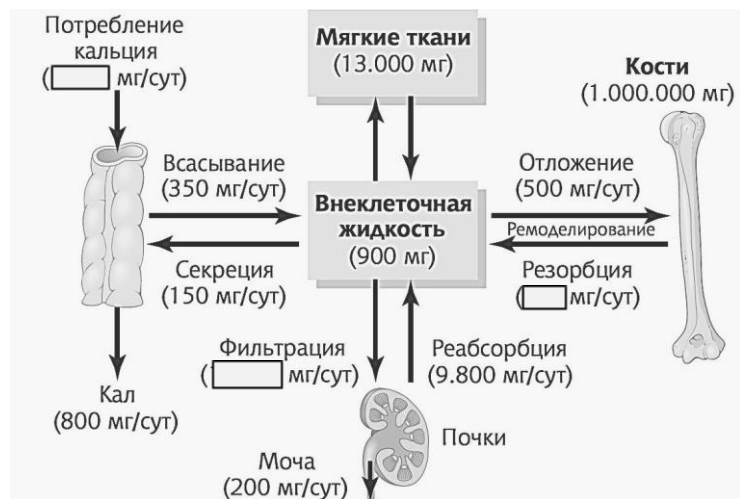


Заполните таблицу

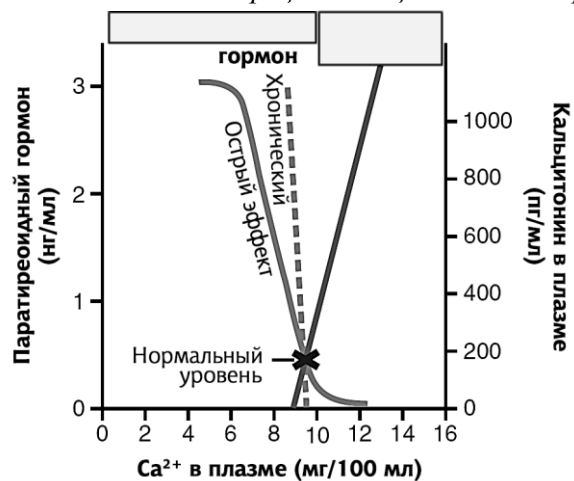
У детей
Избыток T_3 и T_4
Недостаток
У взрослых
Избыток T_3 и T_4
Недостаток

Работа 6.5. ГОМЕОСТАЗ КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА (выполняется дома самостоятельно)

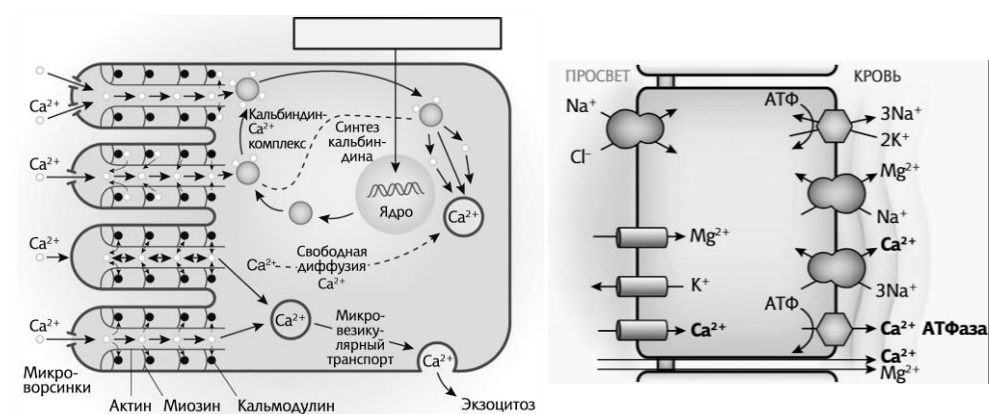
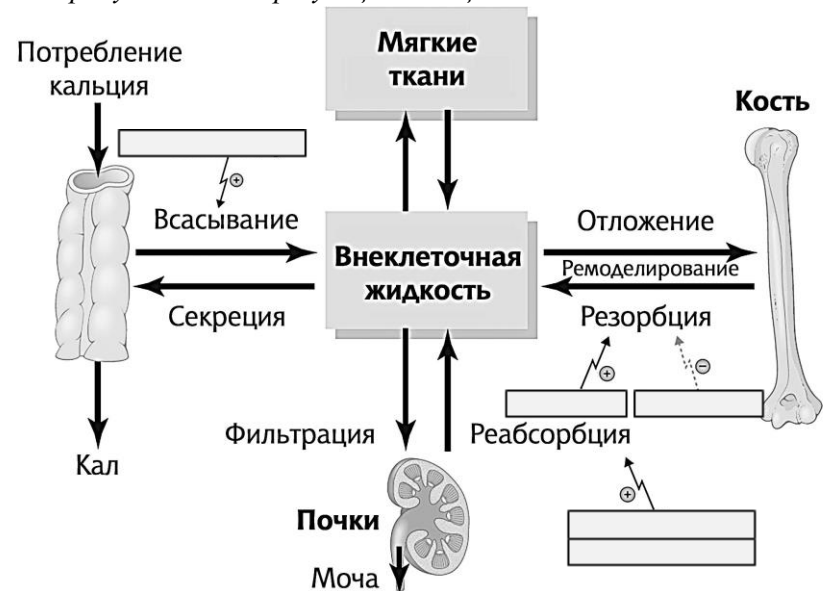
Заполните пропуски в схеме поддержания кальциевого гомеостаза в организме молодого человека, получающего 1000 мг Ca^{2+} в сутки



Заполните пропуски в схеме, иллюстрирующей влияние изменения концентрации Ca^{2+} в плазме на секрецию кальцитонина и паратирина

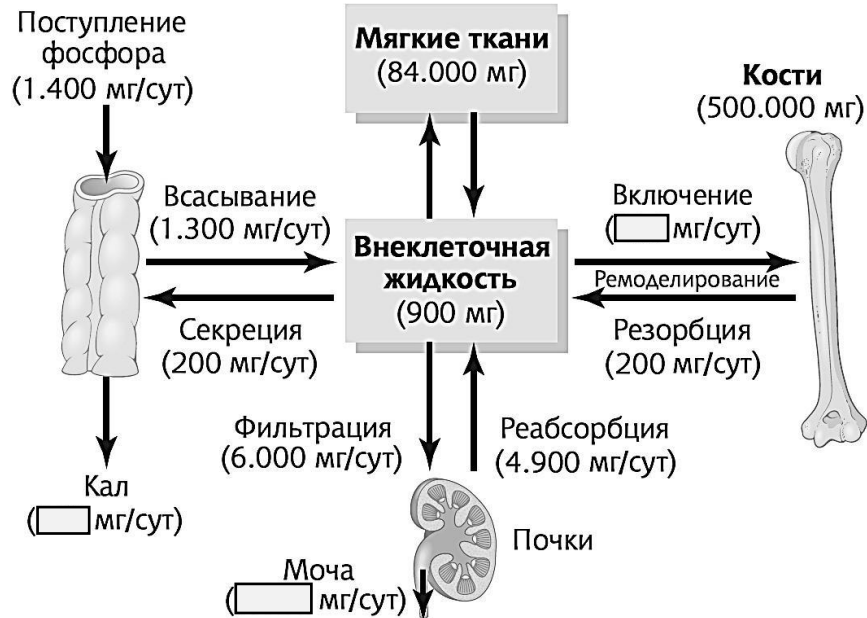


Заполните пропуски в схеме регуляции кальциевого гомеостаза

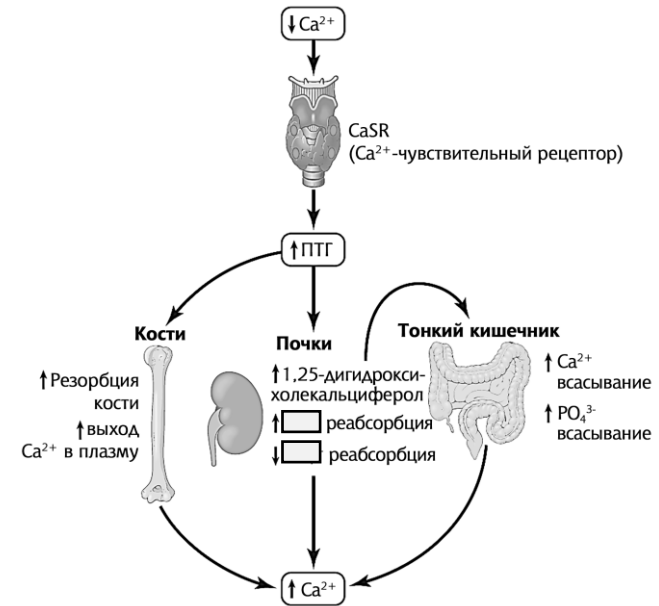


Укажите название гормона, стимулирующего абсорбцию Ca^{2+} и P_i в энтероцитах кишечника (слева сверху) и изучите пути реабсорбции Ca^{2+} в канальцах нефрона (справа)

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



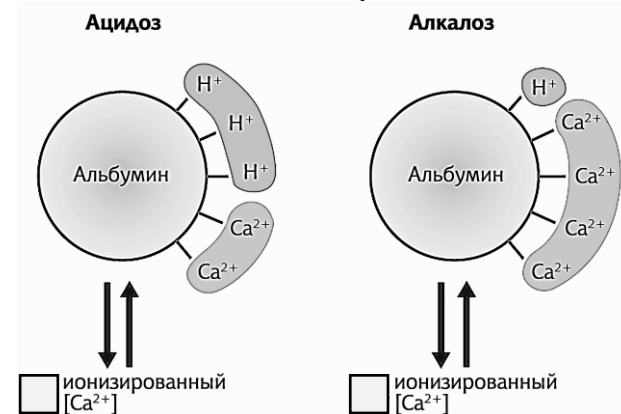
Заполните пропуски в схеме, иллюстрирующей механизмы поддержания концентрации Ca^{2+} в плазме крови при её снижении



Опишите основные эффекты ($\uparrow$, $\downarrow$) 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							

Укажите ($\uparrow$, $\downarrow$) как влияет изменение кислотно-щелочного состояния внутренней среды на концентрацию свободного ионизированного Ca^{2+} и Ca^{2+} , связанного с белками, в плазме крови



Работа 6.6. ВЛИЯНИЕ ЖЕНСКИХ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ НА МИНЕРАЛИЗАЦИЮ КОСТНОЙ ТКАНИ



Костная ткань формируется и резорбируется постоянно. В норме процессы формирования кости и её резорбции уравнивают 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. Описаны случаи переломов шейки бедра у пожилых женщин при повороте с одного бока на другой на кровати или переломов лучевой кости при попытке поднять сквороду. Для предотвращения таких последствий в терапии климактерического синдрома применяют заместительную гормональную терапию. 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 плотности костной ткани используют двухэнергетическую рентгеновскую абсорбциометрию (ДЭРА, или костная денситометрия) — рис. 6.1.

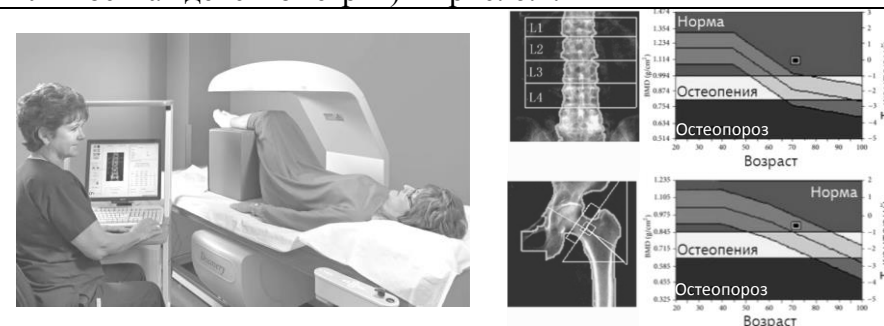


Рис. 6.1. Костная денситометрия

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. 6.1).

Таблица 6.1 Оценка Т-критерия		В данной работе используются компьютерные модели трёх крыс с удалёнными яичниками. Исходный Т-критерий каждой крысы составляет –2,61, что свидетельствует об остеопорозе.
Норма	от +1 до –0,9	
Остеопения	от –1 до –2,49	
Остеопороз	–2,5 и ниже	

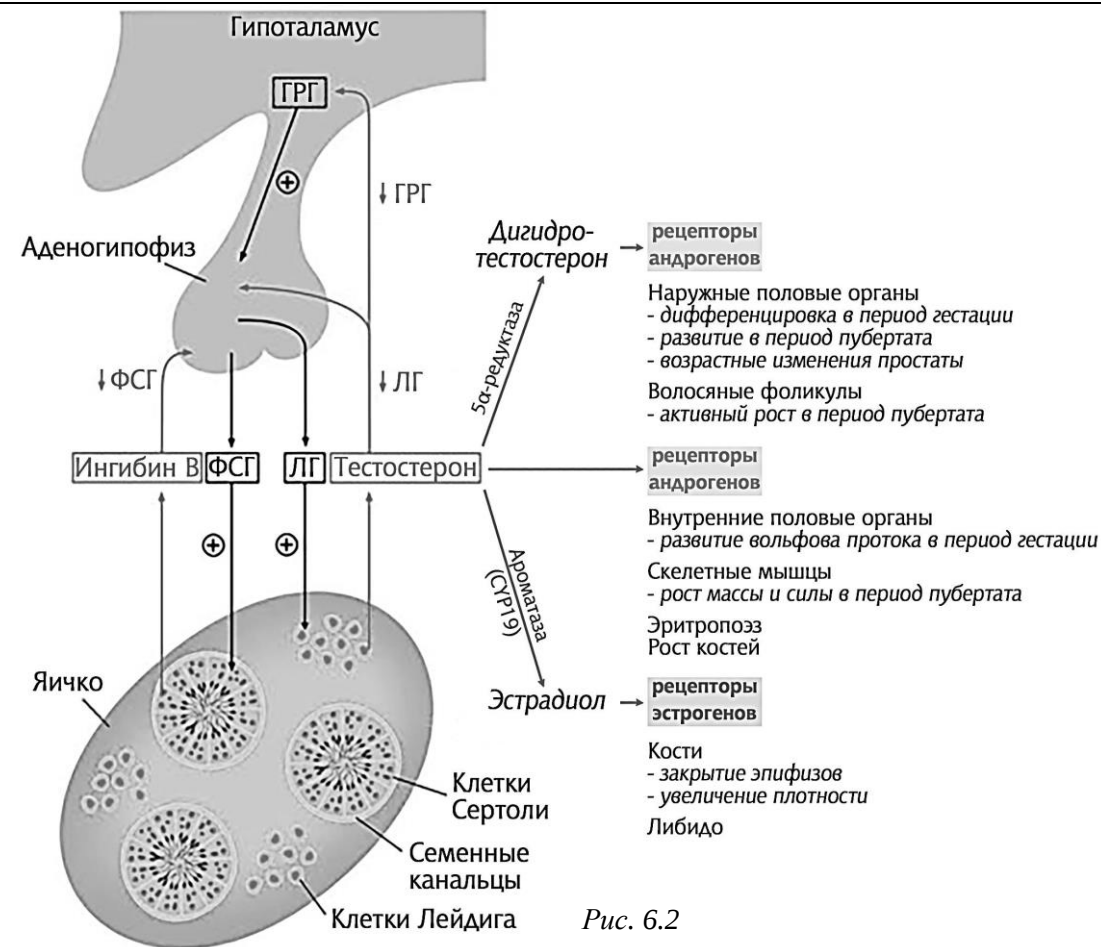
Материалы и оборудование.

Компьютерные модели трёх крыс с удалёнными яичниками, растворы эстрогена, кальцитонина и физраствора, шприц, раствор анестетика, рентгенаппарат (денситометр) для определения плотности костной ткани.

Работа 6.6. (продолжение)

Ход работы. 1) Откройте программу «14 PhysioEx» на рабочем столе. 2) Нажмите на гиперссылку «Access PhysioEx 9.0». 3) Нажмите на «Exercise 4: Endocrine System Physiology». В открывшемся списке выберите «Activity 3: Hormone Replacement Therapy». В открывшемся списке выберите вкладку «Experiment». 4) 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». 5) 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». 6) 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». 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! 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.	Вопрос 1 После введения физраствора плотность костной ткани: ☐ а) увеличится; ☐ б) уменьшится; ☐ с) не изменится.	Вопрос 2 После введения раствора эстрогена плотность костной ткани: ☐ а) увеличится; ☐ б) уменьшится; ☐ с) не изменится.	Вопрос 3 После введения раствора кальцитонина плотность костной ткани: ☐ а) увеличится; ☐ б) уменьшится; ☐ с) не изменится.
	На компьютере отметьте тот же вариант ответа (по букве), что и в практикуме, и нажмите кнопку «Submit».		
	9) По завершении теста проведите измерение Т-критерия для тестируемых крыс. Для этого нажмите «Anesthesia» в левом верхнем углу картинки с крысой «Control». Зажав ЛКМ картинку с крысой, перетащите её на стол рентгеновского денситометра («Examt-table»). Нажмите клавишу «Scan» (внизу слева), затем нажмите клавишу «Record Data» справа. Повторите операцию для крыс, получавших заместительную гормональную терапию эстрогеном и кальцитонином.		
	10) В таблице в нижней части экрана вы можете найти Т-критерий («T-score») для тестируемых крыс.		
	Указания к оформлению протокола. Используя полученные данные заполните таблицу и: 1) сделайте вывод о влиянии исследуемых гормонов на плотность костной ткани, 2) сравните их эффективность у крыс с удалёнными яичниками.		
ПРОТОКОЛ			
Раствор	Т-критерий	Вывод: 1) _____	
Исходно	–2,61	_____	
Физраствор (контроль)		_____	
Эстроген		2) _____	
Кальцитонин		_____	

Работа 6.7. 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 10.2. Для увеличения выборки можно воспользоваться данными студентов из параллельных групп.

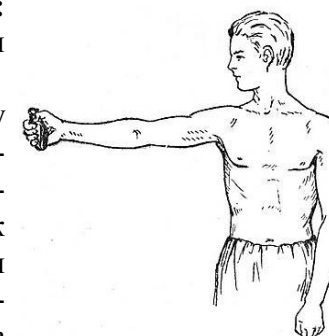


Рис. 6.3

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.

ПРОТОКОЛ

Сила рук, кг	1	2	3	4	5	6	7	8	Среднее
у мужчин									
у женщин									

Вывод. _____ (бóльшая, меньшая) сила мышц рук у мужчин, чем у женщин, обусловлена высокой чувствительностью этих мышц к _____

Работа 6.8. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГЛИКЕМИИ И СОСТОЯНИЯ ЭНДОКРИННОЙ ФУНКЦИИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (демонстрация)

Работа выполняется как демонстрационная путём анализа представленных данных.

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.

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.

Современные критерии нормогликемии натощак, 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.

В то же время имеются данные, что уровень гликемии натощак уже выше 4,45 ммоль/л вызывает усиленную секрецию инсулина, а более 5,1 ммоль/л может рассматриваться как предиктор СД.

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 (см. табл. 6.2).

Таблица 6.2

Содержание глюкозы (ммоль/л) в цельной капиллярной крови натощак					
гипогликемия	нормогликемия			гипергликемия	
< 3,3	3,3–5,5			≥ 5,6	
	уровни нормогликемии				
	низкий	оптимальный	повышенный		высокий
	3,31–3,84	3,85–4,44	4,45–5,10		5,11–5,59

При *низком* уровне нормогликемии в покое натощак 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.

Оптимальный уровень характеризуется минимальным выделением (на базальном уровне) основных гормонов, регулирующих обмен глюкозы, и адекватным энергообеспечением клеток. Риск развития СД или гипогликемии минимален.

При *повышенном* уровне нормогликемии отмечается усиление панкреатической секреции инсулина. Физиологические и клинические показатели остаются оптимальными.

Высокий 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.

К гипергликемическим нарушениям углеводного обмена относят:

1. Сахарный диабет (СД);
2. Нарушение толерантности к глюкозе (НТГ);
3. Нарушенная гликемия натощак (НГН).

Для их диагностики (и, соответственно, оценки функции инсулина) определяют содержание глюкозы в цельной капиллярной или венозной крови (или в плазме крови) натощак и через 30, 60, 90 и 120 мин после приёма внутрь 75 г глюкозы — **пероральный тест на толерантность к глюкозе (ПТТГ)** (рис. 6.2, табл. 6.3). В рутинной практике, как правило, ограничиваются измерением уровня гликемии натощак и через 120 мин после приёма глюкозы. Однако выполнение **полного анализа сахарной кривой** с расчётом гликемических коэффициентов позволяет выполнять более раннюю и полную диагностику нарушения толерантности к глюкозе (НТГ).

Характерные изменения концентрации глюкозы при гипергликемических нарушениях у взрослых приведены в табл. 6.4.

Работа 6.8. (продолжение)

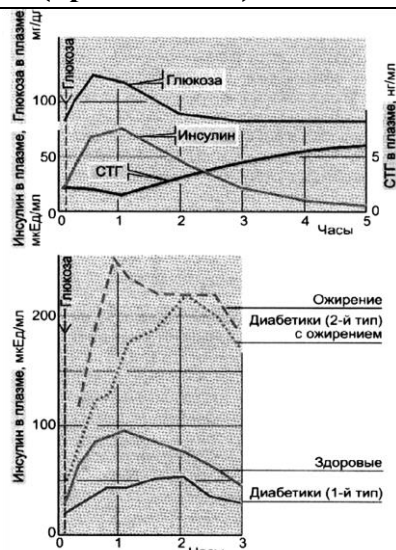


Рис. 6.4. Типичные изменения концентрации в крови глюкозы, инсулина и контринсулярных гормонов (СТГ) после приёма 75 г глюкозы

Таблица 6.4

Критерии раннего выявления НТГ по значениям гликемических коэффициентов

Результат	Гликемические коэффициенты			
	ГК _{Б-П}	К _Т	ГК _Р	МК _С
Норма	< 75 %	1,0–1,3	0,9–1,04	< 1,0
НТГ	≥ 75 %	≥ 1,3	≥ 1,04	≥ 1,0

Диагностические критерии гипергликемических нарушений углеводного обмена у взрослых по результатам выполнения перорального теста на толерантность к глюкозе

Таблица 6.3

Состояние	Концентрация глюкозы в цельной капиллярной крови, ммоль/л (мг/дл)		
	натощак	через 30, 60, 90 мин после приёма 75 г глюкозы	через 120 мин после приёма 75 г глюкозы
Норма	< 5,6 (<100)	< 11,1 (< 200) во всех пробах	< 7,8 (< 140)
НГН	≥ 5,6 – < 6,1 (≥ 100 – < 110)	< 11,1 (< 200) во всех пробах	< 7,8 (< 140)
НТГ	< 6,1 (< 110)	≥ 11,1 (≥ 200) хотя бы в одной из проб	≥ 7,8 – < 11,1 (≥ 140 – < 200)
СД	≥ 6,1 (≥ 110)	≥ 11,1 (≥ 200) хотя бы в одной из проб	≥ 11,1 (≥ 200)

Расчёт гликемических коэффициентов позволяет повысить точность диагностики НТГ. К ним относят (см. также табл. 6.4):

1. **Гипергликемический коэффициент Бодуэна-Покровского (ГК_{Б-П})** — отношение показателей наибольшей концентрации глюкозы в крови (g_{max}), обычно через 30 или 60 минут после её приёма, к исходной (g_0), то есть к величине глюкозы крови натощак, выраженное в процентах:

$$ГК_{Б-П} = (g_{max} - g_0) \times 100 \% / g_0 [N < 75 \%]$$

2. **Коэффициент Тица (К_Т)** — это отношение содержания глюкозы в крови на 90-й минуте ПТТГ (g_{90}) к исходной величине гликемии натощак:

$$К_T = g_{90} / g_0 [N = 1,0 - 1,3]$$

Его повышение *более 1,3* свидетельствует о недостаточной секреции инсулина β-клетками поджелудочной железы или снижении его функции из-за инсулинорезистентности тканей. Снижение величины К_Т *менее 1,0* указывает на повышенную секрецию инсулина и/или его высокую функциональную активность.

3. **Гипогликемический коэффициент Рафальского (ГК_Р)** — это отношение содержания глюкозы в крови через 2 часа после нагрузки (g_{120}) к исходной величине гликемии натощак:

$$ГК_R = g_{120} / g_0 [N = 0,9 - 1,04]$$

Повышение ГК_Р *более 1,04* указывает на недостаточную секрецию инсулина или снижении его функции из-за инсулинорезистентности тканей. Снижение его величины *менее 0,9* является признаком повышенной секреции инсулина и/или его высокой функциональной активности.

4. **Метаболический коэффициент Сокольников (МК_С)** ($g_{max} - g_0$) / ($g_{max} - g_{min}$) [N < 1], где g_{max} — наибольшая концентрация глюкозы в крови, обычно через 30 или 60 мин после её приёма; g_{min} — минимальная гликемия, обычно через 90 или 120 мин после нагрузки; g_0 — концентрация глюкозы натощак.

Работа 6.8. (продолжение)

Ход работы. Для правильного выполнения ПТТГ инструктируют обследуемого: накануне теста ведётся обычный образ жизни, следует отказаться от повышенных физических нагрузок, исключить употребление алкоголя и курение, а также приём препаратов, способствующих повышению концентрации глюкозы в крови (кофеин, адреналин, глюкокортикоиды и пр.). В течение 20–30 минут перед началом исследования обследуемый должен находиться в состоянии психоэмоционального покоя при постоянной температуре окружающей среды. Период голода — 8–14 час.

Глюкометр включают и подготавливают к работе в соответствии с инструкцией производителя. Крышку флакона с тест-полосками закрывают немедленно после извлечения полоски.

Подготавливают ланцетное устройство: снимают его наконечник, внутрь помещают ланцет (скарификатор) таким образом, чтобы защитный колпачок ланцета остался снаружи. С ланцета скручивают и снимают, не выбрасывая, защитный колпачок. Аккуратно (не прикасаясь к копыю ланцета) закрывают ланцетное устройство и, вращая верхушку колпачка, выставляют на нём глубину прокола (устанавливается индивидуально в зависимости от толщины и состояния кожи пальца пациента). Удерживая устройство одной рукой, другой до щелчка оттягивают и отпускают поршень на конце ланцетного устройства, взводя механизм. Далее взятие капиллярной крови проводится по стандартной методике (см. работу 2.4). Для прокола, ланцет прижимают к коже пальца и нажимают на боковую кнопку для спуска.

На тест-полоску глюкометра непосредственно из пальца помещают каплю крови так, чтобы тест-окошко полностью заполнилось кровью. Через несколько секунд глюкометр отобразит концентрацию глюкозы в цельной капиллярной крови натошак. После этого обследуемый в течение 5–7 мин выпивает 200–300 мл водного раствора 75 г глюкозы. Отмечается время начала теста. Повторные измерения концентрации глюкозы в капиллярной крови проводят через 30, 60, 90 и 120 мин. Результаты записывают в протокол.

Для смены ланцетов открывают наконечник ланцетного устройства, берут устройство вертикально, как карандаш, и втыкают ланцет в центр сохранённого защитного колпачка, лежащего на столе. После этого, нажимая кнопку прокола одной рукой, другой рукой оттягивают поршень устройства — ланцет удаляется автоматически. Использованный ланцет помещают в ёмкость с дезраствором.

После завершения работы использованные тест-полоски поместите в ёмкость с дезраствором, прибор и ланцетное устройство протрите спиртовой салфеткой (дезраствором). Устройство для определения глубины прокола возвратите в исходное положение.

Материалы и оборудование.

Одноразовые медицинские перчатки, СГО, антисептик, раствор перекиси водорода 3 %; стерильные скарификаторы (ланцеты) одноразовые 5 шт., ватные шарики (спиртосодержащие салфетки) 5 шт., пинцет; система контроля уровня глюкозы (глюкометр) с тест-полосками (5 шт.) и ланцетным устройством, ёмкость для отработанных материалов с дезраствором; 200–300 мл водного раствора 75 г глюкозы (добавление к раствору сока лимона для улучшения переносимости не влияет на репрезентативность результатов теста).

Указания к оформлению протокола:

1. Нарисуйте кривую изменения концентрации глюкозы во время ПТТГ по данным из табл. 6.5.
2. Оцените уровень гликемии натошак (см. табл. 6.2).
3. Определите наличие или отсутствие нарушений углеводного обмена (НГН, НТГ, СД) по табл. 6.2.
4. Рассчитайте гликемические коэффициенты и сделайте заключение о наличии или отсутствии ранних признаков НТГ — см. табл. 6.4.
5. Оцените состояние эндокринной функции β -клеток поджелудочной железы.

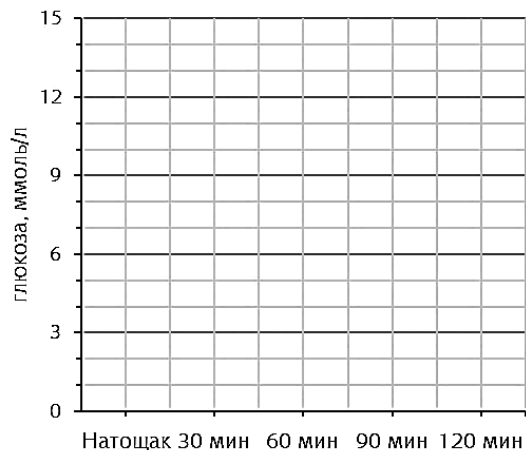
Таблица 6.5

Содержание глюкозы (ммоль/л) в цельной капиллярной крови испытуемых при выполнении ПТТГ

Испытуемый №	Натошак	30 мин	60 мин	90 мин	120 мин
1	4,4	7,1	6,2	4,9	4,3
2	5,7	8,9	9,3	9,1	8,5
3	6,3	10,2	10,9	13,5	12,7
4	3,4	5,5	4,1	3,0	3,5

Работа 6.8. (продолжение)

ПРОТОКОЛ



1. Кривая ПТТГ испытуемого

По табл. 6.5 анализируются данные испытуемого № _____ (указывает преподаватель).

2. Содержание глюкозы натощак в цельной капиллярной крови _____
(в норме, гипогликемия или гипергликемия)

В случае нормогликемии её уровень (по табл. 6.2) _____
(низкий [физиологическая гипогликемия], оптимальный, повышенный, высокий [физиологическая гипергликемия])

3. Результаты анализа данных ПТТГ (по табл. 6.3 и построенному графику) свидетельствуют о _____ гипергликемических нарушений обмена углеводов в виде _____. На это (отсутствии или наличии) указывают _____ (НГН, НТГ, НГН+НТГ, СД) _____-гликемия натощак и _____ повышение концентрации глюкозы (нормо- или гипер-) в крови через _____ (должное или чрезмерное) 30, 60, 90 (_____) мин (< или $\geq 11,1$ ммоль/л) и 120 (_____) мин после её приёма. (7,8–11,0; $\geq 11,1$ ммоль/л)

4. Гликемические коэффициенты			Оценка ($\downarrow, N, \uparrow$):	Норма
$ГК_{Б-П} = (g_{max} - g_0) \times 100 \% / g_0 =$	$(\text{_____} - \text{_____}) \times 100 \% / \text{_____}$	=		< 75 %
$K_T = g_{90} / g_0 =$	$\text{_____} / \text{_____}$	=		1,0–1,3
$ГК_P = g_{120} / g_0 =$	$\text{_____} / \text{_____}$	=		0,9–1,04
$МК_C = (g_{max} - g_0) / (g_{max} - g_{min}) =$	$(\text{_____} - \text{_____}) / (\text{_____} - \text{_____})$	=		< 1,0

указывают на _____ ранних признаков НТГ.
(наличие или отсутствие)

5. **Вывод.** Состояние эндокринной функции β -клеток поджелудочной железы _____.
(не нарушено, угнетено [НГН, НТГ, СД], повышено [сниженные K_T и $ГК_P$])

Об этом свидетельствуют _____-гликемия натощак и _____ (гипо-, нормо- либо гипер-) _____ (пониженное, должное, избыточное) содержание глюкозы в крови через 30, 60, 90 или 120 (_____) мин после её приёма, а также _____ величины гликемических коэффициентов: _____.
(пониженные, должные, повышенные)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Работа 6.9. 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.

Подробное описание работы с программой дано в работе 1.5.

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 хромаффинных 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 (АД_{сис}), BP_{diast} — Diastolic Blood Pressure (АД_{диа}), BP_{mean} — Mean Hemodynamic Blood Pressure (АД_{срд}).

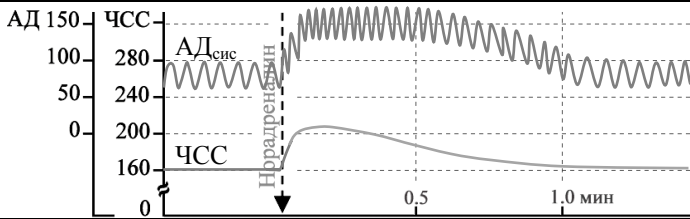
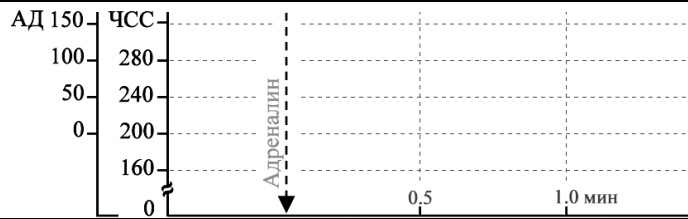
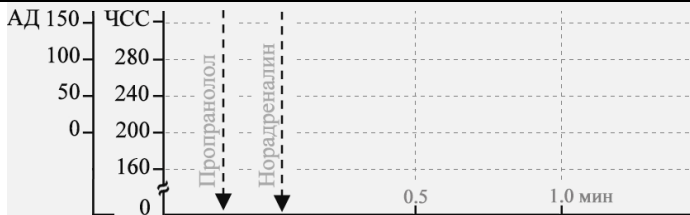
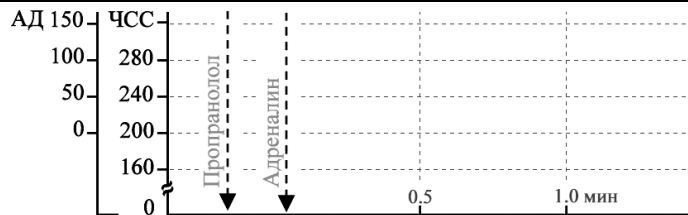
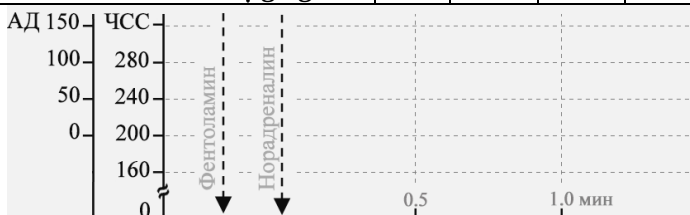
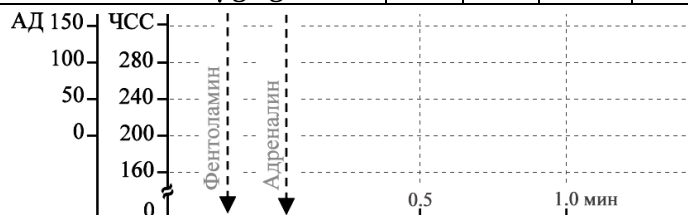
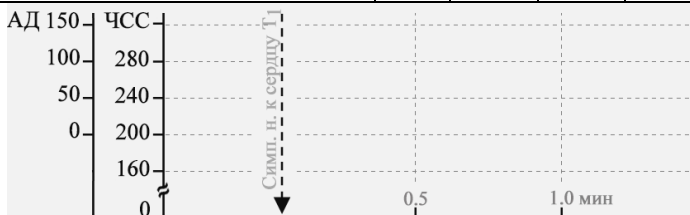
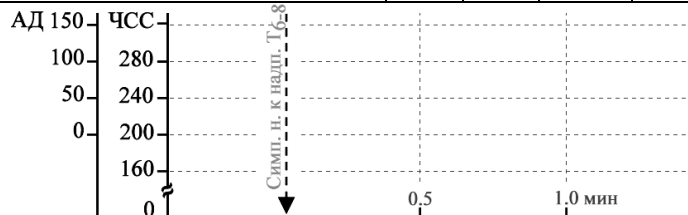
2. *Рассчитайте пульсовое АД* (АД_{пульс} = АД_{сис} – АД_{диа}).

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.

Standard Drugs

Adrenaline	$\alpha + \beta$ adrenoceptor agonist
Noradrenaline	$\alpha + \beta$ adrenoceptor agonist
Isoprenaline	β adrenoceptor agonist
Acetylcholine	Cholinoceptor agonist
Salbutamol	β_2 adrenoceptor agonist
Atropine	Muscarinic cholinoceptor antagonist
Phentolamine	α adrenoceptor antagonist
Propanalolol	β adrenoceptor antagonist
Nifedipine	Ca channel blocker
Adenosine	Adenosine receptor agonist

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.	Исходные показатели	98	66	53	161		5.	Исходные показатели	98	66	53	161	
	Введение noradrenaline, 5 µg/kg	168	131	115	207			Введение adrenaline, 5 µg/kg	126	70	46	240	
													
2.	Propranolol (β-адреноблокатор), 100 mg/kg	98	66	53	161		6.	Propranolol (β-адреноблокатор), 100 mg/kg	98	66	53	161	
	+ введение noradrenaline, 5 µg/kg	136	106	93	166			+ введение adrenaline, 5 µg/kg	136	101	86	182	
													
3.	Phentolamine (α-адреноблокатор), 100 mg/kg	98	66	53	161		7.	Phentolamine (α-адреноблокатор), 100 mg/kg	98	66	53	161	
	+ введение noradrenaline, 5 µg/kg	214	136	71	90			+ введение adrenaline, 5 µg/kg	109	55	31	226	
													
4.	Стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁	155	114	96	211		8.	Стимуляция Symp. Nerves to adrenals T ₆₋₈	138	93	74	213	
													

Выводы:

1. Гормоны _____ вещества надпочечников адреналин и норадреналин _____ (*влияют или нет*) на работу сердечно-сосудистой системы.

Эти гормоны ____ (*↑ или ↓*) частоту и силу сокращений сердца. Увеличение силы сокращений сердца проявляется ____ (*↑ или ↓*) АД_{сис}.

Норадреналин вызывает _____ (*сужение или расширение*) сосудов и ____ (*↑ или ↓*) более чем в 1,5 раза АД_{диа}, АД_{сис} и АД_{сгд}.

Адреналин в физиологических концентрациях вызывает _____ (*сужение или расширение*) сосудов и ____ (*↑ или ↓*) АД_{диа} на фоне ____ (*↑ или ↓*) АД_{сис}, что приводит к ____ (*↑ или ↓*) АД_{пульс}.

2. Стимуляция симпатических нервов, иннервирующих сердце, вызывает эффекты, схожие с введением гормона _____, что говорит о том, что _____ также является нейромедиатором симпатических постганглионарных нейронов. Более _____ (*высокая или низкая*) скорость развития и исчезновения эффектов при стимуляции симпатической нервной системы связана с высокой активностью ферментов _____.

Стимуляция симпатических нервов, иннервирующих надпочечники, приводит к появлению эффектов, схожих с введением гормона _____, однако степень прироста АД_{сис} и АД_{диа} при этом оказалась ____ (*↑ или ↓*), чем при введении этого гормона. При стимуляции данных нейронов длительность эффектов _____ (*сопоставима или нет*) с действием гормонов. Т. о. мозговым веществом надпочечников выделяются _____ (*гормоны или нейромедиаторы*) адреналин и норадреналин.

При одновременном выделении адреналина и норадреналина клетками мозгового вещества надпочечников, со стороны сосудов преобладают эффекты гормона _____.

3. Поскольку блокада β-адренорецепторов пропранололом _____ (*приводит или нет*) к ↓ прироста ЧСС при введении как адреналина, так и норадреналина, и при этом _____ (*препятствует или нет*) снижению АД_{диа} при введении адреналина, можно заключить, что:

- адреналин в физиологических концентрациях стимулирует преимущественно ____-адренорецепторы сердца и сосудов;
- норадреналин оказывает относительно слабое влияние на ____-адренорецепторы сердца.

Учитывая, что блокада α-адренорецепторов фентоламином практически не влияет на прирост ЧСС при введении катехоламинов, но при этом вызывает ____ (*↑ или ↓*) прироста АД_{сис} и АД_{диа} (или даже ____ (*↑ или ↓*) степени его снижения), можно сделать вывод, что:

- преобладающим типом адренорецепторов в сердце являются ____-адренорецепторы;
- эффекты норадреналина в сосудах реализуются преимущественно путём стимуляции ____-адренорецепторов, а адреналина — как ____- (в большей степени), так и ____-адренорецепторов.

Т. о. *норадреналин* имеет большее сродство к ____-адренорецепторам, *адреналин* (в физиологических концентрациях) — к ____-адренорецепторам.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

**Занятие 7. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО РАЗДЕЛАМ
«ВВЕДЕНИЕ. ГОМЕОСТАЗ. ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА.
ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ»**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » ____ 20 ____
день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Понятие физиологических функций, уровней 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).
2. Физиологические представления о гомеостазе как о постоянстве внутренней среды организма, функций и механизмов, их регулирующих. Гомеостаз. Нейрогуморальные механизмы поддержания постоянства внутренней среды организма (на примере регуляции уровня глюкозы в крови).
3. Внутренняя среда организма. Жидкие среды организма (межклеточная жидкость, внутриклеточная жидкость, кровь, лимфа, ликвор и др.), их состав, объёмное распределение в организме; половые особенности. Понятие о гистогематических барьерах и особенностях их проницаемости.
4. Система крови. Состав, количество, свойства, основные функции крови.
5. Гематокрит: определение, величина в норме. Основные факторы, влияющие на величину гематокрита.
6. Плазма крови. Органические и неорганические компоненты плазмы крови. Основные физиологические константы плазмы крови, характеризующие гомеостаз (вязкость, pH, осмотическое и онкотическое давление).
7. Кислотно-основное состояние крови. Физико-химические и физиологические механизмы, обеспечивающие постоянство pH крови. Буферные системы. Понятие об ацидозе и алкалозе. Анионный интервал.
8. Электролитный состав плазмы крови. Осмотическое давление крови. Вещества, создающие осмотическое давление. Гипо-, гипер- и изотонические растворы. Понятие о состоянии гипер- и дегидратации тканей, роль осмотического давления межклеточной жидкости. Расчёт осмолярности, осмолярный интервал.
9. Гемолиз и его виды. Плазмолиз. Понятие об осмотической устойчивости эритроцитов. Неблагоприятные последствия гемолиза эритроцитов в организме.
10. Белки плазмы крови: классификация, функции, содержание. Вязкость крови. Последствия её изменения.
11. Онкотическое давление плазмы и его роль в обмене воды между кровью и межклеточной жидкостью. Вклад различных белков плазмы крови в создание онкотического давления.
12. Гемопоз. Гемоцитопоз. Свойства и функции полипотентной стволовой кроветворной клетки, коммитированных клеток-предшественниц зрелых клеток крови. Современная схема гемопоза. Роль микроокружения стволовой клетки в гемопозе.
13. Суточные потребности организма в незаменимых питательных веществах, витаминах и микроэлементах для поддержания нормального кроветворения. Общее понятие о нарушениях кроветворения при дефиците их поступления в организм.
14. Нервные и гуморальные механизмы регуляции гемоцитопоза. Нейромедиаторы, гормоны и цитокины, влияющие на гемоцитопоз. Стимуляторы (ранне- и позднедействующие) и ингибиторы гемоцитопоза.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- [1].
[2]. С. 15–42, 84–122, 205–233.

Дополнительная

- [3]. Ч. 1. С. 8–81, 246–328, 483–534.
[4]. С. 12–27, 74–82, 162–205.

Организация коллоквиума.

Компьютерный тест
«07. КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ.
Итоговое занятие...».
Проверьте допуск!
50 вопросов за 28 минут.
Отметка 7 баллов и выше может быть получена только после дополнительного опроса.
Преподаватель может задать дополнительные устные или письменные вопросы независимо от результатов тестирования.

15. Эритроциты. Количество эритроцитов в крови. Особенности строения и свойств эритроцитов, обеспечивающие выполнение их функций. Эритроцитоз и эритропения (анемия). 16. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ). Факторы, влияющие на СОЭ. Диагностическое значение СОЭ. 17. Гемоглобин, его строение, свойства и функции. Количество гемоглобина у взрослого. Виды и содержание гемоглобина в различные возрастные периоды. Физиологические и патологические соединения гемоглобина. 18. Цветовой показатель (ЦП) и эритроцитарные индексы (MCH, MCHC, MCV, RDW), расчет ЦП и MCH. Кривая распределения эритроцитов. Значение эритроцитарных индексов в диагностике анемий (нормо-, гипо-, гиперхромные). 19. Эритрон. Эритроцитопоэз, его регуляция. Роль эритропоэтина, цитокинов, микроэлементов, витаминов. Разрушение эритроцитов. Продукты разрушения эритроцитов, их физиологическая роль, пути утилизации. Ретикулоциты. 20. Роль железа, витаминов B₁₂ и B₉ в образовании гемоглобина. Суточная потребность в железе, источники его поступления, обмен в организме. 21. Тромбоциты, их количество, строение и функции. Методы подсчёта. Тромбоцитоз и тромбоцитопения. Тромбоцитопоэз и его регуляция. 22. Понятие о системе гемостаза и её механизмах. Первичный (сосудистотромбоцитарный) и вторичный (плазменно-коагуляционный) гемостаз: значение, методы оценки. Роль тромбоцитов. Понятие о противосвёртывающей и фибринолитической системах крови, антикоагулянтах. 23. 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. 24. Лейкоцитопоэз и его регуляция. Роль цитокинов, микроэлементов, витаминов и других факторов в регуляции лейкоцитопоэза. Лейкоцитоз (физиологический, реактивный) и лейкопения. Лейкоцитарная формула, сдвиги лейкоцитарной формулы, возрастные особенности. 25. Гранулоциты. Их разновидности, количество в лейкоцитарной формуле, функции, продолжительность жизни. Особенности строения и свойств, обеспечивающие выполнение ими функций. Гранулоцитопоэз.	26. Агранулоциты, их разновидности, количество, особенности созревания и дифференцировки, продолжительность жизни. 27. Моноциты и тканевые макрофаги. Моноцитопоэз. Особенности строения и свойств, обеспечивающие выполнение ими функций. Механизмы фагоцитоза. 28. Т- и В-лимфоциты, их свойства и функции. Особенности лимфоцитопоэза. Нулевые и плазматические клетки. Лейкоцитарные рецепторы и их лиганды. Понятие о типировании лейкоцитов, СД и других маркерах. Система лейкоцитарных антигенов HLA, её значение. 29. Понятие о механизмах неспецифической и специфической резистентности организма. Иммуноглобулины. Понятие о системе комплемента. 30. Основные лейкоцитарные и другие показатели, определяемые при проведении общего анализа крови (ОАК). Принципы выполнения ОАК с использованием современных гематологических анализаторов. 31. Системы групп крови человека. Антигены клеток крови. Важнейшие системы эритроцитарных антигенов — АВ0 и Rh. Другие системы групп крови. 32. Группы крови системы АВ0. Антигены (агглютиногены) и антитела (агглютинины) групп крови, их характеристика, возможные комбинации. 33. Определение группы крови в системе АВ0. Стандартные сыворотки. Моноклональные реагенты. Причины и примеры ошибок, совершаемых при определении групповой принадлежности крови по системе АВ0. Последствия переливания крови, несовместимой по системе АВ0. 34. Система антигенов резус (Rh), её характеристика. Формирование системы Rh в онтогенезе, её характеристика, отличия от системы АВ0. Возможные ошибки определения групповой принадлежности и последствия переливания крови, несовместимой по системе Rh. Резус-конфликт. 35. Донорская кровь: её компоненты и препараты. Основные принципы переливания препаратов и компонентов донорской крови. 36. Факторы риска для реципиента при переливании крови и её компонентов. 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]).
--	---

37. Строение и функции цитоплазматической мембраны клетки. Транспорт веществ через клеточные мембраны. Характеристика и примеры. 38. Обмен информацией между клеткой и окружающей средой. Понятия: информация, сигнал. Виды информационных сигналов. 39. Химическая сигнализация. Основные способы межклеточной коммуникации, их характеристика. Классификация и свойства сигнальных молекул (лигандов). 40. Молекулярные (клеточные) рецепторы. Классификация по строению и локализации в клетке. Структура и функции трансмембранных и внутриклеточных рецепторов. Метаботропные и ионотропные рецепторы. Рецепторы, связанные с G-белками. Примеры. 41. Лиганд-рецепторные взаимодействия. Основные пути внутриклеточной передачи сигнала с участием трансмембранных рецепторов. Первичные и вторичные посредники, их функции. Лиганды, действующие через трансмембранные рецепторы. Примеры. 42. Внутриклеточная передача сигнала с участием внутриклеточных рецепторов. Лиганды, действующие через внутриклеточные рецепторы. Примеры. Механизмы действия. 43. Общая характеристика эндокринной системы, её роль. Морфофункциональная классификация эндокринных желёз. Понятие о методах оценки состояния функций эндокринной системы у человека. Примеры. 44. Гормоны: определение понятия, классификации по химической структуре и выполняемой функции. Механизмы действия гормонов. Регуляция синтеза и секреции гормонов. Примеры. 45. Строение и функции гипофиза. Связи гипофиза с гипоталамусом. Гормоны гипофиза и гипоталамуса, их роль. Взаимодействие нервных и гуморальных механизмов регуляции функций на гипоталамическом уровне. 46. Регуляция секреции гормонов гипофиза и гипоталамуса. Наиболее частые проявления нарушений эндокринной функции гипофиза и гипоталамуса: несахарный диабет, карликовость, акромегалия и др. 47. Эпифиз. Роль гормонов эпифиза и гипоталамуса в регуляции циркадианных ритмов. 48. Щитовидная железа: виды эндокринных клеток и их гормоны. Йодсодержащие тиреоидные гормоны: виды, структура, длительность циркуляции в крови, механизмы действия. Метаболические и другие физиологические эффекты тиреоидных гормонов.	49. Образование йодсодержащих тиреоидных гормонов и регуляция их секреции, значение селена. Суточная потребность в йоде и селене, источники их поступления в организм. Характерные проявления избыточного или недостаточного выделения тиреоидных гормонов. 50. Регуляция гомеостаза кальция и фосфатов в организме. Влияние кальцитонина, паратгормона и кальцитриола на обмен кальция и фосфатов, понятие о характерных проявлениях их избыточного или недостаточного выделения. Факторы сохранения здоровья костной ткани и зубов. Суточные потребности в кальции и витамине Д₃, источники их поступления в организм. 51. Надпочечники: особенности строения, функции. Гормоны коркового вещества надпочечников: структура, виды, механизмы действия. Особенности регуляции секреции минералокортикоидов и глюкокортикоидов. 52. Альдостерон как жизненно важный гормон. Метаболические и неметаболические эффекты глюкокортикоидов. Физиологическое значение половых гормонов надпочечников. Характерные проявления избыточной или недостаточной секреции гормонов коры надпочечников. 53. Гормоны мозгового вещества надпочечников: структура, виды, длительность действия. Эффекты и механизмы действия катехоламинов, регуляция их секреции. 54. Эндокринная функция поджелудочной железы. Роль инсулина и глюкагона в регуляции углеводного, жирового и белкового обмена, регуляция секреции гормонов. Соматостатин. Понятие о состояниях гипогликемии и гипергликемии и основных причинах их развития. 55. Эндокринная функция половых желёз. Механизмы действия половых гормонов и вызываемые ими эффекты, механизмы регуляции их секреции. Характерные проявления их избыточной или недостаточной секреции. Понятие об эндокринной функции плаценты. 56. Гормональные механизмы регуляции водно-электролитного баланса в организме (антидиуретический гормон, альдостерон, предсердный натрийуретический пептид). 57. Роль вилочковой железы и диффузной эндокринной системы (APUD). 58. Участие желёз внутренней секреции в приспособительной деятельности организма. Общий адаптационный синдром, стресс. Дистресс и эустресс. Стресс-реализующие и стресс-лимитирующие системы организма. 59. Понятие об общих принципах использования гормонов для коррекции функций организма.
--	--

ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ:

1. Мероприятия по профилактике ВИЧ-инфицирования при исследованиях крови и других биологических материалов. Техника взятия капиллярной крови (знание).
2. Принципы ручных и полуавтоматических методов подсчёта эритроцитов (знание). Физиологическая оценка получаемых показателей (умение).
3. Принципы ручных и полуавтоматических методов подсчёта лейкоцитов (знание). Физиологическая оценка получаемых показателей (умение).
4. Метод определения гемоглобина в крови, принцип метода (знание). Вычисление цветового показателя. Физиологическая оценка получаемых показателей (умение).
5. Методы определения групповой принадлежности крови (система АВ0) с использованием стандартных сывороток и моноклональных антител (умение). Возможные ошибки при определении групповой принадлежности крови (по системе АВ0) и пути их предупреждения (знание).

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ:

1. Во время ушивания раны на слизистую оболочку глаза врача попали брызги крови пациента. Опишите последовательность действий врача по профилактике передачи гемотрансмиссивных инфекций.
2. Для определения СОЭ лаборант смешал четыре части 5 % цитрата натрия с одной частью крови и на 1 час поставил в прибор Панченкова (рис. 7.1). Определите СОЭ. Дайте физиологическую оценку полученным показателям.
3. Определите СОЭ пациента (рис. 7.1). Дайте физиологическую оценку полученным показателям, если в плазме крови у него содержится 84 г/л белка, в т. ч. альбумина — 38 г/л, глобулинов — 40 г/л, фибриногена — 6 г/л. Содержание эритроцитов $4,0 \times 10^{12}/л$, лейкоцитов — $10,8 \times 10^9/л$.
4. Определите групповую принадлежность крови с использованием моноклональных антител (рис. 7.2). Требуются ли дополнительные исследования для подтверждения полученных результатов?
5. Определите групповую принадлежность крови впервые забеременевшей женщины с использованием моноклональных антител (рис. 7.3). Женщина, помнит, что ранее после травмы ей перелили одногруппную по системе АВ0 Rh-положительную кровь. Отец ребёнка неизвестен. На что необходимо обратить внимание врачу?
6. Возможно ли рождение ребёнка с III группой крови, если у родителей I и IV группы крови по системе АВ0? Почему?

6. Основные правила подбора препаратов крови для переливания. Правила определения индивидуальной совместимости препаратов крови донора и крови реципиента, проведения биологической пробы (знание).
7. Метод определения резус-принадлежности крови. Возможные ошибки при определении групповой принадлежности крови (по системе Rh) и пути их предупреждения (умение).
8. Автоматические и полуавтоматические методы определения основных показателей общего анализа крови (знание). Эритроцитарные индексы (MCH, MCV, MCHC). Физиологическая оценка получаемых показателей (умение).
9. Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) (знание). Физиологическая оценка получаемых показателей (умение).
10. Физиологические методы оценки функций эндокринной системы (рост, масса тела, концентрация глюкозы в плазме и др.) (умение).

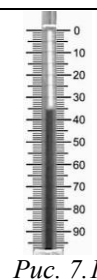


Рис. 7.1

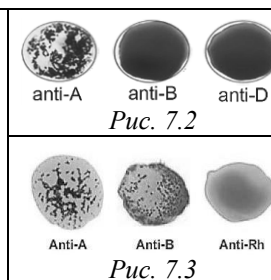


Рис. 7.2

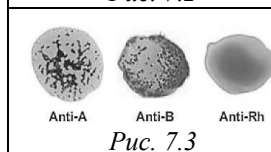


Рис. 7.3

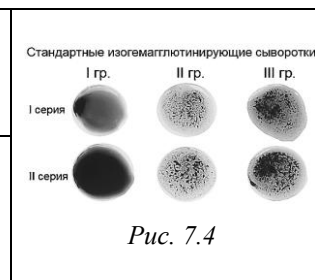


Рис. 7.4

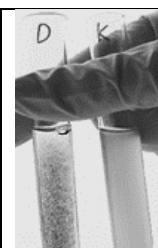


Рис. 7.5

7. Возможно ли рождение ребёнка со II группой крови, если у родителей I и III группы крови по системе АВ0? Почему?
8. Определите групповую принадлежность крови по системе АВ0 (исследование проводилось при температуре воздуха 12 °С) (рис. 7.4). Есть ли вероятность ошибки определения? Если да, то какова причина?
9. Определите резус-принадлежность крови в пробирках, помеченных «О» и «К» (рис. 7.5). Какие исследования проводятся для подтверждения полученных результатов?
10. При проведении биологической пробы реципиенту трижды вливали кровь донора по 10–15 мл с интервалом 10 мин. Сразу после окончания последнего вливания врач начал гемотрансфузию. Оцените правильность выполнения биологической пробы.

11. В результате кораблекрушения человек вынужден был употреблять для питья морскую воду, при этом жажда у него практически не утолялась. Объясните механизм сохранения жажды и опишите изменения объемов вне- и внутриклеточной жидкости.
12. Пациенту ошибочно ввели внутривенно вместо физиологического раствора 1,5 л дистиллированной воды. Как это повлияет на распределение жидкости в его организме? Каковы наиболее опасные последствия?
13. Белорусские спортсмены, приехавшие на тренировочные сборы в южный Вьетнам, с первого дня жалуются на обильное потоотделение, слабость, головокружение. Какие изменения водно-электролитного баланса и распределения жидкостей у них может предположить врач? Какие меры профилактики можно предложить?
14. Мужчину, страдающего хроническим алкоголизмом, доставили в приёмное отделение больницы скорой помощи без сознания. Признаков травмы головы нет. В квартире находилось множество пустых бутылок из-под спиртных напитков и полупустая банка из-под антифриза (состав по данным производителя — вода 50 %, этиленгликоль (двухатомный спирт) 46 %, пакет присадок 4 %). При исследовании состава его крови были получены следующие результаты: Na^+ — 135 ммоль/л; глюкоза — 5,4 ммоль/л; мочевины — 10,6 ммоль/л. Измеренная осмоляльность составила 318 мосмоль/кг. Дайте физиологическую оценку полученным результатам. Какова вероятность приёма внутрь антифриза данным пациентом? Чем, с физиологической точки зрения, может быть вызвана потеря сознания?
15. Рассчитайте цветовой показатель (ЦП) и среднее содержание гемоглобина в эритроците (МСН), если количество эритроцитов $3,7 \times 10^{12}/\text{л}$, содержание гемоглобина — 125 г/л. Дайте физиологическую оценку полученным показателям.
16. Дайте физиологическую оценку результатам общего анализа крови мужчины: эритроциты — $4,1 \times 10^{12}/\text{л}$, гемоглобин — 125 г/л, ретикулоциты — 2,7 %. Цветовой показатель, МСН — рассчитайте.
17. Дайте физиологическую оценку результатам общего анализа крови (сделан в 14.00): лейкоциты — $9,5 \times 10^9/\text{л}$ (юные — 0 %, палочкоядерные — 1 %, сегментоядерные нейтрофилы — 60 %, базофилы — 1 %, эозинофилы — 3 %, лимфоциты — 29 %, моноциты — 6 %). СОЭ 9 мм/ч.
18. Дайте физиологическую оценку результатам общего анализа крови двухлетнего ребёнка (сделан в 8.00)⁸: лейкоциты — $9,0 \times 10^9/\text{л}$ (юные — 0 %, палочкоядерные — 0 %, сегментоядерные нейтрофилы — 30 %, базофилы — 0 %, эозинофилы — 10 %, лимфоциты — 52 %, моноциты — 8 %).
19. У пациента длительно наблюдается небольшое повышение температуры тела, несмотря на обычный режим питания снизилась масса тела, появилась повышенная возбудимость, тахикардия, экзофтальм. С изменением каких процессов в организме и функции какой эндокринной железы это может быть связано? Аргументируйте Ваш ответ.
20. У пациентки наблюдается избыточный рост длинных, жёстких, пигментированных волос на лице, груди, руках (гирсутизм), увеличение мышечной массы, огрубение голоса, усиление полового влечения, инфертильность. С изменением каких процессов в организме и функции каких эндокринных желёз это может быть связано?
21. У пациента наблюдаются усиленный гликогенолиз и глюконеогенез, концентрация глюкозы в плазме крови 9,6 ммоль/л. Какие гормоны могут вызывать наблюдаемые явления?
22. При введении гормона экспериментальному животному было отмечено усиление работы сердца и повышение артериального давления, расширение зрачков, покраснение кожных покровов. Какой гормон был введён животному? Какие изменения в функционировании ЦНС возможны при его избыточном введении?
23. 60-летний мужчина в мае обратился в приёмное отделение районной больницы, приехав с дачного участка, с жалобами на дезориентацию, потерю сознания, учащённое сердцебиение, дрожь и усиленное потоотделение, которые быстро прошли после употребления сладкого чая. На протяжении 14 лет он страдает сахарным диабетом 1 типа, дозирование инсулина было стабильным на протяжении последних 6 месяцев. Что является наиболее вероятной причиной появления описанных симптомов у данного пациента?

⁸ Для студентов, обучающихся по специальности «Педиатрия».

Работа 7.1. ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИДКИХ СРЕД ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА
(выполняется студентом дома самостоятельно)

Показатель		Значение
1. Кровь		
1.1	Количество крови (% от массы тела)	6–8 %
1.2	Гематокрит (доля форменных элементов в общем объёме крови, НТС или Ht):	40–49 % (0,40–0,49) у мужчин 36–42 % (0,36–0,42) у женщин
1.3	Объём плазмы (от общего объёма 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	Относительная плотность крови	1,050–1,062 г/мл
1.10	Относительная плотность плазмы	1,029–1,032 г/мл
1.11	Содержание глюкозы в цельной крови	3,3–5,5 ммоль/л 60–100 мг/дл
1.12	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
1.13	Содержание в плазме крови:	
	холестерина	3,1–5,2 ммоль/л
	креатинина	74–110 мкмоль/л
	мочевины	2,7–8,0 ммоль/л
1.14	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)

Работа 7.1. (продолжение)							
Показатель				Значение			
1.15	Осмотическая устойчивость эритроцитов взрослого человека:						
	минимальная			0,46–0,48 % NaCl			
	максимальная			0,32–0,34 % NaCl			
1.16	Показатели красной крови:						
	Группа	Эритроциты × 10 ¹² /л	Ретикулоциты, %	Гемоглобин, г/л	MCV ⁹ , фл	MCH, пг	MCHC, г/дл
	Новорождённые	5,0–7,0	12–15	192–232	101–128	25,4–34,6	30–37
	Взрослые мужчины	3,9–5,1	0,5–1,2	130–170	80–100	25,4–34,6	30–37
	Взрослые женщины	3,7–4,9	0,5–1,2	120–150	79–98	25,4–34,6	30–36
1.17	Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) по Панченкову						
	у молодых мужчин			1–10 мм/ч			
	у молодых женщин			2–15 мм/ч			
1.18	Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) по Вестергрену						
	до 10 лет			до 10 мм/ч			
	до 50 лет: у мужчин			до 15 мм/ч			
	у женщин			до 20 мм/ч			
	старше 50 лет: у мужчин			до 20 мм/ч			
	у женщин			до 30 мм/ч			
1.19	Показатели тромбоцитов у взрослых:						
	Тромбоциты × 10 ⁹ /л		PCT ¹⁰ , %		MPV, фл		PDW, %
	140–450		0,15–0,40		6,5–12		10–20
1.20	Протромбиновый индекс капиллярной крови			93–107 %			
1.21	Международное нормализованное отношение (МНО)			0,85–1,25			
1.22	Время кровотечения по Дюке			2–4 мин			

⁹ MCV (mean corpuscular volume) — средний объём эритроцитов; MCH (mean corpuscular hemoglobin) — среднее содержание гемоглобина в эритроците; MCHC (mean corpuscular hemoglobin concentration) — концентрация гемоглобина в одном эритроците.

¹⁰ PCT (Platelet Crit) — тромбокрит; MPV (Mean Platelet Volume) — средний объём тромбоцитов; PDW (Platelet Distribution Width) — ширина распределения тромбоцитов по объёму.

Работа 7.1. (продолжение)							
Показатель				Значение			
1.23	Содержание лейкоцитов:						
	у новорождённого			до $25 \times 10^9/\text{л}$			
	в 1 год			$(6-12) \times 10^9/\text{л}$			
	у взрослого			$(4-9) \times 10^9/\text{л}$			
1.24	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 лейкоцитопозза			
	СДВИГ ВПРАВО →			Увеличение зрелых форм нейтрофилов в крови, угнетение лейкоцитопозза			
	1.25	Физиологический перекрест лейкоцитов:					
		первый			на 5–7 день		
второй			в 5–7 лет				
2. Ликвор							
2.1	Количество ликвора	10 % от массы мозга или 120–150 мл		2.7	Содержание белков в цистернальном ликворе	0,15–0,35 г/л	
2.2	Суточная продукция ликвора	500 мл			из них:		
2.3	Цвет ликвора	бесцветный			альбуминов	0,14–0,18 г/л	
	Прозрачность ликвора	прозрачный			глобулинов	0,01–0,06 г/л	
2.4	Относительная плотность ликвора	1,005–1,009 г/мл		2.8	Содержание глюкозы	глюкоза крови $\times 0,5$	
2.5	pH ликвора	7,31–7,33		2.9	Содержание хлоридов	120–130 ммоль/л	
2.6	Осмотическое давление ликвора	290 ± 10 мосмоль/кг		2.10	Количество клеток (цитоз)	$(1-5) \times 10^6/\text{л}$	

Занятие 8. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ. ЗАКОНЫ РЕАГИРОВАНИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ. ИЗМЕНЕНИЕ ВОЗБУДИМОСТИ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«___» _____ 20___
день месяц год

Основные вопросы: 1. 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. 2. Параметры возбудимости, определяющие возникновение ответной реакции ткани (пороги силы и времени, минимальный градиент). Кривая «сила–длительность». Хронаксия, хронаксиметрия. 3. 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. 4. 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. 5. Мембранный потенциал покоя, механизмы его поддержания. Факторы, определяющие величину потенциала покоя. 6. Сенсорные рецепторы. Особенности строения и функционирования первично- и вторично-чувствующих рецепторов. 7. Рецепторный потенциал (РП), его характеристика, механизм возникновения (на примере механорецептора). 8. Потенциал действия (ПД) как единица передачи информации в нервной системе, фазы и ионные механизмы его развития, их графическое изображение. Роль потенциалзависимых ионных каналов. 9. Изменение возбудимости в процессе возбуждения. Рефрактерность, её причины и значение. Лабильность. 10. Сравнительная характеристика РП, локального ответа и ПД.	ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 30–35, 41–54. <i>Дополнительная</i> [3]. Ч. 1. С. 35–70, 81–115. [4]. С. 21–45.
Вопросы для самоподготовки: 1. Какой показатель позволяет сравнить возбудимость различных тканей и клеток? Сравните возбудимость нервной и поперечнополосатой мышечной ткани. 2. Нормальные величины хронаксии для двуглавой мышцы плеча — 0,0016 с и для трёхглавой мышцы — 0,0032 с. У испытуемого данные показатели составили 0,0040 с и 0,0060 с соответственно. Дайте оценку этим результатам. 3. Почему сердечная мышца реагирует на действие раздражителя по закону «всё или ничего», а скелетная мышца — по закону силы? 4. Какие типы ионных каналов принимают участие в формировании потенциала покоя и какие — в генерации потенциала действия? 5. Что такое равновесный потенциал ионов и какова его роль?	6. Как и почему изменится величина потенциала покоя при увеличении внеклеточной концентрации ионов калия? 7. При нарушении кровотока в ветвях коронарных артерий наблюдается увеличение внеклеточной концентрации K^+. Как и почему это повлияет на возбудимость кардиомиоцитов? 8. Что такое «порог деполяризации» («критический уровень деполяризации») возбудимых клеток? От чего зависит его величина? 9. Как соотносится проницаемость мембраны нервной клетки для ионов K^+, Na^+ и Cl^- в покое и при генерации потенциала действия? 10. В чём отличия закрытого и инактивированного состояния потенциалзависимых натриевых каналов?

Работа 8.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Раздражимость — _____	Генераторный потенциал — _____
Раздражение — _____	Критический уровень деполяризации — _____
Возбудимость — _____	Потенциал действия — _____
Возбуждение клетки — _____	Период рефрактерности — _____
Возбудимые ткани — _____	Закон «всё или ничего» — _____
Потенциал покоя — _____	Закон силы — _____
Деполяризация — _____	Закон градиента — _____
Реполаризация — _____	Катодическая депрессия — _____
Гиперполяризация — _____	Лабильность — _____
Локальный потенциал — _____	Реобазис — _____
Рецепторный потенциал — _____	Хронаксия — _____
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 8.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ	
 1. «Опыты Гальвани и Маттеуччи» (06:22) — в ЭУМК. Или: 2. «Приготовление нервно-мышечного препарата лягушки» (08:56). 3. «Электрические потенциалы в живых тканях» (16:08). 4. «Некоторые законы реагирования возбудимых тканей» (16:39). 	

Работа 8.2. (продолжение)



А. Первый опыт Л. Гальвани

В 1789 году итальянский учёный Луиджи Гальвани обнаружил, что вывешенные на балконе на медной проволоке для просушки лапки лягушки сокращаются, когда на ветру соприкасаются с железными перилами. В последующем он повторил данный опыт в лабораторных условиях и установил, что наилучший эффект получается при прикосновении к лапкам лягушки пинцетом, состоящим из двух металлов — цинка и меди.

Алессандро Вольта повторил опыты Гальвани, но дал им иное объяснение.

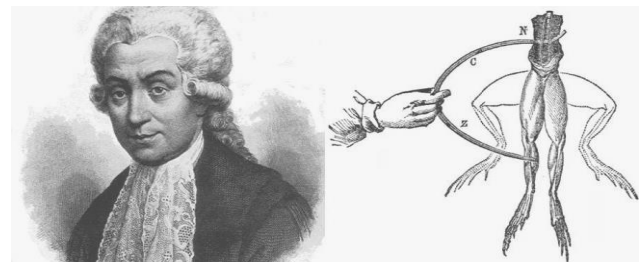


Рис. 8.1. Первый опыт Гальвани:
N — нерв, Z — цинк, C — медь

В. Второй опыт Л. Гальвани

Для того чтобы доказать, что ткани животных тоже способны генерировать электрический ток, Л. Гальвани исключил из опыта металлы.

Он препарировал седалищный нерв вдоль бедра лягушки, а затем набрасывал его с помощью стеклянного крючка на границу между повреждённым и интактным участками мышц, что вызывало сокращение этих мышц. Тем самым было доказано, что не только цепь из разнородных металлов в растворе электролита, но и ткани животных тоже способны генерировать электрический ток.

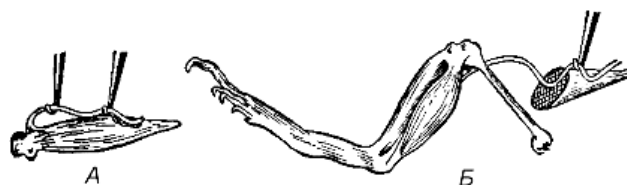


Рис. 8.2. Второй опыт Гальвани: сокращение мышцы при набрасывании нерва на повреждённый участок той же (А) или другой (Б) мышцы

С. Опыт К. Маттеуччи

Позднее Карло Маттеуччи экспериментально показал, что если с помощью электродов раздражать нерв одного нервно-мышечного препарата лягушки, то при сокращении мышц этого препарата начинают сокращаться и мышцы рядом расположенной лапки лягушки. Это происходит в том случае, если нерв второго препарата брошен на мышцы первого.

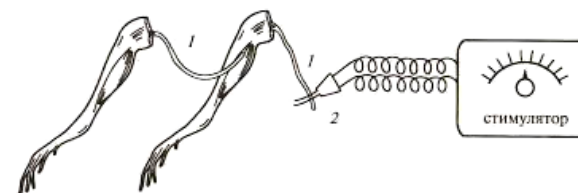


Рис. 8.3. Опыт Маттеуччи: нервно-мышечные препараты лапок лягушки (1) и электростимулятор (2)

Также он непосредственно зарегистрировал электрический ток, который течёт от неповреждённой поверхности мышцы к её поперечному разрезу, доказав наличие между ними разности электрических потенциалов.

ПРОТОКОЛ

Какой вывод сделал Л. Гальвани из данного наблюдения? _____

Как А. Вольта объяснил наблюдаемые явления? _____

Какой вывод был сделан из данного опыта? _____

Объясните, почему начинают сокращаться мышцы второго нервно-мышечного препарата? _____

Работа 8.3. 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. 8.4). В этом эксперименте вызвать сокращение мышцы можно как прямой стимуляцией мышечных волокон, так и не прямой стимуляцией иннервирующего мышцу нерва (используется в работе). Также возможно изменять концентрацию ионов в растворе (отображается в нижней левой части экрана — рис. 8.7, стрелка 1).

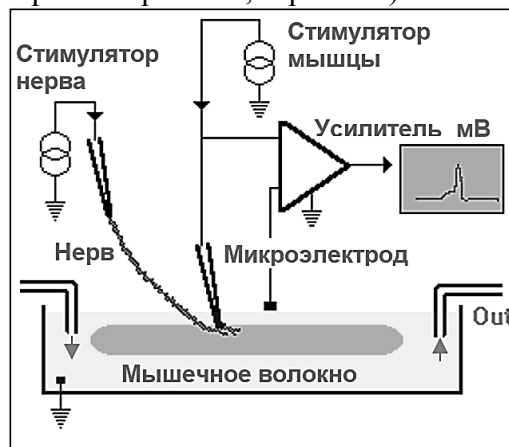


Рис. 8.4

Ход работы.

1. Для изменения концентрации ионов (если необходимо) следует щёлкнуть ЛКМ по кнопке «Ions» в левой части верхнего меню (рис 8.5, 8.6):

«Ions» → Potassium (K^+) → 5 mM;
«Ions» → Sodium (Na^+) → 120 mM.

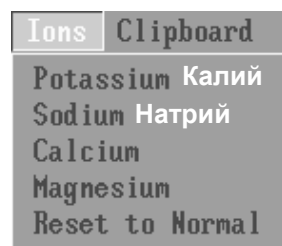


Рис. 8.5

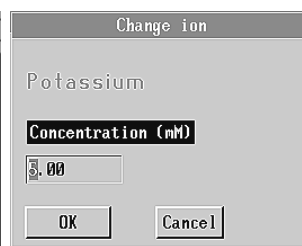


Рис. 8.6

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

«Stimulate» → Nerve.

На экране слева отобразится график сгенерированного потенциала действия (ПД) скелетного мышечного волокна (рис. 8.7).

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. 8.7, стрелка 2). Пик потенциала действия измеряется на графике студентом самостоятельно в соответствии со шкалой осциллографа.

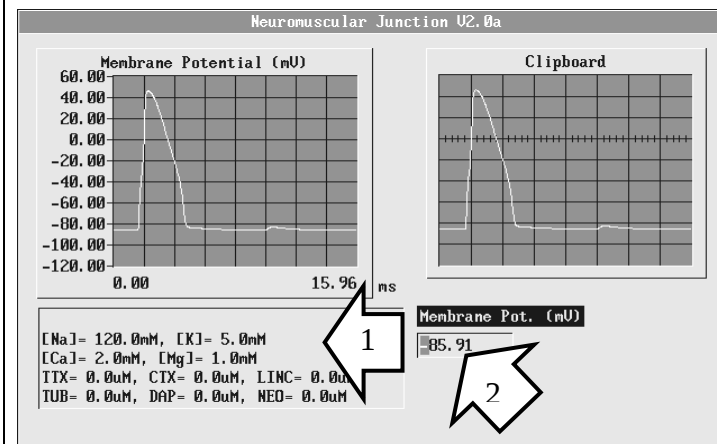


Рис. 8.7

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** или **гиперкалигистия**) 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 8.3. (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* отношение концентрации указанных ионов во вне- и внутриклеточной жидкости.

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

3. На рис. 8.8 *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	$[C_{K^+}]_i$ $[C_{K^+}]_o$	натрий	$[C_{Na^+}]_o$ $[C_{Na^+}]_i$		покоя (E_0)	ΔE	изм. возбудимости	действия
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	46	исходная	+45
5 mM		160 mM		Копировать				
5 mM		80 mM		Копировать				

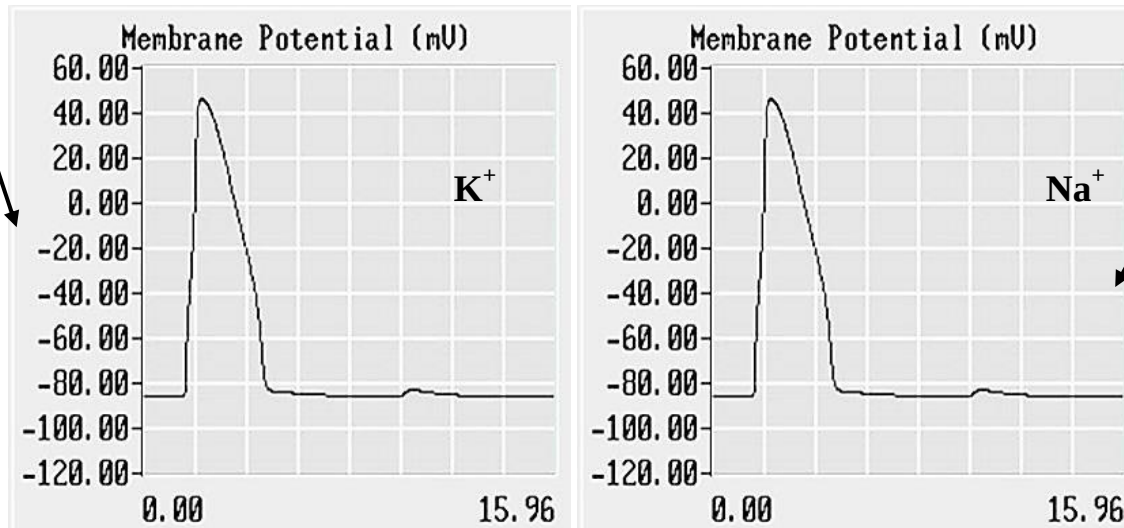


Рис. 8.8

Выводы: _____

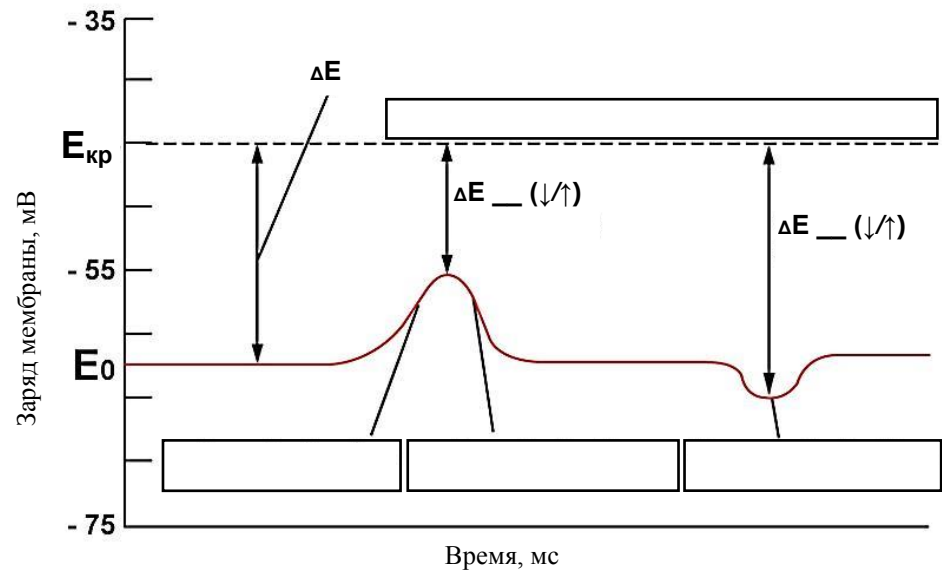
Работа 8.5. ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ГЕНЕРАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ (ПД) И ИЗМЕНЕНИЯ ВОЗБУДИМОСТИ В ПРОЦЕССЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ (выполняется дома самостоятельно)

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

Указания к оформлению протокола. Используя материалы лекции, учебника, ЭУМК, учебного фильма *нарисуйте на рис. 8.9* потенциал действия нервного волокна (*Б*), *синхронные* графики ионных токов (*А*) и *синхронное* изменение возбудимости нервного волокна в ходе возбуждения (*В*). На рис. 8.9, *Б* **обозначьте** локальный ответ и фазы ПД (деполяризация, реполяризация со следовой деполяризацией, следовая гиперполяризация), на рис. 8.9, *В* — фазы возбудимости (абсолютной рефрактерности, относительной рефрактерности, супернормальной и субнормальной возбудимости). Опишите механизмы формирования фаз ПД (табл. 8.1) и правильно соотнесите между собой фазы возбудимости и фазы ПД (табл. 8.2).

Работа 8.4. ИЗМЕНЕНИЯ МЕМБРАННОГО ПОТЕНЦИАЛА И ВОЗБУДИМОСТИ КЛЕТКИ

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



Изменение заряда мембраны	Изменение порога деполяризации	Изменение возбудимости
Деполяризация		
Гиперполяризация		

ПРОТОКОЛ

Таблица 8.1

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

Таблица 8.2

Фаза возбудимости	Соответствующая фаза ПД

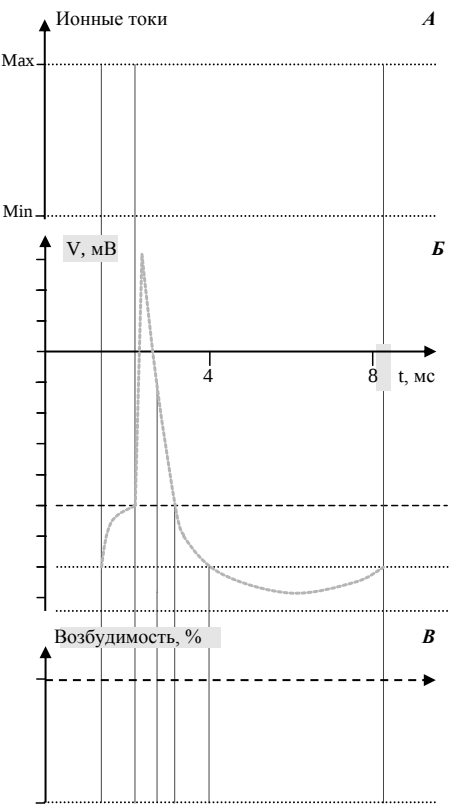


Рис. 8.9. Изменение возбудимости в процессе возбуждения

Работа 8.5. (продолжение)

Заполните пропуски в рис. 8.10. Укажите активационные и инактивационные ворота потенциалзависимых Na^+ -каналов; обозначьте процесс их инактивации и реактивации; отметьте величину заряда мембраны, соответствующую различным состояниям этих ионных каналов.

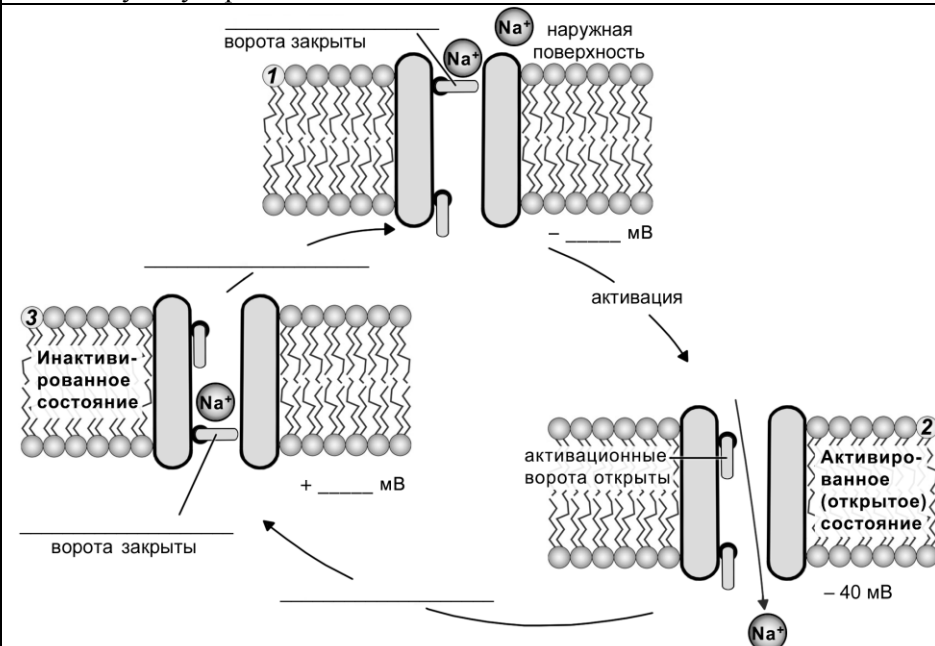


Рис. 8.10. Изменение состояния потенциал-зависимых Na^+ -каналов в процессе возбуждения

Расшифруйте названия биопотенциалов возбудимых клеток (рис. 8.11):

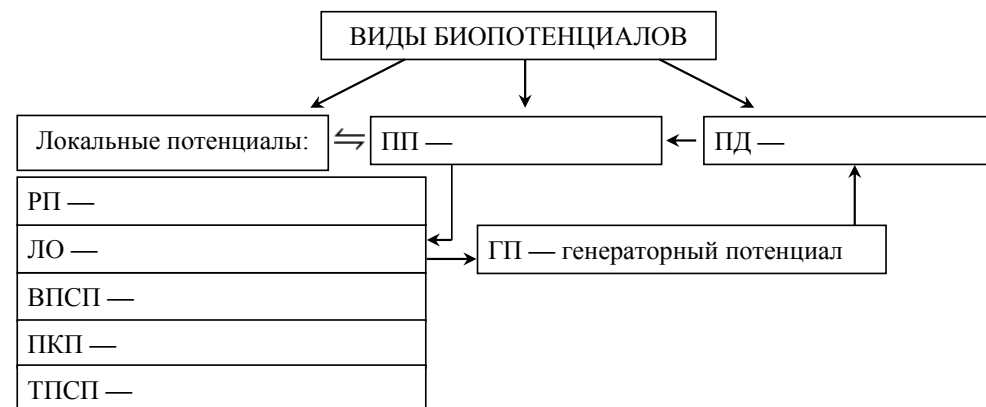


Рис. 8.11. Виды биопотенциалов возбудимых клеток

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

**Занятие 9. ПРОВЕДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНЫМ ВОЛОКНАМ.
СИНАПТИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » ____ 20 ____
день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ: 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. Классификация синапсов, их физиологическая роль. Строение электрического и химического синапса. Пулы везикул пресинаптической терминали, их характеристика. 6. Виды нейромедиаторов и рецепторов к ним в центральных и периферических синапсах. Ионотропные и метаботропные рецепторы. Классификация нейромедиаторов, их синтез и секреция. Комедиаторы и нейромодуляторы. 7. Современные представления о механизмах передачи возбуждения в синапсах на примере нервно-мышечного синапса. Роль ионов кальция. Белки пресинаптической терминали, участвующие в процессе выделения медиатора. 8. Возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП) и его разновидность потенциал концевой пластинки (ПКП): механизмы возникновения, роль в генерации ПД. Типы ионных каналов постсинаптической мембраны концевой пластинки, их роль. Отличия постсинаптической и внесинаптической мембран. Процессы, обеспечивающие восстановление готовности синапса к проведению следующего импульса. Роль ацетилхолинэстеразы (АХЭ) и других ферментов. 9. Функциональные свойства синапсов. 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 никотин-чувствительных холинорецепторов и другие. 11. <u>Возрастные особенности нервных волокон и синапсов.</u>	ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 54–67, 470 (мелкий шрифт). <i>Дополнительная</i> [3]. С. 115–143. [4]. С. 45–55, 66–68.
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ: 1. Как можно нарушить физиологическую целостность нерва? Каков механизм действия местных анестетиков? Гипоксии или охлаждения? 2. Могут ли в разных синаптических окончаниях одного нейрона секретироваться различные нейромедиаторы? 3. Какие факторы определяют реакцию эффекторной клетки на действие нейромедиатора? Каково современное понимание принципов Дейла? 4. Объясните, почему нервный импульс, возникающий в нервном волокне, распространяется вдоль волокна, а не возвращается к месту его генерации. 5. Возможна ли суммация постсинаптических потенциалов и почему?	6. Возможно ли проведение сигнала через синапс при отсутствии ионов Ca^{2+}? 7. Каковы причины снижения лабильности синапса при утомлении? 8. Почему при отравлении кураре — ядом, блокирующим н-холинорецепторы — организм погибает от недостатка кислорода? 9. Как изменится передача сигнала в нервно-мышечном синапсе под действием веществ, обладающих антихолинэстеразным действием? Предположите, в чём будет заключаться разница в результатах влияния на нервно-мышечную передачу обратимых (прозерин, физостигмин) и необратимых ингибиторов ацетилхолинэстеразы (боевые отравляющие вещества — зарин, зоман).

Работа 9.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Кодирование информации — _____ _____	Нейромедиатор — _____ _____
Аналоговое кодирование — _____ _____	Комедиатор — _____ _____
Дискретное кодирование — _____ _____	Нейромодулятор — _____ _____
Аксонный холмик — _____ _____	Комплекс SNARE — _____ _____
Локальный ток — _____ _____	Ацетилхолинэстераза — _____ _____
Декремент — _____ _____	н-Холинорецептор — _____ _____
Перехват Ранвье — _____ _____	Синаптическая задержка — _____ _____
Сальтаторный механизм — _____ _____	Возбуждающий постсинаптический потенциал — _____ _____
Синапс — _____ _____	Миниатюрный потенциал концевой пластинки — _____ _____

Работа 9.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



1. «Демонстрация развития эффекта местных анестетиков в зависимости от времени действия» (01:03) — к работе 9.3. Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



Работа 9.3. ДЕМОНСТРАЦИЯ РАЗВИТИЯ ЭФФЕКТА МЕСТНЫХ АНЕСТЕТИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ДЕЙСТВИЯ



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.

Механизм действия местных анестетиков заключается в блокаде инактивируемых h -ворот быстрых потенциал-зависимых натриевых каналов мембраны афферентных нервных волокон. В результате потенциал действия их мембранах не генерируется. Импульсы от болевых рецепторов не достигают ЦНС, и болевое ощущение не формируется. При этом блокируется передача нервных импульсов от определенной части тела.

Местные анестетики могут блокировать передачу сигнала по любым нервным волокнам, но их чувствительность к действию анестетика зависит от степени миелинизации, диаметра, частоты проведения по ним импульсов, положения волокон в пучке.

Сначала сенсорная афферентация блокируется в волокнах типа В и С, затем в А δ -волокнах. Таким образом, сначала исчезает боль, затем подавляются другие виды чувствительности и в последнюю очередь — двигательные функции.

Миелинизированные волокна блокируются раньше, чем немиелинизированные волокна того же диаметра. Для прекращения возбуждения миелинизированных волокон необходимо, чтобы блокада распространялась как минимум на три последовательных перехвата Ранвье. Эффект анестезии более выражен в активно функционирующих аксонах.

Блокада натриевых каналов — процесс, требующий некоторого времени (обычно нескольких минут). Время развития эффекта зависит от дозы анестетиков и от индивидуальной чувствительности к ним.

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 _____ ($\uparrow$, $\downarrow$), скорость развития деполяризации _____ ($\uparrow$, $\downarrow$).
2. **Вывод:** для достижения эффекта местной анестезии требуется около _____ мин.

В данном эксперименте демонстрируется закон _____

Работа 9.4. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕФРАКТЕРНОСТИ НЕРВНОГО ВОЛОКНА В ПРОЦЕССЕ ГЕНЕРАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ



Ход работы. Откройте программу «14 PhysioEx» (разрешите запуск заблокированного содержимого) → кликните «Access PhysioEx 9.0» → «Exercise 3: Neurophysiology...» → «Activity 5: The Action Potential: Measuring Its Absolute and Relative Refractory Periods». Выберите вкладку «Experiment».

1. Перед вами симулятор лаборатории. Слева располагается участок аксона во влажной камере («Nerve Chamber»). К нему от электростимулятора (вверху справа) подведены стимулирующие электроды (S), а от него — регистрирующие электроды (R1) к осциллографу.
2. Обратите внимание, что длительность стимула («Duration») установлена на стимуляторе 0,5 мс. Установите напряжение стимула («Voltage»), подаваемого по стимулирующему электроду, равным 20 мВ (кликайте по кнопке «+»).
3. Нажмите на кнопку «Одиночная стимуляция» («Single Stimulus»). На экране осциллографа появится запись одиночного потенциала действия (ПД) с амплитудой 100 мВ (вверху, голубая) и отметка стимула (внизу, коричневая).
4. В выпадающем меню установите интервал между стимулами («Interval Between Stimuli») равным 250 мс.
5. Нажмите кнопку «Двойной разряд» («Twin Pulses»). Пронаблюдайте генерацию потенциалов действия. Нажмите кнопку «Записать результаты» («Record Data»).
6. Уменьшите интервал между стимулами («Interval Between Stimuli») до 125 мс и повторите действия из п. 5.
7. Уменьшите интервал между стимулами («Interval Between Stimuli») до 60 мс и повторите действия из п. 5. Обратите внимание, что второй потенциал действия не возник. Возбудимость нейрона в этот момент времени снизилась.
8. Последовательно увеличивайте напряжение стимулирующего тока («Voltage») на 5 мВ, пока не вызовете генерацию второго ПД, и повторяйте действия из п. 5. Вы нашли время **относительного рефрактерного периода**.
9. В меню слева ответьте на вопрос («Stop & Think Question») и отметьте в практикуме верный ответ галочкой: «Порог деполяризации можно определить как минимальную величину напряжения, которое необходимо приложить для генерации ПД. Будет ли порог деполяризации для генерации второго ПД через 60 мс таким же, как для первого ПД, или нет?
 - a. ☐ Порог деполяризации для первого ПД ниже, чем для второго ПД;
 - b. ☐ Порог деполяризации для первого ПД равен величине порога для второго ПД;
 - c. ☐ Порог деполяризации для первого ПД выше, чем для второго ПД.
 Нажмите кнопку «Check Answer» → «Submit».

10. В меню слева ответьте на вопрос («Predict Question») и отметьте в практикуме верный ответ галочкой: «При дальнейшем уменьшении интервалов между стимулами порог деполяризации для второго ПД
 - a. ☐ Будет уменьшаться;
 - b. ☐ Не изменится;
 - c. ☐ Будет повышаться.
 Нажмите кнопку «Далее» («Submit»).
11. Уменьшите интервал времени между стимулами на 50 % и повторите действия из п. 5. Шкала времени на осциллооскопе будет укрупнена до интервалов 10 мс между делениями. Отметьте, появился ли второй ПД.
12. Последовательно увеличивайте напряжение на стимуляторе («Voltage») на 5 мВ и стимулируйте нерв («Twin Pulses»). Повторяйте это действие до появления второго ПД, после чего запишите полученные данные «Record Data».
13. Определите интервал между стимулами, при котором второй ПД не будет генерироваться независимо от величины стимулирующего тока. Установите напряжение («Voltage») на стимуляторе 60 мВ и уменьшите интервал времени между стимулами на 50 %. Стимулируйте нерв («Twin Pulses»). Повторяйте данное действие до прекращения генерации второго ПД, после чего запишите результаты «Record Data». Выявленный интервал отражает продолжительность **абсолютного рефрактерного периода**.

ПРОТОКОЛ

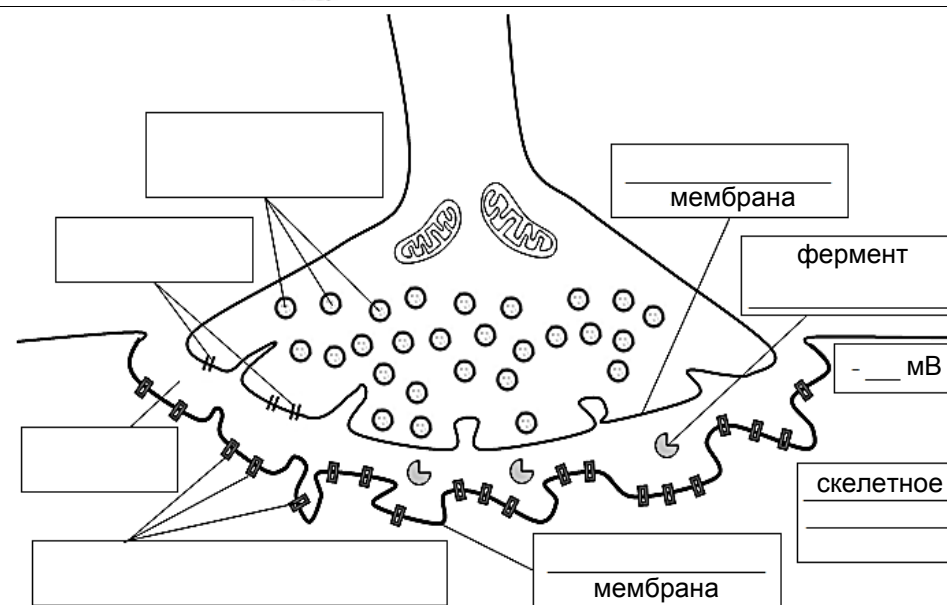
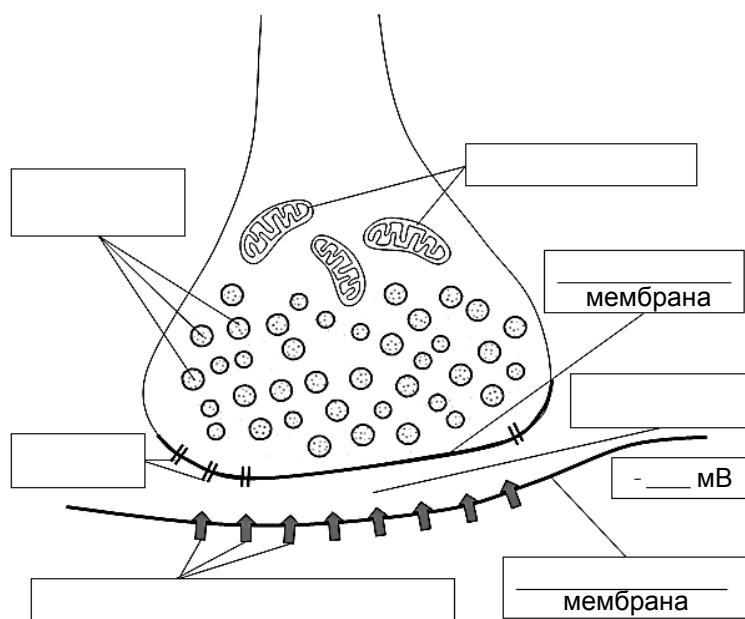
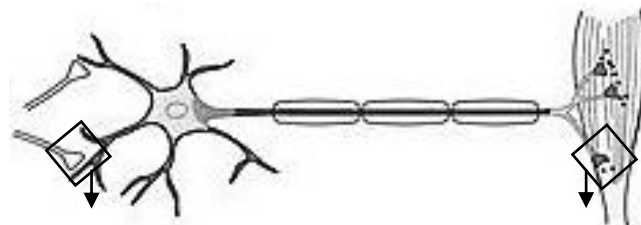
1. Продолжительность абсолютного рефрактерного периода исследуемого нерва составила _____ мс, время относительной рефрактерности — от _____ до _____ мс.
2. В период абсолютной рефрактерности повторная генерация ПД _____. В период относительной рефрактерности порог деполяризации _____ и генерация второго ПД становится возможна только при действии _____ раздражителя.
3. Наличие периода рефрактерности обеспечивает _____ (одностороннее или двустороннее) проведение возбуждения по нервному волокну.

Работа 9.5. СРАВНЕНИЕ СТРОЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО И НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО СИНАПСОВ (выполняется дома самостоятельно)

Заполните названия основных структур центрального и нервно-мышечного синапсов. Укажите их важнейшие функциональные отличия.

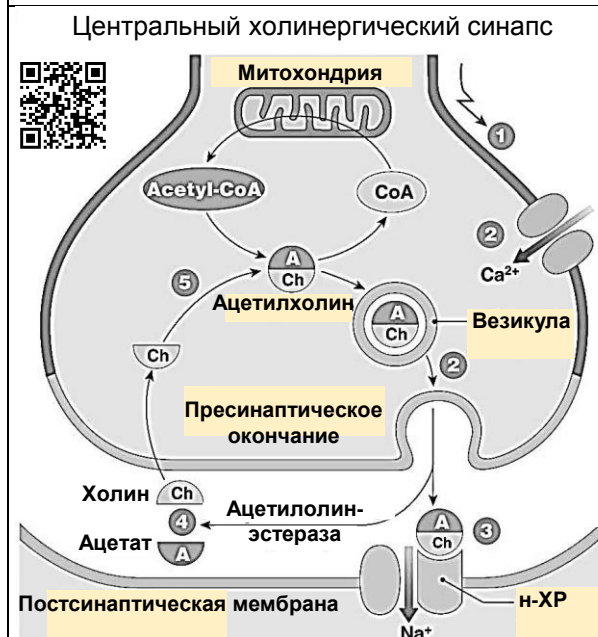
Центральный (межнейронный) синапс

Нервно-мышечный синапс



Заключение: важнейшей функциональной особенностью нервно-мышечного синапса является то, что одного потенциала концевой пластинки на нём _____ (достаточно или нет) для генерации потенциала действия (ПД) на _____ мембране скелетного мышечного волокна. В то же время в центральных межнейронных синапсах для генерации ПД на _____ необходима пространственная или временная суммация _____ возбуждающих постсинаптических потенциалов. Т. о. частота генерации импульсов на скелетном мышечном волокне _____ (точно или нет) повторяет ритм возбуждения _____ нейронов ЦНС.

Работа 9.6. ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ
(выполняется дома самостоятельно)



Опишите последовательность событий в синапсе:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Работа 9.7. СТРОЕНИЕ НЕЙРО-ЭФФЕКТОРНОГО СОЕДИНЕНИЯ
(с ГМК, железистыми и миоэпителиальными клетками)

Нарисуйте
нейроэффекторное
соединение:

Работа 9.8. ЛОКАЛИЗАЦИЯ УТОМЛЕНИЯ В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ ПРЕПАРАТЕ

Если нерв нервно-мышечного препарата длительное время раздражать импульсами тока с частотой 2 Гц, амплитуда одиночных сокращений мышцы постепенно будет уменьшаться в результате *развития в нервно-мышечном препарате утомления*. Перебросим раздражающие электроды с нерва на мышцу (на рисунке отмечено стрелкой) — амплитуда сокращений мышцы вновь повысится:



ПРОТОКОЛ

1. Объясните полученный результат: _____
2. В системе «нерв-синапс-мышца» наиболее утомляем: _____

Работа 9.9. 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

Работа 9.10. ИЗУЧЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН (выполняется дома самостоятельно)

Используя лекции, учебник, ЭУМК, *заполните* таблицы и *выучите* представленный в них материал.

В таблицах показано примерное соответствие двух классификаций.

Классификация нервных волокон теплокровных (по Эрлангеру–Гассеру)					Классификация <i>афферентных</i> нервных волокон теплокровных (по Ллойд–Ханту)				
Тип волокна	Диаметр, мкм	Скорость проведения, м/с	Миели- низация	Функция	Тип волокна	Диаметр, мкм	Скорость проведения, м/с	Мие- лини- зация	Сенсорные рецепторы, от которых берут начало афферентные волокна
Aα	12–22			Моторные волокна скелетных мышц. Афферентные волокна от мышечных рецепторов	Ia	18–22	90–120	+	Афферентные рецепторы мышечных веретён
	8–12			Афферентные волокна от рецепторов прикосновения	Ib	15–18	70–90	+	Сухожильные рецепторы Гольджи
	4–8			Моторные волокна к мышечным веретенам. Афферентные волокна от рецеп- торов прикосновения и давления	II	8–12	40–70	+	Вторичные мышечные веретёна, все механоре- цепторы кожи
	1–4			Афферентные волокна от некоторых рецепторов холода, давления, боли	III	1–5	3–30	±	Нервные окончания, воспринимающие давление, рецепторы боли и холода
	1–3,5			Пре- и постганглионарные вегетативные волокна					
	0,5–2,0			Постганглионарные вегетатив- ные волокна (симпатические). Афферентные волокна от некоторых рецепторов тепла, давления, боли	IV	< 2	0,5–2	–	Рецепторы тепла, давления, боли

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ: 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. Оптимум и пессимум реакции. Кровоток в мышцах при сокращении. 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. 7. Гладкие мышцы. Физиологические свойства и особенности. 8. Факторы, вызывающие сокращение гладкомышечных клеток. Мембранные рецепторы и ионные каналы, участвующие в запуске сокращения. Роль кальция, источники и механизмы повышения его концентрации в саркоплазме. 9. Механизм сокращения и расслабления гладкой мышцы. Тонус гладких мышц. Возможности влияния на тонус гладких мышц (воздействие на мембранные рецепторы и ионные каналы гладких миоцитов). 10. Понятие о миоэпителиальных клетках и их функциях. 11. Особенности мышечных волокон у новорождённого. Возрастные особенности функционирования скелетных и гладких мышц.	ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 122–138. <i>Дополнительная</i> [3]. Ч. 1. С. 143–177. [4]. С. 55–66, 68–71
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ: 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 CaCl_2, который вводят медленно внутривенно. Можно ли этот раствор ввести внутримышечно? К каким последствиям приведёт такое введение? 3. Что является естественным стимулом для сокращения скелетной мышцы? Какие факторы могут вызвать сокращение гладкой мышцы?	4. Назовите источники Ca^{2+} для сокращения скелетной и гладкой мышц. 5. Какие участки саркомера изменяют свою длину при сокращении мышечного волокна? 6. Перечислите основные функциональные отличия ГМК от скелетных мышечных волокон. 7. Какова роль киназы и фосфатазы лёгких цепей миозина ГМК? 8. Перечислите основные виды кальциевых каналов плазматической мембраны гладкомышечной клетки (ГМК) (1, 2, 3) и эндоплазматического ретикула ГМК (1, 2).

Работа 10.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Саркомер — _____ _____	Оптимум реакции — _____ _____
Толстая нить — _____ _____	Ауксотоническое сокращение — _____ _____
Тонкая нить — _____ _____	Тонус мышцы — _____ _____
Тропонин — _____ _____	Моторная единица — _____ _____
Тропомиозин — _____ _____	Белые мышечные волокна — _____ _____
Небулин — _____ _____	Физиологическое поперечное сечение — _____ _____
Титин — _____ _____	Киназа лёгких цепей миозина — _____ _____
Электромеханическое сопряжение — _____ _____	Феномен «защёлки» — _____ _____
Тетанус — _____ _____	Динамометрия — _____ _____

Работа 10.2. 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. 6.3). 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. 10.1 даны нормативы силы рук с учётом тенденции её изменения у студентов БГМУ.

Таблица 10.1

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. 10.1). 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.

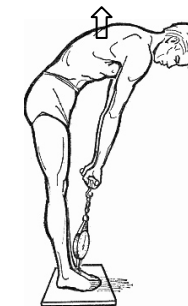


Рис. 10.1

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 10.2. (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» [9].

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. 10.1:

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 10.3. ЭРГОМЕТРИЯ МЫШЦ РУКИ

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

Материалы и оборудование: ручной динамометр.

Ход работы. После проведения ручной динамометрии (работа 10.2) 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 Р:

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

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 10.3. (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 y в соответствии с полученными Вами данными. Шкалы на графиках правой и левой руки должны быть одинаковыми.



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

Проанализируйте динамику изменения силы сжатия динамометра во времени: _____

Работа 10.4. 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 10.4. (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.

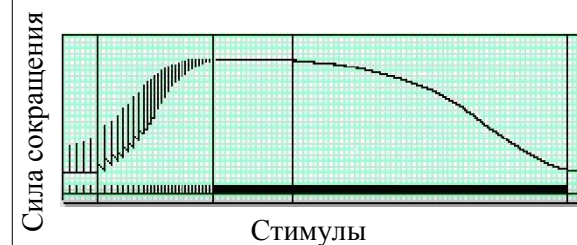
Эффект лестницы. Сила сокращения увеличивается, но каждый раз достигается полное расслабление мышцы, т. е. временная суммация отсутствует. Возрастание амплитуды сокращения может быть вызвано повышением температуры мышцы и увеличением активности ферментов.

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.

Обозначьте виды сокращения мышцы



Работа 10.4. (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 трудно¹¹.

Страница 17: Резюме.

ПРОТОКОЛ

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

частота стимуляции: _____

количество вовлечённых моторных единиц: _____

исходная длина мышцы: _____

¹¹ 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.

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. Понятие о нейромедиаторных системах мозга. 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. <u>Тенденции становления процессов возбуждения и торможения у детей.</u> 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. <u>Возрастные особенности у детей.</u> 12. Функции нейроглии. Гематоэнцефалический барьер (ГЭБ), структура и функции. Особенности барьерной функции ГЭБ в различных отделах ЦНС. <u>Особенности ГЭБ у детей.</u> 13. Роль ликвора в жизнедеятельности мозга. Показатели, характеризующие состав, свойства ликвора и ликвородинамику в норме. 14. Особенности метаболизма мозга и его обеспечение системой мозгового кровообращения. Продолжительность жизни нейронов в условиях аноксии. Возможности восстановления функций мозга. Влияние гипотермии, гипертермии. Время реанимации.	ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 36–38, 64–81, 203–204. <i>Дополнительная</i> [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? 2. Как и почему изменится функциональная активность (тонус) нервного центра: при снижении поступления к нему афферентных нервных импульсов; гипоксии; действии токсических веществ, угнетающих метаболизм; увеличении частоты афферентной импульсации? 3. Почему именно в мозге при высокой активности нейронов концентрация внеклеточного калия может существенно возрасть? К каким последствиям это может приводить и какой механизм предотвращает эти последствия в физиологических условиях? 4. Объясните причины основных функциональных различий нервно-мышечного и межнейронного синапсов. 5. В чем отличие первичного и вторичного торможения? 6. Может ли нейронная цепь в составе: альфа-мотонейрон – клетка Реншоу – альфа-мотонейрон сохранять информацию? 7. В чем заключается физиологический смысл реципрокного торможения? Приведите примеры нарушений, которые могут наблюдаться в отсутствие реципрокности. 8. Почему время сухожильного рефлекса является самым коротким по сравнению со временем других рефлексов? 9. Почему при изучении миотатических рефлексов кроме оценки их силы необходимо сравнение однотипных рефлексов с правой и левой стороны? 10. Ребёнку, страдающему врождённой глухотой, в раннем детском возрасте произвели операцию по восстановлению слуха путём вживления имплантата в улитку. Будут ли нейроны слуховой коры этого ребёнка реагировать на звук? Как будут реагировать указанные нейроны, если операцию провести взрослому человеку? 11. Каково время выживания нейронов головного мозга в условиях гипоксии (аноксии)? От каких факторов оно зависит?	
Работа 11.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Аксон — _____	Торможение в нервной системе — _____
Аксонный холмик — _____	Клетка Реншоу — _____
Закон Бёлла-Мажанди — _____	ГАМК — _____
Рефлекс — _____	Нервное ядро — _____
Обратная связь — _____	Нервный центр — _____

Работа 11.2. ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ МЕХАНИЗМОВ ИНТЕГРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕЙРОНА



Работа выполняется с помощью компьютерной программы «Interactive Physiology» (ярлык «15_IP»). В меню программы слева щёлкните ЛКМ по названию темы «**Nervous System II**» и выберите раздел «Постсинаптические потенциалы и интеграция сигнала в клетке» (**Synaptic Potentials and Cellular Integration**).

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 > Nervous System II > Synaptic Potentials and Cellular Integration**» надо кликнуть по «**Nervous System II**»).

Страница 1: Постсинаптические потенциалы и интеграция сигнала в клетке. Постсинаптические потенциалы являются входными сигналами для нейрона. Если мембрана клетки на аксонном холмике деполяризуется до пороговой величины, генерируется ПД, который является выходным сигналом нейрона.

Страница 3: Потенциал действия — подчиняется закону «всё или ничего». ПД определённой клетки имеет постоянные амплитуду и продолжительность, распространяясь от тела нейрона к периферии. Форма ПД постоянна и специфична для конкретной клетки.

Щёлкните ЛКМ по аксонному холмику и наблюдайте распространение ПД по аксону. ПД распространяется без затухания на большие расстояния.

Страница 4: Постсинаптические потенциалы нейрона имеют маленькую амплитуду, недостаточную для достижения критического уровня деполяризации.

Щёлкните по телу нейрона и наблюдайте прямую запись ВПСП (деполяризацию), по второму щелчку — ТПСП (гиперполяризацию) мембраны нейрона.

Страница 5: Амплитуда постсинаптических потенциалов может изменяться. Она зависит от числа синаптических везикул, выделивших нейромедиатор. Это, в свою очередь, зависит от количества ионов Ca^{2+} , поступивших в пресинаптическую терминаль.

Щёлкните по аксону справа и наблюдайте за генерацией ВПСП.

В некоторых случаях при большой частоте импульсации увеличивается количество кальция, входящего с каждым импульсом в пресинаптическую терминаль. Это вызывает увеличение амплитуды постсинаптического потенциала, или его «потенциацию», на некоторое время. Кликните на пресинаптический аксон, чтобы пронаблюдать усиленный (сиреневый) ВПСП.

В некоторых синапсах, например в аксо-аксональных, наоборот может произойти ограничение входа Ca^{2+} , что приводит к депрессии (уменьшению амплитуды) постсинаптического потенциала. Щёлкните на исходный пресинаптический аксон, чтобы пронаблюдать пресинаптическое торможение (потенциал обозначен зелёным).

Влияя на количество кальция, поступающего в пресинаптическую терминаль, можно добиться потенциации или депрессии постсинаптического потенциала. Т. о. постсинаптические потенциалы подчиняются закону силы.

Страница 6: Постсинаптические потенциалы затухают с расстоянием. Их амплитуда максимальна возле синапса, в котором они возникли.

Щёлкните на пресинаптическую терминаль и наблюдайте изменение амплитуды ВПСП с расстоянием. В отличие от ПД, постсинаптические потенциалы (как ВПСП, так и ТПСП) могут распространяться только на небольшие расстояния.

Работа 11.2. (продолжение)

Страница 7: ВПСП суммируются. Одиночный ПД пресинаптического нейрона вызывает на постсинаптической мембране ВПСП, который слишком мал, чтобы деполяризовать мембрану аксонного холмика до порогового уровня.

Щёлкните по пресинаптической терминали слева, чтобы сгенерировать одиночный ВПСП. Кликните ещё раз, чтобы пронаблюдать *временную сумму* двух ВПСП.

Чтобы начать генерацию нового ПД, необходимо суммировать несколько ВПСП — кликните третий раз по пресинаптической терминали.

ВПСП от нескольких синапсов также суммируются — это **пространственная суммация**. Щёлкните на одну из пресинаптических терминалей слева.

Страница 8: ТПСП также суммируются как друг с другом, так и с ВПСП. ТПСП снижает эффективность деполяризации нейрона, удерживая заряд мембраны нейрона на подпороговом уровне и предотвращая генерацию ПД.

Щёлкните на аксон справа и пронаблюдайте одиночный ТПСП. Кликните на тело нейрона, чтобы увидеть временную и, затем, пространственную сумму ТПСП.

Суммируясь с возбуждающими потенциалами, тормозные потенциалы уменьшают их амплитуду. Щёлкните на тело нейрона, чтобы увидеть эффект такой суммы, записанный вблизи центра тела нейрона. Отметьте, что суммарный уровень деполяризации значительно меньший, чем при пространственной суммеции двух ВПСП.

Т. о. активация тормозных синапсов снижает эффективность возбуждающих, препятствуя возбуждению нейрона. При этом ВПСП должен пройти по мембране нейрона до аксонного холмика, где и появляется возможность генерации ПД. Значит, чем ближе синапс располагается к аксонному холмику, тем выше его эффективность. В ЦНС тормозные синапсы часто располагаются недалеко от аксонного холмика, где они наиболее эффективны.

Страница 9: Нейрон интегрирует информацию, поступающую от синапсов. Работа нейрона напоминает процесс голосования. Подобно тысячам голосующих, синапсы посылают голоса «за (aye)» и «против (nay)», и нейрон подсчитывает их на аксонном холмике. Если число голосов «за» (ВПСП) преобладает и достаточно для достижения критического уровня деполяризации, на аксонном холмике генерируется ПД. Если преобладают голоса «против» (ТПСП), нейрон продолжает «молчать». Щёлкните на синапсы, затем на тело нервной клетки, чтобы пронаблюдать различные эффекты.

Этот процесс называется интегративной деятельностью нейрона. На аксонном холмике постоянно происходит процесс принятия решения, возбудится ли нейрон, или нет. Т. е. на основании множества противоборствующих входящих сигналов формируется (или нет) один исходящий сигнал. Этот процесс идёт непрерывно. При этом каждый ПД как бы «смывает» весь рисунок постсинаптических потенциалов, перезаряжая и «обнуляя» заряд мембраны нейрона.

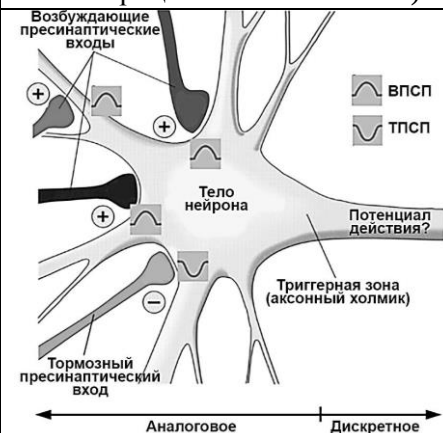
Такая деятельность нейрона весьма схожа с фундаментальными принципами функционирования нервной системы в целом. В частности, наша нервная система постоянно делает выбор между удовлетворением нескольких альтернативных потребностей. Щёлкните по студенту, чтобы посмотреть на пример работы ЦНС в целом.

Работа 11.2. (продолжение)

Возбуждающий синапс	Тормозный синапс
ВПСП — _____	ТПСП — _____
Классические нейромедиаторы (напишите примеры):	
Изменения мембранного потенциала (обведите кружками):	
–5, –30, –90, –120 мВ	–5, –30, –90, –120 мВ
Укажите, произошла деполяризация или гиперполяризация:	

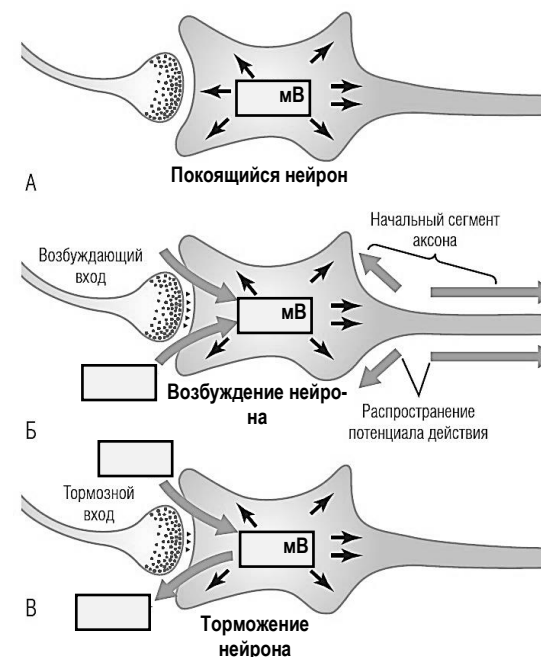
В целом постсинаптические потенциалы обладают схожими характеристиками. Эти потенциалы подчиняются закону силы, т. е. их амплитуда зависит от силы действующего стимула (количества нейромедиатора). Они распространяются с затуханием и могут суммироваться.

Для оценки амплитуды потенциалов в качестве нулевой точки принимают уровень потенциала покоя. Например, при изменении заряда мембраны с –70 до –60 мВ амплитуда потенциала составляет 10 мВ. При этом заряд мембраны становится менее отрицательным — она *деполяризуется* (ВПСП). Возможна и *гиперполяризация* мембраны, например с –70 до –80 мВ (заряд становится более отрицательным — ТПСП).



Возникнет ли потенциал действия: да или нет?

Заполните пропуски:



Заполните таблицы:

Классические возбуждающие медиаторы	Основные механизмы действия
Классические тормозные медиаторы	Основные механизмы действия

Нарисуйте схему временной суммации локального потенциала:

Нарисуйте схему пространственной суммации локального потенциала:

Работа 11.3. ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ТОРМОЖЕНИЯ В ЦНС (выполняется дома самостоятельно)

Используя материал лекций, учебника, ЭУМК, *заполните* схему.

Впишите названия видов торможения и нарисуйте соответствующие схемы.

Первичное		Вторичное	
пресинаптическое	постсинаптическое	торможение после возбуждения	пессимальное
<i>рисунок:</i>	<i>рисунок:</i>	<i>рисунок:</i>	<i>рисунок:</i>
реципрокное	возвратное	латеральное	параллельное
<i>рисунок:</i>	<i>рисунок:</i>	<i>рисунок:</i>	<i>рисунок:</i>

Работа 11.4. ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕННОГО И АХИЛЛОВА РЕФЛЕКСОВ

Миотатические (сухожильные) рефлексy — рефлексy на растяжение мышц. 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.

В клинической практике сухожильные рефлексy 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.

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.).

Не следует забывать, что нарушение рефлекторной реакции возможно при повреждении любого звена — от рецептора до органа-эффектора.

В случае отсутствия рефлекса, для дифференциальной диагностики повреждения афферентного и других звеньев рефлекторной дуги, испытуемого просят осуществить произвольное движение в соответствующем суставе.

Для объективной диагностики состояния различных звеньев рефлекторной дуги могут выполняться измерение времени рефлекса, электромиография, электронейрография, исследование вызванных потенциалов и др.

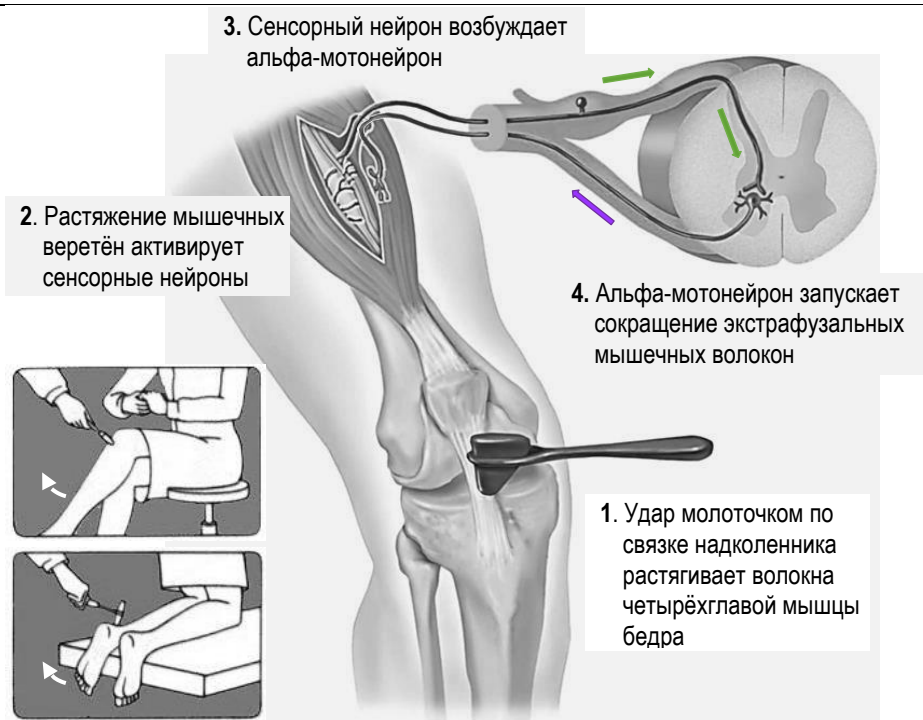


Рис. 11.1. Рефлекторная дуга коленного рефлекса

Перечислите звенья рефлекторной дуги.

Кружком отметьте звено, отсутствующее в дуге миотатического рефлекса:

№	Название звена
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

Работа 11.4. (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. 11.1). 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.

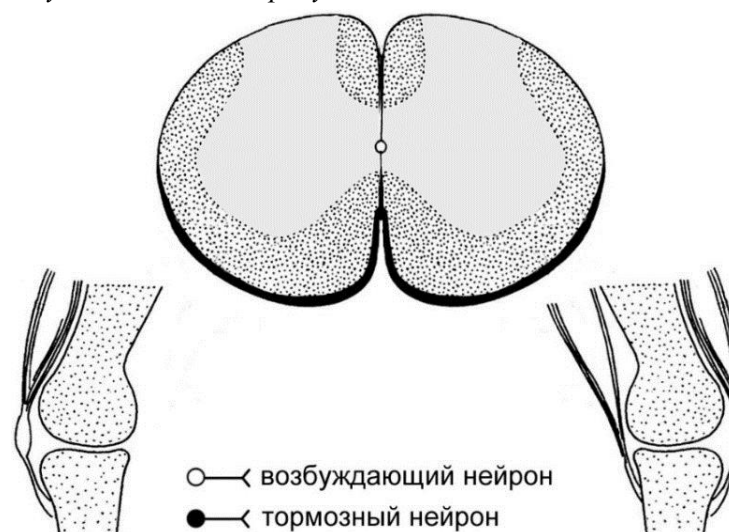
Обследуемый должен стать коленями на стул так, чтобы ступни ног свободно свисали. Нанесите удар молоточком по ахиллову сухожилию. Пронаблюдайте характер подошвенного сгибания стопы. Сравните симметричность рефлекторной реакции.

ПРОТОКОЛ

- У испытуемого коленный и ахиллов рефлексы _____ (выражены, отсутствуют), _____ (симметричны, асимметричны).
- Уровни замыкания рефлексов в спинном мозге: коленного _____; ахиллова _____.
- Вывод:** состояние рефлекторной реакции _____ (в норме, рефлексы асимметричны, не вызываются).

Нарисуйте рефлекторные дуги и заполните пропуски:

Рефлекторная дуга
коленного рефлекса



Рефлекторная дуга, обеспечивающая сгибание ноги в коленном суставе при болевом воздействии на кожу ноги

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. Мишени: _____ - и _____ мышечные волокна _____ скелетной мышцы.	5. Мишени: _____ - 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 11.5. ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ



Электромиография — метод регистрации суммарной биоэлектрической активности мышцы. Могут использоваться как поверхностные, так и погружные игольчатые электроды. Электромиограмма (ЭМГ) отражает состояние тонуса мышцы в покое и её функциональную активность при сокращении.

Во время бодрствования человека в состоянии покоя с поверхности кожи регистрируется ЭМГ, имеющая характер непрерывных частых осцилляций очень низкой амплитуды (от 5 до 10 мкВ). При последующем сокращении и напряжении мышцы наблюдается повышение электрической активности, достигающее максимума при изометрическом сокращении (амплитуда колебаний может достигать 1000–2000 мкВ, частота колебаний — 100 Гц).

Электромиографические исследования применяются в клинике, физиологии труда и спорта. Они позволяют оценить функциональное состояние исследуемых мышц и иннервирующих их нервов, уточнить уровень нарушения в системе «ЦНС – нерв – синапс – мышца».

Материалы и оборудование. Поверхностные (кожные) электроды, электромиограф или электроэнцефалограф, позволяющий регистрировать ЭМГ, набор грузов в диапазоне 0,5–3 кг, марля, электроды, электропроводящая паста или 3 % раствор NaCl, спирт.

Ход работы. Электроды накладываются биполярно на поверхность кожи над двуглавой мышцей плеча и присоединяются к электромиографу. «Заземляющий» электрод накладывают на боковую поверхность плеча в области с минимальным количеством мышц.

Регистрируют ЭМГ в различных условиях: а) покой; б) сгибание руки в локтевом суставе; в) разгибание руки; г) напряжение двуглавой мышцы руки при возрастающей нагрузке.

В последнем случае испытуемый стоит, свободно опустив руки вниз. Затем испытуемый сгибает локоть так, чтобы предплечье оказалось в горизонтальном положении. На его ладонь положите грузы, возрастающие по весу, например, 0,5, 1 и 3 кг, попросив испытуемого удерживать предплечье в горизонтальном положении.

Указания к оформлению протокола:

1. Результат исследования: визуально сравните характер ЭМГ в различных условиях исследования (амплитуда и частота импульсов). Нарисуйте наблюдаемую ЭМГ.

2. В выводе сделайте заключение о изменении активности моторного центра, иннервирующего двуглавую мышцу плеча.

ПРОТОКОЛ

1. Рисунок ЭМГ двуглавой мышцы в разных условиях:

Покой	Сгибание руки	Разгибание руки	При напряжении (удержании груза)		

2. **Вывод:** электрическая активность двуглавой мышцы плеча и активность нервных центров, её иннервирующих, при сгибании руки в локтевом суставе и особенно при дополнительном напряжении мышцы для удержания груза, относительно состояния покоя значительно _____ (↑ или ↓), об этом свидетельствует _____ (↑ или ↓) амплитуды и частоты волн ЭМГ.

Работа 11.6. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЦИПРОКНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ

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

Ход работы. Электроды электромиографа накладывают на кожу руки испытуемого над проекциями двуглавой и трёхглавой мышц (см. работу 11.5).

Записывают ЭМГ в различных условиях:

- покой;
- сгибание руки в локтевом суставе;
- разгибание руки;
- синергичное напряжение двуглавой и трёхглавой мышц руки (удержание руки в положении сгибания в локтевом суставе при давлении на неё или одновременное напряжение мышц плеча вытянутой и отведённой руки).

Указания к оформлению протокола:

1. Нарисуйте ЭМГ, записанную в различных условиях.

2. Нарисуйте рефлекторную дугу, обеспечивающую реципрокное торможение мышц-антагонистов, и схему реципрокного торможения.

Сделайте заключение о состоянии активности моторных центров, иннервирующих двуглавую и трёхглавую мышцы плеча в данном исследовании.

ПРОТОКОЛ

Запись ЭМГ от мышцы	покой	сгибание руки	разгибание руки	синергичное напряжение
Двуглавой				
Трёхглавой				

1. Схема реципрокного торможения (А) и соответствующей рефлекторной дуги (Б):

(А)

(Б)

2. **Вывод:** активность моторных центров, иннервирующих двуглавую и трёхглавую мышцу в условиях покоя _____ (высокая или минимальная); при сгибании и разгибании руки в локтевом суставе соответственно _____ (повышается или понижается); при синергичном напряжении мышц плеча _____ (возрастает или нет) в обоих центрах.

Работа 11.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ АХИЛЛОВА РЕФЛЕКСА



Время рефлекса — период времени от момента нанесения раздражения до начала ответной реакции. Время рефлекса зависит от силы раздражения и функционального состояния организма и отдельных структур рефлекторной дуги. При этом время сухожильных рефлексов, в отличие от времени полисиннаптических рефлексов, практически постоянное и не зависит от силы действующего раздражителя.

Обычно у здорового человека наибольшая задержка в передаче нервного импульса от рецепторов к органу-эффектору наблюдается на уровне синапсов — в среднем по 0,5 мс.

Материалы и оборудование. Электромиорефлексометр, марля, электроды, электропроводящая паста или 3 % раствор NaCl, спирт.

Ход работы. Для регистрации электромиограммы обследуемому на обезжиренную кожу в области икроножной мышцы поверх смоченных марлевых прокладок накладывают электроды.

Время рефлекса определяется от момента нанесения раздражения до появления биоэлектрического компонента ответной двигательной реакции.

Включение миллисекундомера рефлексометра осуществляется при замыкании контактов во время удара молоточком по ахиллову сухожилию, выключение — при появлении рефлекторно вызванных биопотенциалов в мышце. Измерение времени рефлекса проводят 3 раза и находят среднее значение.

Указания к оформлению протокола:

1. *Определите* среднее значение времени сухожильного рефлекса.
2. *Объясните*, почему время сухожильного рефлекса самое короткое по сравнению с другими рефлексами.

ПРОТОКОЛ

1. Время рефлекса: 1) _____ мс; 2) _____ мс; 3) _____ мс.

Среднее значение времени ахиллова рефлекса равно _____ мс.

2. Время сухожильного рефлекса самое короткое, так как _____

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

**Занятие 12. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО РАЗДЕЛУ
«ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ»**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«___» _____ 20___
день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ: 1. Общие свойства возбудимых тканей. Раздражимость, возбудимость. Возбуждение и формы его проявления. Параметры возбудимости. Хронаксиметрия. Реобаза и хронаксия. Кривая «сила–длительность». 2. 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. 3. Сенсорные рецепторы, классификация, строение и функции. Кодирование информации о качестве и силе раздражителя. Аналоговое и дискретное кодирование. Адаптация рецепторов. 4. Биопотенциалы как носители информации в живом организме. Виды электрических сигналов в организме, их сравнительная характеристика. 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. Равновесный потенциал. Уравнение Нернста. 7. Рецепторный потенциал, его характеристика, механизм возникновения (на примере механорецептора). 8. Потенциал действия, фазы и ионные механизмы его развития их графическое изображение. Роль потенциалзависимых ионных каналов. 9. Изменение возбудимости в процессе возбуждения. Рефрактерность, её причины и физиологическое значение. Лабильность. 10. Сравнительная характеристика рецепторного потенциала, локального ответа, потенциала действия. 11. Физиологическая роль структурных элементов нервного волокна. Роль афферентных и эфферентных нервных волокон. 12. Классификация нервных волокон. Роль нервных волокон различных типов. Скорости проведения возбуждения. 13. Механизм проведения возбуждения по миелиновым и безмиелиновым нервным волокнам, законы проведения возбуждения. Аксональный транспорт. 14. Классификация синапсов, их физиологическая роль. Строение электрического и химического синапса. Функциональные свойства синапсов.	ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 30–38, 41–81, 122–138, 203–204, 470. <i>Дополнительная</i> [3]. Ч. 1. С. 35–72, 81–208. [4]. С. 17–19, 21–74, 83–105, 137–138, 143–144. Организация коллоквиума Компьютерный тест «12. КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Итоговое занятие...». Проверьте допуск! 50 вопросов за 28 минут. Отметка 7 баллов и выше может быть получена только после дополнительного опроса. Преподаватель может задать дополнительные устные или письменные вопросы независимо от результатов тестирования.
--	---

15. Виды нейромедиаторов и рецепторов к ним в центральных и периферических синапсах. Комедиаторы и нейромодуляторы. Факторы, определяющие реакцию эффекторной клетки на действие нейромедиатора. 16. Современные представления о механизмах передачи возбуждения в синапсах на примере нервно-мышечного синапса. Роль ионов кальция. Белки пресинаптической терминали, участвующие в процессе выделения медиатора. 17. Возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП) и его разновидность потенциал концевой пластинки (ПКП): механизмы возникновения, роль в генерации потенциала действия. Процессы, обеспечивающие восстановление готовности синапса к проведению следующего импульса. Роль ацетилхолинэстеразы. 18. Возможности фармакологического влияния на процессы передачи сигналов в химических синапсах (на примере нервно-мышечного синапса): блокада экзоцитоза ацетилхолина; ингибирование АХЭ (обратимое или необратимое); блокада или стимуляция никотинчувствительных холинорецепторов. 19. Структура скелетных мышечных волокон. Саркомер. Белки миофиламентов, их роль. Фактор, вызывающий сокращение скелетных мышц. 20. Механизм сокращения и расслабления одиночного мышечного волокна и мышцы в целом. Электромеханическое сопряжение, роль ионов кальция. 21. Физиологические свойства скелетных мышц. Соотношение возбуждения, возбудимости и сокращения скелетного волокна. 22. Виды и режимы сокращения мышц. Одиночное сокращение, его фазы. Суммация сокращений, тетаническое сокращение, его виды. 23. Обеспечение метаболизма мышц. Утомление мышц. Изменения в мышцах при бездействии и денервации. 24. Моторные единицы, их виды и характеристика (структурные, метаболические и функциональные особенности). Факторы, определяющие силу и точность сокращения мышцы. Тонус мышц.	25. Гладкие мышцы. Физиологические свойства и особенности. Факторы, вызывающие сокращение гладкомышечных клеток. Мембранные рецепторы и ионные каналы, участвующие в запуске сокращения. Роль кальция, источники и механизмы повышения его концентрации в саркоплазме. 26. Механизм сокращения и расслабления гладкой мышцы. Тонус гладких мышц. Возможности влияния на тонус гладких мышц (воздействие на мембранные рецепторы и ионные каналы гладких миоцитов). 27. Функции нервной системы, её роль в обеспечении жизнедеятельности целостного организма и его взаимоотношений с внешней средой. Нейрон. Функциональная классификация нейронов. Физиологические свойства нервных клеток и функции структурных элементов нейрона. 28. Объединение нейронов в нервные цепи. Виды и функции нейронных цепей. Основные принципы распространения возбуждения в нервных цепях. Детерминированность нейронных цепей, понятие об их пластичности. 29. Особенности строения и функций синапсов ЦНС в сравнении с нервно-мышечными синапсами. Нейромедиаторы центральных синапсов. Рецепторы постсинаптической мембраны. Понятие о нейромедиаторных системах мозга. 30. Рефлекторный принцип функционирования нервной системы. Рефлекс. Виды рефлексов. Структура рефлекторной дуги. Обратная связь, её значение. Многоуровневая организация рефлекса. 31. Физиологическое понятие нервного центра. Представление о структуре и функциях нервных центров и ядер. Свойства нервных центров, их тонус. 32. Торможение в ЦНС, его виды и роль. Формы проявления торможения. Первичное и вторичное торможение, их разновидности и механизмы.
---	--

33. Тормозные нейромедиаторы. Механизмы функционирования тормозных синапсов (на примере ГАМК-ергического тормозного синапса). Тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП). 34. Интегративная деятельность нейрона. Механизмы взаимодействия процессов возбуждения и торможения на нейроне. Суммация возбуждения. 35. Координационная деятельность ЦНС и её принципы (конвергенция, дивергенция, реципрокность, общий конечный путь, доминанта, обратная связь).	36. Функции нейроглии. Гематоэнцефалический барьер (ГЭБ), структура и функции. Особенности барьерной функции ГЭБ в различных отделах ЦНС. 37. Роль ликвора в жизнедеятельности мозга. Показатели, характеризующие состав, свойства ликвора и ликвородинамику в норме. 38. Особенности метаболизма мозга и его обеспечение системой мозгового кровообращения. Продолжительность жизни нейронов в условиях аноксии. Возможности восстановления функций мозга. Влияние гипотермии, гипертермии. Время реанимации.
ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ: 1. Графическое изображение различных видов биопотенциалов (умение). 2. Графическое изображение рефлекторных дуг соматических рефлексов (умение).	3. Определение силы мышечных сокращений. Динамометрия ручная и станковая. Расчёт показателей силы. Эргометрия. Физиологическая оценка получаемых показателей (умение). 4. Исследование коленного и ахиллова рефлексов (умение). 5. Электромиография. Физиологическое значение и оценка получаемых показателей (знание).
СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ: 1. В результате острого нарушения кровотока в одной из ветвей коронарных артерий участок миокарда погиб, в результате чего кардиомиоциты начали разрушаться. Как изменится ионный состав межклеточной жидкости? Какие изменения возбудимости оставшихся в живых кардиомиоцитов ожидает врач? Почему? 2. Почему именно в мозге при высокой активности нейронов концентрация внеклеточного калия может существенно возрасть? К каким последствиям это может приводить и какой механизм предотвращает эти последствия в физиологических условиях? 3. При бытовых травмах (ушибы, растяжения и т. п.) рекомендуется прикладывать холод к месту повреждения. Опишите известные Вам на сегодняшний день физиологические механизмы обезболивающего действия холода. Какие физиологические законы используются?	4. К врачу обратился мужчина, накануне проводивший дезинсекцию дихлофосом (фосфорорганическое соединение) без средств индивидуальной защиты. Жалуется на мышечную слабость, затруднение дыхания. Перед этим отмечал период болезненных мышечных спазмов, понос, рвоту, потливость. Объясните физиологические механизмы наблюдаемых явлений. 5. В физиотерапии используются электрические импульсы разной формы: прямоугольные, треугольные, синусоидальные и др. Какие законы реагирования возбудимых тканей применяются в данном случае для обеспечения оптимального влияния электрического тока на ткани? 6. В каком режиме сокращаются мышцы космонавтов на МКС? К каким неблагоприятным последствиям это может привести и какие меры профилактики Вы можете предложить?

7. Новосёлы на руках переносили холодильник с первого на пятый этаж дома (лифт не работал). По пути коробка выскользнула из рук одного из них и упала на лестницу. В каком режиме сокращались мышцы рук новосёлов и каков был вид сокращения (нарисуйте)? Почему один из них выронил коробку? 8. Длительность периода укорочения мышцы при одиночном сокращении равна 0,03 с, а период расслабления — 0,04 с. Определите и нарисуйте виды сокращения этой мышцы при частоте стимуляции 10 Гц, 20 Гц, 50 Гц. 9. В результате гемодиализа (метод очищения крови от продуктов обмена и токсинов — как правило, применяется при нарушении функции почек) у пациента, ранее перенёвшего паратиреоидэктомию, концентрация общего Ca^{2+} снизилась до 1.2 ммоль/л. Какова ожидаемая концентрация ионизированного кальция? Какие физиологические процессы могут нарушаться? Предположите, почему у пациентов с хронической болезнью почек и сохранными паращитовидными железами концентрация Ca^{2+} в крови не снижается, а даже увеличивается (учтите, что при хронической болезни почек также нарушается синтез витамина D_3). 10. При исследовании ахиллова рефлекса врач выявил его асимметрию. При этом пациент жалуется на то, что стал периодически спотыкаться. При осмотре объём произвольных движений и сила в одном из голеностопных суставов снижены. На каком уровне ЦНС возможен патологический процесс? В каких звеньях возможно нарушение функционирования рефлекторной дуги? 11. При исследовании коленного рефлекса врач выявил арефлексию справа. При осмотре объём произвольных движений и сила разгибания в обоих коленных суставах одинаковы. На каком уровне центральной или периферической нервной системы следует искать патологический процесс? В каких звеньях возможно нарушение функционирования рефлекторной дуги?	12. При проведении рефлексометрии время ахиллова рефлекса составило 41 мс, а время рефлекторного разгибания ноги в голеностопном суставе при действии болевого раздражителя — 156 мс. Нарисуйте рефлекторные дуги рефлексов. Объясните полученные различия. 13. 40-летний мужчина жалуется на слабость в конечностях. При обследовании сухожильные рефлексы угнетены, чувствительность и произвольный контроль движений не нарушены, мышечная сила снижена. Хронаксия соматических нервных волокон и скелетных мышц в норме. Время сухожильных рефлексов увеличено до 200 мс (норма — около 40 мс). Предположите, в каком звене рефлекторной дуги нарушена передача нервного импульса. Обоснуйте Ваш ответ. 14. При исследовании коленного рефлекса исследуемый рефлекс не выявляется. На каком уровне ЦНС наблюдается повреждение? Как отличить повреждение афферентного звена от повреждения других звеньев рефлекторной дуги, влияния вышележащих структур ЦНС? Как исключить возможную симуляцию со стороны пациента? 15. Зарисуйте изменения на электромиограмме при сгибании и разгибании руки, удержании груза (синхронно записывается электромиограмма мышц-сгибателей и мышц-разгибателей руки). Объясните причины изменения электромиограммы. Нарисуйте рефлекторные дуги рефлексов, обеспечивающих эти изменения. 16. Одним из важных критериев смерти мозга является отсутствие в нём электрической активности. Можно ли по аналогии говорить о смерти мышцы, если в покое с неё не удаётся зарегистрировать электромиограмму?
---	---

Занятие 13. РОЛЬ И ФУНКЦИИ СПИННОГО МОЗГА, СТВОЛА МОЗГА И МОЗЖЕЧКА

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«___» _____ 20___
 день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ: 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. 10. <u>Возрастные особенности становления функций спинного мозга, ствола мозга и мозжечка у детей.</u>	ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 141–173, 177–178. <i>Дополнительная</i> [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.
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ: 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?	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 13.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Спинальные рефлексы — _____ _____	Проприорецепторы — _____ _____
Жизненно важные центры — _____ _____	Рецепторы Гольджи — _____ _____
Синдром Броун-Секара — _____ _____ _____	Мышечные веретёна — _____ _____ _____
Спинальный шок — _____ _____ _____	Миоз — _____ _____ _____
Альфа-мотонейроны — _____ _____	Мидриаз — _____ _____
Гамма-мотонейроны — _____ _____	Анизокория — _____ _____
Дисметрия — _____ _____	Адиadoхокинез — _____ _____
Работа 13.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ	
 1. «Физиологические и некоторые патологические рефлексы» (04:35) — к работе 13.2. Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК. 	

Работа 13.3. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СУХОЖИЛЬНЫХ РЕФЛЕКСОВ У ЧЕЛОВЕКА (НИЖНЕЧЕЛЮСТНОЙ, РЕФЛЕКС СГИБАТЕЛЯ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ, РЕФЛЕКС РАЗГИБАТЕЛЯ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ)



Сухожильные рефлексы в клинике исследуются с целью оценки функционального состояния ЦНС и топической диагностики заболеваний ЦНС.

Материалы и оборудование. Неврологический молоточек.

Ход работы:

а) *нижнечелюстной рефлекс.* Нанесите лёгкий удар молоточком по подбородку при слегка открытом рте, наблюдайте сокращение жевательных мышц (движение смыкания челюстей);

б) *сухожильный рефлекс сгибателя верхней конечности (локтевой рефлекс).* Левой рукой поддерживайте предплечье обследуемого в полусогнутом положении, подставив ладонь своей руки под его локоть. Нанесите удар молоточком по сухожилию двуглавой мышцы. Пронаблюдайте сгибание руки в локтевом суставе;

в) *сухожильный рефлекс разгибателя верхней конечности.* Станьте сбоку от обследуемого, отведите пассивно его плечо кнаружи до горизонтального уровня, поддерживая его левой рукой у локтевого сгиба так, чтобы предплечье свисало под прямым углом. Нанесите удар молоточком по сухожилию мышцы у самого локтевого сгиба. Пронаблюдайте разгибание предплечья.

Руки испытуемого могут находиться и в других позициях. Например, полусогнутые лежат предплечьем горизонтально на руке исследователя; или сцеплены ладонями в замок, который придерживается исследователем.

Указания к оформлению протокола:

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.

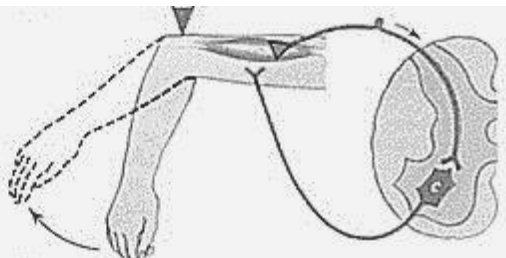
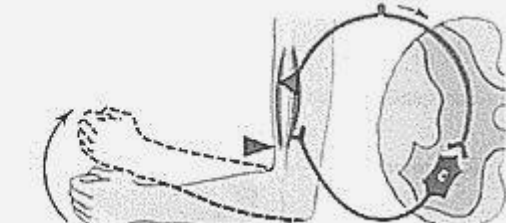
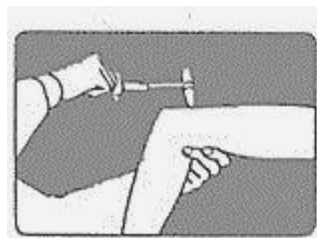


Рис. 13.1. Методика исследования нижнечелюстного рефлекса и рефлексов сгибателя и разгибателя верхней конечности

ПРОТОКОЛ

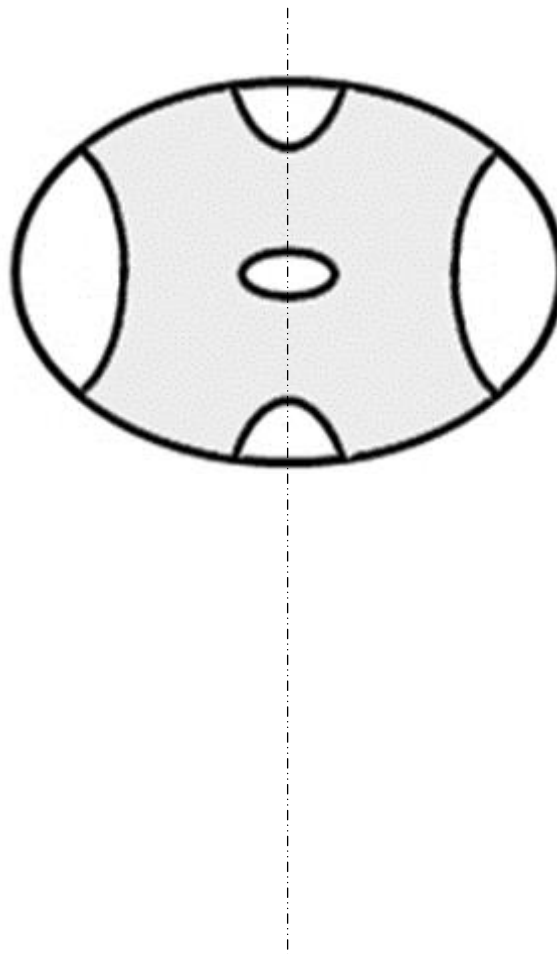
1. Рефлексы _____
(выражены или отсутствуют, симметричны или асимметричны).
2. Рефлекторные дуги сухожильных рефлексов сгибателя и разгибателя верхней конечности замыкаются на уровне _____ и _____ шейных сегментов спинного мозга соответственно.
Рефлекторная дуга нижнечелюстного рефлекса замыкается в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

Работа 13.3. (продолжение)

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

Рефлекс сгибателя верхней конечности (_____)

Рефлекс разгибателя верхней конечности (_____)



Работа 13.4. 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 покрывке 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. 13.1.

Таблица 13.1

Исследование двигательных функций V, VII, IX, X и XII пар ЧН

Исследуемые пары ЧН	Методика
V пара (тройничный)	Испытуемого 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
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)
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)

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите, смог ли испытуемый выполнить все задания и соответствовали ли полученные результаты норме.
2. Сделайте заключение о двигательных функциях изученных ЧН.

ПРОТОКОЛ

1. Испытуемый _____
(выполнил, не выполнил) _____
(все или не все) задания.
Полученные результаты _____
(соответствовали или нет) норме.
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.

Работа 13.5. 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.

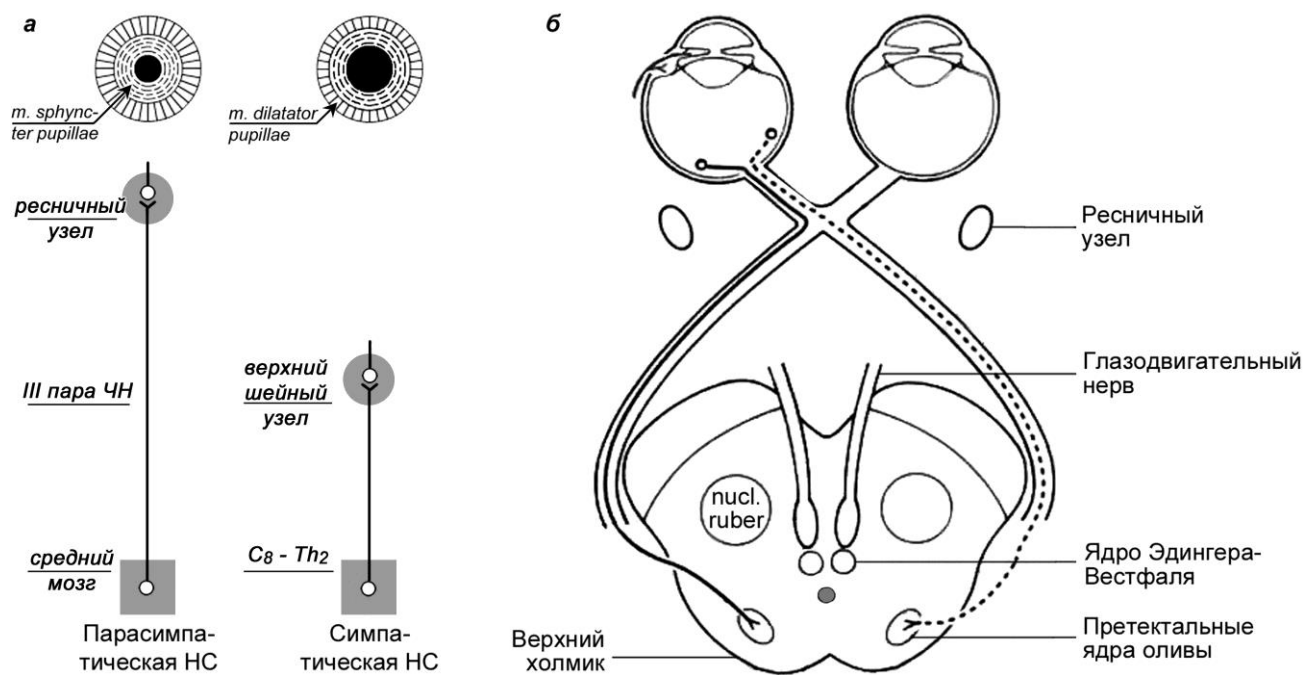
Содружественная реакция зрачка на свет

А) При сумеречном освещении осветите один глаз обследуемого и наблюдайте за диаметром зрачка другого (неосвещённого) 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 (используйте рис. в [3]).

ПРОТОКОЛ



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 13.6. (продолжение)	Работа 13.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ И БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
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 аберраций 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. <i>Оцените</i> состояние зрачков и степень выраженности зрачковых рефлексов. 2. <i>Сделайте заключение</i> о состоянии рефлекторных зрачковых реакций и уровнях их регуляции.	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. Материалы и оборудование: неврологический молоточек с кисточкой и иглой, вата. Указания к оформлению протокола: 1. <i>Опишите</i> ощущения испытуемого. 2. <i>Укажите</i>, по каким проводящим путям проводится данные виды чувствительности. 3. <i>Сделайте заключение</i> о состоянии тактильной чувствительности у испытуемого.
ПРОТОКОЛ 1. Диаметр зрачков изменялся от ____ до ____ мм. Их форма _____ (округлая, неправильная), величина _____ (одинаковая, анизокория). 2. При конвергенции глаз зрачки _____, а при дивергенции _____. 3. Вывод. Зрачковые рефлексы _____ (выражены, нарушены). Диаметр зрачка контролируется структурами _____ мозга с участием _____.	ПРОТОКОЛ 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 _____.
	Работа 13.8. ИССЛЕДОВАНИЕ МЫШЕЧНО-СУСТАВНОГО ЧУВСТВА 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. ПРОТОКОЛ 1. Испытуемый _____ (правильно, не правильно) распознаёт и называет пассивные движения в суставах. 2. Осознаваемая проприоцептивная чувствительность проводится по волокнам пучков _____ в _____, а неосознаваемая — по волокнам _____ путей в _____. 3. Вывод: _____.

Работа 13.9. ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ФУНКЦИЙ МОЗЖЕЧКА

Эфферентные сигналы из мозжечка регулируют активность нейронов вестибулярных (Дейтерса) и красных ядер, ядер таламуса, а через них активность центральных (корковых и экстрапирамидных) и периферических (α - и γ -мотонейронов спинного мозга и ядер черепных нервов) 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.*

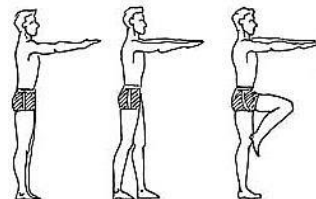
При нарушениях функции мозжечка у человека наблюдаются расстройства двигательных функций, что проявляется: снижением силы сокращения мышц (**астения**); утратой способности к длительному сокращению мышц, что затрудняет стояние, сидение (**астазия**) и хождение (**абазия**); непроизвольным изменением 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. 13.2. *Второй студент страхует испытуемого от падения!*

Таблица 13.2

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 адиадохокинез	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 (адиадохокинеза).	
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)	

Работа 13.9. (продолжение)**ПРОТОКОЛ**

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 –)
2. **Вывод.** Мозжечковый контроль двигательной активности у испытуемого _____ (*в норме или нарушен*).

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

**Занятие 14. РОЛЬ И ФУНКЦИИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО И КОНЕЧНОГО МОЗГА.
СИСТЕМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ТОНУСА МЫШЦ И ДВИЖЕНИЙ**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » ____ 20 ____
день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ: 1. Электрофизиологические методы исследования ЦНС. Электроэнцефалография (ЭЭГ). Понятие о современных средствах визуализации физиологических функций (функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), компьютерная ЭЭГ, метод вызванных потенциалов и др.). 2. Таламус. Функциональная характеристика ядер таламуса. Сенсорные и моторные функции. Участие таламуса в формировании болевых ощущений и в осуществлении высших интегративных функций мозга. 3. Гипоталамус. Центры и функции гипоталамуса. Нейросекреторные клетки. Собственно сенсорные нейроны (осмо-, термочувствительные и др.) Интеграция соматических, вегетативных и эндокринных функций. Участие гипоталамуса в механизмах формирования высших психических функций. 4. Базальные ядра. Морфофункциональная организация. Интегрирующая функция базальных ядер в организации и осуществлении сложных движений. Роль дофаминовой и других медиаторных систем. Последствия повреждений базальных ядер. 5. Лимбическая система: структурно-функциональная организация; роль в формировании мотиваций и эмоций, организации памяти. Участие структур лимбической системы в интегративной деятельности ЦНС. 6. Кора больших полушарий головного мозга. Морфофункциональная организация. Сенсорные и моторные функции, участие в организации движений. Интеграция сенсорных, моторных и вегетативных функций организма. 7. Многоуровневая система регуляции мышечного тонуса, позы и движений. Роль обратной афферентации. 8. Современные представления о локализации функций в коре. Последствия повреждений различных зон коры больших полушарий. 9. <u>Возрастная динамика развития функций промежуточного и переднего мозга. Становление двигательных функций у детей.</u>		ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 173–192. <i>Дополнительная</i> [3]. Ч. 1. С. 328–331, 394–405, 421–453. [4]. 122–123, 125–144.
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ: 1. Как изменится пищевое поведение животного при повреждении латеральных или вентромедиальных ядер гипоталамуса? 2. В чем отличие афферентных проекций специфических и неспецифических ядер таламуса? 3. Перечислите основные симптомы нарушения функций базальных ядер. 4. Образование какого нейромедиатора ЦНС нарушено при паркинсонизме?	5. Чем проявляется дегенерация хвостатого ядра? 6. Почему уставшие солдаты могут заснуть в строю и продолжать маршировать без нарушения ритма ходьбы? 7. Перечислите основные функции лимбической системы. 8. Какие отделы мозга и почему в условиях гипоксии и гипогликемии страдают в первую очередь? 9. При каких состояниях человека на ЭЭГ регистрируется бета-ритм, альфа-ритм? Тета-ритм и дельта-ритм? Каковы их частоты и амплитуды? Каковы особенности у детей?	

Работа 14.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Электроэнцефалография — _____ _____	Гетеромодальная ассоциативная кора — _____ _____
Альфа-ритм — _____ _____	Базальные ядра — _____ _____
Дельта-ритм — _____ _____	Нигростриарная система — _____ _____
Функциональная магнитно-резонансная томография — _____ _____	Премоторная кора — _____ _____
Позитронно-эмиссионная томография — _____ _____	Добавочная моторная кора — _____ _____
Гигантоклеточные нейроны гипоталамуса — _____ _____	Первичная моторная кора — _____ _____
Неспецифические ядра таламуса — _____ _____	Моторный гомункулус — _____ _____
Лимбическая система — _____ _____	Экстрапирамидная система — _____ _____
Работа 14.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ	
 1. «Электрофизиология ЦНС» (13:46); 2. «Электроэнцефалография» (36:13); 3. «Проведение стереотаксической операции на крысах In vivo» (6:26). Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК. 	

Работа 14.3. 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 электродов¹² помещают под резиновые тяжи шлема-сетки на лобных и затылочных областях симметрично с обеих сторон (точки F3, F4 и O1, O2) так, чтобы рабочая поверхность электрода плотно прилегала к голове. На мочку правого уха (или на кожу над сосцевидным отростком) накладывается референтный электрод A2, на кисть руки — электрод заземления. Регистрируют активность от референциальных монтажей F3-A2, F4-A2, O1-A2 и O2-A2 (фиксируют разницу между потенциалами под этими электродами).

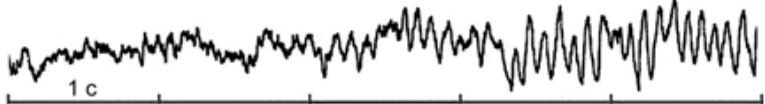
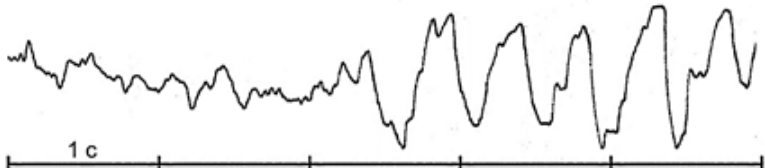
Во время регистрации ЭЭГ обследуемый должен сидеть спокойно, максимально расслабив мышцы и закрыв глаза. Начинают с записи калибровочного сигнала, после чего регистрируют фоновую электрическую активность различных участков коры больших полушарий. Затем обследуемого просят открыть глаза и наблюдают изменения 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)			 $v = \text{ } \Gamma\text{ц}$ $A = \text{ } \text{мкВ}$ $\Rightarrow$ ритм $\text{ } \text{ }$
Бета (β)			 $v = \text{ } \Gamma\text{ц}$ $A = \text{ } \text{мкВ}$ $\Rightarrow$ ритм $\text{ } \text{ }$
Тета (θ)			
Дельта (δ)			

* v — средняя частота; A — средняя амплитуда

¹² В клинической практике используют международную систему наложения электродов «10-20». По ней на кожу головы накладывается 21 электрод и расстояние от любого электрода до другого определяется как 10 или 20 % индивидуально измеренных размеров головы, а монтажи формируют между активным и референтным электродами. При необходимости увеличения разрешения ЭЭГ, добавляются дополнительные электроды с шагом 10 %, которые заполняют промежуточные области системы «10-20».

Работа 14.4. ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО И ПЕРЕДНЕГО МОЗГА В ФОРМИРОВАНИИ СЕНСОРНЫХ МОДАЛЬНОСТЕЙ	
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). Материалы и оборудование: твёрдые кусочки фруктов, нарезанные кубиками, или жевательная резинка (леденец) с неярким вкусом, зажим для носа или ватные шарики. 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.	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 _____ (<i>правильно, не правильно</i>). После восстановления носового дыхания вкус _____ (<i>изменился, не изменился</i>) и _____ (<i>был, не был</i>) верно распознан. 2. Вывод. Важную роль в формировании сенсорных модальностей играет _____ афферентной информации на уровне _____ и _____. Информация о воспринимаемых запахах поступает в ядра таламуса из _____.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

КРАТКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ ЦНС	
1. <i>Электроэнцефалография</i> — метод регистрации суммарной биологической активности головного мозга для получения информации о локальных и генерализованных изменениях его функции. Графическая запись этой активности получила название «<i>электроэнцефалограмма</i>» (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 регулярно 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. Изменения ЭЭГ в детском возрасте отражают изменения морфофункционального состояния мозга ребёнка [37]. В состоянии бодрствования ЭЭГ новорождённого доношенного ребёнка неорганизована, не имеет регионарных различий и чёткой симметричности. Преобладают медленные низкоамплитудные волны (до 20 мкВ) дельта-диапазона частот (1–3 Гц). В первые месяцы жизни увеличивается амплитуда и частота биопотенциалов, устанавливается билатерально-синхронная организация.

КРАТКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ ЦНС (продолжение)

С 3–4 месяцев в затылочных областях регистрируется ритм частотой около 4 Гц, реагирующий на открывание глаз (при этом уплощение ЭЭГ в ответ на вспышку света отмечается уже в период новорожденности — проявление активирующего влияния ретикулярной формации ствола мозга). В возрасте 1 год появляется представленная во всех областях мозга нестабильная альфа-активность. При этом доминируют дельта- и тета-ритмы, доля альфа-ритма менее 20 %. Амплитуда ритмов не превышает 100–125 мкВ. Начиная с 2 лет во всех областях могут отмечаться бета-волны.

К 10–12 годам в основном завершается созревание альфа-ритма, преобладающего в теменно-затылочных областях и составляющего 45–60 % всех волн. На его фоне выявляются единичные тета-волны. В лобных отведениях усиливается бета-активность.

В подростковом периоде альфа-ритм становится доминирующей формой активности. Амплитуда альфа- и бета-ритмов уменьшается, приближаясь к таковым у взрослых. В ряде случаев альфа-ритм сочетается с низкоамплитудными тета-волнами. В это время устанавливается наибольшая степень сходства альфа-ритма различных областей мозга, отражая увеличение синхронизации различных областей мозга в процессе онтогенеза.

ЭЭГ достигает полной степени зрелости, характерной для взрослых людей, к 18–22 годам.

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 биоэлектрических потенциалов мозга часто сочетают с методом вызванных потенциалов и стереотаксическим методом.

2. *Вызванный потенциал* — это закономерный биоэлектрический потенциал, 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.

3. *Стереотаксический метод* 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 определенной 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.

КРАТКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ ЦНС (продолжение)

4. *Магнитоэнцефалография* — регистрация параметров магнитного поля, возникающего при работе головного мозга. Она применяется для исследования работы мозга в экспериментальной биологии и медицине.

5. *Компьютерная томография мозга (КТ)* — 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.

6. *Магнитно-резонансная томография (МРТ)* — 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.

Одним из видов МРТ является *функциональная МРТ (фМРТ)* — 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.

7. *Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)* — 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.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ: 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. 10. <u>Возрастные изменения АНС у детей.</u>	ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 192–203. <i>Дополнительная</i> [3]. Ч. 1. С. 209–246. [4]. С. 145–161. [15]. С. 3–25.
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ: 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?	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 15.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Автономная нервная система — _____ _____ _____	Катехоламины — _____ _____ _____
Кранио-сакральный отдел АНС — _____ _____ _____	Альфа-адренорецепторы — _____ _____ _____
Торако-люмбальный отдел АНС — _____ _____ _____	Бета-адренорецепторы — _____ _____ _____
Синергизм — _____ _____ _____	Ацетилхолин — _____ _____ _____
Антагонизм — _____ _____ _____	Н-холинорецепторы — _____ _____ _____
Адаптационно-трофическая функция АНС — _____ _____ _____	М-холинорецепторы — _____ _____ _____
Работа 15.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ	
 1. «Вегетативная нервная система» (09:16). Преподаватель может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК. 	

Работа 15.3. 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.

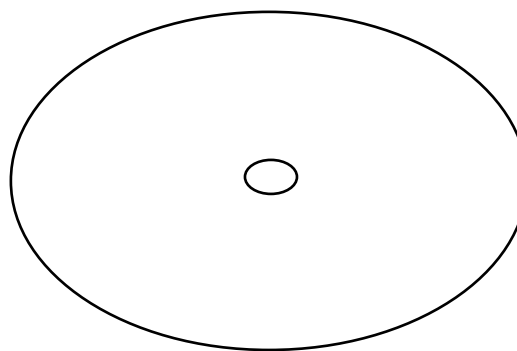
Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ

**Схема соматического
полисинаптического рефлекса**

**Схема автономного (симпатического)
рефлекса**



Звенья рефлекторной дуги соматического рефлекса:

Звенья рефлекторной дуги вегетативного (симпатического) рефлекса:

1. Рецепторное звено представлено следующими рецепторами:
1.1. _____; 1.2 _____.

1. Рецепторное звено представлено, главным образом, _____
рецепторами.

2. Аfferентное звено представлено _____,
их тела расположены в _____

2. Аfferентное звено представлено _____,
их тела расположены в _____

Работа 15.3. (продолжение)	
3. Вставочное звено: _____	3. Вставочное звено: _____
4. Эфферентное звено представлено _____ или _____ мотонейронами, расположенными в _____	4. Эфферентное звено представлено двумя нейронами, которые находятся в _____ и в _____ соответственно
5. Рабочие органы. Ими являются _____ - и _____ мышечные волокна скелетных мышц.	5. Рабочие органы. Ими являются _____ мышечные и _____ эпителиальные клетки; кардиомиоциты; железистые клетки и др.
6. Скорость передачи сигнала (потенциала действия (ПД)) составляет от _____ м/с до _____ м/с в эфферентных волокнах, так как они имеют _____ оболочку и относятся к типу _____.	6. Скорость передачи сигнала (ПД) составляет от _____ м/с до _____ м/с в эфферентных 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-эффекторном соединении является _____, который действует на _____ и _____ типы _____-рецепторов.
8. Рисунок нервно-мышечного синапса:	8. Рисунок нейро-эффекторного соединения:

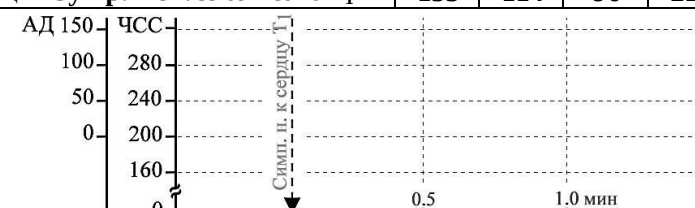
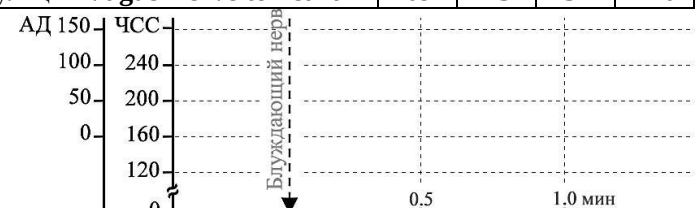
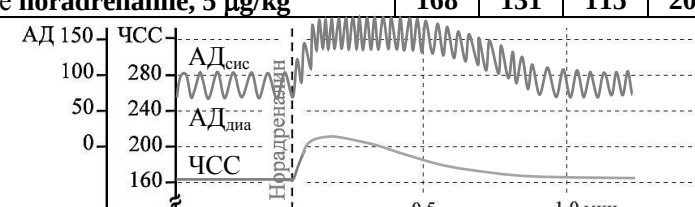
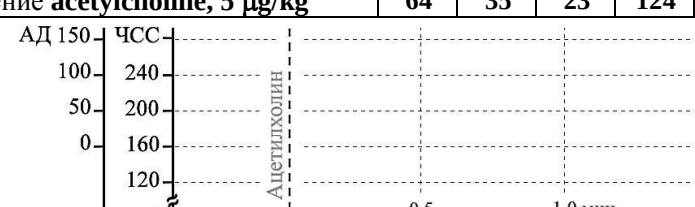
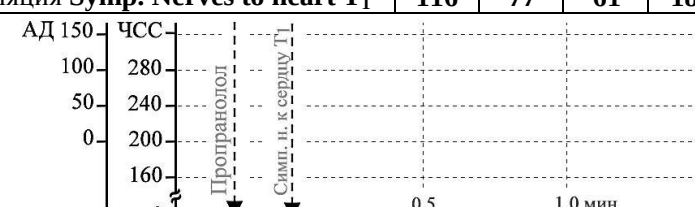
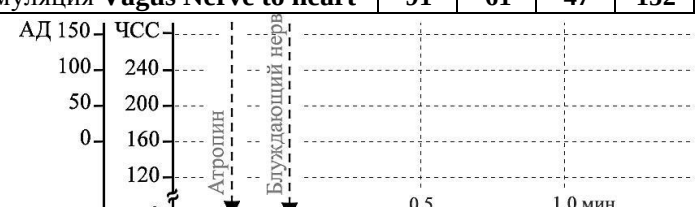
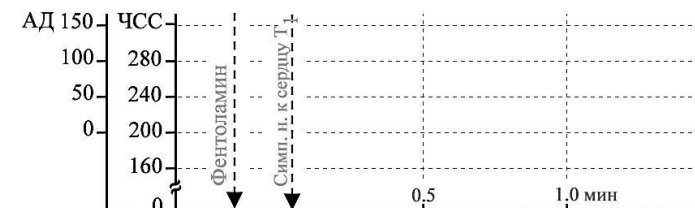
Работа 15.4. АНАЛИЗ НЕЙРОМЕДИАТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВЛИЯНИЯ СИМПАТИЧЕСКОГО И ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛОВ АНС НА РАБОТУ СЕРДЦА (демонстрационная компьютерная работа)



Ход работы. Используется программа «01 Physiol2», позволяющая выполнять виртуальные эксперименты на крысах. Подробное описание работы с программой дано в работе 1.5. Информация о влиянии катехоламинов на адренорецепторы — в работе 6.9.

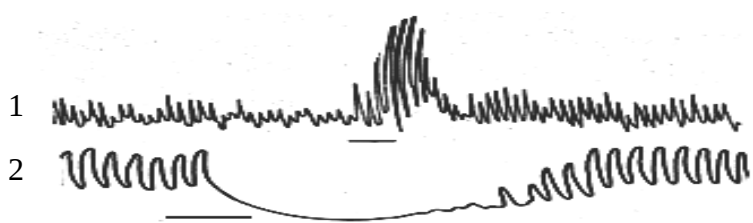
Указания к оформлению протокола:

1. Заполните таблицу. Обозначения: 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}).
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 _{сгл}	АД _{диа}	ЧСС	АД _{пульс}	Крыса №	Воздействия на сердце	АД _{сис}	АД _{сгл}	АД _{диа}	ЧСС	АД _{пульс}
1.	Исходные показатели	98	66	53	161		5.	Исходные показатели	98	66	53	161	
	Стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁	155	114	96	211			Стимуляция Vagus Nerve to heart	69	43	32	116	
													
2.	Введение noradrenaline, 5 µg/kg	168	131	115	207		6.	Введение acetylcholine, 5 µg/kg	64	35	23	124	
													
3.	Propranolol (β-адреноблокатор), 100 mg/kg	98	66	53	161		7.	Atropine (М-холиноблокатор), 10.0 mg/kg	98	66	53	161	
	+ стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁	116	77	61	181			+ стимуляция Vagus Nerve to heart	91	61	47	152	
													
4.	Phentolamine (α-адреноблокатор), 100 mg/kg	98	66	53	161		Вывод: Нейромедиатором постганглионарных волокон симпатического отдела АНС, иннервирующих сердце, является _____. Он стимулирует _____-_____рецепторы сердца, _____ (↑ или ↓) частоту и силу его сокращений. _____ силы сокращений сердца проявляется _____ (↑ или ↓) АД. Нейромедиатором постганглионарных волокон парасимпатического отдела АНС, иннервирующих сердце, является _____. Он стимулирует _____-_____рецепторы сердца, _____ (↑ или ↓) частоту и силу его сокращений. _____ силы сокращений сердца проявляется _____ (↑ или ↓) АД.						
	+ стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁	156	115	98	210								
													

Работа 15.5. КЛИНОСТАТИЧЕСКИЙ 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. Указания к оформлению протоколов: 1. <i>Запишите</i> частоту пульса в положении стоя и лёжа, <i>подсчитайте</i> разность пульса. Разность пульса <i>записывайте</i> со знаком «+» или «–». 2. <i>Сделайте заключение</i> о балансе тонуса симпатического и парасимпатического отделов АНС, регулирующих работу сердца у испытуемого. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="3">ПРОТОКОЛ</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Частота пульса, уд/мин</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%;">стоя</td> <td style="width: 33%;">лёжа</td> <td style="width: 34%;">разность пульса [ЧП лёжа–ЧП стоя]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(N: –1 ÷ –6)</td> </tr> </table> Вывод: _____	ПРОТОКОЛ			Частота пульса, уд/мин			стоя	лёжа	разность пульса [ЧП лёжа–ЧП стоя]			(N: –1 ÷ –6)	Работа 15.6. ОРТОСТАТИЧЕСКИЙ РЕФЛЕКС 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. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="3">ПРОТОКОЛ</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Частота пульса, уд/мин</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%;">лёжа</td> <td style="width: 33%;">стоя</td> <td style="width: 34%;">разность пульса [ЧП стоя –ЧП лёжа]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(N: +6 ÷ +24)</td> </tr> </table> Вывод: _____	ПРОТОКОЛ			Частота пульса, уд/мин			лёжа	стоя	разность пульса [ЧП стоя –ЧП лёжа]			(N: +6 ÷ +24)
ПРОТОКОЛ																									
Частота пульса, уд/мин																									
стоя	лёжа	разность пульса [ЧП лёжа–ЧП стоя]																							
		(N: –1 ÷ –6)																							
ПРОТОКОЛ																									
Частота пульса, уд/мин																									
лёжа	стоя	разность пульса [ЧП стоя –ЧП лёжа]																							
		(N: +6 ÷ +24)																							

Работа 15.7. 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 <i>n. vagi</i> 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. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="3">ПРОТОКОЛ</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Частота пульса, уд/мин</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%;">до задержки дыхания (ЗД)</td> <td style="width: 33%;">во время ЗД на вдохе</td> <td style="width: 34%;">разность пульса [ЧП на вдохе – ЧП до ЗД]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(N: –4 ÷ –7)</td> </tr> </table> Вывод: _____	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)
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)											

Работа 15.8. Влияние ацетилхолина и норадреналина на сокращения изолированного участка тонкой кишки кролика		
Ход работы. Для оценки влияния отделов АНС на моторику кишечника изолированный участок тонкой кишки кролика последовательно орошают 0,001 % р-ром ацетилхолина, затем, после отмывания кишки раствором Рингера, 0,2 % раствором норадреналина (рис. 15.1.)		
 Рис. 15.1. Кимограммы сокращений изолированного участка тонкой кишки под влиянием ацетилхолина (1) и норадреналина (2).	Указания к оформлению протокола. <i>Проанализируйте</i> полученные кривые. <i>Сделайте заключение</i> о влиянии на моторику тонкого кишечника блуждающего и симпатических нервов.	ПРОТОКОЛ 1. Блуждающий нерв оказывает на моторику _____ кишечника (стимулирующее, угнетающее) влияние. 2. Симпатические нервы оказывают на моторику кишечника _____ (стимулирующее, угнетающее) влияние.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

**Занятие 16. ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ.
ЗРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » ____ 20 ____
день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ: 1. Понятие об органах чувств, анализаторах, сенсорных системах. Учение И. П. Павлова об анализаторах. Общие принципы функционирования, общие свойства сенсорных систем, роль в поддержании функционального состояния организма. 2. Классификация и функции сенсорных систем. Значение сенсорных систем в развитии мозга и процессах познания. 3. Рецепторный отдел. Классификация и свойства сенсорных рецепторов. Механизмы функционирования первично- и вторичночувствующих рецепторов. Аналоговое и дискретное кодирование в рецепторах. Адаптация рецепторов. Классификация рецепторов по их способности к адаптации. 4. Проводниковый отдел. Понятие о специфических и неспецифических путях передачи информации. 5. Процессы высшего коркового анализа афферентных сигналов. Сенсорные поля и ядра, ассоциативные поля. Взаимодействие сенсорных систем. 6. Адаптация в сенсорных системах, её периферические и центральные механизмы. 7. Зрительная система. Строение, функции. Особенности строения и свойств глаза, обеспечивающие функцию зрения. Оптические среды глаза. Рефракция и аккомодация. Понятие о миопии, гиперметропии, пресбиопии, астигматизме и принципах их коррекции. 8. Строение и функции сетчатки глаза. Фотохимические процессы в рецепторах сетчатки при действии света. Функции пигментных, горизонтальных, биполярных, амакриновых и ганглиозных клеток сетчатки. Механизмы адаптации зрения. 9. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах зрительной системы. Кортикальный отдел зрительной системы. Формирование зрительных образов. 10. Теории цветоощущения. Основные формы нарушения цветового восприятия. 11. Движения глаз. Центральные и периферические механизмы координации зрительной и глазодвигательной функций. 12. <u>Возрастные особенности зрения. Критические периоды становления функции световосприятия. Последствия косоглазия у детей для зрительных функций.</u>	ЛИТЕРАТУРА <i>Основная</i> [1]. [2]. С. 470–488. <i>Дополнительная</i> [3]. Ч. 2. С. 379–438. [4]. С. 367–388, 402–403.
---	---

Вопросы для самоподготовки:	
1. Чем отличаются первично чувствующие рецепторы от вторично чувствующих?	6. В чем причины близорукости? Какие линзы нужны для её коррекции? Для коррекции дальнозоркости?
2. В чем проявляется адаптация рецепторов? Какие рецепторы относятся к быстро адаптирующимся и какие — к медленно адаптирующимся?	7. Какие фоторецепторы обеспечивают восприятие света и цвета в условиях низкой и высокой освещённости?
3. Какие механизмы обеспечивают чёткое видение предметов, находящихся на разном расстоянии? Что такое «ближайшая точка ясного зрения»?	8. Какие явления регистрируются на мембране фоторецептора при его освещении? Какими ионными механизмами они обусловлены?
4. Что понимают под остротой зрения? Какая формула используется для определения остроты зрения?	9. При исследовании полей зрения пациента обнаружено выпадение левых половин полей зрения с обеих сторон. В какой части зрительных путей имеется повреждение?
5. Исследование остроты зрения проводилось с расстояния 3,3 м. Используя таблицу Сивцева, определите остроту зрения обследуемого, если при исследовании правого глаза он без ошибок назвал все символы седьмой, а левого глаза — восьмой сверху строки.	10. При исследовании границ ахроматического поля зрения были получены следующие результаты. Левый глаз: сверху — 60°, кнаружи — 90°, книзу — 65°, кнутри — 60°. На 16° кнаружи было выявлено очаговое выпадение чувствительности (скотома) обоих глаз в виде округлого пятна. Дайте физиологическую оценку полученным показателям.
Работа 16.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Анализатор — _____	Острота зрения — _____
Сенсорный рецептор — _____	Поле зрения — _____
Адаптация сенсорной системы — _____	Бинокулярное зрение — _____
Закон Вебера-Фехнера — _____	Рефракция — _____
Рецептивное поле — _____	Миопия — _____

Работа 16.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



1. «Определение остроты зрения с помощью таблиц» (02:17) — к работе 16.3 и
2. «Определение границ поля зрения (периметрия)» (05:34) — к работе 16.4.

Преподаватель может предложить просмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК.



Работа 16.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ

Под **остротой зрения** понимают способность глаза воспринимать две точки, расположенные на минимальном расстоянии друг от друга, как отдельные. Две точки будут восприниматься раздельно, если их изображения на сетчатке (два активированных фоторецептора) будут разделены как минимум одним невозбуждённым фоторецептором, в ином случае изображение сольётся.

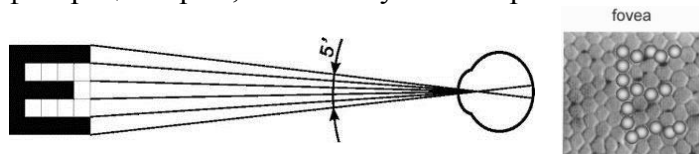


Рис. 16.1. Принцип формирования оптотипов

Угол, образованный крайними точками рассматриваемого предмета и узловой точкой глаза (находится у заднего полюса хрусталика), называют *углом зрения*. Глаз человека способен различать две точки раздельно под углом зрения $1'$ (1 угловая минута). Остроту зрения такого глаза считают равной 1.0. Некоторые здоровые люди имеют высокую остроту зрения 1.5, 2.0 единицы и более, что не является признаком гиперметропии. В практической деятельности **нормальной** считается острота зрения не менее 0.8 единиц¹³.

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

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

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

$$V = d / D,$$

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

Указания к оформлению протокола:

Определите остроту зрения обоих глаз и сравните с нормой.

ПРОТОКОЛ

Глаз	Острота зрения	Заключение (нормальная, снижена)
Правый		
Левый		

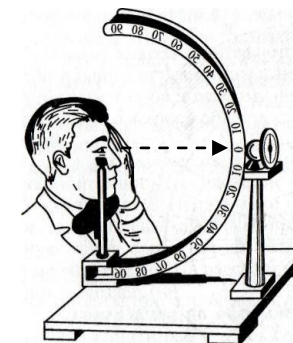
¹³ У детей предметное зрение появляется в возрасте 2–3 мес. Острота зрения в возрасте 4 мес. составляет около 0.01, к году — 0.1–0.3. Острота зрения, равная 0.8–1.0, формируется к 5–15 годам. При исследовании остроты зрения предварительно проверяют знание оптотипов (звезда, слон, самолёт и т. д.) ребёнком.

Работа 16.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ПОЛЯ ЗРЕНИЯ (ПЕРИМЕТРИЯ)

Поле зрения называется пространство, видимое глазом человека при фиксации взора в одной точке. Величина поля зрения неодинакова у различных людей и зависит от функционального состояния сетчатки глаза, глубины расположения глазного яблока, размеров и формы надбровных дуг и носа. Различают цветовое (хроматическое) и бесцветное (ахроматическое) поле зрения. Ахроматическое поле зрения больше хроматического, так как оно обусловлено наличием палочек, расположенных преимущественно на периферии сетчатки. Для различных цветов поле зрения также неодинаково: больше всего оно для синего цвета, а самое узкое для зелёного. Примерные границы ахроматического поля зрения составляют кнаружи 90° , кверху — 60° , кнутри — 60° , книзу — 70° .

Материалы и оборудование: периметр Форстера, объекты (марки) разных цветов, линейка, цветные карандаши.

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

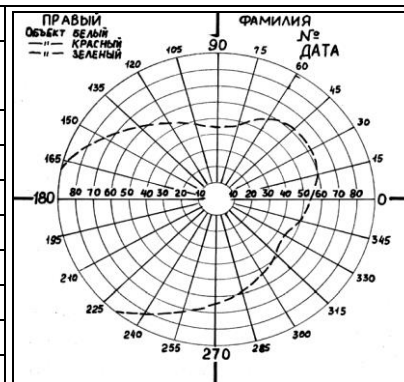


Указания к оформлению протокола:

По полученным результатам *начертите границы* хроматического и ахроматического полей зрения. Сравните величину поля зрения для белого цвета с отмеченной на схеме нормой и с полями зрения для других цветов, объясните причину различия между ними.

ПРОТОКОЛ

Направления осей	Величина поля зрения правого глаза, °. Цвет:				Вывод: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____
	жёлтый/ зелёный	синий	красный	белый	
180° (кнаружи)					
135° (кверху кнаружи)					
90° (кверху)					
45° (кверху кнутри)					
0° (кнутри)					
315° (книзу кнутри)					
270° (книзу)					
225° (книзу кнаружи)					



Работа 16.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ СЛЕПОГО ПЯТНА (ОПЫТ МАРИОТТА)

Слепое пятно представляет собой область поля зрения, в которой отсутствует световая чувствительность — физиологическую слотому. Оно формируется в проекции выхода зрительного нерва, т. е. там, где на сетчатке отсутствуют фоторецепторы.

Диск зрительного нерва располагается на назальной поверхности глазного яблока по средней линии, поэтому слепое пятно обнаруживается обычно на 15–25° в височной половине поля зрения. В обычных условиях человек не замечает его наличия благодаря бинокулярному зрению, движениям глаз и способности зрительной коры достраивать недостающие элементы изображения.

Материалы и оборудование. Тестовые изображения, линейка.

Ход работы.

А. Закройте правый глаз и смотрите левым глазом на крестик справа на рисунке. Начинайте медленно приближать тестовое изображение к глазу, отмечая наличие разрыва в чёрной полосе. *При этом взор от крестика не отводите!*



Попробуйте сделать то же правым глазом. Отметьте отличия. Переверните изображение на 180° и повторите исследование.

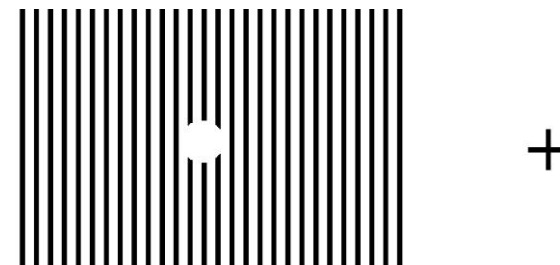
В тот момент, когда чёрная полоса станет сплошной, измерьте расстояние от глаза до крестика и от центра крестика до середины разрыва. Рассчитайте угловое расстояние α от зрительной оси до слепого пятна воспользовавшись правилом прямоугольного треугольника:



$$\alpha = \arctg\left(\frac{\text{Расстояние от крестика до середины разрыва полосы}}{\text{Расстояние от крестика до глаза}}\right)$$

Для расчёта величины угла α можно воспользоваться интернет-сервисами, например, <https://www.fxyz.ru>

Б. Повторите исследование, как это описано в части А. Отметьте, каким образом заполняется пустой кружок в левой части изображения при попадании в область слепого пятна.



Указания к оформлению протокола:

1. Укажите локализацию слепого пятна, рассчитав угловое расстояние от него до зрительной оси.
2. Опишите механизм исчезновения дефекта изображения.

ПРОТОКОЛ

1. Расстояние от крестика до середины разрыва _____ см.
Расстояние от крестика до глаза испытуемого _____ см.
 $\alpha = \arctg\left(\frac{\quad}{\quad}\right) = \quad^\circ$.
2. **Вывод.** Слепое пятно расположено в _____
половине поля зрения на расстоянии примерно _____°
от зрительной оси.
Место выхода диска зрительного нерва располагается на _____
половине глазного яблока.
Механизм исчезновения слепого пятна: _____

Работа 16.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ СЕТЧАТКИ (КОМПЬЮТЕРНАЯ КАМПИМЕТРИЯ)



Определение световой чувствительности центральных областей сетчатки имеет важное значение, так как она во многом определяет остроту зрения. Чувствительность зависит не только от функционального состояния нейронов этой части сетчатки, но и от кровотока в её сосудах, состояния зрительного нерва, зрительных путей, зрительной коры и других факторов.

Ход работы. Работа выполняется с помощью программы «05_EyeTests» → «Field sensitivity test». При входе в программу на экране появляется координатная сетка, соответствующая угловым размерам центральной области сетчатки. На сетке нанесены 68 точек, которые в процессе исследования будут по одной появляться на экране в случайном порядке.

Работа выполняется после темновой адаптации зрения в затемнённой комнате. Ваши глаза должны находиться на расстоянии около 30 см от экрана на уровне его середины (в этом случае расстояние между окружностями сетки составит 5°). Подоприте подбородок, закрыв один глаз пальцами ладони, и держите голову максимально неподвижно. Исследование проводится для каждого глаза отдельно.

Ознакомьтесь с работой программы. Нажмите «**Enter**». Координатная сетка исчезнет, в центре появится крестик для фиксации взгляда. В верхнем левом углу будет идти обратный отсчёт точек, начиная с 68. В течение всего времени исследования **взгляд должен быть фиксирован на крестике в центре экрана**. Через некоторое время в поле зрения появляется светящаяся точка. Яркость точки постепенно возрастает, и в какой-то момент становится достаточной для того, чтобы различить её на тёмном экране. Как только точка становится различимой, немедленно нажимайте «**Enter**». Чем раньше вы замечаете светящуюся точку, тем меньше яркость, необходимая для восприятия стимула данным участком сетчатки, то есть тем больше её чувствительность. После появления нескольких точек вернитесь в меню, нажав «**Esc**» и «**Esc**».

Заново начните тест и выполните его полностью.

После появления последней точки результаты тестирования будут представлены в виде их цветового распределения в соответствии со шкалой цветов. Точки синего цвета отражают участки максимальной светочувствительности, точки голубого, зелёного, жёлтого, красного и сиреневого цветов соответствуют участкам со всё более и более низкой чувствительностью зрительной системы. Преобладание синего и голубого цвета говорит о высокой чувствительности сетчатки, зелёного и жёлтого — о нормальной средней чувствительности. При сниженной чувствительности сетчатки преобладают точки красного и сиреневого цветов.

Значительное влияние на результаты исследования оказывает качество затемнения и время предварительной темновой адаптации. Но при выполнении работы в одинаковых для всей группы условиях результаты различных испытуемых можно сравнивать и при непродолжительном времени адаптации.

Для выхода из программы нажмите «**Alt+Tab**», закройте окно.

Указания к оформлению протокола:

1. *Оцените* световую чувствительность зрительной системы в центральной области поля зрения.
2. *Укажите* локализацию слепого пятна и механизм его возникновения.
3. *Сделайте вывод* о состоянии световой чувствительности центральных областей сетчатки исследуемого глаза.

ПРОТОКОЛ

1. На экране преобладают точки _____ цветов.
2. Участок сниженной чувствительности (_____ — физиологическая скотома) располагается на _____° кнаружи и является проекцией _____.
3. **Вывод.** Чувствительность сетчатки исследуемого глаза _____

(высокая, средняя /нормальная/ или сниженная).

Работа 16.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОСТОЙ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ



Время сенсомоторной реакции характеризует затраты времени на осуществление таких физиологических процессов как восприятие зрительного сигнала сетчаткой глаз, передача афферентных нервных импульсов из сетчатки в первичную зрительную кору, передача сигналов из зрительной коры в ассоциативную теменно-затылочную кору и далее в двигательные области коры лобных долей, передача оттуда эфферентных сигналов по кортикоспинальным путям к мотонейронам спинного мозга, аксоны которых иннервируют мышцы предплечья и пальцев кисти.

Ход работы. Выберите программу «05_EyeTests» → «Reaction test», нажмите «Enter». В центре экрана появляется яркий треугольный объект. Всякий раз после появления объекта как можно скорее нажимайте клавишу «Enter». После каждого предъявления объекта (кроме 1-го) компьютер показывает среднее значение времени Вашей сенсомоторной реакции. Повторите тест. Внесите в протокол значение показателя после его стабилизации (обычно после 5–8 нажатий).

Указания к оформлению протокола: сравните время Вашей реакции со средним значением времени реакции студентов Вашей группы. Внесите данные в протокол.

ПРОТОКОЛ

- Среднее время сенсомоторной реакции (из 5–8 определений) студента $t_{cm} =$ _____ мс.
- Среднее время сенсомоторной реакции у студентов группы $t_{cp} =$ _____ мс.
- Вывод.** Среднее время сенсомоторной реакции у испытуемого отличается от среднего времени в группе на $(t_{cm} - t_{cp}) / t_{cp} \times 100 \% =$ _____ %.

Работа 16.8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГЛАЗА ПРИ ПОМОЩИ АДАПТОМЕТРА (демонстрация)



Способность реагировать на изменение величины светового потока является фундаментальным свойством зрительной системы и характеризуется показателем **абсолютного порога световой чувствительности** — наименьшим количеством световой энергии, при воздействии которой на сетчатку глаза возникает ощущение света. В норме абсолютный порог световой чувствительности глаза человека при полной темновой адаптации продолжительностью 60 мин и более равен $8,7923 \times 10^{-8} - 2,355 \times 10^{-6}$ апостильб (асб), а при 10-минутной адаптации колеблется от $1,75 \times 10^{-4}$ до $1,1 \times 10^{-5}$ асб (в среднем $4,2 \times 10^{-5}$ асб).

Материалы и оборудование. Адаптометр, таблицы для определения абсолютной световой чувствительности, ватно-марлевые салфетки, антисептик.

Ход работы. Определение световой чувствительности и остроты зрения проводят в условиях затемнения, после 10–15-минутной адаптации испытуемого к темноте. В поле зрения адаптометра устанавливают какую-либо фигуру (квадрат, круг или крест). Начинают исследование при полном затемнении поля зрения светофильтрами. Медленно увеличивают яркость света путём уменьшения количества светофильтров и изменения размера диафрагмы до момента появления у испытуемого ощущения света, не исчезающего в течение 10–15 с. Полученная величина яркости представляет **абсолютный порог** световой чувствительности, который выражается в асб. Затем продолжают увеличивать яркость фигуры, до тех пор, пока испытуемый правильно не определит её форму (например, квадрат). Данная величина яркости представляет собой **порог различения**.

Разница между величинами порога различения и абсолютного порога световой чувствительности представляет собой **разностный порог различения**.

ПРОТОКОЛ

Условия проведения исследования	Порог световой чувствительности	
	абсолютный	порог различения
суммарная плотность светофильтров и диафрагмы		
яркость, асб		

Разностный порог составляет _____ асб.

Вывод: световая чувствительность _____ (в норме, ниже нормы).
При увеличении продолжительности адаптации светочувствительность _____ (↑ / ↓)

Работа 16.9. ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТОВОГО ЗРЕНИЯ



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

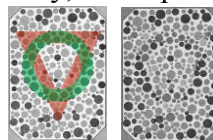
У некоторых людей, чаще у мужчин, встречаются различные нарушения цветового восприятия. Выделяют три типа врожденных дефектов цветового зрения: дефект восприятия красного цвета (**протанопия**), зелёного (**дейтеранопия**) и синего (**тританопия**). Состояние, при котором понижено восприятие какого-либо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

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

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

Данные таблицы должны регулярно проверяться для контроля изменения тона или насыщенности цветов.

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



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

Ход работы.

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

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

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ

1. Испытуемый правильно распознал _____ (все или нет) цифры, буквы, фигуры в таблицах Рабкина или Ишихары.

2. **Вывод.** _____

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Работа 16.10. ОЦЕНКА ПОРОГОВ ЦВЕТОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЗРЕНИЯ



Работа выполняется с помощью программы «05_EyeTests» → «Color test» после темновой адаптации зрения в полус затемнённой комнате. При включении программы «Color test» на экране появляются два освещённых квадрата.

А. Постепенно увеличивая интенсивность цвета левого квадрата путём нажатия клавиши «D», найдите пороговую величину интенсивности цвета квадрата, при которой испытуемый уверенно определит её цвет. Нажмите клавишу «Enter» и запишите условную пороговую величину различения данного цвета. Попросите испытуемого не смотреть на экран и нажатием клавиши «S» и «W» смените цвет на другой, уменьшите его интенсивность до нуля последовательным нажатием клавиши «A». Затем увеличивайте интенсивность цвета, нажимая на клавишу «D», и найдите пороговую величину интенсивности цвета левого квадрата, при которой испытуемый уверенно определит новый цвет. Нажмите клавишу «Enter» и запишите условную **пороговую величину различения** данного цвета. Повторите определение порогов различения для других цветов.

Б. Установите произвольную, близкую к средней, интенсивность окраски левого квадрата последовательным нажатием клавиши «D». Испытуемый должен нажатием клавиш → или ← подобрать идентичную интенсивность окраски правого квадрата. При завершении подбора нажмите клавишу «Enter» и запишите цифровые значения **разностного порога цветовосприятия**. При полном совпадении интенсивности цвета разностный порог равен 0,00; несовпадение подбора отмечается положительными или отрицательными значениями разностных порогов, величина которых индивидуальна.

Указания к оформлению протокола:

1. *Отметьте величины порогов* различения различных цветов. *Сравните* полученные результаты с другими студентами группы и укажите цвета, для которых пороги различения максимальны и минимальны.
2. *Определите величину* разностного порога цветовосприятия для одного из цветов.
3. В случае выявления нарушений *укажите*, к какому виду они относятся.

ПРОТОКОЛ

1. Значения порогов различения цветов составляют:
красный _____; жёлтый _____; зелёный _____; синий _____.
2. Значение разностного порога восприятия _____ цвета составляет _____.
3. **Вывод.** Порог различения максимален для _____ цвета и минимален для _____ цвета. Нарушения цветового зрения: _____
(не выявлены; если выявлены, то какие).

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

Занятие 17. ФИЗИОЛОГИЯ СЛУХОВОЙ, ВЕСТИБУЛЯРНОЙ, ВКУСОВОЙ, ОБОНЯТЕЛЬНОЙ И СОМАТОВИСЦЕРАЛЬНОЙ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ. СИСТЕМА БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ » ____ 20 ____
 день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Слуховая система. Особенности строения и свойств звукопроводящего аппарата. Защитные рефлексы. Звуковоспринимающий аппарат слуховой системы. Структуры внутреннего уха, их функции. Механизм возбуждения волосковых клеток. Слуховая адаптация.
2. Механизмы восприятия и анализа звуков. Кодирование частоты и силы звуков. Локализация источника звука. Бинауральный слух. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах слуховой системы. Слуховая кора.
3. Вестибулярная система, её функции. Особенности строения и свойств рецепторного отдела. Функции вестибулорецепторов преддверия и полукружных протоков. Механизм восприятия и оценки положения тела и его перемещения в пространстве. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах вестибулярной системы. Реакции организма на раздражение вестибулярного аппарата.
4. Вкусовая система. Вкусовая рецепция. Проводящие пути и центральные отделы вкусовой системы. Восприятие вкуса. Классификация вкусовых ощущений. Реакции организма на вкусовые раздражения. Вкусовая адаптация.
5. Обонятельная система. Рецепция запахов. Проводящие пути и центральные отделы обонятельной системы. Восприятие и классификация запахов. Реакции организма на раздражение обонятельной системы. Адаптация. Защитные рефлексы.
6. Соматовисцеральная сенсорная система. Кожная чувствительность. Механорецепция. Виды рецепторов. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах.
7. Терморецепция. Роль кожи, внутренних органов, сосудов и центральной нервной системы в терморецепции. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах. Реакции организма на действие тепла и холода.
8. Проприоцептивная чувствительность. Рецепторные механизмы. Особенности строения проводящих путей и центральных отделов. Роль в восприятии и оценке положения тела в пространстве, в формировании мышечного тонуса, позы и движений.
9. Интероцептивная чувствительность. Рецепторные механизмы. Виды интероцептивной чувствительности. Реакции организма на раздражение интероцепторов. Роль интероцепции в поддержании гомеостаза.
10. Ноцицепция. Боль и её значение. Современные представления о ноцицепции и центральных механизмах боли. Теории боли. Виды боли. Антиноцицептивная система. Нейрохимические механизмы антиноцицепции. Понятие о принципах обезболивания.
11. Возрастные особенности развития и функционирования сенсорных систем.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- [1].
 [2]. С. 489–518.

Дополнительная

- [3]. С. 438–504.
 [4]. С. 388–413.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:	
1. Как изменяется амплитуда, сила и частота звуковых колебаний при передаче их через структуры среднего уха? 2. В какой части улитки ширина основной (базиллярной) мембраны наибольшая? Какие частоты воспринимают волосковые клетки, расположенные в этой части основной мембраны? 3. При исследовании слухового анализатора была выявлена латерализация звука влево. Слева время костной проводимости составило 18 с, воздушной проводимости — 18 с. Справа время костной проводимости составило 7 с, воздушной проводимости — 36 с. Дайте физиологическую оценку полученным результатам. 4. Благодаря чему на линейные ускорения и ускорения силы тяжести реагируют рецепторы отолитового аппарата и не реагируют рецепторы полукружных каналов? 5. К каким вкусовым веществам чувствительность человека максимальна?	6. Афферентные волокна какого анализатора по пути в первичные зоны коры не проходят через таламус и не перекрещиваются? 7. Какие участки кожи обладают наибольшей пространственно-различительной способностью? 8. При пассивном сгибании левой руки в лучезапястном суставе испытуемый утверждает, что рука не изменила своего положения. С нарушением функции какой сенсорной системы это может быть связано? Какие зоны коры головного мозга участвуют в формировании исследуемого чувства? 9. Назовите основные медиаторы боли. 10. Какова роль таламуса в формировании болевой чувствительности? Обонятельной? Других видов чувствительности? 11. На человека действует болевой раздражитель. Можно ли, не спрашивая отчёта об его ощущениях, узнать, что он чувствует боль? 12. Перечислите основные антиноцицептивные системы.
Работа 17.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЛЕКСИКА И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ (заполняется дома самостоятельно)	
Бинауральный слух — _____ _____	Аудиометрия — _____ _____
Защитные слуховые рефлексы — _____ _____	Отолитовые органы — _____ _____
Эндолимфа — _____ _____	Полукружные каналы — _____ _____
Эндокохлеарный потенциал — _____ _____	Боль — _____ _____
Микрофонный потенциал улитки — _____ _____	Протопатическая боль — _____ _____

Работа 17.1. (продолжение)	
Эпикритическая боль — _____ _____	Эндорфины — _____ _____
Антиноцицептивные системы — _____ _____	Пространственный порог дискриминационной чувствительности — _____ _____
Работа 17.2. ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ	
 1. «Физиология слуха» (08:45); 2. «Механизмы слуховой чувствительности» (08:40). Преподователь может предложить посмотреть дополнительные видеофильмы, размещённые в ЭУМК. 	
Работа 17.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА ЗВУКА	
Человек и животные обладают пространственным слухом, который позволяет установить место расположения источника звука, степень его удалённости и направление его перемещения, а также увеличивает чёткость восприятия. Временные характеристики пространственного слуха базируются на объединении данных, получаемых от обеих ушей (бинауральный слух). Бинауральный слух определяется двумя основными факторами. Для низких частот важнейшим фактором является различие во времени достижения звуковой волной правого и левого уха, для высоких частот — различия в интенсивности звука.	Материалы и оборудование: стетоскоп с трубками разной длины, камертон, карандаши. Ход работы. Испытуемый с закрытыми глазами должен определить направление источника звука, создаваемого постукиванием (например, карандашом о карандаш) или звуком камертона справа, слева, спереди, сзади за спиной испытуемого. Затем вставьте в уши испытуемого оливы стетоскопа, одна из трубок которого значительно длиннее другой. Стетоскоп должен находиться у испытуемого за спиной. Повторите опыт с определением направления источника звука.
Указания к оформлению протокола: - Отметьте правильность определения локализации источника звука. - Укажите, как зависит восприятие локализации источника звука от длины трубок стетоскопа. - Объясните механизм наблюдаемого явления.	ПРОТОКОЛ - Испытуемый определяет локализацию источника звука _____ (<i>правильно, неправильно</i>). - При проведении исследования со стетоскопом испытуемый локализует источник звука со стороны _____. Вывод. Одним из факторов, лежащих в основе определения локализации источника звука, является _____. Это происходит вследствие _____ активации волосковых клеток уха, расположенного ближе к источнику звука. Сравнение происходит на уровне _____.

Работа 17.4. ИССЛЕДОВАНИЕ КОСТНОЙ И ВОЗДУШНОЙ ПРОВОДИМОСТИ (ОПЫТЫ ВЕБЕРА И РИННЕ)

Опыт Вебера.

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

Материалы и оборудование: камертон 128 (C_{128}) или 256 Гц (C_{256}), секундомер, ватные тампоны или беруши.

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

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

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

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

ПРОТОКОЛ

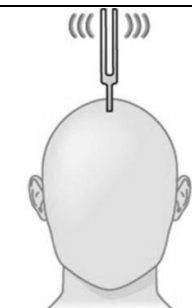
1. Латерализация звука _____
(не выявлена; если выявлена, укажите направление).
2. При закрытии наружного слухового прохода наблюдается латерализация звука в сторону _____ уха.
3. **Вывод.** Причиной латерализации звука является _____

ПРОТОКОЛ

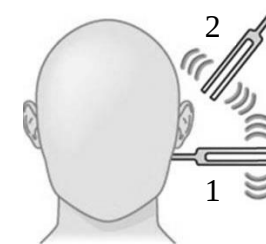
Ухо	Время проведения звука, с	
	Костная проводимость (N: $C_{128} \approx 35$ с; $C_{256} \approx 20$ с)	Воздушная проводимость (N: $C_{128} \approx 75$ с; $C_{256} \approx 40$ с)
Правое		
Левое		

Вывод. Опыт Ринне _____

Общее заключение по результатам опытов Вебера и Ринне



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



Работа 17.5. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СЛУХОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ ЗВУКА (АУДИОМЕТРИЯ)

135

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

Чувствительность системы слуха оценивают по минимальной величине звукового давления, достаточной для возникновения слухового ощущения, т. е. по порогу слышимости. В области частот человеческой речи он близок к нулю. Для определения этого минимального звукового давления используют аудиометры. С их помощью в клинической практике генерируют звуковые колебания в диапазоне от 125 до 8 000 Гц (аппараты экспертного класса — до 20 000 Гц) с интенсивностью от –10 до 120 дБ. Для того чтобы охарактеризовать состояние слуховой системы у испытуемого, находят пороги слышимости для каждой фиксированной частоты звуковых колебаний и строят графическую зависимость порогов слышимости от частоты звука — **аудиограмму**.

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

Нормальным считается отклонение от должных величин до 25 дБ.

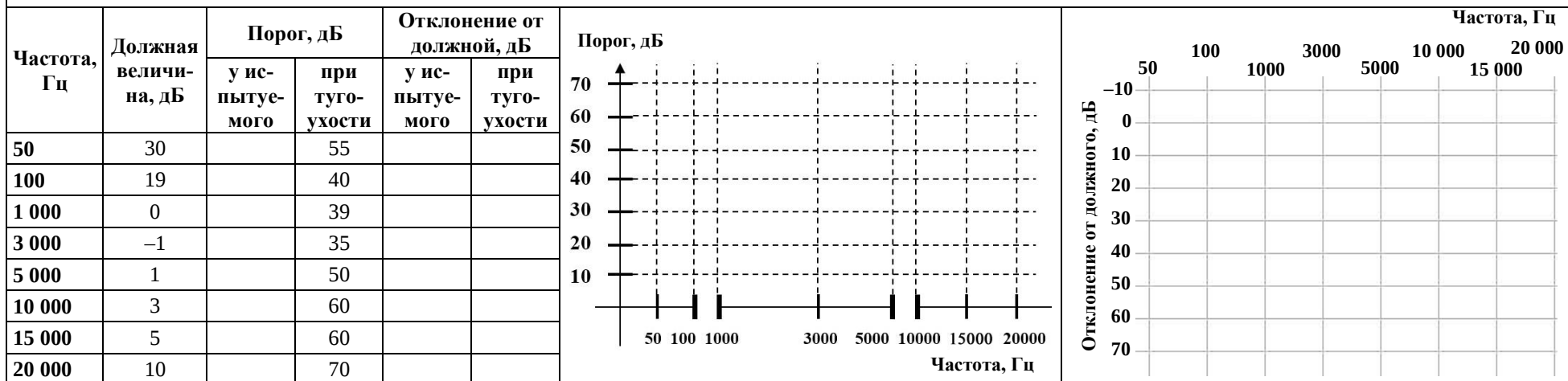
Материалы и оборудование: аудиометр, наушники.

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

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ



Вывод. Наибольшая слуховая чувствительность отмечается у испытуемого в области частот _____ Гц. На снижение слуховой чувствительности указывает _____ порогового уровня звукового давления и отклонение от должных величин более, чем на _____ дБ.

Работа 17.6. ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ. ЭСТЕЗИОМЕТРИЯ (ИЗМЕРЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПОРОГОВ)

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

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

В данной работе исследуется **дискриминационная чувствительность** — способность различать два одинаковых раздражения различной локализации (рис. 17.1). Она характеризуется величиной **пространственного порога** тактильной чувствительности — тем **наименьшим расстоянием** между двумя точками кожи, при одновременном раздражении которых возникает *ощущение двух прикосновений*. Это так называемая пространственно-различительная способность кожи.

Материалы и оборудование: эстеziометр (циркуль Вебера).

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

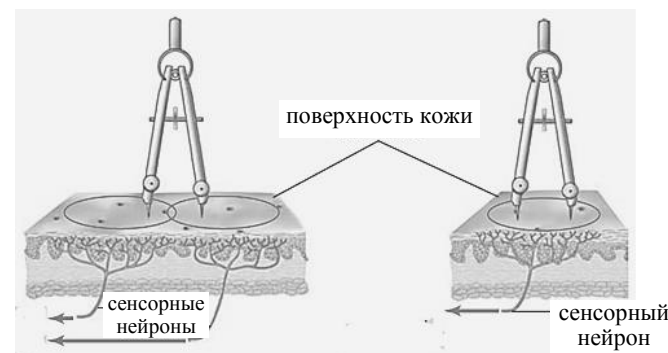


Рис. 17.1. Дискриминационная чувствительность

ПРОТОКОЛ

Кожная поверхность	Пространственный порог, мм
Внутренняя сторона предплечья	
Наружная сторона предплечья	
Кончик указательного пальца	
Щека	
Лоб	
Губа (красная кайма)	
Губа (носогубный треугольник)	

Вывод. Пространственные пороги тактильной чувствительности наименьшие на _____.

Причиной этого является _____.

Кожная тактильная чувствительность проводится в основном по волокнам _____.

Работа 17.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВЕСТИБУЛЯРНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЁ ВЛИЯНИЯ НА СОМАТИЧЕСКИЕ И ВЕГЕТАТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ОРГАНИЗМА



При адекватном раздражении вестибулярного аппарата, благодаря многочисленным связям его центральных отделов с другими отделами ЦНС, возникают разнообразные рефлекторные реакции: тонические рефлексы скелетных мышц шеи, туловища, конечностей, глазных мышц и вегетативные рефлексы внутренних органов — сердца, желудочно-кишечного тракта, сосудов и т. д.

Во время вращательного движения наблюдаются опто- и статокINETические рефлексы. Один из них — нистагм головы, который характеризуется тем, что вначале голова медленно поворачивается в сторону, противоположную направлению вращения, а затем быстро возвращается в исходное положение. При вращении также наблюдается ритмический **окуломоторный нистагм**. Он включает два компонента: медленный, являющийся проявлением статокINETического рефлекса на угловое ускорение, и сменяющий его быстрый, который характеризуется движением глазного яблока (скачком) в обратном направлении (по нём судят о направлении нистагма).

Вестибулярный нистагм возникает в начале движения, когда эндолимфа, благодаря инерционности жидкости, под влиянием ускорения движется в сторону ампулы полукружного протока на стороне по направлению вращения, активируя её волосковые клетки. На противоположной стороне волосковые клетки гиперполяризуются. В результате медленный компонент нистагма направлен в сторону, противоположную вращению. Во время самого вращения вестибулярного нистагма нет, так как эндолимфа движется с той же скоростью, что и полукружные протоки (при этом может сохраняться оптоКINETический нистагм). В момент остановки или замедления движения, т. е. при наличии отрицательного углового ускорения, эндолимфа по инерции перемещается, но уже в обратном направлении — возникает поствращательный нистагм. Глазной нистагм, возникающий при поворотах головы или при вращении, имеет важное приспособительное значение, так как обеспечивает сохранение нормальной зрительной ориентации и позволяет фиксировать изображение предметов на сетчатке в период изменения позы и положения головы.

Материалы и оборудование: кресло Барани, пульсотонометр кистевой или пульсоксиметр, секундомер.

Ход работы.

А. Измерение длительности нистагма. Характер наблюдающегося нистагма глазных яблок зависит от того, какая пара полукружных протоков попадает в плоскость вращения (табл. 17.1).

Таблица 17.1

Влияние стимуляции вестибулярных рецепторов на вид поствращательного нистагма

Положение головы	Полукружные протоки в плоскости вращения	Вид нистагма
Наклон вперёд на 15°	Латеральные	Горизонтальный
Наклон вперёд на 90°	Задние	Ротаторный
Наклон к плечу	Передние	Вертикальный

Исследуйте горизонтальный нистагм. Аккуратно вращайте испытуемого в кресле Барани со скоростью 10 оборотов за 20 с. Во время вращения глаза испытуемого должны быть закрыты. После остановки испытуемый открывает глаза и старается зафиксировать взгляд на неподвижном предмете вдаль.

Пронаблюдайте направление поствращательного нистагма. С помощью секундомера измерьте его длительность (в норме — от 20 до 30 с). Результаты внесите в протокол.

Б. Влияние стимуляции вестибулярного аппарата на частоту сердечных сокращений. У испытуемого в кресле Барани после периода отдыха определите ЧСС за 15 с и рассчитайте ЧСС за минуту. Вращайте испытуемого в кресле Барани со скоростью 10 оборотов за 20 с. После окончания вращения повторно измерьте ЧСС. Полученные данные внесите в протокол.

ПРОТОКОЛ	
1. Длительность поствращательного горизонтального нистагма составила ____ с.	3. Вывод. Продолжительность поствращательного нистагма ____ (в норме, увеличена, снижена). Появление нистагма вызвано _____. К изменению продолжительности нистагма может привести повреждение _____.
2. Исходная ЧСС — _____ уд/мин, после вращения — _____ уд/мин. Произошло ____ (↑/↓) ЧСС на _____ уд/мин.	Стимуляция вестибулярного аппарата _____ (вызывает или нет) изменение ЧСС, что является проявлением _____ рефлекса, который формируется благодаря связям вестибулярных ядер с _____.

Работа 17.8. ИССЛЕДОВАНИЕ ВКУСОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И СКОРОСТИ ВКУСОВОЙ АДАПТАЦИИ

Чувство вкуса у человека индивидуально и изменчиво, оно может изменяться после еды, при беременности, дефиците нутриентов, заболеваниях крови или внутренних органов и т. п.

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

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

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

После определения порогов различения вкусов предложите испытуемому в течение 20–30 с прополоскать рот раствором с концентрацией большей, чем пороговая. Сразу после этого дайте ему 2–3 мл этого раствора в пороговой концентрации. Отметьте, смог ли испытуемый распознать вкус раствора.

ПРОТОКОЛ													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Вещество</th><th>Порог различения вкуса, %</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Горькое (хинин)</td><td></td></tr> <tr> <td>Сладкое (сахар)</td><td></td></tr> <tr> <td>Солёное (поваренная соль)</td><td></td></tr> <tr> <td>Кислое (лимонная кислота)</td><td></td></tr> <tr> <td>Умами (глутамат натрия)</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Вещество	Порог различения вкуса, %	Горькое (хинин)		Сладкое (сахар)		Солёное (поваренная соль)		Кислое (лимонная кислота)		Умами (глутамат натрия)		Вывод. Пороги вкусовой чувствительности наименьшие к _____. Биологический смысл этого явления заключается в том, что _____. Вкусовая чувствительность после ополаскивания полости рта раствором высокой концентрации к данному вкусу _____, что указывает на развитие _____ (быстрой или медленной) вкусовой адаптации.
Вещество	Порог различения вкуса, %												
Горькое (хинин)													
Сладкое (сахар)													
Солёное (поваренная соль)													
Кислое (лимонная кислота)													
Умами (глутамат натрия)													

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

**Занятие 18. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО РАЗДЕЛАМ
«НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ.
ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ». ЗАЧЁТ**

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«___» _____ 20___
день месяц год

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Спинной мозг. Функции спинного мозга. Основные спинальные рефлексы. Последствия повреждения спинного мозга. 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. Понятие о децеребрационной ригидности и механизме её возникновения.
5. Роль среднего мозга, моста и продолговатого мозга в регуляции мышечного тонуса.
6. Мозжечок: сенсорные, соматические и вегетативные функции. Роль мозжечка, в механизмах поддержания тонуса мышц, позы и осуществлении движений.
7. 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.
8. Таламус. Функциональная характеристика ядер таламуса. Сенсорные и моторные функции. Участие таламуса в формировании болевых ощущений и в осуществлении высших интегративных функций мозга.
9. Гипоталамус. Центры и функции гипоталамуса. Нейросекреторные клетки. Собственно сенсорные нейроны (осмо-, термочувствительные и др.). Интеграция соматических, вегетативных и эндокринных функций.
10. Лимбическая система. Структурно-функциональная организация. Её роль в формировании мотиваций, эмоций, организации памяти. Участие структур лимбической системы в интегративной деятельности ЦНС.
11. Базальные ядра. Структурно-функциональная организация. Интегрирующая функция базальных ядер в организации и осуществлении сложных движений.
12. 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. Роль обратной афферентации.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- [1].
[2]. С. 141–204, 470–518.

Дополнительная

- [3]. Ч. 1. С. 209–245, 328–453; Ч. 2. С. 379–504.
[4]. С. 105–161, 367–413.

**Организация коллоквиума
и зачёта.**

Компьютерный тест
«18. ЗАЧЁТ ЗА III СЕМЕСТР».

Проверьте допуск!
50 вопросов за 30 минут. Вопросы по всем разделам.

Отметка за коллоквиум 7 баллов и выше может быть получена только после дополнительного опроса.

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

При получении положительной отметки зачёт сдан.

Пересдача зачёта — в соответствии с расписанием кафедры на основании разрешения из деканата.

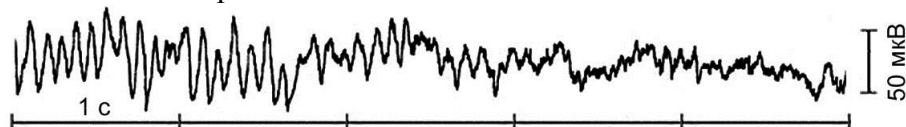
13. Роль автономной (вегетативной) нервной системы (АНС) в обеспечении жизнедеятельности целостного организма. Функции АНС. Сравнительная характеристика общего плана строения и физиологических свойств АНС и соматической нервной системы (афферентные, центральные, эфферентные отделы). 14. Сравнительная характеристика строения и функций симпатического и парасимпатического отделов АНС. Синергизм и относительный антагонизм влияний симпатического и парасимпатического отделов АНС. Понятие о метасимпатической нервной системе. 15. 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. 16. Влияния симпатического отдела АНС на эффекторные органы, сенсорные функции. Механизмы их реализации. 17. Влияния парасимпатического отдела АНС на эффекторные органы, сенсорные функции. Механизмы их реализации. 18. 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. 19. Понятие об органах чувств, анализаторах, сенсорных системах. Учение И.П. Павлова об анализаторах. Общие принципы функционирования, общие свойства сенсорных систем, роль в поддержании функционального состояния организма. Классификация и функции сенсорных систем. 20. Рецепторный отдел. Классификация и функциональные свойства сенсорных рецепторов. Механизмы функционирования первично- и вторичночувствующих рецепторов.	21. Зрительная система. Строение, функции. Особенности строения и свойств глаза, обеспечивающие функцию зрения. Оптические среды глаза. Рефракция и аккомодация. Понятие о миопии, гиперметропии, пресбиопии, астигматизме и принципах их коррекции. 22. Строение и функции сетчатки глаза. Фотохимические процессы в рецепторах сетчатки при действии света. Функции пигментных, горизонтальных, биполярных, амакриновых и ганглиозных клеток сетчатки. 23. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах зрительной системы. Кортикальный отдел зрительной системы. 24. Теории цветоощущения. Основные формы нарушения цветового восприятия. Движения глаз. Центральные и периферические механизмы координации зрительной и глазодвигательной функций. 25. Слуховая система. Особенности строения и свойств звукопроводящего аппарата. Защитные рефлексы. 26. Звуковоспринимающий аппарат слуховой системы. Структуры внутреннего уха, их функции. Механизм возбуждения волосковых клеток. Слуховая адаптация. 27. Механизмы восприятия и анализа звуков. Кодирование частоты и силы звуков. Локализация источника звука. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах слуховой системы. Слуховая кора. 28. Вестибулярная система, её функции. Особенности строения и свойств рецепторного отдела. Функции вестибулорецепторов преддверия и полукружных протоков. 29. Вестибулярная система. Механизм восприятия и оценки положения тела и его перемещения в пространстве. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах вестибулярной системы. 30. Реакции организма на раздражение вестибулярного аппарата (соматические, сенсорные, вегетативные реакции).
--	---

31. Обонятельная система. Рецепция запахов. Проводящие пути и центральные отделы обонятельной системы. Восприятие и классификация запахов. Реакции организма на раздражение обонятельной системы. Адаптация. Защитные рефлексy. 32. Вкусовая система. Вкусовая рецепция. Проводящие пути и центральные отделы вкусовой системы. Восприятие вкуса. Классификация вкусовых ощущений. Реакции организма на вкусовые раздражения. Вкусовая адаптация. 33. Боль и её значение. Современные представления о ноцицепции и центральных механизмах боли. Теории боли. Виды боли. Антиноцицептивная система. Нейрохимические механизмы антиноцицепции. Понятие о принципах обезболивания.	34. Соматовисцеральная сенсорная система. Кожная чувствительность. Механорецепция. Виды рецепторов. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах. 35. Терморецепция. Роль кожи, внутренних органов, сосудов и центральной нервной системы в терморецепции. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах. Реакции организма на действие тепла и холода. 36. Проприоцептивная чувствительность. Рецепторные механизмы. Особенности строения проводящих путей и центральных отделов. Роль в восприятии и оценке положения тела в пространстве, в формировании мышечного тонуса, позы и движений. 37. Интероцептивная чувствительность. Виды интероцептивной чувствительности. Реакции организма на раздражение интероцепторов. Роль интероцепции в поддержании гомеостаза.
ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ: 1. Методы изучения функций ЦНС (стереотаксический, рефлексометрия, метод вызванных потенциалов). Физиологическое значение (знание). 2. Исследование основных сухожильных рефлексов: коленного, ахиллова, рефлексов сгибателя и разгибателя верхней конечности. Уровни замыкания рефлексов. Принципы оценки результатов. Возможные ошибки при выполнении и пути их предупреждения (умение). 3. Исследование зрачковых рефлексов (умение). Физиологическое значение. 4. Методы исследования состояния функций мозжечка (умение). 5. Электроэнцефалография, принципы анализа ЭЭГ. Ритмы ЭЭГ при различных функциональных состояниях ЦНС (знание). 6. Методы оценки тонуса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы: клиностатический рефлекс (умение). 7. Методы оценки тонуса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы: ортостатический рефлекс (умение). 8. Методы оценки тонуса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы: дыхательно-сердечный рефлекс Геринга (умение). 9. Методы изучения функций зрительного анализатора: цветовосприятие (умение).	10. Методы изучения функций зрительного анализатора: исследование границ поля зрения (периметрия) (умение). 11. Методы изучения функций зрительного анализатора: определение чувствительности центральных областей сетчатки (статическая компьютерная кампиметрия) (знание). 12. Методы изучения функций зрительного анализатора: исследование остроты зрения (умение). 13. Методы исследования слухового анализатора: аудиометрия (знание). 14. Методы исследования слухового анализатора: опыты Вебера и Ринне (умение). 15. Методы изучения вкусового анализатора: определение порогов вкусовой чувствительности (умение). 16. Методы исследования функции соматосенсорного анализатора (исследование тактильной, болевой, температурной, проприоцептивной чувствительности, эстеziометрия) (умение). 17. Методы исследования вестибулярного анализатора. Измерение длительности нистагма (знание).

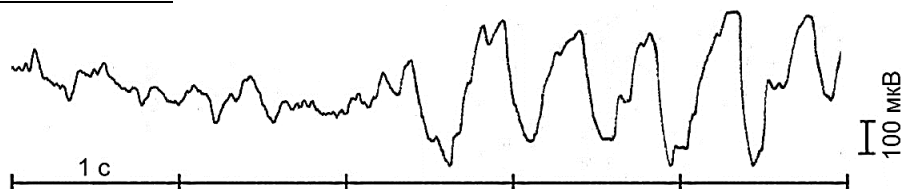
СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ:

1. При исследовании рефлекса сгибателя верхней конечности исследуемый рефлекс не выявляется. На каком уровне ЦНС наблюдается повреждение? Как отличить повреждение афферентного звена от повреждения других звеньев рефлекторной дуги, влияния вышележащих структур ЦНС? Как исключить возможную симуляцию со стороны пациента?

2. Определите ритмы на представленной ЭЭГ. При каких функциональных состояниях ЦНС они наблюдаются? Как называется наблюдаемый процесс?



3. Определите ритмы на представленной ЭЭГ. При каких функциональных состояниях ЦНС они наблюдаются? Каковы возрастные особенности?



4. При освещении левого глаза диаметр зрачка правого глаза не изменился. Дайте физиологическую оценку полученной реакции. Какие структуры ЦНС вовлечены в её реализацию?

5. Прямая и содружественная реакция зрачка правого глаза на свет не выявляются, левого — нормальны. Дайте физиологическую оценку полученной реакции. Какие структуры ЦНС вовлечены в её реализацию?

6. При отведении взора в сторону выявляются ритмичные подёргивающиеся движения глазного яблока (нистагм). Предположите, нарушение функции каких структур ЦНС наиболее вероятно у пациента.

7. На визите к врачу пациент жалуется на нарушение походки и чувства равновесия (пошатывается, падает вправо при ходьбе), нарушение памяти на недавно произошедшие события, изменение величины зрачков (стали разновеликими), изменение почерка (стал неровным, крупным) и дрожание рук при движении, повышенную вспыльчивость и раздражительность. Какие из указанных жалоб могут указывать на нарушение функций мозжечка?

8. Почему при сильном волнении вкусовые ощущения человека могут быть ослаблены? Почему при этом может нарушаться глотание, речь?

9. При исследовании границ ахроматического поля зрения были получены следующие результаты. Левый глаз: сверху — 40°, кнаружи — 90°, книзу — 65°, кнутри — 55°. На 20° кнаружи было выявлено очаговое выпадение чувствительности (скотома) обоих глаз в виде округлого пятна. Дайте физиологическую оценку полученным показателям.

10. Пациент жалуется, что перестал замечать движущиеся предметы слева от себя. Объясните причину наблюдаемого явления.

11. Пациент различает правым глазом третью сверху строчку, левым глазом — пятую сверху строчку таблицы Сивцева. Дайте физиологическую оценку полученным показателям. Каким образом можно провести коррекцию зрительных функций?

12. На приёме 55-летняя женщина жалуется на снижение возможностей различения мелких предметов, необходимость отодвигать тексты при чтении на расстояние около 0,5 м. Как называется наблюдаемое явление? Назовите его причины.

13. У молодого человека, часто слушающего громкую музыку с использованием аудиоплеера, при аудиометрии в диапазоне частот 1–5 кГц пороги слуховой чувствительности составили 38–43 дБ. Дайте физиологическую оценку состоянию слуховой системы пациента. Объясните, чем могут быть обусловлены полученные результаты.

14. При исследовании слухового анализатора была выявлена латерализация звука вправо. Слева время костной проводимости составило 22 с, воздушной проводимости — 37 с. Справа время костной проводимости составило 55 с, воздушной проводимости — 55 с. Дайте физиологическую оценку полученным результатам. 15. При обследовании пациента было выявлено значительное увеличение длительности поствращательного нистагма. Аналогичный результат был получен при проведении калорических проб с вливанием в наружный слуховой проход тёплой и холодной воды. С нарушением функции каких структур вестибулярной сенсорной системы это, предположительно, может быть связано?	16. При пассивном сгибании ноги в коленном суставе пациент утверждает, что нога не изменила своего положения. С нарушением функции какого анализатора это может быть связано? Какие зоны коры головного мозга участвуют в формировании исследуемого чувства? 17. У пациента нарушено формирование схемы его тела (иллюзорное движение неподвижных конечностей, неправильное ощущение их длины и положения, фантомные ощущения дополнительных конечностей и т. п.). Какие структуры ЦНС могут быть вовлечены в патологический процесс? 18. Известно, что во время схватки человек может продолжать сражаться, не смотря на полученные раны и не ощущая боли. Объясните механизм данного явления.
--	--

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. *Физиология человека с основами патофизиологии* : в 2 т. / под ред. Р. Ф. Шмидта, Ф. Ланга, М. Хекманна. Москва : Лаборатория знаний, 2019. Т. 1. 537 с. Т. 2. 494 с.
6. Холл, Д. Э. Медицинская физиология по Гайтону и Холлу / Д. Э. Холл. Москва : Логосфера, 2018. 1328 с.
7. Брин, В. Б. Физиология человека в схемах и таблицах : учеб. пособие / В. Б. Брин. Санкт-Петербург : Лань, 2021. 607 с.
8. Зильбернагель, С. Наглядная физиология / С. Зильбернагель, А. Деспопулос. Москва : Лаборатория знаний, 2019. 424 с.
9. *Физическая культура* : учеб. пособие / Е. С. Григорович [и др.] ; под ред. Е. С. Григоровича, В. А. Переверзева. Минск : Вышэйшая школа, 2014. 349 с.
10. Санитарные нормы и правила «Требования к порядку выявления, организации и проведения санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на предотвращение возникновения и распространения парентеральных вирусных гепатитов и ВИЧ-инфекции» : постановление М-ва здравоохран. Респ. Беларусь от 01.03.2024 № 41.
11. Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь» : постановление М-ва здравоохран. Респ. Беларусь от 20.11.2012 № 180.
12. *Эндокринология*. Национальное руководство. Краткое издание / под ред. И. И. Дедова, Г. А. Мельниченко. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. 752 с.
13. *Таблицы оценки физического развития детей Беларуси* : 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. Кубарко, А. И. Гемодинамика. Функциональные показатели кровообращения в вопросах и ответах : учеб.-метод. пособие / А. И. Кубарко, Д. А. Александров, Н. А. Башаркевич. Минск : БГМУ, 2012. 23 с.
17. Кубарко, А. И. Физиологические свойства и особенности миокарда в вопросах и ответах : учеб.-метод. пособие / А. И. Кубарко, Д. А. Александров, Н. А. Башаркевич. Минск : БГМУ, 2012. 29 с.
18. Кубарко, А. И. Сердечный цикл. Методы исследования сердечной деятельности в вопросах и ответах : учеб.-метод. пособие / А. И. Кубарко, Д. А. Александров, Н. А. Башаркевич. Минск : БГМУ, 2012. 49 с.
19. Кубарко, А. И. Регуляция кровообращения в вопросах и ответах : учеб.-метод. пособие / А. И. Кубарко, Д. А. Александров, Н. А. Башаркевич. Минск : БГМУ, 2015. 79 с.

20. *Микроциркуляция* в вопросах и ответах : учеб.-метод. пособие / Д. А. Александров [и др.]. Минск : БГМУ, 2017. 50 с.
21. *Физиологическая* и клиническая оценка некоторых показателей общего анализа крови, получаемого с помощью современных гематологических анализаторов : учеб.-метод. разработка / А. И. Кубарко [и др.]. Минск : МГМИ, 1997. 21 с.
22. *Зилов, В. Г.* Физиология детей и подростков : учеб. пособие / В. Г. Зилов, В. М. Смирнов. Москва : Медицинское информационное агентство, 2008. 572 с.
23. *Кандел, Э.* В поисках памяти / Э. Кандел. Москва : Астрель, 2012. 736 с.
24. *Краткое* руководство к практикуму по нормальной физиологии : учеб.-метод. пособие / под ред. В. А. Переверзева, Д. А. Александрова, А. И. Кубарко. Минск : БГМУ, 2016. 104 с.
25. *Морман, Д.* Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. 4-е междунар. изд. Санкт-Петербург : Питер, 2000. 256 с.
26. *Нормальная* физиология. Краткий курс : учеб. пособие / под. ред. В. В. Зинчука. Минск : Вышэйшая школа, 2010. 431 с.
27. *Нормальная* физиология. Ситуационные задачи и тесты : учеб. пособие / под ред. К. В. Судакова. Москва : Медицинское информационное агентство, 2006. 248 с.
28. *Нормальная* физиология : учеб. / под ред. Б. И. Ткаченко. 3-е изд. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. 688 с.
29. *Орлов, Р. С.* Нормальная физиология : учеб. / Р. С. Орлов, А. Д. Ноздрачев. 2-е изд. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. 832 с.
30. *Сидоров, К. Р.* Количественная оценка продуктивности внимания в методике «Корректурная проба» Б. Бурдона / К. Р. Сидоров // Вестник Удмуртского университета. 2012. № 4. С. 50–57.
31. *Солодков, А. С.* Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : учеб. / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. 10-е изд. Москва : Спорт, 2022. 624 с.
32. *Физиология* человека : учеб. пособие / А. А. Семенович [и др.] ; под ред. А. А. Семеновича. 4-е изд. Минск : Вышэйшая школа, 2012. 544 с.
33. *Физиология* человека. Задачи и упражнения : учеб. пособие / под ред. Ю. И. Савченкова. 2-е изд. Ростов на Дону, Красноярск, 2007. 160 с.
34. *Фрит, К.* Мозг и душа: как нервная деятельность формирует наш внутренний мир / К. Фрит. Москва : Астрель, 2012. 336 с.
35. *Чеснокова, С. А.* Атлас по нормальной физиологии : учеб. пособие / С. А. Чеснокова, С. А. Шастун ; под ред. Н. А. Агаджаняна. 2-е изд. Москва : Медицинское информационное агентство, 2007. 480 с.
36. *Яковец, А.* Автоматизированный анализ крови : методологические нюансы / А. Яковец // Здоровье Украины. С. 69–70. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://health-ua.com/article/2571.html>. Дата доступа : 12.04.2022.
37. *Королева, Н. В.* Электроэнцефалографический атлас эпилепсий и эпилептических синдромов у детей / Глава 2. Возрастные особенности ЭЭГ у здоровых детей / Н. В. Королева, С. И. Колесников, С. В. Воробьев. Москва : Литтерра, 2011. 260 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://health-family.ru/about-us/library/eeg_epilepsy/chapter-2/. Дата доступа : 12.04.2022.
38. *Центильные* характеристики антропометрических и лабораторных показателей у детей в современный период : инструкция по применению, 10 апр. 2009 г., № 180–1208 / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. Гродно, 2009.
39. *Brodal, P.* The Central Nervous System / P. Brodal. 5th ed. Oxford, 2016. 721 p.
40. *Costanzo, L. S.* Physiology / S. L. Costanzo. 7th ed. Elsevier, 2022. 528 p.
41. *Fox, S. I.* Human Physiology / S. I. Fox. 16th ed. McGraw-Hill Higher Education, 2022. 808 p.
42. *Ganong's Review of Medical Physiology* / K. E. Barrett [et al.]. 26th ed. McGraw-Hill, 2019. 752 p.
43. *Gutnik, B.* Physiology for «lazy» students = Физиология для «ленивых» студентов. Ч. 1. Нервно-мышечная физиология. Организация движений. P. I : Neuromuscular Physiology. Motor Control / B. Gutnik, V. Kobrin, D. Nash. Москва : Логосфера, 2009. 200 с.
44. *Silverthorn, D. U.* Human Physiology: An Integrated Approach / D. U. Silverthorn. 7th ed. Pearson, 2015. 960 p.

ПРИСТАВКИ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ СИ

Префикс	Множитель	Обозначение	
		русское	международное
пета	$10^{15} = 1.000.000.000.000.000$	П	P
тера	$10^{12} = 1.000.000.000.000$	Т	T
гига	$10^9 = 1.000.000.000$	Г	G
мега	$10^6 = 1.000.000$	М	M
кило	$10^3 = 1.000$	к	k
гекто	$10^2 = 100$	г	g
дека	$10^1 = 10$	да	da
деци	$10^{-1} = 0,1$	д	d
санتي	$10^{-2} = 0,01$	с	c
милли	$10^{-3} = 0,001$	м	m
микро	$10^{-6} = 0,000.001$	мк	μ
нано	$10^{-9} = 0,000.000.001$	н	n
пико	$10^{-12} = 0,000.000.000.001$	п	p
фемто	$10^{-15} = 0,000.000.000.000.001$	ф	f

КОНТРОЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ПРОВЕРКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУПП КРОВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОНОКЛОНАЛЬНЫХ АНТИТЕЛ (к работе 4.5)

Образец крови	Агглютинация с реактивом		
	anti-A	anti-B	anti-Rh
1	+	—	+
2	—	+	+
3	+	+	—
4	—	—	—
5	+	+	+
6	—	+	—

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. Эритропоз. Физиологические функции тромбоцитов. Тромбоцитопоз. Система гемостаза.....	27
Занятие 3. Физиологические функции лейкоцитов. Лейкопоз. Неспецифическая и специфическая резистентность организма. Физиологическая оценка результатов общего анализа крови	39
Занятие 4. Группы крови. Система АВ0, резус (Rh) и другие. Физиологическое обоснование подбора донорской крови.....	48
Занятие 5. Основы информационного обмена клетки с окружающей средой. Химическая сигнализация. Общая физиология эндокринной системы	59
Занятие 6. Частная физиология эндокринной системы	72
Занятие 7. Итоговое занятие по разделам «Введение. Гомеостаз. Внутренняя среда организма человека. Гуморальная регуляция физиологических функций».....	87
Занятие 8. Электрическая сигнализация. Законы реагирования возбудимых тканей. Биологические потенциалы. Изменение возбудимости при возбуждении.....	95
Занятие 9. Проведение возбуждения по нервным волокнам. Синаптическая передача.....	102
Занятие 10. Физиология мышц	109
Занятие 11. Общая физиология центральной нервной системы.....	117
Занятие 12. Итоговое занятие по разделу «Физиология возбудимых тканей».....	128
Занятие 13. Роль и функции спинного мозга, ствола мозга и мозжечка.....	132
Занятие 14. Роль и функции промежуточного и конечного мозга. Системные механизмы регуляции тонуса мышц и движений.....	141
Занятие 15. Физиология автономной нервной системы	147
Занятие 16. Общая физиология сенсорных систем. Зрительная система	154
Занятие 17. Физиология слуховой, вестибулярной, вкусовой, обонятельной и соматовисцеральной сенсорных систем. Система болевой чувствительности.....	163
Занятие 18. Итоговое занятие по разделам «Нервная регуляция физиологических функций. Физиология сенсорных систем». Зачёт	171
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	176
ПРИЛОЖЕНИЕ	178

Учебное издание

Александров Денис Александрович
Переверзев Владимир Алексеевич
Кубарко Алексей Иванович и др.

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ. ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

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

4-е издание

Ответственный за выпуск В. А. Переверзев
Компьютерная вёрстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 24.12.24. Формат 60×84/8. Бумага писчая «Снегурочка».
Ризография. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 20,92. Уч.-изд. л. 13,4. Тираж 751 экз. Заказ 11.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 24.11.2023.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

ISBN 978-985-21-1712-8

