

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Практикум для студентов, обучающихся
по специальности «Стоматология»

Под редакцией В. А. Переверзева



Минск БГМУ 2023

УДК 612.1/.8(075.8)(076.5)

ББК 28.707.3я73

Н83

А в т о р ы: В. А. Переверзев¹, Т. А. Пупа¹, Ю. В. Гайкович¹, Д. А. Александров¹, И. Н. Семененя¹, А. В. Евсеев², Д. В. Сосин², М. О. Вэлком³, Шэннол Дане³, О. С. Сотников⁴, А. Г. Хатуев⁵, В. И. Власенко¹, Т. Г. Северина¹, Е. В. Переверзева¹, Л. А. Давыдова¹, Т. П. Голодок¹, А. Г. Чабан¹, А. И. Печурский¹, А. А. Анисимов¹, М. И. Гаптарь¹, В. Н. Фоменко¹, А. С. Блажко¹, А. Л. Григорьян¹, М. О. Абаимова¹, Е. М. О. Корниенко¹

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

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

³ *Нил Университет Нигерии, ФТС — Абужа, Нигерия;*

⁴ *Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия;*

⁵ *Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова, Грозный, Россия*

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

Нормальная физиология : практикум для студентов, обучающихся Н83 по специальности «Стоматология» / В. А. Переверзев [и др.] ; под ред. В. А. Переверзева. – Минск : БГМУ, 2023. – 239 с.

ISBN 978-985-21-

Представлены вопросы к практическим занятиям и к итоговым семинарам по всем разделам курса нормальной физиологии; описания лабораторных работ и протоколы их выполнения; необходимая дополнительная информация по темам занятий. Издание подготовлено совместно с сотрудниками кафедры нормальной физиологии Смоленского государственного медицинского университета и кафедры физиологии человека Нил университета г. Абужа (Нигерия).

Предназначен для студентов 1–2-го курсов стоматологического факультета, а также медицинского факультета иностранных учащихся, обучающихся по программе подготовки врача-стоматолога.

УДК 612.1/.8(075.8)(076.5)

ББК 28.707.3я73

ISBN 978-985-21-

© УО «Белорусский государственный медицинский университет», 2023

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВЛ — альвеолярная вентиляция легких
АД — артериальное давление крови
АДГ — антидиуретический гормон
АДд (ДАД) — артериальное давление крови, диастолическое
АДс (САД) — артериальное давление крови, систолическое
АДсгд — артериальное давление крови, среднее гемодинамическое
АКТГ — адренокортикотропный гормон
АНС — автономная нервная система
АХ — ацетилхолин
БГМУ — Белорусский государственный медицинский университет
ВитД₃ — витамин Д₃
ВИЧ — вирус иммунодефицита человека
ВПСП — возбуждающий постсинаптический потенциал
ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения
ГР — гормон роста
ГМ — гладкие мышцы
ДАГ — диацилглицерол
ДЖЕЛ — должная жизненная емкость легких
ДО — дыхательный объем
ДПОС — должная пиковая объемная скорость
ДСЦ — длительность сердечного цикла
ЖЕЛ — жизненная емкость легких
ЗД — задержка дыхания
ИМТ — индекс массы тела
ИП — изменение показателя
ИТФ — инозитол-три-фосфат
ИФР — инсулинподобный фактор роста
КОС — кислотно-основное состояние
К⁺ — калий
ЛТГ — лактотропный гормон (пролактин)
МОД — минутный объем дыхания
МОС — максимальная объемная скорость
МДВд — максимальное давление вдоха
МДВыд — максимальное давление выдоха
МТ — масса тела
Н⁺ — водород
НА — норадреналин
нХР — никотинчувствительный холинорецептор
Na⁺ — натрий
NaCl — хлорид натрия
O₂ — кислород
ОС — относительная сила
ОФВ₁ — объем форсированного выдоха за 1-ю секунду

ОУСЖ — околоушная слюнная железа
ПКА и ПКС — протеинкиназа А и протеинкиназа С
ПОС — пиковая объемная скорость
ПЧСЖ — подчелюстная слюнная железа
ПЯСЖ — подъязычная слюнная железа
Р — фосфор
РААС — ренин-ангиотензин-альдостероновая система
Р_{О_{вд}} — резервный объем вдоха
Р_{О_{выд}} — резервный объем выдоха
Р_{О₂} — напряжение кислорода (в жидкости, в крови)
Р_{СО₂} — напряжение углекислого газа (в жидкости, в крови)
рН — активная реакция среды (крови, слюны, ликвора и т. д.), отрицательный десятичный логарифм концентрации водородных ионов среды
Rh⁺ — резус-фактор
СО — стандартное отклонение
СОЭ — скорость оседания эритроцитов
СП — систолический показатель
СПИД — синдром приобретенного иммунного дефицита
ССС — сердечно-сосудистая система
СТГ — соматотропный гормон
стом ф-т — стоматологический факультет
Са²⁺ — кальций
СГ — хлор
СО₂ — углекислый газ
ТПСП — тормозный постсинаптический потенциал
ФКГ — фонокардио(-грамма или -графия)
ФЛС — фосфолипаза С
F⁻ — фтор
Fe³⁺ — железо
цАМФ — циклический аденозин-монофосфат
цГМФ — циклический гуанозин-монофосфат
ЦНС — центральная нервная система
ЦП — цветовой показатель
ЧД — частота дыхания
ЧМН — черепно-мозговые нервы
ЧП — частота пульса
ЧСС — частота сердечных сокращений
ЧВС — частота возбуждений сердца
ЭКГ — электрокардио(-грамма или -графия)
ЭМГ — электромио(-грамма или -графия)
ЭОС — электрическая ось сердца
ЭЭГ — электроэнцефало(-грамма или -графия)

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебное пособие предназначено для использования студентами-стоматологами при подготовке к занятиям, семинарам и протоколированию практических работ. Оно составлено с учетом: требований учебной программы по курсу «Нормальной физиологии» для студентов стоматологического факультета высших медицинских учебных заведений; профилизации преподавания нормальной физиологии на стоматологическом факультете. Отдельное издание для студентов-стоматологов обусловлено введением в кафедральный практикум новых практических работ и профильных занятий. Новые работы предусматривают: постоянное использование компьютерной техники для обучения и контроля знаний студентов на практических и итоговых (семинарских) занятиях; моделирование известных физиологических феноменов на виртуальных моделях животных; проведение исследования состояния физиологических функций у человека современными методами электроодонтодиагностики, электромастикациомиографии, клинического анализа крови, газоанализа, психофизиологического обследования и т. д. Для студентов стоматологического факультета разработаны три профильных занятия: «Физиология костной ткани и регуляция кальций-фосфорного обмена» (занятие № 7), «Физиология мышц челюстно-лицевой области, физиологические особенности гладких мышц, понятие о миоэпителиальных и железистых клетках» (занятие № 12); «Пищевые мотивации, пищеварение в полости рта, защитные механизмы полости рта, глотание» (занятие № 26(9)).

К каждому практическому занятию представлены основные вопросы, литература (основная и дополнительная, подготовленная сотрудниками кафедры), а также указания для поиска обучающих и контролирующих компьютерных программ в дисплейном классе. Знания студентов по вопросам для самоподготовки (доступных через сайт университета и кафедры) будут обязательно протестированы во время работы в компьютерном (дисплейном) классе кафедры. На каждом занятии представлены работы демонстрационные (в виде видеofilмов, демонстраций сотрудниками кафедры) и/или для самостоятельного выполнения (на виртуальных моделях в компьютерном классе или безопасных исследований на добровольцах (самих студентах)). Протоколы демонстрационных или самостоятельно выполненных работ предусматривают их индивидуальное заполнение студентами с формулированием выводов, знание которых

будет полезным им для дальнейшей учебы, работы и/или поддержания собственного здоровья. В конце целого ряда практических занятий (и, прежде всего, профильных) дана дополнительная информация, которую студенты не всегда могут найти самостоятельно.

В связи с работой по 10-балльной шкале оценки знаний студентов следует напомнить, что оценки «1», «2», «3» являются неудовлетворительными, «4» и «5» — удовлетворительными, «6», «7», «8» — хорошими, «9» и «10» — отличными. На занятиях проводится как компьютерный (тестовый), так и устный контроль знаний. Одна или обе оценки выставляются на каждом занятии. Тестовый контроль знаний ограничен оценкой «семь». Предпочтение отдаётся оценке, полученной по устному ответу. При подготовке к практическим занятиям студентам, особенно претендующим на оценки «8», «9» и «10», рекомендуется помимо основной литературы использовать и дополнительную.

Авторы будут благодарны за рекомендации и замечания, способствующие дальнейшему улучшению практикума.

РАЗДЕЛ «ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ФИЗИОЛОГИИ»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«	_____	»	_____	_____
число		месяц		год

ЗАНЯТИЕ 1. ВВЕДЕНИЕ. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Основные вопросы:

1. Знакомство с кафедрой нормальной физиологии, порядок проведения занятий, аттестации знаний, требования к студентам на кафедре.
2. Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ.
3. Физиология как научная основа медицины, связь с другими дисциплинами медико-биологического профиля. Применение знаний по нормальной физиологии врачом-стоматологом.
4. Этапы развития физиологии (краткая история). Вклад отечественных ученых в развитие физиологии.
5. Физиология как экспериментальная дисциплина. Основные методы физиологического исследования.
6. Понятия: физиологическая функция, регуляция, информация, сигнал и др.
7. 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).
8. Понятие о нервном и гуморальном механизмах регуляции функций организма. Местные механизмы регуляции физиологических функций.
9. Строение и функции цитоплазматической мембраны клетки. Транспорт веществ через клеточные мембраны.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

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

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. Ч. 1 / под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. 542 с. С. 8–73, 483–492.
4. *Физиология* : учеб. / под ред. В. М. Смирнова, В. А. Правдивцева, Д. С. Свешникова. Москва : МИА, 2017. 520 с. С. 12–27, 72–82, 184–186.
5. *Санитарные нормы и правила «Требования к 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.

ИНСТРУКТАЖ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

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

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

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

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

Общие требования.

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

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

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

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.

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.

Во всех случаях необходимо вызвать дежурного лаборанта, который находится в комнате № 103 (104), или преподавателя кафедры.

Указания к оформлению протокола: 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.

ПРОТОКОЛ

* С правилами по технике безопасности ознакомлен и проинструктирован

Дата

Подпись

Ф.И.О. студента полностью и разборчиво

Работа 1.1. ОСВОЕНИЕ МЕТОДИКИ 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 своего студенческого билета) → Студентам и курсантам → Выберите Вашу специальность → Нормальная физиология → Записаться на курс → Занятие 1. Введение... → Теоретический материал → Атлас.

Кроме того, следует разместить в ЭУМК свою фотографию из студенческого билета либо паспорта.

Или откройте ярлык «**21 Нормальная физиология**» → «Обучающая программа для стом. факультета» → «Занятие 1. Вступительное занятие...». Данные из электронного атласа внесите в протокол работы 1.3.

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 7 баллов может быть получена только после дополнительного собеседования с преподавателем.

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

ПРОТОКОЛ

Процент правильных ответов	Отметка	Процент правильных ответов	Отметка
0 % – 29 %	1 балл	76 % – 80 %	5 баллов
30 % – 49 %	2 балла	81 % – 90 %	6 баллов
50 % – 69 %	3 балла	91 % – 95 %	7 баллов
70 % – 75 %	4 балла	96 % – 100 %	7 баллов

Отметка выше 7 баллов может быть получена после дополнительного собеседования с преподавателем.

Результат тестирования:

_____ %. Отметка _____ баллов.

Работа 1.2. ОСВОЕНИЕ МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА: ИЗУЧЕНИЕ РЕЦЕПТОРНОГО МЕХАНИЗМА ВЛИЯНИЯ АДРЕНАЛИНА НА ЧАСТОТУ СОКРАЩЕНИЯ СЕРДЦА



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

Ход работы. Запустите программу «01_PHYSIOL 2», нажмите «ОК». Интерфейс программы представлен на рис.1.1, а.

На верхней панели 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**»), а также стимуляцию блуждающего нерва, иннервирующего сердце, и симпатических нервов, иннервирующих сердце и мозговое вещество надпочечников (через меню «**Stimulate**»). Для продолжения нажмите «**Continue**».

Запишите исходную частоту сердечных сокращений, после чего введите адреналин в дозе 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ («**Drugs**» → «**Adrenaline**» → щелчком левой кнопки мыши по надписи «**0.05 $\mu\text{g}/\text{kg}$** » открыть выпадающее меню и выбрать требуемую дозу адреналина, после чего ввести гормон: «**Inject Drug**» (рис. 1.1, б)). Дождавшись максимального изменения ЧСС, щёлкните «**Stimulate**» или «**Help**»

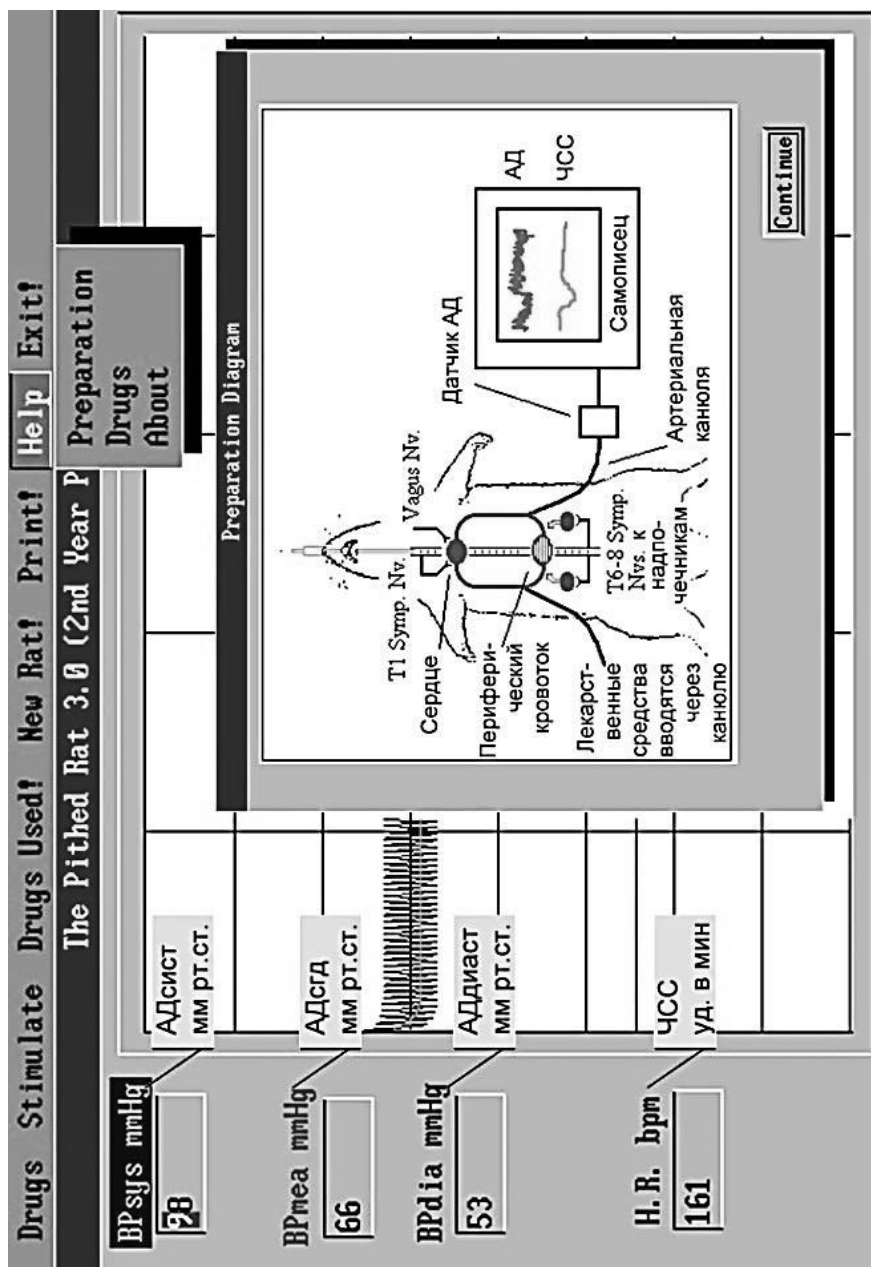
и запишите полученное значение. Для продолжения записи щёлкните мышкой на любом месте экрана.

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

Для выхода из программы нажмите «**Exit**».

Указания к оформлению протокола. Заполните таблицу и зарисуйте изменения ЧСС в эксперименте. Сделайте вывод о рецепторном механизме влияния адреналина на ЧСС, сравнив его эффект при действии антагониста β_1 -адренорецепторов пропранолола с исходным эффектом.

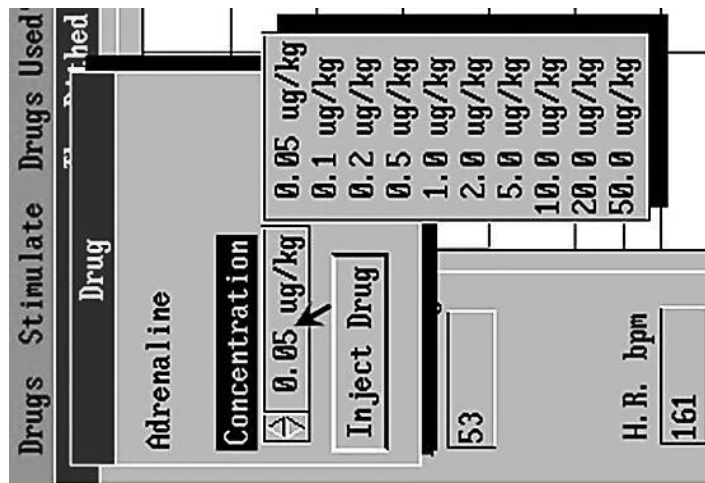
ПРОТОКОЛ		
	Воздействия	Частота сокращений сердца
Крыса 1	Исходное значение	
	Введение адреналина 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$	
Крыса 2	Исходное значение	
	Введение пропранолола (β -адреноблокатор) 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$	
	Введение адреналина 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$	
<p>Крыса 1</p>		<p>Крыса 2</p>
<p>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</p>		



a

Рис. 1.1. Интерфейс обучающей программы:

a — схема эксперимента; **б** — введение лекарственного средства



б

**Работа 1.3. ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ (выполняется дома
самостоятельно с использованием ЭУМК)**

1. Дайте определения понятиям:

Физиология — это _____

Функция — это _____

Регуляция — это _____

Информация — это _____

Сигнал — это _____

Физиологическая система — это _____

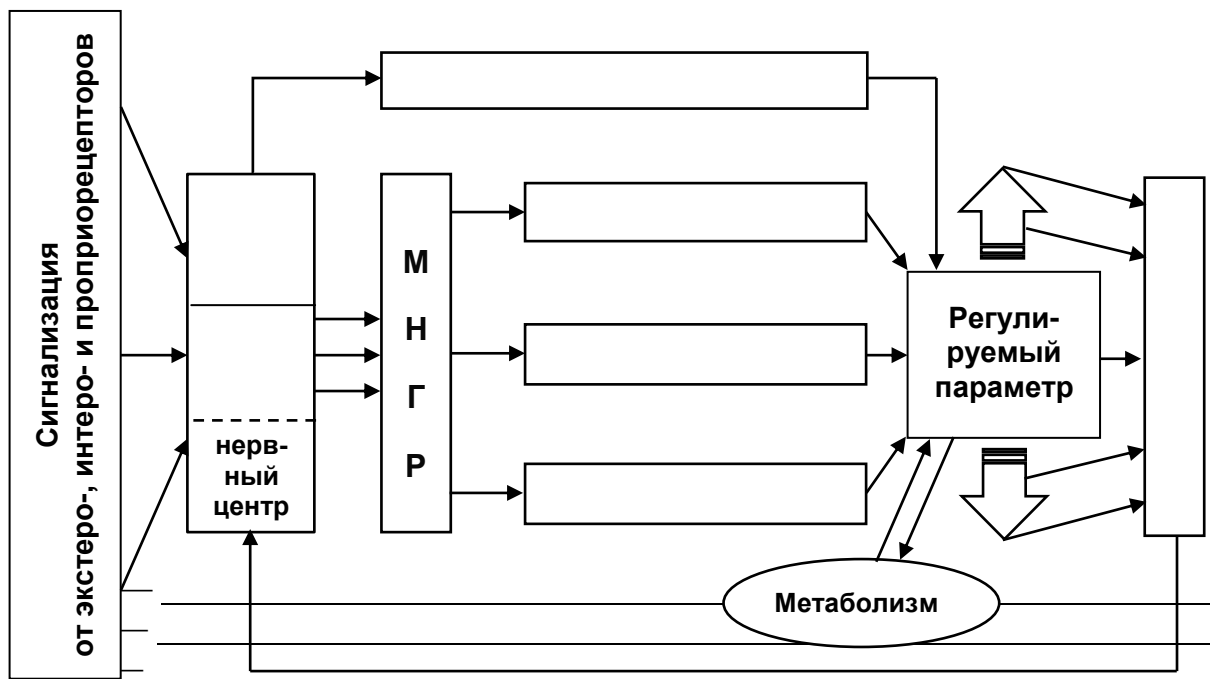
Функциональная система — это _____

2. Дайте сравнительную характеристику нервного и гуморального механизмов регуляции функций.

Таблица 1.1

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

Заполните схему функциональной системы регуляции функций по отклонению.



Исправить задания на страницах	ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ С ОТМЕТКОЙ:

(подпись преподавателя)

РАЗДЕЛ «ЖИДКИЕ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 2. ЖИДКИЕ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА. ПОНЯТИЕ О СИСТЕМЕ КРОВИ

Основные вопросы:

1. Внутренняя среда организма. Роль воды в организме, ее содержание, распределение, баланс. Жидкие среды организма, их виды.
2. Понятие о системе крови. Состав, количество, свойства, функции крови. Основные физиологические константы крови.
3. Кислотно-основное состояние крови и механизмы его регуляции.
4. Состав, количество, свойства крови и плазмы. Гемолиз и его виды.
5. Белки плазмы крови, их характеристика и значение.
6. Электролитный состав плазмы крови. Осмотическое давление крови и его регуляция (АДГ, РААС и др.).
7. Кровь как возможный источник инфицирования. Мероприятия по профилактике инфицирования (ВИЧ и др.) при работе с кровью.
8. Лимфа, ее состав, физико-химические свойства и функции.
9. Спинномозговая жидкость (ликвор), ее количество, состав и функции.
10. Жидкости полости рта: ротовая («смешанная слюна»), гингивальная, слюна слюнных желез. Кислотно-основное состояние полости рта.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, материалы 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. С. 22–23, 203–211, 296–299, 381.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. Ч. 1 / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа., 2013. С. 483–492.
4. *Требования к организации и проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения и распространения вирусных гепатитов* : санитарные нормы и правила, утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 11 от 06.02.2013.
5. *Смешанная слюна (состав, свойства, функции)* : учеб.-метод. пособие / П. А. Леус [и др.]. Минск : БГМУ, 2004. 42 с.

ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ

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

1. Исследование кислотно-основного состояния крови.
2. Определение осмотического давления плазмы крови.
3. Гемолиз и его виды.

Работа 2.1. ТЕХНИКА ВЗЯТИЯ КАПИЛЛЯРНОЙ КРОВИ (ДЕМОНСТРАЦИЯ). МЕРЫ ПРОФИЛАКТИКИ ИНФИЦИРОВАНИЯ

Общий клинический анализ крови — одно из самых распространенных лабораторных исследований. Для его проведения часто используется капиллярная кровь. Поэтому каждый студент должен освоить взятие крови из пальца на уровне знания.

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 (СГО): резиновые перчатки, очки, маска (или щиток), халат, шапочка, непромокаемый фартук и нарукавники. **Запрещается работа с кровью или другими биологическими жидкостями без использования средств индивидуальной защиты.**

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 повреждения целостности кожных покровов при работе с биологическим материалом (укол, порез), пострадавший должен:

- немедленно снять перчатки рабочей поверхностью внутрь и погрузить их в емкость с дезинфицирующим раствором или поместить в непромокаемый пакет для последующего обеззараживания;
- вымыть руки с мылом под проточной водой и обильно промыть рану водой или физиологическим раствором;
- обработать рану 3 % перекисью водорода;
- при необходимости заклеить рану пластырем и надеть новые перчатки.

2. В случае загрязнения биологическим материалом кожных покровов без нарушения их целостности:

- обильно промыть загрязненный участок кожных покровов водой с мылом;
- обработать кожные покровы антисептиком.

3. В случае попадания биологического материала на слизистую оболочку:

- немедленно снять перчатки рабочей поверхностью внутрь и погрузить их в емкость с дезинфицирующим раствором или поместить в непромокаемый пакет для последующего обеззараживания;
- тщательно вымыть руки с мылом под проточной водой;
- обильно промыть (не тереть) слизистую оболочку водой или физиологическим раствором.

4. В случае загрязнения биологическим материалом санитарно-гигиенической одежды (СГО), личной одежды, обуви:

- обмыть поверхность перчаток, не снимая с рук, под проточной водой с мылом или раствором антисептика, дезинфицирующего средства;
- снять загрязненную СГО, личную одежду, обувь;
- СГО, личную одежду и обувь сложить в непромокаемые пакеты для последующего обеззараживания;
- снять защитные перчатки рабочей поверхностью внутрь и погрузить их в емкость с дезинфицирующим раствором или поместить в непромокаемый пакет для последующего обеззараживания;
- вымыть руки с мылом под проточной водой и обработать кожные покровы в области проекции загрязнения СГО, личной одежды, обуви в соответствии с пунктом 2 настоящего порядка.

5. В случае загрязнения биологическим материалом объектов внешней среды (столешница, пол и др.) биологические загрязнения на поверхности объектов внешней среды обеззараживаются раствором дезинфицирующего средства и удаляются с поверхности с последующей влажной уборкой.

Во всех случаях необходимо вызвать дежурного лаборанта, который находится в комнате № 103 (104), или преподавателя кафедры.

Материалы и оборудование: одноразовые скарификаторы, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, септоцид или мукосанин.

Ход работы. Студенты с травмами (ранами) на руках, экссудативным поражением кожи, мокнущими дерматитами отстраняются на время заболевания от контакта с кровью, а также с колюще-режущими инструментами. Взятие капиллярной крови у пациента должно проводиться следующим образом:

1. Пациент должен сидеть напротив медицинского работника, который будет делать забор крови. Рука пациента (лучше нерабочая) должна находиться на столе. Перед забором крови пациент 3–5 раз сжимает кисть руки, из которой будут брать кровь, в кулак для увеличения кровотока в ее сосудах.

2. Забор крови проводят из 4-го пальца, т. к. синовиальное влагалище его изолировано, что предотвращает распространение воспалительного процесса на кисть в случае инфицирования места укола.

3. Кожа пальца дезинфицируется спиртом.
4. Скарификатор берут рукой за конец, противоположный колющему.
5. Прокол кожи делают в подушечке пальца в центральной точке, скарификатор погружают на всю глубину режущей поверхности.
6. Первую каплю крови снимают сухой ватой (чтобы не было примеси тканевой жидкости), тщательно вытирают палец (кожа должна быть сухой).
7. Следующая капля крови должна иметь выпуклый мениск и не растекаться по пальцу, эта и последующие капли крови берутся для анализа.
8. После забора крови место укола обрабатывается спиртом или йодом.

Указания к оформлению протокола:

1. Ответьте на вопросы, имеющиеся в протоколе.
2. Нарисуйте скарификатор.
3. Распишитесь в конце протокола.

ПРОТОКОЛ		
1. Ответы на вопросы:		
1.1. Почему не рекомендуется делать забор крови из первой капли?		
<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/>		
2. Рисунок «Скарификатор»		1.2. Почему кровь обычно берут из мякоти 4-го пальца нерабочей руки?
		<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/>
3. С правилами по технике безопасности при проведении практических работ с кровью и с другими биологическими жидкостями, а также с тканями ознакомлен и проинструктирован.		
_____	_____	_____
дата	подпись	Ф.И.О. студента полностью и разборчиво

Работа 2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕМАТОКРИТА (демонстрация)

Показатель гематокрита отражает содержание форменных элементов (в первую очередь эритроцитов) в общем объеме крови. Гематокрит определяют методом микроцентрифугирования или автоматически на современных гематологических анализаторах. У здорового человека гематокрит венозной и капиллярной крови составляет **0,40–0,49** (или **40–49 %**) у мужчин и **0,36–0,42** (**36–42 %**) у женщин.

Материалы и оборудование: гематокритный капилляр, скарификатор, вата, 70 % спирт, центрифуга, глина или паста, шкала для определения гематокрита.

Ход работы. Для выполнения работы откройте ярлык «13 Гематокрит» и перейдите по соответствующей ссылке к flash-анимации.

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

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

Перемещая с помощью мышки гематокритный капилляр, определите показатель гематокрита.

Указания к оформлению протокола:

1. Изучите методику определения гематокрита.
2. Перемещая с помощью мышки гематокритный капилляр, определите показатель гематокрита.
3. Оцените полученный результат.

ПРОТОКОЛ

1. Значение гематокрита составило _____ % или _____.
2. Нормальное значение гематокрита: у мужчин _____ % или _____
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.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«	_____	»	_____	_____
число			месяц	год

ЗАНЯТИЕ 3. ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ. СКОРОСТЬ ОСЕДАНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБЩЕГО КЛИНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КРОВИ. ГЕМОЦИТОПОЭЗ

Основные вопросы:

1. Эритроциты: особенности строения, количество, функции. Виды гемоглобина и его соединения, их физиологическое значение.
2. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ): определение, факторы, влияющие на нее. Диагностическое значение СОЭ.
3. Лейкоциты, их виды, количество, функции. Лейкоцитарная формула, возрастные особенности. Лейкоцитоз и лейкопения.
4. Понятие об уровнях и механизмах неспецифической и специфической защиты (резистентности) организма.
5. Тромбоциты: особенности строения, количество, функции.
6. Общий клинический анализ крови и физиологическая оценка его результатов.
7. Принципы ручных и автоматизированных методов исследования состава крови: подсчет форменных элементов крови, определение гемоглобина, гематокрита и др.
8. Гемопозз. Нервные и гуморальные механизмы регуляции гемопозза. Роль витаминов (В₁₂, В₉ и др.) и микроэлементов (Fe²⁺ и др.).

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. С. 211–225.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 492–507, 522–533.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2010. Ч. 1. С. 468–481, 494–503.
5. *Физиология*: учеб. / под ред. В. М. Смирнова. 2-е изд., испр. и доп. Москва : МИА, 2016. С. 222–231.
6. *Морфология и функции клеток костного мозга и крови // Гематология* : новейший справочник / под общ. ред. К. М. Абдулкадырова. Москва : Эксмо; Санкт-Петербург : Сова, 2004. С. 39–61.

содержания в крови крупномолекулярных белков и/или угнетения эритропоэза и развития анемии), эндокринных заболеваниях (тиреотоксикозе и сахарном диабете) и анемиях различного генеза отмечается повышение СОЭ. Уменьшение СОЭ, вплоть до полного прекращения оседания, бывает при эритремии. Таким образом, изменения СОЭ наблюдаются часто и при многих заболеваниях (как неспецифический признак изменения физико-химических свойств и состава крови при развитии болезни). Поэтому определение СОЭ является обязательным при проведении общего анализа крови.

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).

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).

Указания к оформлению протокола:

1. Через 1 ч учтите результат определения СОЭ.

2. Ответьте на вопросы, имеющиеся в протоколе.

3. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.



Рис. 3.1. Прибор Панченкова

ПРОТОКОЛ

1. СОЭ исследуемой крови = _____ мм/ч.

2. В норме СОЭ: у мужчин _____ мм/ч;

у женщин _____ мм/ч.

3. При определении СОЭ кровь смешивают с 5%-ным раствором лимоннокислого натрия с целью _____

4. Вывод _____

Работа 3.3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБЩЕГО АНАЛИЗА КРОВИ

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

- 1) количество эритроцитов в 1 л крови;
- 2) содержание гемоглобина в 1 л крови;
- 3) расчет 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, подсчет процентного содержания ретикулоцитов и некоторые другие показатели.

Клинический анализ крови — важный дополнительный метод исследования в стоматологии и должен выполняться у каждого больного с заболеванием слизистой оболочки рта. Абсолютные показания к проведению этого метода — наличие в полости рта участка некроза слизистой оболочки, длительно не заживающих язв, а также, все случаи, когда возникает подозрение на заболевание органов кроветворения. Опыт показывает, что нередко больные с заболеваниями крови в первую очередь обращаются к стоматологу, так как изменения могут проявляться в первую очередь на слизистой оболочке рта. Так, при остром лейкозе, агранулоцитозе, недостаточности витамина В₁₂ часто первые клинические признаки заболевания обнаруживаются в полости рта. Например, увеличение цветового показателя более 1,0 при наличии жжения слизистой оболочки полости рта, особенно языка, может свидетельствовать, что причиной заболевания является гиперхромная анемия (при дефиците, гиповитаминозе В₁₂ или В₉).

Современные гематологические анализаторы позволяют дополнительно определять: гематокрит; объемы эритроцитов, тромбоцитов и лейкоцитов; содержание гемоглобина в эритроците и др.

По показателям общего клинического анализа крови врач может оценить дыхательную функцию крови (по концентрации гемоглобина и количеству эритроцитов), интенсивность эритропоэза (по количеству ретикулоцитов), предположить наличие инфекционно-воспалительных и аутоиммунных процессов в организме (по количеству лейкоцитов, сдвигу лейкоцитарной формулы «влево» и изменениям СОЭ) и т. д.

Указания к оформлению протокола:

1. Заполните таблицу показателей общего анализа крови по результатам работ 3.1–3.3.

2. Сделайте вывод о соответствии полученных результатов норме.

ПРОТОКОЛ

Таблица 3.1

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 ¹	0,05–0,1	=	
Ретикулоциты	0,5–1,2 %	0,8 %	
Тромбоциты	$(140-450) \times 10^9/л$	$448 \times 10^9/л$	
Вывод:			

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Основные свойства и функции лейкоцитов

Виды лейкоцитов		Свойства и функции
Гранулоциты	Нейтрофилы 47–76 %	<ul style="list-style-type: none"> • фагоцитоз (микрофаги); • способность к активному передвижению к очагу воспаления (хемотаксис); • секреция лизосомальных катионных белков, интерферона; • наличие рецепторов к антигенам, эндотоксинам бактерий и другим факторам; • продолжительность жизни — 4–7 дней

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

Виды лейкоцитов		Свойства и функции
	Базофилы 0–1 %	<ul style="list-style-type: none"> • 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 %	<ul style="list-style-type: none"> • обезвреживание и разрушение токсинов белкового происхождения; • продукция гистаминазы и разрушение гистамина; • разрушение комплексов антиген–антитело; • противопаразитарный иммунитет; • слабая способность к фагоцитозу; • продолжительность жизни — 10–12 дней
Агранулоциты	Моноциты 2–10 %	<ul style="list-style-type: none"> • фагоцитоз (макрофаги): способны фагоцитировать более крупные по сравнению с бактериями частицы; • хемотаксис; • выработка интерлейкина-1 и других цитокинов; • презентация антигенов; • наличие большого количества лизосом и пероксисом; • дифференциация в тканевые макрофаги, остеокласты; • продолжительность жизни — месяцы и годы
	Лимфоциты: 18–40 %	<ul style="list-style-type: none"> • продолжительность жизни — месяцы и годы
	Т-лимфоциты (60–80 % лимф.)	<ul style="list-style-type: none"> • дифференцировка в тимусе; • осуществление реакций клеточного иммунитета; • разрушение чужеродных клеток путем прямого контакта с ними (Т-киллеры разрушают чужеродные клетки, прикрепляясь к ним и выделяя перфорины и цитотоксические вещества в их цитоплазму); • участвуют в отторжении пересаженного органа; • секретируют цитокины
	В-лимфоциты (15–20 % лимф.)	<ul style="list-style-type: none"> • дифференцировка в красном костном мозге; • осуществление реакций гуморального иммунитета; • синтезируют антитела против чужеродных антигенов; • после контакта с антигенами превращаются в плазмочиты, синтезирующие антитела
	Нулевые клетки (≈ 10 % лимф.)	<ul style="list-style-type: none"> • предшественники Т- и В-лимфоцитов; • разрушение клеток, с которыми связались антитела; опухолевых и инфицированных вирусами клеток

РУЧНЫЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЩЕГО КЛИНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КРОВИ

Исследование крови — один из важнейших диагностических методов. Обычный общий клинический анализ крови предоставляет в распоряжение врача одновременно следующие показатели: концентрацию гемоглобина, количество эритроцитов, цветовой показатель, количество лейкоцитов с подсчетом лейкоцитарной формулы, скорость оседания эритроцитов. Для их определения многие десятилетия использовались *ручные методы, основанные на двух принципах: разведения и оптического подсчета клеток под микроскопом или оптического измерения продуктов химических реакций гемоглобина* с последующей математической обработкой полученных данных.

Опытный лаборант за рабочую смену мог сделать 10–12 полных анализов крови. При этом процент ошибок при ручном подсчете клеток крови (даже у опытных лаборантов) составлял: для нормального количества лейкоцитов 6–7 %, а при лейкопении — 15 %, для эритроцитов — 2–4 %, для тромбоцитов — 7–23 %.

В последние 5–6 десятилетий в проведении гематологического анализа произошли значительные изменения, обусловленные созданием высокотехнологичных мультипараметрических систем для его осуществления. Гематологические анализаторы последнего поколения дают 26 и более показателей крови в сочетании с графическим представлением распределения основных клеточных популяций (гистограммы). В отличие от трудоемких ручных методов исследования, автоматический и полуавтоматический анализаторы крови позволяют исследовать до 100 и более проб в час. При этом используется не более 150 мкл крови. Особое преимущество автоматического анализа — высокая точность исследования (величина ошибки не превышает 1–3 %), поскольку подсчету подвергается обычно около десяти тысяч клеток.

В современных гемоанализаторах для подсчета клеток крови используется принцип проточной цитометрии с кондуктометрическим и/или оптическим методами регистрации сигналов прохождения суспензии форменных элементов через суженный участок капилляра. Кондуктометрический метод регистрации, разработанный братьями Coulter в 1956 г., основан на измерении разницы электропроводности клеток крови и используемого для разбавления жидкости (электролита). Причем этот метод позволяет не только подсчитать количество клеток, но и охарактеризовать объем каждой проходящей через апертурное отверстие клетки, поскольку амплитуда сигнала пропорциональна объему замещенного электролита. Определение объемов позволяет дифференцировать эритроциты и тромбоциты, а после лизиса клеток проводить подсчет лейкоцитов по их ядрам, а также дифференцировать лейкоциты по размерам ядер на малые и большие. Измерение объемов клеток позволяет рассчитать их средний объем и степень их анизоцитоза, а также построить гистограммы распределения основных клеточных популяций по их объему. Кроме того, в результате суммирования прямо измеренных объемов эритроцитов в единице объема крови можно получить показатель гематокрита. Разновидностью кондуктометрического метода является радиочастотный анализ, когда клетки крови проходят апертурное отверстие в поле тока высокой частоты.

В основе оптического метода лежит анализ колебаний интенсивности проходящего через раствор крови светового потока в результате его частичного поглощения и рассеивания клетками крови, а также их флуоресценции после предварительного добавления к ним специальных красителей. Оптический метод дает возможность производить дифференциальный подсчет всех основных типов лейкоцитов: эозинофилов, базофилов, нейтрофилов, моноцитов и лимфоцитов. Для определения содержания ге-

моглобина в большинстве гематологических анализаторов используется гемоглобин-цианидный метод. Знание показателей гематокрита, гемоглобина и эритроцитов позволяет рассчитать эритроцитарные индексы: средний объем эритроцитов, среднее содержание гемоглобина в эритроците и среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците.

Перечень сокращений основных гематологических показателей, получаемых при автоматическом анализе крови:

WBC (white blood cells) — общее число лейкоцитов;

RBC (red blood cells) — количество эритроцитов;

HGB (hemoglobin) — содержание гемоглобина;

HCT (hematocrit) — показатель гематокрита;

MCV (mean corpuscular volume) — средний объем эритроцита;

MCH (mean corpuscular hemoglobin) — среднее содержание гемоглобина в эритроците;

MCHC (mean corpuscular hemoglobin concentration) — содержание гемоглобина в 100 мл эритроцитов (концентрация гемоглобина в одном эритроците);

PLT (platelets) — количество тромбоцитов;

W-SCR — процентное содержание лейкоцитов малого размера, т. е. лимфоцитов;

W-LCR — процентное содержание лейкоцитов большого размера, т. е. суммарное процентное содержание нейтрофилов + моноцитов + базофилов + эозинофилов;

W-SCC или LYMPH — абсолютное количество лейкоцитов малого размера, т. е. лимфоцитов;

W-LCC или MO + GR представляет собой абсолютное количество клеток большого размера, т. е. суммарное количество нейтрофилов + моноцитов + базофилов + эозинофилов;

RDW (red cell distribution width) — ширина распределения эритроцитов по объему;

PDW (platelet distribution width) — ширина распределения тромбоцитов по объему;

MPV (mean platelet volume) — средний объем тромбоцитов.

Содержание тромбоцитов (PLT) в периферической крови в норме составляет $(150-450) \cdot 10^9/\text{л}$. Средний объем тромбоцитов (MPV) в норме составляет 6,5–12 фл.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«	_____	»	_____	_____
число		месяц		год

ЗАНЯТИЕ 4. ГРУППЫ КРОВИ. ПРЕПАРАТЫ КРОВИ. КРОВЕЗАМЕНИТЕЛИ. ГЕМОСТАЗ

Основные вопросы:

1. Группы крови (системы: АВ0, Rh⁺, HLA и др.). Определение группы крови в системе АВ0 и Rh⁺.
2. Понятие о препаратах крови и кровезаменителях. Принципы переливания препаратов крови.
3. Факторы риска при работе с кровью для медицинского персонала, больных и доноров.
4. Понятие о системе гемостаза и его звеньях.
5. Первичный и вторичный гемостаз и основные методы их оценки в амбулаторных условиях. Длительность кровотечения после удаления зубов.
6. Понятие о методах оценки первичного и вторичного гемостаза. Определение длительности кровотечения по Дюке.
7. Антикоагулянты, ингибиторы свёртывания крови.
8. Фибринолиз, его механизмы.

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. С. 225–234.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 507–522.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2010. Ч. 1. С. 481–494.
5. *Физиология* : учеб. / под ред. В. М. Смирнова. 2-е изд., испр. и доп. Москва : МИА, 2016. С. 231–244.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУППЫ КРОВИ В СИСТЕМЕ АВ0 ПРИ ПОМОЩИ СТАНДАРТНЫХ СЫВОРОТОК (демонстрационная работа)

Групповую принадлежность исследуемой крови определяют по реакции гемагглютинации, которую проводят с помощью стандартных сывороток. В основе реакции гемагглютинации лежит взаимодействие между **антигенами эритроцитов** исследуемой крови и соответствующими **антителами стандарт-**

ной сыворотки. Так как антитела, содержащиеся в стандартных сыворотках, заранее известны, то по результатам наличия или отсутствия агглютинации можно определить, какие антигены находятся на поверхности эритроцитов, и, значит, к какой группе в системе АВ0 принадлежит исследуемая кровь.

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

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. 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 легким 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 А2В (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 невооруженным глазом мелкие красные зернышки (агглютинаты), состоящие из склеенных эритроцитов. Они постепенно группируются в более крупные зерна или хлопья неправильной формы. При этом сыворотка полностью или частично обесцвечивается. В случае отрицательной реакции (–) на протяжении всего времени наблюдения содержимое каплей остается равномерно окрашенным в красный цвет, и в нем не обнаруживаются агглютинаты (хлопья или зерна). Результаты реакции в каплях с сыворотками одной группы обеих серий должны быть одинаковыми.

Возможны четыре различных комбинации реакций:

1) агглютинины стандартных сывороток всех трех групп не вызвали реакции агглютинации и все капли остались равномерно окрашенными в красный цвет. В этом случае испытуемая кровь принадлежит к группе $0\alpha\beta$ (I);

2) агглютинины стандартных сывороток групп $O\alpha\beta(I)$ и $B\alpha(III)$ вызвали положительную реакцию агглютинации, а сыворотки группы $A\beta(II)$ — отрицательную. Испытуемая кровь принадлежит к группе $A\beta(II)$;

3) агглютинины стандартных сывороток групп $O\alpha\beta(I)$ и $A\beta(II)$ вызвали положительную реакцию агглютинации, а сыворотки группы $B\alpha(III)$ — отрицательную. Испытуемая кровь принадлежит к группе $B\alpha(III)$;

4) агглютинины стандартных сывороток всех трех групп вызвали положительную реакцию агглютинации. Испытуемая кровь принадлежит к группе $AB_0(IV)$.

Однако, прежде чем дать такое заключение для исключения неспецифической агглютинации необходимо провести дополнительное контрольное исследование со стандартной сывороткой $AB_0(IV)$ 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 $AB_0(IV)$. Наличие агглютинации с сывороткой группы $AB_0(IV)$ говорит о неспецифической агглютинации. В этом случае исследование следует повторить с отмытыми в 0,9 % растворе NaCl эритроцитами.

Выявление других комбинаций реакций агглютинации говорит о неправильном определении групповой принадлежности крови.

Ошибки при определении групповой принадлежности крови возможны в ситуациях, когда агглютинация не выявляется или появляется ложная агглютинация.

Отсутствие агглютинации чаще всего может быть обусловлено:

1) замедлением этой реакции при высокой температуре окружающей среды $> 25\text{ }^\circ\text{C}$ (помните, что определение групповой принадлежности крови можно проводить только при температуре в помещении от 15 до 25 $^\circ\text{C}$);

2) добавлением к стандартным сывороткам избыточного количества исследуемой крови, что ведет к снижению в них титра агглютининов (помните, что капля вносимой крови должна быть в 5–10 раз меньше капли сыворотки);

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

Выявление *ложной агглютинации* при ее фактическом отсутствии может быть обусловлено подсыханием капли сыворотки и образованием «монетных» столбиков эритроцитов или проявлением холодовой агглютинации при понижении температуры $< 15\text{ }^\circ\text{C}$. Добавление капли изотонического раствора хлорида натрия к исследуемой смеси сыворотки и крови и проведение исследования при температуре выше 15 $^\circ\text{C}$ позволяют избежать указанных ошибок.

Примечание. При получении сомнительного или нечеткого 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 перекрестным способом при помощи стандартных сывороток и стандартных эритроцитов или с помощью моноклональных антител (см. дополнение).

Указания к оформлению протокола:

1. Заполните табл. 4.1, 4.2. В табл. 4.1 укажите, какие агглютинины и агглютиногены содержатся в крови $0\alpha\beta(I)$, $A\beta(II)$, $B\alpha(III)$ и $AB_0(IV)$ групп. В табл. 4.2 укажите, в каком случае происходит (+) или не происходит (-) агглютинация.

2. Зарисуйте схему опыта определения группы крови в системе АВ0 для исследовавшейся на занятии крови.

3. Сделайте вывод, к какой группе в системе АВ0 относится исследовавшаяся кровь.

ПРОТОКОЛ							
<i>Таблица 4.1</i>				<i>Таблица 4.2</i>			
Группы крови	Агглютинины (антитела) сыворотки	Агглютиногены (антиген) эритроцитов	Группы крови	Группы стандартных сывороток			
				$0\alpha\beta(I)$	$A\beta(II)$	$B\alpha(III)$	$AB_0(IV)$
$0\alpha\beta(I)$			$0\alpha\beta(I)$				
$A\beta(II)$			$A\beta(II)$				
$B\alpha(III)$			$B\alpha(III)$				
$AB_0(IV)$			$AB_0(IV)$				

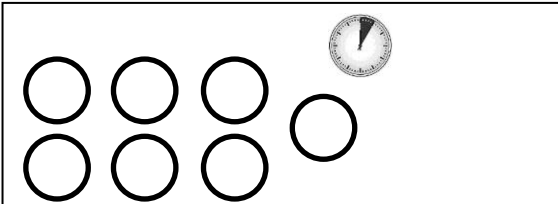


Рис. Схема опыта определения группы крови в системе АВ0

Вывод. Исследуемая кровь относится к _____ группе в системе АВ0, т. к. ее эритроциты _____ (содержат/ не содержат) агглютиногены _____ (А, В)

Работа 4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРВИЧНОГО ГЕМОСТАЗА

Врач-стоматолог в своей практической деятельности постоянно сталкивается с необходимостью оценки состояния системы гемостаза у пациентов. Перед проведением же стоматологических операций (удаление зуба и др.) врач обязан выяснить, не было ли у больного длительного кровотечения при операциях и случайных ранениях. При склонности к кровотечениям следует провести специальные исследования состояния гемостаза и проконсультировать больного у врача-гематолога. У части больных, страдающих заболеваниями крови (тромбоцитопенией, гемофилией и др.) срочные хирургические стоматологические вмешательства можно проводить только в стационарах.

В связи с тем, что кровотечение и тромбообразование в сосудах разных калибров протекают по-разному, различают два основных механизма гемостаза:

1) *микроциркуляторный, сосудисто-тромбоцитарный, или первичный.* С него начинаются все реакции гемостаза в капиллярах, венозных и артериальных сосудах до 200 мкм в диаметре. Непосредственно участвуют в этом про-

цессе тромбоциты и сосудистый эндотелий, реакции между которыми проходят в микроциркуляторном русле и приводят к образованию тромбоцитарной пробки (белого тромба). Нарушения такого механизма клинически обуславливают почти 80 % кровотечений и 95 % случаев тромбообразования;

2) *макроциркуляторный, плазменно-коагуляционный, вторичный*. Как правило, начинается на основе первичного и следует за ним. Его реализует система свертывания крови. Благодаря вторичному гемостазу образуется красный кровяной тромб, состоящий главным образом из фибрина и форменных элементов. Он обеспечивает окончательную остановку кровотечения из поврежденных макрососудов (более 200 мкм в диаметре).

Первичный (сосудисто-тромбоцитарный, микроциркуляторный) 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 и тромбоциты с их факторами свертывания. Механизм первичного гемостаза:

– временный (первичный) спазм сосудов;

– *адгезия тромбоцитов* (с участием фактора Виллебранда), их активация и секреция из них гранул (с участием тромбосана A_2 через фосфолипидный механизм), а также *агрегация* (сначала обратимая, а затем необратимая (под действием следов тромбина)) *тромбоцитов с образованием тромбоцитарной пробки*;

– ретракция (сокращение и уплотнение) тромбоцитарной пробки. В норме остановка кровотечения из мелких сосудов занимает 2–4 мин.

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

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 же нормального состояния стенки капилляров появляется повышенная ломкость сосудов, и после механического воздействия на месте давления и застоя венозной крови возникают многочисленные петехии (точечные кровоизлияния) или кровоподтек, свидетельствующие о нарушении сосудистого компонента гемостаза.

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

Ход работы. Исследование проводят на предплечье. Отступите 1,5–2,0 см от локтевой ямки и очертите круг 2,5 см в диаметре. Тщательно осмотрите кожу в круге: имеются или появились в этом круге петехии, их количество. На плечо наложите манжетку тонометра и создайте в ней давление в 80 мм рт. ст. Давление поддерживайте строго на одном уровне в течение 5 мин, подкачивая воздух по мере необходимости. Следите, чтобы рука обследуемого лежала свободно и была максимально расслаблена во время проведения теста. Через 10–15 мин после проведения теста в очерченной области подсчитайте все появившиеся пе-

техии с учетом уже имевшихся. При подсчете петехий обращайтесь внимание не только на их число, но и на размер. 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 кровоподтека (**положительная проба жгута**) свидетельствуют:

– о неполноценности стенок микрососудов в результате эндокринных изменений (менструальный период), инфекционно-токсических воздействий (сепсис и др.), С-гиповитаминозе, нарушении выработки фактора Виллебранда и др.;

– о наличии тромбоцитопений всех видов и тромбоцитопатий, а также действия некоторых других факторов.

Указания к оформлению протокола:

1. Внесите необходимые данные в протокол.
2. Оцените полученный результат.

ПРОТОКОЛ

1. Количество петехий в круге до проведения теста _____ (нет, 1, 2, 3, ...).
Количество петехий в круге через 10–15 мин после проведения теста _____ (нет, 1, 2, 3, ...). При наличии петехий укажите их диаметр _____ (до 1 мм или более 1 мм).
2. **Вывод.** Проба жгута _____
(отрицательная или положительная)

Б. Длительность кровотечения по Дюке для оценки тромбоцитарного компонента первичного гемостаза (демонстрационная работа). Длительность кровотечения, определяемая по методу Дюке, дает общее представление о том, нормальна ли функция первичного гемостаза (и в первую очередь позволяет оценить функцию тромбоцитов, их способность к адгезии и агрегации). Практическое значение имеет удлинение времени кровотечения более 4 мин. Оно отражает нарушение первичного гемостаза вследствие тромбоцитопений, тромбоцитопатий, нарушений сосудистой стенки или сочетания этих факторов. Укорочение времени кровотечения свидетельствует лишь о повышенной спастической способности периферических капилляров.

Материалы и оборудование: секундомер, стерильная фильтровальная бумага, скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, септоцид или мукосанин.

Ход работы. К работе допускаются только здоровые студенты, с целыми кожными покровами (без порезов, ссадин и т. д.). В мякоть 4-го пальца сделайте укол на глубину 3 мм. При соблюдении этого условия кровь выделяется самопроизвольно без нажима. После прокола включите секундомер. К первой же выступившей капле прикоснитесь полоской стерильной фильтровальной бумаги, которая впитывает кровь. Далее стерильной фильтровальной бумагой снимают вновь выступившую каплю крови **строго через каждые 30 с**. Постепенно капли становятся все меньше. Продолжайте эту манипуляцию до тех пор, пока на фильтровальной бумаге не перестанут оставаться следы крови. Секундомер

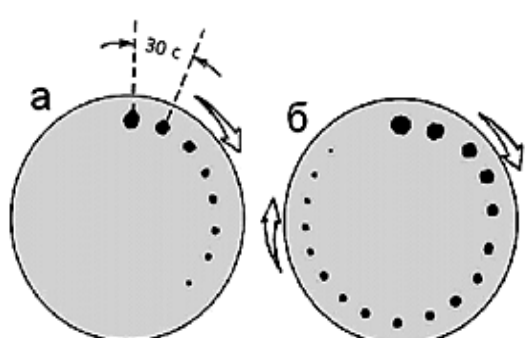
выключите и отметьте в протоколе время остановки кровотечения. У здоровых людей длительность кровотечения, определяемая по методу Дюке, составляет 2–4 мин.

При проведении работы обязательно соблюдайте следующие условия:

- прокол должен быть достаточно глубоким (не менее 3 мм);
- недопустимо поспешное снятие капель крови (интервал 30 с) и прикосновение фильтровальной бумаги к коже (так как это способствует преждевременной остановке кровотечения).

Указания к оформлению протокола:

1. Внесите необходимые данные в протокол.
2. Оцените полученный результат (время кровотечения: в пределах нормы, удлинено (имеется нарушение первичного гемостаза), укорочено).

ПРОТОКОЛ	
	
<p>1. Анализ проводится по рисунку _____ (а, б).</p>	
<p>2. Длительность кровотечения по Дюке составляет: _____ мин _____ с.</p>	
<p>3. Вывод: длительность кровотечения _____.</p>	
<p>Это свидетельствует о _____ функции _____ гемостаза. (сохранении, нарушении) (первичного, вторичного)</p>	

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ПОКАЗАТЕЛИ ВТОРИЧНОГО ГЕМОСТАЗА

Вторичный (плазменно-коагуляционный) гемостаз или процесс свертывания крови с образованием фибрина обусловлен реакциями коагуляции с образованием в конечном итоге плотного фибринового сгустка, который (в отличие от тромбоцитарной пробки) не вымывается током крови из места повреждения сосуда. Вторичный гемостаз имеет **первоочередное значение для предотвращения вторичного кровотечения из крупных сосудов** (артерий и вен диаметром более 200 мкм), наступающего через несколько часов или дней после травмы. Компоненты вторичного гемостаза — сосудистая стенка и система свертывания крови (свертывающее и противосвертывающее звенья). Этапы остановки кровотечения из макрососудов:

- спазм сосудов, который может продолжаться от минут до нескольких суток. Именно с этим связано отсроченное начало кровотечений у больных гемофилией по-

сле травм или после оперативных вмешательств без проведения соответствующей корригирующей терапии;

- образование белого тромба и реакции свертывания крови;
- образование красного (смешанного) тромба.

В норме время свертывания крови (остановки кровотечения из макрососудов), контактирующей с травмированными тканями, составляют от 5 до 10 мин, после удаления зуба — 5–15 мин.

Важнейшими скринирующими показателями, характеризующими **вторичный гемостаз**, являются:

а) время свертывания венозной крови по Ли–Уайту (норма: в несиликонированной пробирке при 37 °С — 5–7 мин, при 20–25 °С — 6–11 мин; в силиконированной пробирке — соответственно 15–25 и 15–35 мин), которое характеризует все фазы свертывания, но больше всего I фазу (образование протромбиназы);

б) активированное парциальное тромбопластиновое время — тест для оценки факторов свертывания крови по внутреннему и общему пути;

в) протромбиновое время или протромбиновый индекс капиллярной крови (свертывание при добавлении в цитратную кровь хлористого кальция и тканевого тромбопластина — норма времени свертывания 14–16 с, норма индекса $100 \pm 7\%$ от нормы свертывания), характеризует факторы свертывания крови по внешнему и общему пути, в большей степени II фазу свертывания (образование тромбина);

г) содержание фибриногена в плазме (норма: 2–4 г/л) характеризует III фазу свертывания (образование фибрина).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

МОНОКЛОНАЛЬНЫЕ АНТИТЕЛА: ПРИМЕНЕНИЕ В СЕРОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУПП КРОВИ

Для определения групп крови используются АВ0-типизирующие реагенты, приготовленные из сывороток человека или животных, которые содержат антитела к антигенам (агглютиногенам) эритроцитов. Эти антитела — продукт поликлонального иммунного ответа, т. е. они происходят из различных клонов антителобразующих клеток и представляют собой набор иммуноглобулинов различных классов.

В настоящее время получение АВ0-типизирующих реагентов для определения групп крови производится из донорской крови и является дорогостоящим и трудоемким процессом, т. к. для этого требуется в масштабе страны тысячи литров 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 людей.

Положение принципиально изменилось после создания новой технологии получения антител, основанной на слиянии злокачественной миеломной клетки с антителобразующим 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 гибридом, моноклональны, т. е. происходят из одного клона клеток, принадлежат к одному классу иммуноглобу-

линов, направлены против одного антигена, стандартны и могут быть получены в любых количествах.

Гибридная технология позволяет отбирать лучшие клеточные линии и клоны, наиболее активно продуцирующие высокоактивные антитела нужной специфичности. Гибридомы мышиноного 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-реагентов достаточно делать смыв культуры тканей или забор асцитной жидкости и разведение этих жидкостей, т. к. титр антител в них очень велик (часто для разведения применяется 0,3 М р-р NaCl). В настоящее время АВ0-титрующие моноклональные реагенты выпускаются в промышленных масштабах в Англии, Германии, США, Канаде, России.

С помощью этих реагентов проведены миллионы определений групп крови у доноров и больных. Неизменно обнаруживалась высокая активность моноклональных реагентов, их стандартность, надежность выявления соответствующих антигенов, отсутствие ложноположительных реакций, что в первую очередь связано с отсутствием антител другой специфичности.

Моноклональные реагенты не являются продуктами клеток человека и поэтому исключено содержание в них вирусов гепатита и СПИДа.

Для определения группы крови необходимо два вида моноклональных реагентов анти-А и анти-В, которые продуцируются двумя различными гибридами и содержат соответственно α и β агглютинины.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

РАЗДЕЛ «ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

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

Основные вопросы:

1. Понятие об эндокринной системе. Роль эндокринной системы в регуляции физиологических функций.
2. Понятие об аутокринии, паракринии, эндокринии и нейроэндокринии. Гормоны, их химическая и функциональная классификации, механизмы действия. Вторичные посредники.
3. Методы оценки состояния функций эндокринной системы у человека.
4. Гипофиз, его связи с гипоталамусом. Гормоны гипофиза и гипоталамуса, их роль в регуляции деятельности эндокринных и неэндокринных органов.
5. Понятие об эндокринной функции эпифиза (мелатонин).

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, 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. С. 84–92, 96–97, 102–105.

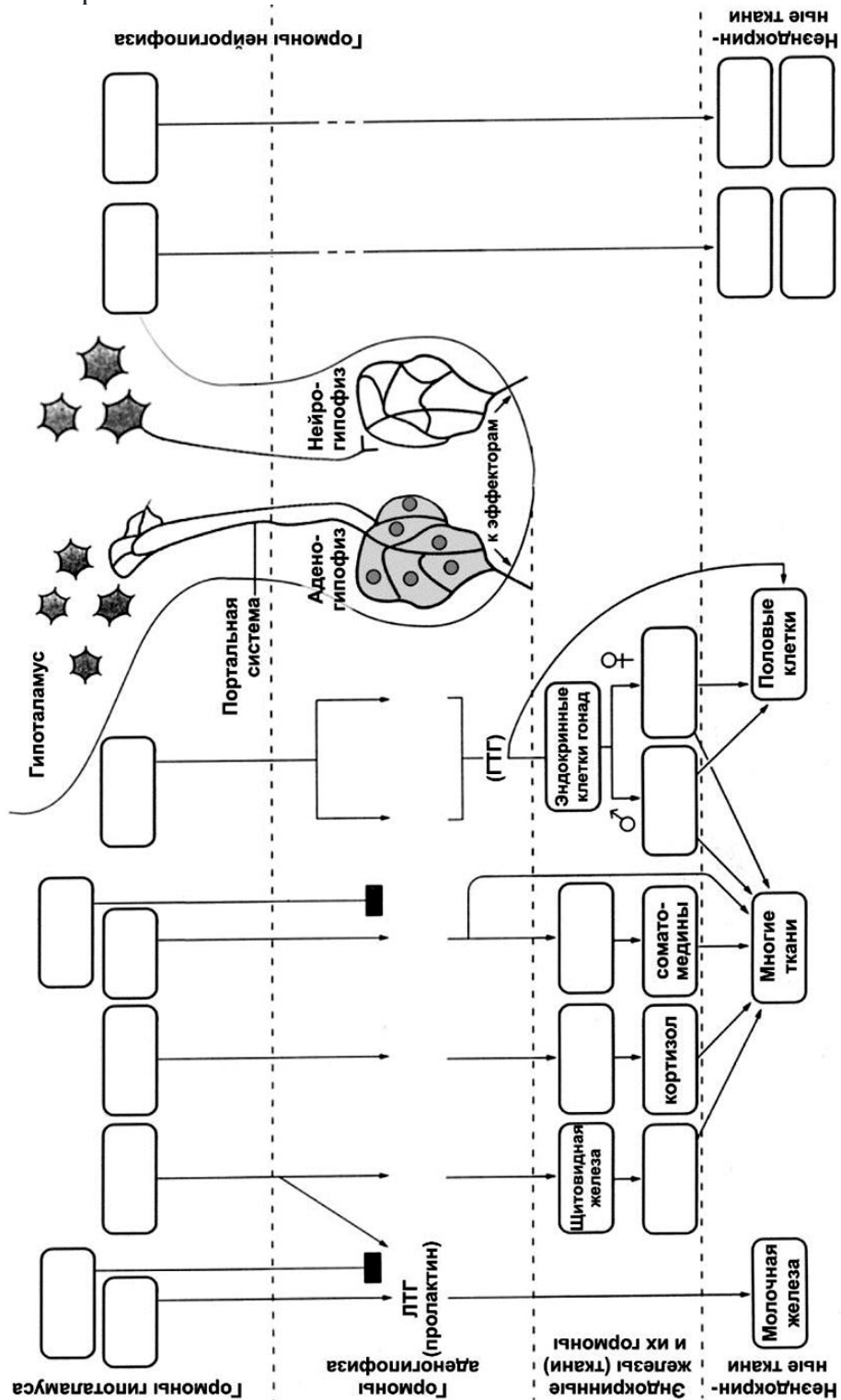
Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 246–285.
4. *Кубарко, А. И.* Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2010. Ч. 1. С. 245–278.
5. *Молекулярная* эндокринология. Фундаментальные исследования и их отражение в клинике : пер. с англ. / под ред. Б. Д. Вайнтрауба, Ю. А. Панкова. Москва : Медицина, 2003. 494 с.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 5.1. ИЗУЧЕНИЕ ОБЩЕГО ПЛАНА СТРОЕНИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА (выполняется дома самостоятельно)

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



Работа 5.2. ОЦЕНКА РОСТА ЧЕЛОВЕКА

Рост человека — одна из основных характеристик его физического развития. Линейный рост — процесс неравномерный. Максимальная скорость роста отмечается у новорожденных и детей 1-го года жизни, составляя в среднем 16–19 см в год. Затем скорость роста значительно понижается до 5–6 см/год у детей дошкольного и начального школьного возраста. С 9 до 14 лет у девочек и с 11 до 16 лет у мальчиков отмечается некоторое увеличение скорости роста до 7–8 см/год и 7–10 см/год соответственно. Затем скорость роста человека существенно понижается. К 16 годам у девушек и к 18 годам у юношей рост тела в длину практически завершается и не превышает в норме 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 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 является интегральным показателем влияния генетических, гормональных, тканевых и внешних факторов на кость и другие ткани организма. Генетическая программа роста реализуется через гуморальную эндокринную систему, включающую все известные гормоны (тиреоидные, инсулин, кальцийрегулирующие, надпочечниковые, половые), но особое значение имеет гипоталамо-гипофизарная регуляция роста, центральное звено которой — соматотропин [2]. Соматотропин (СТГ — соматотропный гормон, ГР — гормон роста) — основной гормон, стимулирующий линейный рост. 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. Ростостимулирующие эффекты СТГ опосредуются инсулинподобными факторами роста (ИФР-I, ИФР-II), иначе называемыми соматомединами, которые под влиянием ГР синтезируются, главным образом, в печени и почках. Линейный рост человека завершается с закрытием зон роста под влиянием половых гормонов.

Методика исследования соматотропной функции гипофиза включает:

- антропометрические исследования (оценку роста по сравнению с прогнозируемым ростом, оценку скорости роста и пропорций тела);
- рентгенологические исследования (рентгенография кисти с лучезапястным суставом, рентгенография черепа, компьютерная томография и магнитно-резонансная томография головного мозга для определения костного возраста, визуализации турецкого седла и состояния костей черепа);
- гормональную диагностику радиоиммунными наборами (для исследования содержания и спонтанной суточной секреции СТГ и соматомединов, регистрации уровней СТГ во время сна, при физической нагрузке, при проведении фармакологических проб со стимуляторами и блокаторами секреции ГР).

Наиболее простой и доступный метод исследования соматотропной функции — антропометрический, а именно, оценка роста человека по сравнению с его прогнозируемым ростом, рассчитанным на основании среднего роста его

родителей. Для определения границ конечного роста используется следующая формула:

$$\text{Прогнозируемый конечный рост мужчины} = (\text{Рост отца} + \text{рост матери} + 13 \text{ см}) : 2$$

$$\text{Прогнозируемый конечный рост женщины} = (\text{Рост отца} + \text{рост матери} - 13 \text{ см}) : 2$$

Измеренный рост взрослого человека должен совпадать с прогнозируемым ростом или отклоняться от расчетной величины роста не более чем на 2 СО (стандартных отклонения), а именно, ± 10 см к расчетной величине роста. Отклонения измеренного роста более чем на 2 СО от расчетной величины роста указывает на патологически низкий или высокий рост человека. В данном случае для выяснения причины нарушения роста необходимо проводить все вышеперечисленные исследования соматотропной функции гипофиза, а также изучение состояния других желез (прежде всего, половых и щитовидной).

Материалы и оборудование: деревянный ростомер или металлический стадиометр.

Для проведения работы необходимо знание роста родителей.

Ход работы. Измерение роста проводят в положении стоя с помощью деревянного ростомера, который представляет собой доску с делениями на сантиметры и со скользящей по ней горизонтальной планкой, или металлического стадиометра. Во избежание ошибок измерения и для получения точных результатов необходимо соблюдать ряд условий. Испытуемый должен стоять без обуви (в тонких носках) в правильной позиции: руки по швам; пятки вместе; пятки, ягодицы и лопатки прижаты к доске ростомера. Голова располагается в позиции «плоскости Франкфурта», т. е. нижний край глаза и наружный слуховой проход должны находиться на одной горизонтальной линии. Измерения проводят на выдохе. Планку ростомера опускают на голову измеряемого, не очень надавливая, но в то же время учитывая развитие волосяного покрова. Измерения проводят с точностью до 0,5 см.

Расчет прогнозируемого роста измеряемого человека проводят по вышеуказанной формуле в зависимости от его пола с учетом роста родителей испытуемого [2]. Оценку полученного результата проводят путем сопоставления измеренного роста человека с его рассчитанным прогнозируемым ростом. Отклонение измеренной величины роста рассматривается как нормальное, если оно находится в пределах 2 СО от расчетной величины роста. У детей оценку роста следует проводить с помощью центильных таблиц. При этом важно учитывать также скорость роста ребенка, особенно, если она выходит за пределы 4–12 см/год [2].

Указания к оформлению протокола:

1. Проведите измерение роста у испытуемого с помощью ростомера.
2. Проведите расчет прогнозируемого роста испытуемого.
3. Оцените полученный результат измерения, сравнив его с прогнозируемым ростом человека.
4. Ответьте на вопрос о том, как повлияет избыток и недостаток гормона роста или половых гормонов в детском и юношеском возрасте на конечный рост человека.

ПРОТОКОЛ

1. Рост испытуемого равен _____ см. Пол испытуемого _____.
2. Рост родителей испытуемого: матери _____ см; отца _____ см.
Расчет прогнозируемого роста испытуемого (ПРИ)
$$\text{ПРИ} = (\text{рост отца} + \text{рост матери} \pm 13 \text{ см}) : 2 = \text{_____ см.}$$
3. **Вывод.** Рост испытуемого _____ (в норме, патологически высокий, патологически 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 5.3. 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.

Повышение концентрации кортизола в плазме крови (*гиперкортизолизм*) в результате опухоли коры надпочечника или приема 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 (табл. 5.1).

Таблица 5.1

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; многогоразовый шприц.

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

1. На детекторе (HPLC detector) щёлкните по кнопке «Cortisol», чтобы подготовить колонку хроматографа к выделению и измерению содержания кортизола.

2. Зажмите левую кнопку мыши (ЛКМ) и поместите шприц в 1-ю пробирку с образцом плазмы. Дождитесь заполнения шприца.

3. Зажмите ЛКМ и поместите иглу шприца в приёмник хроматографа (HPLC injector). Образец плазмы поступит в систему и потечёт через колонку хроматографа. Концентрация кортизола в плазме крови первого пациента отобразится на экране детектора (HPLC detector).

4. Нажмите «Record Data» для сохранения результата и внесите полученные данные в протокол

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 «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. 5.2.

Таблица 5.2

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. 5.1)	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)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«		»	_____	_____	_____
	число		месяц		год

ЗАНЯТИЕ 6. ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

Основные вопросы:

1. Эндокринная функция щитовидной и паращитовидных желез.
2. Физиология надпочечников. Роль гормонов коркового и мозгового вещества надпочечников в регуляции функций организма.
3. Понятие о стрессе, его механизмах и способах профилактики.
4. Эндокринная функция поджелудочной железы и роль ее гормонов в регуляции углеводного, жирового и белкового обмена.
5. Половые железы. Мужские и женские половые гормоны и их физиологическая роль.
6. Понятие об эндокринной функции сердца (атриопептиды), почек (кальцитриол, эритропоэтин и др.), слюнных желез (паротин и др.), печени (соматомедин С, тромбопоэтин, 1(ОН)-ВитД₃).
7. Понятие о физиологических подходах к использованию гормонов для коррекции функций организма.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, 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. С. 92–96, 97–102, 106–111.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 285–327.
4. *Кубарко, А. И.* Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2010. Ч. 1. С. 278–313.
5. *Болезни щитовидной железы* : пер. с англ. / под ред. Л. И. Бравермана. Москва : Медицина, 2000. С. 1–37.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 6.1. 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.

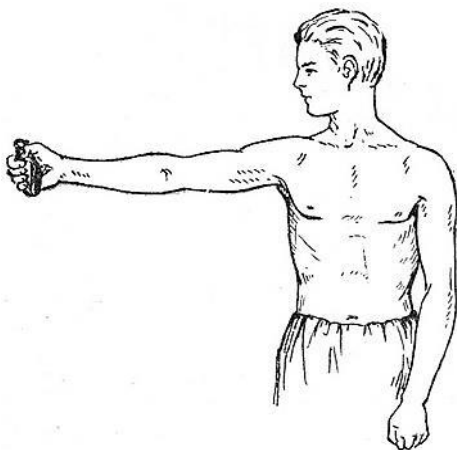


Рис. 6.1

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

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

Указания к оформлению протокола:

1. *Запишите* значения абсолютных показателей силы мышц рук (в кг) у всех студентов и студенток.

2. *Рассчитайте* среднюю силу рук у мужчин и у женщин в каждой из групп.

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

Работа 6.2. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ



Ход работы. Используется программа «Physiol2», позволяющая выполнять виртуальные эксперименты на крысах.

Подробное описание работы в программе дано в работе 1.2.

Выполнение работы позволяет проанализировать сходство и различия в действии гормонов мозгового вещества надпочечников.

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. Запишите показатели работы сердечно-сосудистой системы в исходном состоянии, при стимуляции симпатических нервов, иннервирующих сердце и мозговое вещество надпочечников, в том числе на фоне применения разных видов адреноблокаторов, а также при раздельном и совместном введении норадреналина и адреналина, указав во всех случаях частоту сердечных сокращений (ЧСС) за 1 мин и артериальное давление (АД) крови: систолическое (АД_с), диастолическое (АД_д) и среднее гемодинамическое (АД_{сгд}), — в мм рт. ст.

2. Сделайте заключение о характере влияния на показатели сердечно-сосудистой системы со стороны катехоламинов как нейромедиаторов (при стимуляции симпатических нервов, иннервирующих сердце) и как гормонов (при стимуляции симпатических нервов, иннервирующих мозговое вещество надпочечников, или при совместном введении норадреналина и адреналина). Укажите, через какие преимущественно типы адренорецепторов реализуется действие норадреналина и адреналина на сердечно-сосудистую систему.

ПРОТОКОЛ				
Воздействия на сердце	АД _с	АД _{сгд}	АД _д	ЧСС
Исходные показатели				
Стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁				
Стимуляция Symp. Nerves to adrenals T ₆₋₈				
Phentolamine (α -адреноблокатор), 100 mg/kg				
Phentolamine (α -адреноблокатор), 100 mg/kg + стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁				
Phentolamine (α -адреноблокатор), 100 mg/kg + стимуляция Symp. Nerves to adrenals T ₆₋₈				
Propranolol (β -адреноблокатор), 100 mg/kg				
Propranolol (β -адреноблокатор), 100 mg/kg + стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁				
Propranolol (β -адреноблокатор), 100 mg/kg + стимуляция Symp. Nerves to adrenals T ₆₋₈				
Введение noradrenaline, 5 μ g/kg				
Введение adrenaline, 5 μ g/kg				
Введение noradrenaline, 5 μ g/kg + adrenaline, 2 μ g/kg				

Вывод. При стимуляции симпатического нерва к сердцу увеличиваются следующие показатели _____ (ЧСС, АД_с, АД_д, АД_{сгд}). При стимуляции мозгового вещества надпочечников в большей степени увеличиваются только два показателя _____ (ЧСС, АД_с, АД_д, АД_{сгд}). Это обусловлено тем, что норадреналин (как нейромедиатор симпатических нервов в сердце) повышает силу и частоту работы сердца через активацию ____-адренорецепторов, а также увеличивает тонус гладких мышц артерий через ____-адренорецепторы, и это проявляется увеличением всех изученных показате-

лей. В дальнейшем тахикардия (повышение ЧСС) может смениться рефлекторной брадикардией (понижением ЧСС) из-за стимуляции барорецепторов аорты и каротидных телец и повышения тонуса вагуса, замедляющего ЧСС. При стимуляции надпочечников (мозгового вещества) выделяются гормоны адреналин и норадреналин, которые через ___-адренорецепторы увеличивают силу и частоту работы сердца. Однако на гладкие мышцы сосудов адреналин действует преимущественно через ___-адренорецепторы и в меньшей степени через ___-адренорецепторы. Поэтому при стимуляции симпатических нервов (Т₆₋₈) к надпочечникам диастолическое артериальное давление, которое отражает сопротивление сосудов (тонус их гладких мышц) практически не изменяется, а АДсгд возрастает незначительно, в то время как ЧСС и АДс повышаются.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«	___	»	_____	_____
число			месяц	год

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

Основные вопросы:

1. Роль кальция и фосфатов в организме, их соединения и содержание в костной ткани и зубах.
2. Костная ткань: функции, особенности строения и состава, возрастные изменения. Понятие в ремодулирующей и кальций-гомеостазирующей системах костной ткани, их регуляции.
3. Твердые ткани зуба: виды, функции. Эмаль: структура, свойства, функции, особенности «питания».
4. Зубная формула молочных и постоянных зубов.
5. Баланс кальция и фосфатов в организме и в костной ткани: возрастные особенности, механизмы регуляции. Суточная потребность в кальции, фосфатах и фторе.
6. Понятие о гомеостазе. Механизмы поддержания постоянства внутренней среды организма (на примере регуляции уровня кальция в крови кальцитонином, кальцитриолом и паратгормоном).
7. Факторы сохранения здоровья костной ткани и зубов.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, 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. С. 22–23, 111–121.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 453–482.
4. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 224–232.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 7.1. ОЦЕНКА ЗУБНОЙ ФОРМУЛЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИКУСА

Зубы располагаются так, что их коронки образуют дугу или ряд на верхней и нижней челюстях. Зубной ряд состоит из 10 временных (молочных) зубов (4 резцов, 2 клыков и 4 моляров) у детей и из 16 постоянных зубов (4 резца, 2 клыка, 4 малых (премоляров) и 6 больших (моляров) коренных зубов)

у взрослых. Итого у человека всего: временных зубов 20, а постоянных — 32. Прорезывание молочных зубов начинается в 6–8 месяцев и завершается к 2,5–3 годам, а выпадение начинается в 6–7 лет и завершается к 11–13 годам. Прорезывание постоянных зубов начинается в 6–7 лет и завершается к 17–22 годам (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Время прорезывания постоянных зубов [4, 7, 8, 33]

Челюсти	Зубы							
	Резцы		Клыки	Премоляры		Моляры		
	1 цен- тральные	2 Лате- ральные	3	4 первые	5 вторые	6 первые	7 вторые	8 третьи
Верхняя	7–8	8–9	10–12	10–11	10–12	6–7	12–13	17–25
Нижняя	6–8	7–8	9–11	10–12	11–14	6–7	11–13	17–22

Время прорезывания молочных и постоянных зубов представляет собой важный показатель физического развития («зубной» возраст) и отражает взаимодействие местных (гуморальных) и эндокринных (тиреоидные гормоны, гормон роста и др.) факторов в регуляции этого процесса.

Например, становление функции щитовидной железы у человека совпадает с периодом дифференцировки зачатков молочных зубов. Поэтому, как преждевременное начало функционирования щитовидной железы, так и врожденный гипотиреоз вызывают гипоплазию (недостаточное образование элементов ткани) зубов и нарушение сроков их прорезывания [7, 8, 36].

Зубные ряды верхней и нижней челюстей смыкаются в определенном положении. *Соотношение зубных рядов верхней и нижней челюстей при наиболее полном смыкании зубов-антагонистов* получило название *прикуса*. Есть и другое определение прикуса. Прикус — характер смыкания зубов в положении центральной окклюзии. Различают временный и постоянный (физиологические) прикусы, а также аномалии прикуса [36].

Временный прикус представлен у детей 20 зубами. Постоянный прикус включает 32 зуба. Всем вариантам постоянного (физиологического) прикуса характерно прорезывание всех зубов и установление контакта с рядом стоящими и двумя антагонистично расположенными зубами (за исключением нижних центральных резцов и верхних третьих моляров), а также расположение средней линии, проходящей между центральными резцами верхней и нижней челюстей, в сагиттальной плоскости. При смыкании зубных рядов верхние резцы перекрывают нижние на $\frac{1}{3}$ высоты их коронок, режущие края нижних резцов опираются на зубные бугорки на небной (язычной) поверхности верхних резцов; щечные бугры верхних боковых зубов перекрывают соответствующие бугры нижних зубов; верхние клыки попадают при смыкании зубов между нижними клыками и первыми малыми коренными зубами. Мезиально-щечные бугры верхних больших коренных зубов укладываются в передние бороздки между щечными буграми нижних первых больших коренных зубов. Описанные признаки соответствуют *ортогнатическому варианту постоянного прикуса*, явля-

ящемся эталоном нормы. По данным Scaife и Holt (1969), большинство людей (78,3 %) имеют ортогнатический прикус, т. е. соотношение челюстей по I классу.

Второй вариант постоянного прикуса по частоте встречаемости — ортогнатический прикус или физиологическая прогения — умеренное выстояние зубного ряда нижней челюсти. В случае прогенического прикуса при центральной окклюзии нижние резцы перекрывают верхние, а межбугровое смыкание зубов происходит на одно звено премоляров кзади, по сравнению с соотношением челюстей по I классу. У 19,2 % людей зарегистрирован ортогнатический прикус, т. е. соотношение челюстей по II классу.

Третий вариант постоянного прикуса, зарегистрированный лишь у 2,5 % людей, — прогнатический прикус (соотношение челюстей по III классу) или физиологическая прогнатия — умеренное выстояние (переднее положение) верхней челюсти. В случае прогнатического прикуса при центральной окклюзии наблюдается увеличенное горизонтальное или вертикальное перекрытие верхними резцами нижних резцов при межбугровом смыкании зубов на одно звено премоляров кпереди, по сравнению с соотношением челюстей по I классу.

К редко встречающимся вариантам физиологического постоянного прикуса относят бипрогнатию (наклон альвеолярных отростков вперед), опистогнатию (наклон альвеолярных отростков назад), прямой прикус — краевое смыкание резцов и одноименных бугров верхних и нижних боковых зубов.

Описанные варианты прикуса predetermined генетически и зависят от порядка прорезывания молочных и постоянных зубов.

Аномалиям прикуса — патологической прогнатии, патологической прогении и др. — присущи деформации зубных рядов, их неправильное смыкание в сагиттальном, трансверзальном и вертикальном направлениях, что может приводить к расстройству функции жевания и речи и может сказываться на внешнем облике больного. Аномалии прикуса чаще всего — следствие перенесенного в детстве рахита и/или других эндокринных расстройств, болезней носовой полости, вредных привычек (сосание пальцев, подпираание щеки рукой и др.).

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

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

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ

1. Зубная формула молочных зубов

верхняя челюсть справа _____ _____ верхняя челюсть слева

нижняя челюсть справа _____ _____ нижняя челюсть слева

Зубная формула постоянных зубов

верхняя челюсть справа _____ _____ верхняя челюсть слева

нижняя челюсть справа _____ _____ нижняя челюсть слева

2. Зубная формула постоянных зубов испытуемого (возраст _____ лет по паспорту).

Указывать только имеющиеся зубы. Обратить внимание на наличие третьих моляров.

верхняя челюсть справа _____ _____ верхняя челюсть слева

нижняя челюсть справа _____ _____ нижняя челюсть слева

«Зубной» возраст испытуемого соответствует / не соответствует (ненужное зачеркнуть) паспортному.

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

Работа 7.2. ВЛИЯНИЕ ЖЕНСКИХ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ НА МИНЕРАЛИЗАЦИЮ КОСТНОЙ ТКАНИ



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

Костная масса у мужчин и женщин достигает пикового показателя примерно к 30 годам (у мужчин она больше, чем у женщин; у представителей негроидной расы — больше, чем у представителей европеоидной и монголоидной рас). После достижения пика на протяжении приблизительно 10 лет костная масса остается 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 сковороду. Для предотвращения таких последствий в терапии климактерического синдрома применяют заместительную гормо-

нальную 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. 7.1).

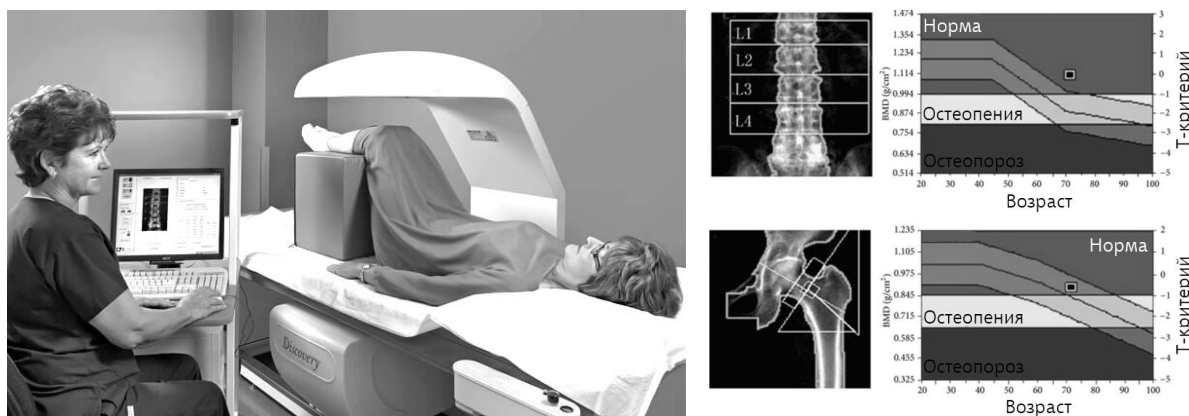


Рис. 7.1. Костная денситометрия (слева — методика проведения, справа — оценка)

Для оценки состояния костной ткани будет использован количественный показатель минерализации кости — **Т-критерий**. Этот критерий соответствует числу стандартных отклонений, на которые плотность кости отличается от её пикового значения у молодых здоровых людей того же пола и этнической принадлежности. ВОЗ установлены предельные значения Т-критерия, которые определяют остеопению и остеопороз (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Оценка Т-критерия

Норма	от +1 до -0,9
Остеопения	от -1 до -2,49
Остеопороз	-2,5 и ниже

В данной работе используются компьютерные модели трёх крыс с удаленными яичниками. Исходный **Т-критерий** каждой крысы составляет -2,61, что свидетельствует об остеопорозе.

В ходе работы исследуется влияние растворов эстрогена, кальцитонина и для сравнения — физраствора, на плотность костной ткани под денситометрическим контролем.

Ход работы.

1. Откройте программу «**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 наберется 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 наберется 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!

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	Вопрос 2	Вопрос 3
После введения физраствора плотность костной ткани:	После введения раствора эстрогена плотность костной ткани:	После введения раствора кальцитонина плотность костной ткани:
<input type="checkbox"/> а) увеличится; <input type="checkbox"/> б) уменьшится; <input type="checkbox"/> в) не изменится.	<input type="checkbox"/> а) увеличится; <input type="checkbox"/> б) уменьшится; <input type="checkbox"/> в) не изменится.	<input type="checkbox"/> а) увеличится; <input type="checkbox"/> б) уменьшится; <input type="checkbox"/> в) не изменится.

8. На компьютере отметьте тот же вариант ответа (по букве), что и в практике, и нажмите кнопку «**Submit**».

9. По завершении теста проведите измерение Т-критерия для тестируемых крыс. Для этого нажмите «**Anesthesia**» в левом верхнем углу картинке с крысой «**Control**». Зажав ЛКМ картинку с крысой, перетащите её на стол рентгеновского денситометра («**Exam-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 T-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	T-критерий	Выводы: 1) _____
Исходно	-2,61	_____
0,9 % NaCl (контроль)		_____
Эстроген		2) _____
Кальцитонин		_____

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ____ »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 8. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО РАЗДЕЛАМ «ЖИДКИЕ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА», «ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ», «ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ»

Основные вопросы:

1. Понятие о системе крови. Состав, количество, свойства, функции крови. Основные физиологические константы крови.
2. Кислотно-основное состояние крови и механизмы его регуляции. Кислотно-основное состояние полости рта.
3. Роль воды в организме, ее содержание, распределение, баланс. Электролитный состав плазмы крови. Осмотическое давление крови и его регуляция (АДГ, РААС и др.).
4. Белки плазмы крови, их характеристики и значение.
5. СОЭ: определение, факторы, влияющие на нее.
6. Эритроциты: особенности строения, количество, функции. Виды гемоглобина и его соединения, их физиологическое значение.
7. Лейкоциты, их виды, количество, функции. Лейкоцитарная формула, возрастные особенности. Лейкоцитоз и лейкопения.
8. Тромбоциты: особенности строения, количество, функции.
9. Принципы ручных и автоматизированных методов исследования состава крови: подсчет форменных элементов крови, определение гемоглобина, гематокрита и др.
10. Общий клинический анализ крови и физиологическая оценка его результатов.
11. Понятие о системе гемостаза и его звеньях. Первичный и вторичный гемостаз и основные методы их оценки в амбулаторных условиях. Определение длительности кровотечения по Дюке. Длительность кровотечения после удаления зубов.
12. Группы крови (системы: АВ0, Rh⁺, HLA и др.). Определение группы крови в системе АВ0 и Rh⁺. Принципы переливания препаратов крови.
13. Факторы риска при работе с кровью: для медицинского персонала, больных, доноров. Мероприятия по профилактике инфицирования (ВИЧ и др.) при работе с кровью.
14. Нервные и гуморальные механизмы регуляции гемопоэза. Роль витаминов (В₁₂, В₉ и др.) и микроэлементов (Fe²⁺ и др.).
15. Лимфа, ее состав, физико-химические свойства и функции.
16. Спинномозговая жидкость (ликвор), ее количество, состав и функции.
17. Жидкости полости рта: ротовая («смешанная слюна»), гингивальная, слюна слюнных желез. Кислотно-основное состояние полости рта.

18. Понятие об эндокринной системе. Гипофиз, его связи с гипоталамусом. Гормоны гипофиза и гипоталамуса, их роль в регуляции деятельности эндокринных и неэндокринных органов.

19. Эндокринная функция щитовидной и паращитовидных желез.

20. Физиология надпочечников. Роль гормонов коркового и мозгового вещества надпочечников в регуляции функций организма.

21. Эндокринная функция поджелудочной железы и роль ее гормонов в регуляции углеводного, жирового и белкового обмена.

22. Половые железы. Мужские и женские половые гормоны и их физиологическая роль.

23. Понятие об эндокринной функции эпифиза (мелатонин), сердца (атриопептиды), почек (кальцитриол, эритропоэтин и др.), слюнных желез (паратин и др.), печени (соматомедин С, тромбопоэтин, 1(ОН)-ВитД₃).

24. Роль кальция и фосфатов в организме, их содержание в костной ткани и зубах. Баланс кальция и фосфатов в организме и в костной ткани: возрастные особенности, механизмы регуляции. Суточная потребность в кальции, фосфатах и фторе.

25. Твердые ткани зуба. Эмаль: структура, свойства, функции, особенности «питания».

26. Понятие о гомеостазе. Механизмы поддержания постоянства внутренней среды организма (на примере регуляции уровня кальция в крови кальцитонином, кальцитриолом и паратгормоном).

После изучения разделов **«Жидкие среды организма», «Физиология системы крови», «Гуморальная регуляция физиологических функций»** студент должен знать:

1. Нормальные величины следующих показателей крови:
 - количество эритроцитов в 1 л крови у мужчин и женщин;
 - количество гемоглобина у мужчин и женщин;
 - количество лейкоцитов в 1 л крови;
 - количество тромбоцитов в 1 л крови;
 - % ретикулоцитов в крови;
 - лейкоцитарную формулу у взрослого человека;
 - показатель гематокрита;
 - % крови от массы тела и объем циркулирующей крови;
 - СОЭ у мужчин и женщин;
 - границы осмотической устойчивости эритроцитов по отношению к гипотоническим растворам хлорида натрия;
 - осмотическое давление плазмы крови в мосмоль/кг;
 - онкотическое давление плазмы крови в мм рт. ст.;
 - содержание общего белка и глюкозы, кальция и фосфора в плазме крови;
 - рН артериальной крови, венозной крови;
 - вязкость плазмы/крови.
2. Нормальные величины следующих показателей смешанной слюны:
 - количество (л/сут);
 - вязкость (пуаз);
 - скорость саливации (мл/мин): нестимулированной; стимулированной;
 - осмотическое давление (мосмоль/кг);

- активная реакция (рН);
- вода (%);
- кальций (ммоль/л);
- фосфор общий (ммоль/л);
- фториды (мкмоль/л);
- общий белок (г/л).

3. Знать и уметь записать зубную формулу молочных и постоянных зубов, а также функциональное назначение отдельных групп зубов.

4. Знать нормальные величины следующих показателей:

- содержание Ca^{2+} и P: в плазме крови, в костях и в зубах (эмали), а также в других тканях; в пищевом рационе людей в возрасте 18–60 лет;
- содержание Ca^{2+} в пищевом рационе новорожденных, детей, подростков, взрослых и пожилых людей, беременных и кормящих женщин;
- содержание F^- в слюне и в пищевом рационе;
- значения рН крови, ротовой жидкости, межклеточной жидкости;
- значения рН, при которых наблюдаются: равновесие в обмене Ca^{2+} между эмалью зубов и ротовой жидкостью, отложение зубного камня, деминерализация эмали.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Материал лекций, настоящего практикума и ЭУМК по занятиям 1–6.
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. С. 23–28, 84–121, 141–203.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 209–482.
4. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 224–232.

ПРОТОКОЛ

Компьютерный тест «08.КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Итоговое занятие...».

Проверьте допуск!

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

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

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ОСНОВНЫЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖИДКИХ СРЕД ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

1. Кровь.

1.1. Количество крови 6–8 % от массы тела.

1.2.

Таблица 1

Лейкоцитарная формула (% соотношение разных видов лейкоцитов)

Гранулоциты					Агранулоциты	
Нейтрофилы 47–76 %					лимфоциты	моноциты
юные	палочко-ядерные	сегментоядерные	базофилы	эозинофилы		
0–1 %	1–5 %	47–68 %	0–1 %	1–5 %	18–40 %	2–10 %

СДВИГ ВЛЕВО



СДВИГ ВПРАВО



1.3. Количество тромбоцитов в периферической крови $(150–450) \cdot 10^9/\text{л}$.

1.4. Минимальная осмотическая устойчивость эритроцитов

0,46–0,48 % NaCl.

Максимальная осмотическая устойчивость эритроцитов

0,32–0,34 % NaCl.

1.5. Объем плазмы 51–64 % от всей крови.

1.6. Содержание минеральных веществ в плазме 0,85–0,95 %.

1.7. Температура замерзания крови ниже нуля на 0,56–0,58 °С.

Температура замерзания плазмы крови ниже нуля на 0,54 °С.

1.8. Осмотическое давление плазмы крови $290 \pm 10 \text{ mosmol/kg}$ (7,3 атм. или 5600 мм рт. ст., или 745 кПа).

1.9. Онкотическое давление плазмы 25–30 мм рт. ст.

1.10. Время свертывания крови по Ли–Уайту в несиликонированной посуде: 5–7 мин при 37 °С и 6–11 мин при 20–25 °С.

1.11. Протромбиновый индекс капиллярной крови 93–107 %.

1.12. Содержание белков в плазме 60–85 г/л.

Содержание альбуминов 38–50 г/л.

Содержание глобулинов 20–36 г/л.

Содержание фибриногена 2–4 г/л.

1.13. Содержание глюкозы в венозной крови 3,33–5,55 ммоль/л.

1.14. pH крови 7,34–7,44.

1.15. Вязкость крови 4,5–5,0 по отношению к вязкости воды, принятой за 1,0.

Вязкость плазмы 1,8–2,2 по отношению к вязкости воды, принятой за 1,0.

1.16. Относительная плотность крови 1,050–1,062 г/мл.

Относительная плотность плазмы 1,029–1,032 г/мл.

2. Ликвор (цереброспинальная жидкость, спинномозговая жидкость).

Количество ликвора 10 % от массы мозга или 90–150 мл.

2.1. Суточная ликворпродукция 500 мл.

2.2. Цвет ликвора — бесцветный; прозрачность ликвора — прозрачный.

- 2.3. рН ликвора 7,35–7,40, вода — 99 %.
- 2.4. Осмотическое давление ликвора 290 ± 10 mosol/kg.
- 2.5. Содержание белков в ликворе 0,10–0,33 г/л:
альбумины 46,6–52,8 %;
глобулины 53,4–47,2 %.
- 2.6. Относительная плотность ликвора 1,003–1,008 г/мл.
- 2.7. Количество клеток в ликворе $(1-5) \cdot 10^6$ /л (в основном, лимфоциты).

3. Смешанная слюна.

- 3.1. Суточное количество 0,3–1,0 л.
- 3.2. Вязкость 1,1–1,32 Пуаз.
- 3.3. Скорость саливации:
нестимулированной: во время сна, 8 ч — 15 мл,
за день — 400 мл (0,1–2,0 мл/мин);
стимулированной: за время приема пищи, 2 ч — 300 мл;
0,5–6,0 мл/мин.
- 3.4. Осмотическое давление 50–100 мосмол/кг.
- 3.5. Активная реакция (рН) 6,2–7,4 единиц.
- 3.6. Вода 99,4–99,5 %.
- 3.7. Кальций 1,45 ммоль/л.
- 3.8. Фосфор общий 3,87–7,72 ммоль/л.
- 3.9. Фториды 0,04–0,05 мкмоль/л.
- 3.10. Общий белок 1,6–6,3 г/л (2,3 г/л).

4. Лимфа (жидкость лимфатических сосудов), её образование и циркуляция обеспечивает:

- А) удаление избытка внеклеточной жидкости;
- Б) возврат в кровеносное русло альбумина, профильтровавшегося в межклеточную жидкость из крови;
- В) процессы дифференцировки лимфоцитов;
- Г) гуморальные связи между органами и тканями;
- Д) транспорт в венозную систему большого круга кровообращения жиров и жирорастворимых веществ, всасывающихся в кишечнике;
- Е) защиту организма от инородных частиц, бактерий, остатков разрушенных клеток, различных токсинов, а также опухолевых клеток.

- 4.1. Количество в организме 2–3 л.
- 4.2. Лимфообразование за сутки составляет 2–5 % от массы тела.
- 4.3. Лимфакрит: 1–2 %.
- 4.4. Основные клетки лимфы — лимфоциты $[(2-25) \cdot 10^9]$ /л
- 4.5. Содержание белка: 15–60 г/л (в зависимости от места образования лимфы).

РАЗДЕЛ «ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 9. ПОНЯТИЕ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ. ВОЗБУДИМЫЕ ТКАНИ И ИХ ОБЩИЕ СВОЙСТВА. БИОЭЛЕКТРОГЕНЕЗ

Основные вопросы:

1. Понятие о химической и электрической сигнализации, реакциях клеток на сигналы среды существования.
2. Понятие информации. Сигналы и их виды. Понятие о клеточных рецепторах и их функциях. Рецепторные механизмы восприятия сигналов.
3. Общие свойства возбудимых тканей. Возбуждение и формы его проявления. Показатели (параметры) возбудимости. Электроодонтометрия, ее применение в стоматологии.
4. Биопотенциалы, их виды. Мембранный потенциал покоя, его происхождение. Понятие о гальванизме.
5. Современные представления о механизмах и фазах развития потенциала действия. Изменения возбудимости в процессе возбуждения.
6. Законы реагирования возбудимых тканей на действие раздражителей.
7. Сенсорные рецепторы: определение понятия, классификация, роль, основные свойства. Рецепторный и генераторный потенциалы. Понятие о принципах кодирования информации в сенсорных рецепторах.

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. С. 23–28, 38–54.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 73–115.
4. *Кубарко, А. И.* Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2010. Ч. 1. С. 74–115.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

ДЕМОНСТРАЦИЯ УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ

1. Электрические потенциалы в живых тканях.
2. Законы реагирования возбудимых тканей.
3. Приготовление нервно-мышечного препарата лягушки.

Расшифруйте названия биопотенциалов возбудимых клеток (рис. 9.1):

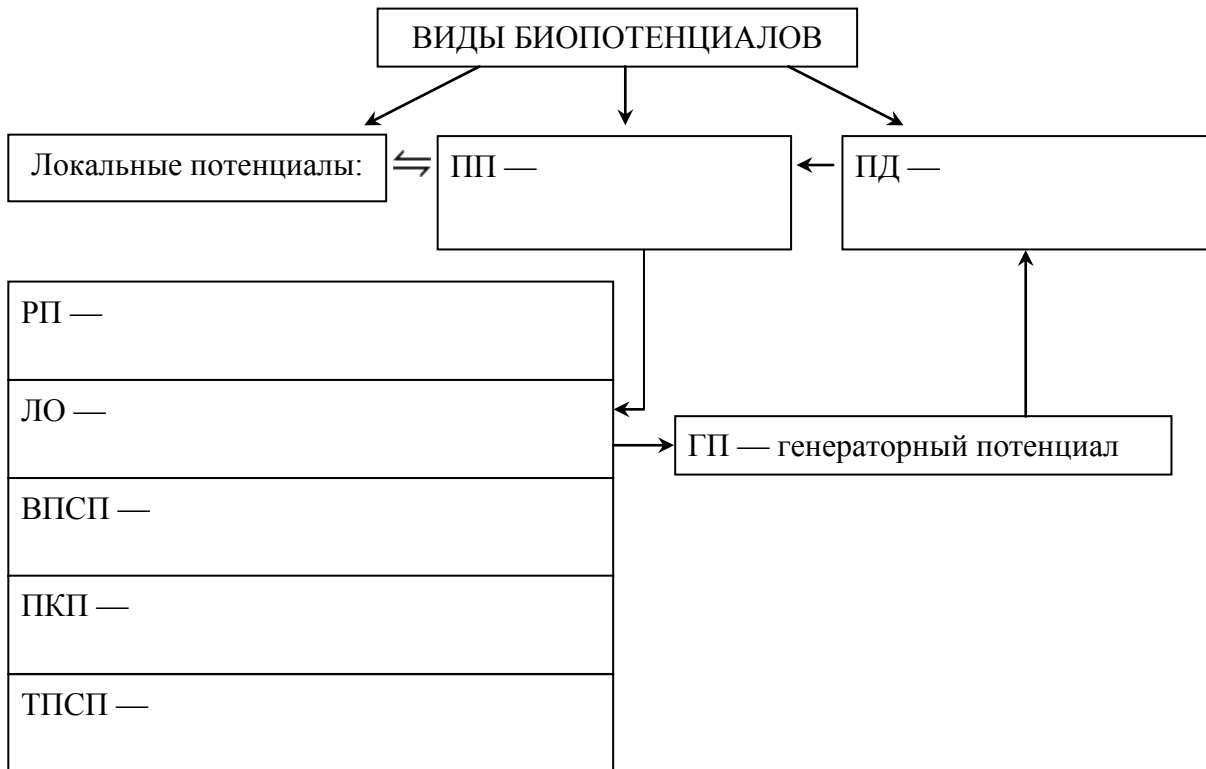


Рис. 9.1. Виды биопотенциалов возбудимых клеток

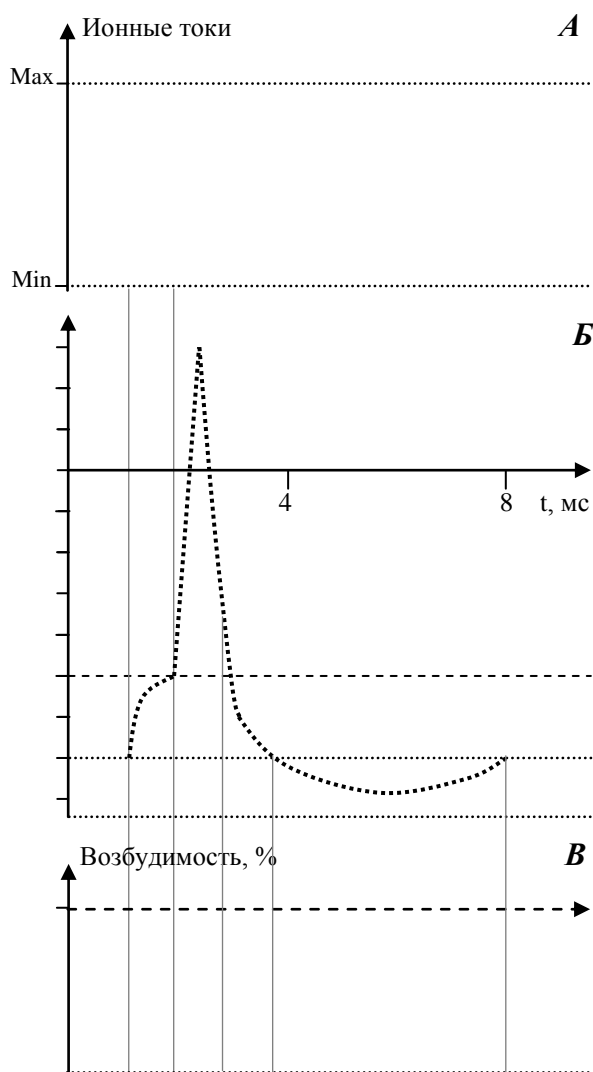
Работа 9.1. ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ГЕНЕРАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ (ПД) И ИЗМЕНЕНИЯ ВОЗБУДИМОСТИ В ПРОЦЕССЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ (выполняется дома самостоятельно)

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* потенциал действия нервного волокна (рис. 9.2, Б), *синхронные* графики ионных токов (рис. 9.2, А) и *синхронное* изменение возбудимости нервного волокна в ходе возбуждения (рис. 9.2, В). На рис. 9.2, Б обозначьте локальный ответ и фазы ПД (деполяризация, реполяризация со следовой деполяризацией, следовая гиперполяризация), на рис. 9.2, В — фазы возбудимости (абсолютной рефрактерности, относительной рефрактерности, супернормальной и субнормальной возбудимости). Опишите механизмы формирования фаз ПД (табл. 9.1) и правильно соотнесите между собой фазы возбудимости и фазы ПД (табл. 9.2).

ПРОТОКОЛ

Таблица 9.1



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

Таблица 9.2

Фаза возбудимости	Соответствующая фаза ПД

Рис. 9.2. Изменение возбудимости в процессе возбуждения

Работа 9.2. Влияние ионов Na^+ и K^+ на мембранный потенциал покоя и потенциал действия (ПРОГРАММА «NMJ»)

Работа выполняется в компьютерном классе самостоятельно. Студент загружает программу **02-NMJ** (на рабочем столе найдите одноименный ярлык). Программа NMJ виртуально моделирует работу изолированного **нервно-мышечного препарата**, помещенного в физиологический раствор (рис. 9.3) при его электростимуляции.

Выберите в верхней строке: 1) Ions \rightarrow potassium (K^+) \rightarrow 5 мМ, sodium (Na^+) \rightarrow 120 мМ, 2) Stimulated \rightarrow Nerve 3) Clipboard \rightarrow Copy to clipboard. Вы получите изображение, два графика, как на рис. 9.4, на котором представлен результат величины ПП (потенциала покоя) (стрелка 1) в условиях оптимального содержания ионов, K^+ (potassium) и Na^+ (sodium) в физиологическом растворе (стрелка

ка 2) (рис. 9.4) и графики ПД при электростимуляции мышцы однократным воздействием электрического тока амплитудой 2 mA в течение 1 ms (рис. 9.5).

Далее программа позволяет моделировать изменение концентрации электролитов калия и натрия в растворе при помощи команд «Ions» (рис. 9.6) и «Concentration» (рис. 9.7) и регистрировать величины ПП и ПД (рис. 9.8) при электростимуляции мышцы однократным воздействием электрического тока амплитудой 2 mA в течение 1 ms — команда «stimulated – nerve».

Рисунки 9.3–9.8 при выполнении работы на виртуальном препарате «Нервно-мышечный синапс» программы «NMJ».

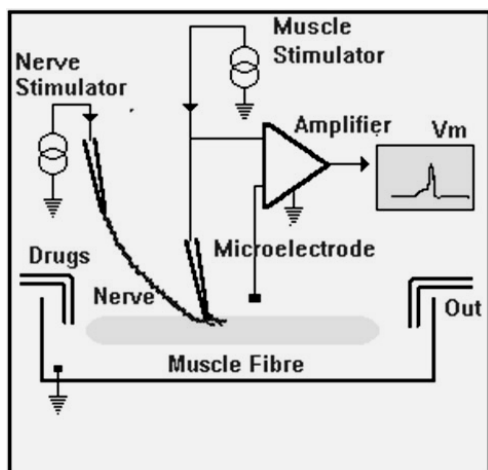


Рис. 9.3

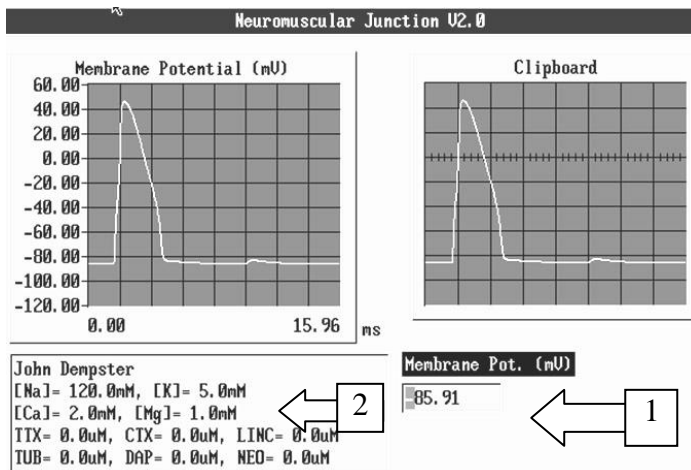


Рис. 9.4

Рис. 9.5

Рис. 9.6

Рис. 9.7

Рис. 9.8

Указания к оформлению протокола:

1. Промоделируйте изменение мембранных потенциалов (ПП и ПД) при электростимуляции мышцы в условиях оптимального содержания ионов K^+ и Na^+ и при повышении и снижении их концентрации (согласно указаний в табл. 1) в омывающем мышцу растворе.

2. Занесите полученные результаты величины потенциалов покоя и действия в табл. 9.3.

3. На рис. 9.9 цветными карандашами зарисуйте полученные графики ПП и ПД в условиях изменения концентраций ионов калия и натрия.

4. В выводе сделайте заключение о влиянии концентрации ионов K^+ и Na^+ на величину потенциалов покоя и действия.

Таблица 9.3

ПРОТОКОЛ			
Содержание ионов		Величины потенциалов	
калия	натрия	покоя	инверсии заряда
5 мМ	120 мМ	-85,9 mV	+45 mV
8 мМ	120 мМ		
2 мМ	120 мМ		
Clipboard clear			
5 мМ	160 мМ		
5 мМ	100 мМ		

Рис. 9.9

Вывод: содержание ионов калия во внеклеточной жидкости определяет в большей степени величину потенциала _____, а содержание ионов натрия определяет в большей степени величину _____ заряда при развитии потенциала действия.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ЭЛЕКТРООДОНТОДИАГНОСТИКА (электроодонтометрия)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 10. ПРОВЕДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНЫМ ВОЛОКНАМ, СИНАПТИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА

Основные вопросы:

1. Нервные волокна: строение, классификация, функции.
2. Механизм и законы проведения возбуждения по нервному волокну.
3. Физиологические основы проводниковой анестезии в стоматологической практике.
4. Транспорт веществ по нервным волокнам: виды, функции.
5. Синапсы: строение, классификация, свойства, физиологическая роль.
6. Современные представления о механизмах передачи возбуждения в синапсах. Возбуждающие нейромедиаторы. ВПСП.
7. Тормозные синапсы, их медиаторы. Ионные механизмы функционирования тормозного синапса, ТПСП.
8. Понятие о возможностях направленного фармакологического влияния на синаптическую передачу.

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. С. 54–63, 68–72.

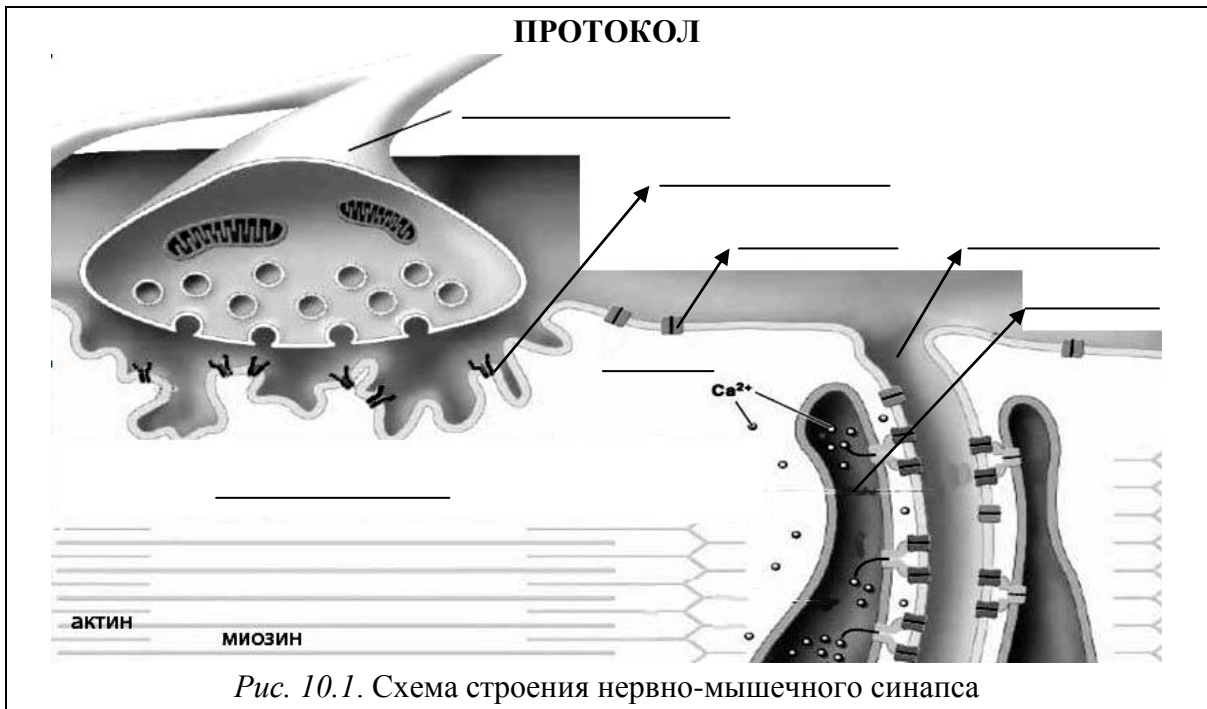
Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 115–143.
4. *Кубарко, А. И.* *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2010. Ч. 1. С. 115–144.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

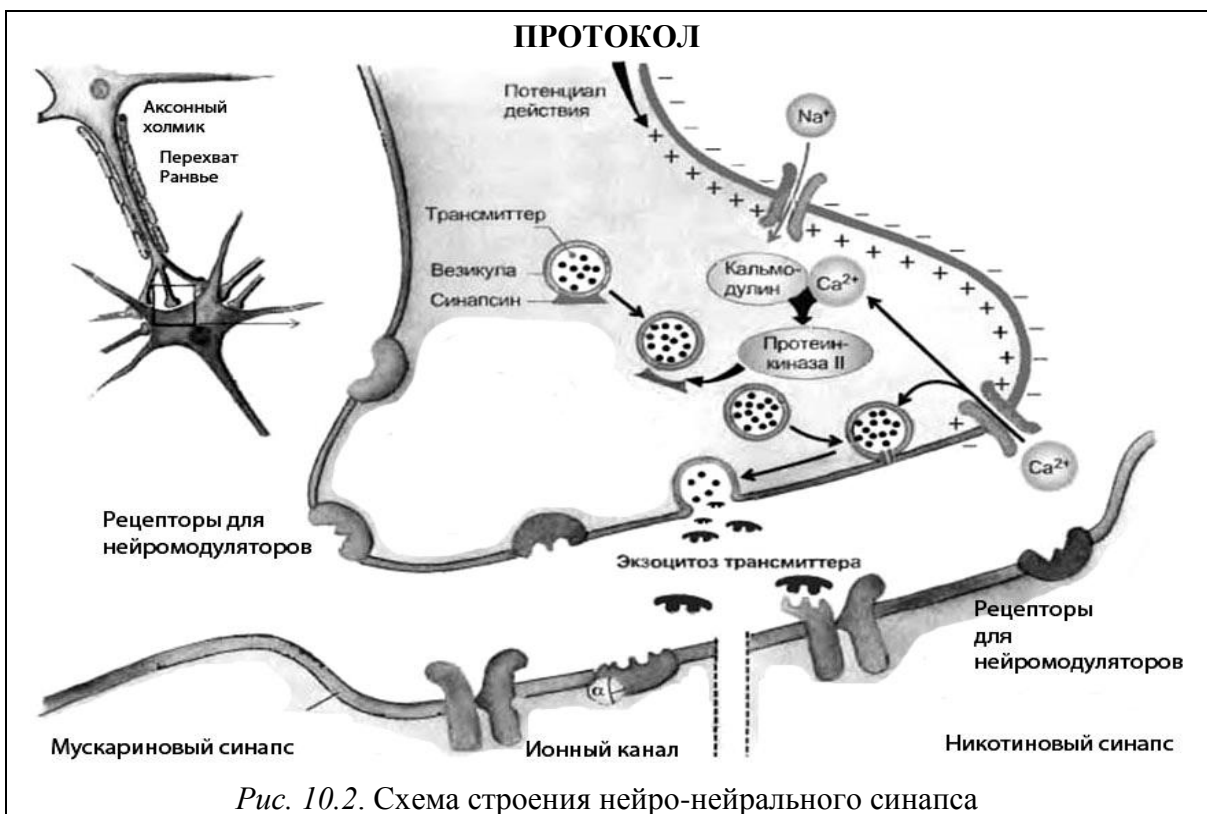
Работа 10.1. СХЕМА СТРОЕНИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО СИНАПСА (В МЫШЕЧНОМ ВОЛОКНЕ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ)

На схеме нервно-мышечного синапса (рис. 10.1) укажите пресинаптическую мембрану, постсинаптическую мембрану (концевую пластинку), синаптическую щель (и её ширину), нейромедиатор (название), клеточные рецепторы постсинаптической мембраны к нейромедиатору, место возникновения ПКП (ВПСП), место возникновения ПД (на мембране мышечного волокна скелетной мышцы) и направление его распространения (Т-трубочки).



Работа 10.2. СХЕМА СТРОЕНИЯ НЕЙРО-НЕЙРАЛЬНОГО СИНАПСА

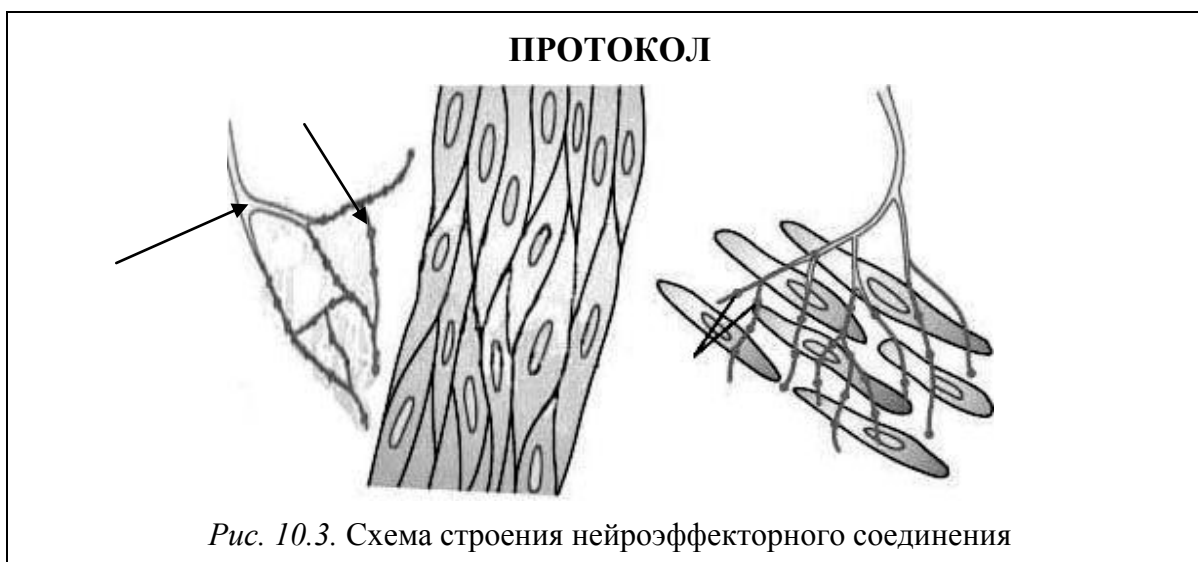
На схеме нейро-нейрального синапса (рис. 10.2) и таблице к ней укажите пресинаптическую мембрану, постсинаптическую мембрану, синаптическую щель (и её ширину), нейромедиаторы (ацетилхолин и норадреналин) и клеточные рецепторы к ним на постсинаптической мембране, а также ферменты, расщепляющие эти нейромедиаторы.



Нейромедиатор (НМ)	Рецептор к НМ	Фермент, разрушающий НМ
Ацетилхолин		
Ацетилхолин		
Норадреналин		
Норадреналин		

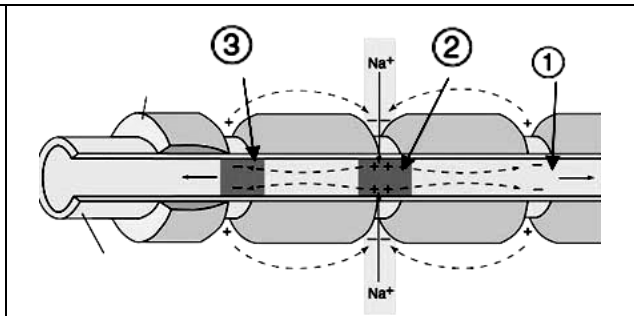
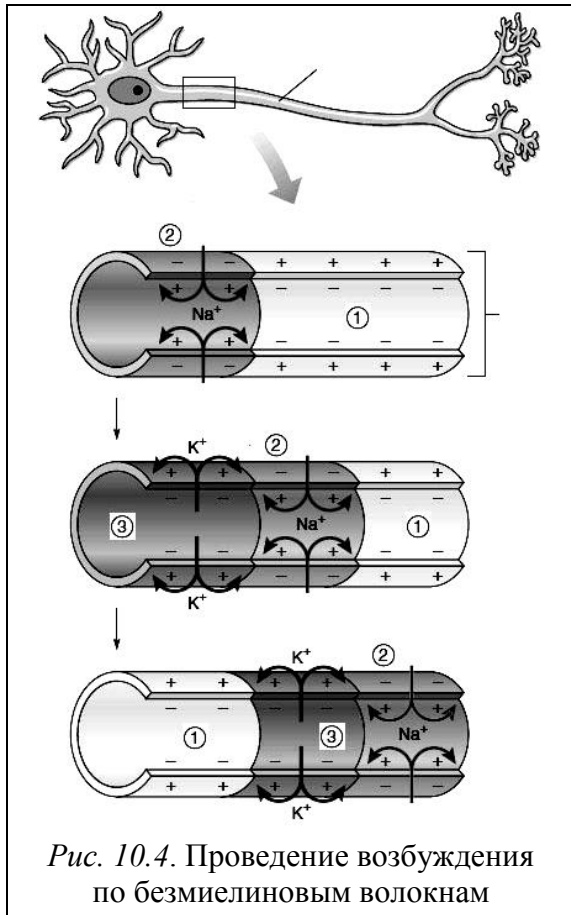
**Работа 10.3. СХЕМА СТРОЕНИЯ НЕЙРОЭФФЕКТОРНОГО СОЕДИНЕНИЯ
(НА ГЛАДКИХ МИОЦИТАХ, ЖЕЛЕЗИСТЫХ КЛЕТКАХ,
МИОЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ КЛЕТКАХ)**

На схеме нейроэффекторного соединения (рис. 10.3) укажите аксон постганглионарного нейрона вегетативной нервной системы, наличие варикозных расширений на аксоне, название медиаторов и рецепторов к ним.



**Работа 10.4. МЕХАНИЗМ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНЫМ
ВОЛОКНАМ**

На схеме механизма проведения возбуждения по нервным волокнам (рис. 10.4, 10.5) укажите нервное волокно, стимул, миелин, заряд мембраны возбужденного и невозбужденного участка, перехват Ранвье, ПЗИК (потенциал зависимые ионные каналы).



К рис. 10.5:

1 — потенциал покоя; 2 — деполяризация;
3 — реполяризация

Перечислите законы проведения ПД:

- 1 — _____

 2 — _____

 3 — _____

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВОДНИКОВОЙ АНЕСТЕЗИИ

Обезболивание (анестезия) в современной стоматологии представляет собой комплекс психопрофилактических и медикаментозных воздействий, направленных на снижение или полное купирование болевых ощущений при проведении лечения. Различают два вида обезболивания — местное и общее. Местное обезболивание включает инъекционную и аппликационную анестезию, физические и физико-химические методы. Очень широкое распространение в стоматологии получила инъекционная анестезия [9].

В стоматологии существует два вида инъекционной анестезии — проводниковая и инфильтрационная, которую осуществляют введением местных анестетиков в ткани, окружающие проводящие нервные стволы (проводниковая анестезия) или их периферические окончания (инфильтрационная анестезия). Местные анестетики (новокаин, лидокаин и др.) обратимо блокируют проведение импульса по мембранам аксонов (нервных волокон проводящих нервных стволов или их периферических окончаний) и другим возбудимым мембранам, которые используют натриевые каналы, как главный генератор потенциалов действия. *Механизм действия местных анестетиков связывают с их влиянием на рецепторы, расположенные вблизи внутриклеточных инактивационных ворот (h-ворота) натриевого канала, в результате чего отмечается блокада потенциалзависимых натриевых каналов различной длительности. Таким образом, местные анестетики препятствуют проникновению через мембрану ионов натрия и ее деполяризации. В результате блокируются: возникновение (генерация)*

потенциалов действия в нервных (болевых) окончаниях при инфильтрационной и/или поверхностной анестезии, а также проведение возбуждения (потенциалов действия) по нервным волокнам при проводниковой анестезии. Восстановление натриевых каналов от блокады местными анестетиками идет в 10–1000 раз медленнее, чем от нормальной физиологической инактивации каналов.

Проводниковая (регионарная) анестезия достигается направленным введением анестетика к проводящим нервным стволам или сплетениям. При этом выключается болевая чувствительность целой анатомической области, которая находится далеко от места инъекции анестезирующего раствора.

Местные анестетики могут блокировать передачу сигнала по любым нервным волокнам (табл. 1), но чувствительность последних к анестезирующим воздействиям зависит от их миелинизации, размера, частоты импульсации по ним, положения волокон в пучке.

Сначала блокируется передача сигнала в волокнах типа В и С, затем в волокнах А_δ. Таким образом, боль исчезнет первой, затем подавляются другие виды чувствительности, а далее и двигательные функции. Миелинизированные волокна блокируются раньше, чем безмиелининовые того же диаметра. Для прекращения проведения по миелинизированным волокнам необходимо, чтобы блокада распространялась на три последовательных перехвата Ранвье. Эффект анестезии более выражен в активно действующих аксонах, которые имеют большую доступность для местных анестетиков. А_δ и С-волокна имеют маленький диаметр и участвуют в передаче высокочастотных болевых импульсов. Поэтому они блокируются раньше и меньшими концентрациями местных анестетиков, чем А_α-волокна.

Анатомические особенности расположения нервных волокон в пучке (или в крупном нервном стволе) могут изменять правило дифференцированной блокады нервов. Так, в крупных нервных стволах двигательные волокна часто расположены по наружной поверхности и поэтому первыми контактируют с местными анестетиками, в связи с чем двигательная блокада может наступать раньше, чем чувствительная.

Таблица 1

Чувствительность к анестезии нервных волокон разного типа [1, 9]

Тип нервных волокон	Миелинизация	Диаметр (мкм)	Скорость проведения (м/с)	Чувствительность к анестезии	Вид чувствительности, функция
Тип А А _α	Полная	12–22	70–120	+	Проприоцепция, двигательная
А _β	Полная	8–12	40–70	++	Тактильная, давление
А _γ	Полная	4–8	15–40	++	Проприоцепция, сократительная (мышечные веретена)
А _δ	Полная	1–4	5–15	++++	Болевая, температурная
Тип В	Слабая	1–3	3–18	++++	Преганглионарные вегетативные волокна
Тип С	Отсутствует	0,5–1,5	0,5–2	++++	Болевая, постганглионарные вегетативные волокна

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«		»	_____	_____
число			месяц	год

ЗАНЯТИЕ 11. ФИЗИОЛОГИЯ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

Основные вопросы:

1. Физиологические свойства скелетных мышц и их функции.
2. Типы мышечных волокон. Двигательные единицы и их особенности в разных мышцах.
3. Нервно-мышечный синапс: механизм передачи сигнала, особенности.
4. Структурно-функциональная характеристика мышечного волокна.
5. Механизм сокращения и расслабления одиночного мышечного волокна и мышцы.
6. Одиночное сокращение и его фазы. Виды и режимы сокращения. Тетаническое сокращение и его виды.
7. Сила и работа мышц. Утомление и его физиологические свойства.
8. Понятие о методах оценки функционального состояния мышц у человека. Динамометрия ручная и станова.

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. С. 122–134.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 135–159.
4. *Кубарко, А. И.* Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2010. Ч. 1. С. 139–158.
5. *Физическая культура* : учеб. пособие / под ред. Е. С. Григоровича, В. А. Переверзева. 4-е изд., испр. Минск : Вышэйшая школа, 2014. С. 83–88, 90–94, 134–136.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 11.1. ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ

Электромиография (ЭМГ) — метод исследования функционирования скелетных мышц посредством регистрации их электрической активности (биотоков).

Отведение мышечных биопотенциалов осуществляется с помощью поверхностных (накожных, накладных) или игольчатых (вкалываемых) электродов. Преимущество суммарной ЭМГ — неинвазивность исследования и, как правило, отсутствие электростимуляции мышц и нервов. Данный метод позволяет исследовать характер биотоков мышц в покое и при произвольных сокра-

щениях, что обеспечило ему широкое применение в физиологической и клинической практике. Электромиограмма представляет собой результат интерференции множества потенциалов действия, асинхронно возникающих в различных двигательных единицах. В настоящее время количественный анализ ЭМГ проводится с помощью специальных приборов, которые позволяют измерять частоту осцилляций, проводить спектральный анализ и оценку суммарной и средней амплитуды импульсов. Одним из распространенных способов анализа биотоков мышц является их интегрирование, т. е. суммирование всех амплитуд за единицу времени. При делении суммарной амплитуды на число импульсов вычисляется их средняя амплитуда. Этот показатель пропорционален величине развиваемого мышечного усилия. В состоянии покоя регистрируется низкоамплитудная ЭМГ (5–10 мкВ), связанная с перераспределением тонуса мышц при поддержании позы. При слабом сокращении и напряжении мышц наблюдается повышение электрической активности, которая достигает максимума при произвольном усилии (амплитуда биотоков может возрасти до 3000 мкВ при частоте до 100 Гц).

Материалы и оборудование: поверхностные серебряные электроды (6 шт.), электропроводящая паста, 70%-ный раствор этанола, ватно-марлевые тампоны, резиновые фиксаторы (2 шт.), набор грузов от 0,5 до 3 кг, усилитель биопотенциалов (УБП4-03), самописец (НЗ88), осциллографический индикатор (ИМ-789) и анализатор миографический (АМГ-01).

Порядок работы. Испытуемому в положении стоя фиксируют биполярно электроды на кожу в области двуглавой мышцы плеча правой руки. Общий электрод накладывают на кожу плеча не далеко от точек регистрации ЭМГ. Предварительно кожу в местах наложения электродов обезжиривают спиртом, а электроды смазывают пастой, а затем регистрируют и анализируют ЭМГ при различных функциональных состояниях:

- а) покой: руки свободно опущены вниз, мышцы расслаблены;
- б) сгибание руки в локтевом суставе из положения «а»;
- в) разгибание руки из положения «б»;
- г) фиксация локтевого сустава: рука вытянута параллельно земле, пальцы сжаты в кулак;
- д) фиксация предплечья в горизонтальном положении, рука согнута в локтевом суставе;
- е) возрастающая физическая нагрузка на ладонь 0,5 и 3 кг в положении «д».

Указания к оформлению протокола:

1. Зарисуйте ЭМГ в разных условиях.
2. Проведите клинический (визуальный) анализ биотоков в двуглавой мышце плеча. Оцените, как изменяются частота и амплитуда волн ЭМГ в различных условиях эксперимента. Сделайте заключение об изменении электрической активности двуглавой мышцы плеча в условиях опыта.

ПРОТОКОЛ

1. Рисунки ЭМГ в условиях:

Запись ЭМГ от двуглавой мышцы плеча	покой	сгибание	разгибание	фиксация
-------------------------------------	-------	----------	------------	----------

2. **Вывод:** электрическая активность двуглавой мышцы плеча в условиях опыта (при сгибании руки в локтевом суставе и, особенно, при дополнительном напряжении мышцы для удержания груза) относительно состояния покоя значительно _____ (возрастает или уменьшается), об этом свидетельствует _____ (повышение или понижение) амплитуды и частоты волн ЭМГ.

Работа 11.2. ДИНАМОМЕТРИЯ РУЧНАЯ И СТАНОВАЯ

Динамометрия — метод измерения силы сокращения мышц. Сила мышц — важный показатель их сократительной способности, а также физического развития организма человека. Она оценивается весом груза, который способна удержать мышца при максимальном возбуждении, не изменяя своей длины. Сила мышцы зависит от ее физиологического сечения, исходной длины, скорости сокращения и других факторов. Сила сокращения мышц измеряется динамометрами и выражается в абсолютных единицах (кг или Н, а также в $\text{кг}/\text{см}^2$ поперечного сечения мышцы (составляя от 2 до 10 $\text{кг}/\text{см}^2$)) или в относительных единицах (по отношению к массе тела, выраженному в %). Динамометрия (особенно ручная) широко применяется в медицине и в физиологии трудовой и спортивной деятельности.

Материалы и оборудование: динамометр ручной, динамометр становой, рычажные весы.

Ход работы. Силу кисти рук определяют с помощью ручного динамометра (ДРП-120 или др.). Динамометр держат в руке, вытянутой параллельно полу. Производят максимальное сжатие динамометра рукой. Измерение проводят три раза каждой рукой. Из трех измерений (для каждой руки) выбирают наибольшие. Измеряют массу испытуемого (без обуви) на рычажных весах и вычитают из нее 1 кг (условно берется вес одежды), получая показатель массы тела. Затем рассчитывают показатель относительной силы (ОС) мышц правой и левой рук по формуле:

$$\text{ОС} = \text{сила рук (кг)} : \text{масса тела (кг)} \times 100 (\%).$$

Оценка показателя относительной силы мышц рук приведена в табл. 11.1. Сила мышц рук у студентов за последние десять лет существенно снизилась. В связи с этим в табл. 11.1 даны нормативы силы рук с учётом тенденции её изменения у студентов БГМУ (юношей и девушек) в последние годы.

Силу мышц разгибателей спины измеряют становым динамометром трижды и выбирают наибольшее значение показателя. Показатели относительной (становой) силы разгибателей спины рассчитывают путем деления наибольшего

значения показателя становой силы (в кг) на массу тела испытуемого (кг). **Удовлетворительным показателем** относительной становой силы **считается 2 для мужчин и 1,5 для женщин.**

Таблица 11.1

Показатели относительной силы рук у мужчин и женщин

Пол	Уровень показателя относительной силы рук (%)				
	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

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите пол, массу тела и наибольшие показатели силы мышц рук и разгибателей спины.
2. Рассчитайте показатели относительной силы мышц.
3. Сделайте вывод, оценив относительную силу мышц испытуемого.
4. В случае низких и ниже средних показателей относительной силы рук и/или неудовлетворительного показателя относительной становой силы, познакомьтесь с методами развития силы мышц, которые изложены в учебном пособии для студентов высших учебных заведений Республики Беларусь «Физическая культура» (Минск, 2011 г.).

ПРОТОКОЛ

1. Масса тела испытуемого _____ (кг), пол _____ (м. или ж.), сила кисти правой руки _____ (кг), сила кисти левой руки _____ (кг), становая сила _____ (кг).
2. Относительная сила кисти правой руки _____ (%), левой руки _____ (%), разгибателей спины _____.
3. **Вывод.** Уровень показателей относительной силы правой руки _____, левой руки _____ (низкий, ниже среднего, средний, выше среднего, высокий). Показатель относительной становой силы _____ (удовлетворительный, неудовлетворительный).

Работа 11.3. ВИДЫ И РЕЖИМЫ МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ (демонстрация)



Работа выполняется с помощью компьютерной программы «**Muscular**». Разделы «Сокращение моторных единиц» (Contraction of Motor Units) и «Сокращение целой мышцы» (Contraction of Whole Muscle).

Ход работы. Номера страниц указываются в выпадающем меню сверху экрана (например, Page 1 of 11). Переход на следующую страницу нажатием кнопки «Next» сверху слева или при помощи выпадающего меню. Выход из программы при помощи клавиш «Alt» + «F4».

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 дви-

гательного нейрона. Число и размеры таких моторных единиц, вовлеченных 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.

Щелкните мышкой на интернейроне (там, где мигает желтая 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.

Щелкните 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 соединен с большим количеством мышечных клеток.

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

Возврат в меню нажатием кнопки «Topic menu».

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).

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 вовлеченных моторных единиц.
3. Степень растяжения мышцы.

Страница 4: Одиночное мышечное сокращение

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

Щелкните 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.

Щелкните 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.

Щелкните 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.

Щелкните 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 повышением 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 создает условия для образования поперечных мостиков между актином и миозином.

Утомление. При продолжающейся частой стимуляции мышца более не способна поддерживать высокий уровень напряжения и постепенно расслабля-

ется. 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 вовлеченных в сокращение моторных единиц определяется количеством двигательных нейронов, которые стимулируются центральной нервной системой. Путем изменения количества и размеров моторных единиц, участвующих в сокращении, нервная система управляет силой и степенью сокращения каждой конкретной мышцы.

Щелкните 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). Щелкните 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 трем вариантам состояния мышцы: А — нерастянутая (*unstretched*), В — умеренно растянутая (*moderately stretched*) и С — сильно растянутая (*overstretched*).

Щелкните 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 создает оптимальное перекрытие тонких и толстых нитей, благодаря чему образуется максимальное количество поперечных мостиков. Стимуляция мышцы (*Stimulator*) дает 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 трудно².

² В организме такое перерастяжение для 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.

ПРОТОКОЛ

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

частота стимуляции: _____

количество вовлеченных моторных единиц: _____

исходная длина мышцы: _____

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

МЫШЕЧНАЯ СИЛА РУК У СТУДЕНТОВ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ, МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ СИЛЫ МЫШЦ РУК

Постоянный мониторинг показателей здоровья студентов на базе кафедр нормальной физиологии и физической культуры и спорта БГМУ за 2004–2013 гг. показал понижение показателей как абсолютной, так и относительной силы рук у студентов, по сравнению с таковыми у студентов в 1996–1997 гг. Для развития силы мышечных групп плечевого пояса и рук, необходимой в профессиональной деятельности стоматологов, работа которых требует длительной статической выносливости, сотрудниками кафедры физической культуры и спорта рекомендуются физические упражнения в комплексах, представленных на рис. 11.1 и 11.2.

Перед выполнением силовых упражнений необходимо выполнить разминку, воздействуя на отдельные части тела. Она может включать легкую пробежку или ходьбу и 8–10 общеразвивающих упражнений. Вначале прорабатываются мышцы и суставы плечевого пояса: выполнением круговых движений руками, движением рук вперед–назад в вертикальной и горизонтальной плоскости. Затем выполняются наклоны шеи и головы влево–вправо, вперед–назад.

При выполнении упражнений (рис. 11.1, 11.2) с гантелями, набивными мячами или преодолении собственного веса при сгибании рук повторять движения от 8 до 12 раз. При подтягивании на перекладине (хватом сверху, снизу) количество раз может повторяться от 4–5 до 8–12 раз. Упражнения с набивными мячами (рис. 11.2) выполняются парами, расстояние между которыми от 1,5 до 2,5 м. Бросок мяча производится из разных исходных положений в руки партнеру и обратно. Выполняя упражнения можно повторить не одну серию, а 3–4. Это будет зависеть от этапа тренировки и состояния организма. Между сериями выполнять упражнения на расслабление мышц.

КОМПЛЕКСЫ УПРАЖНЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СИЛЫ МЫШЦ РУК И ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА

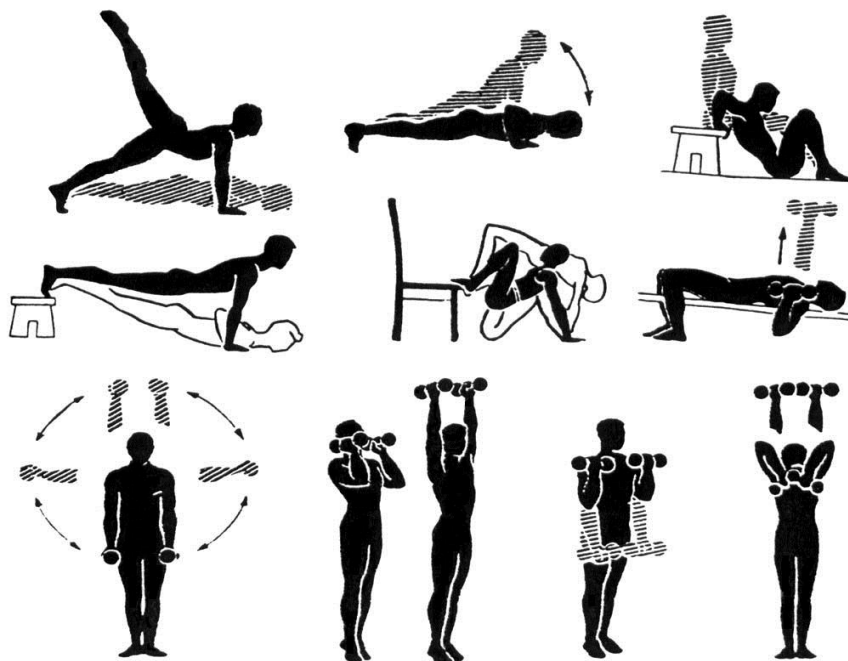


Рис. 11.1. Упражнения с гантелями и отягощением собственного веса

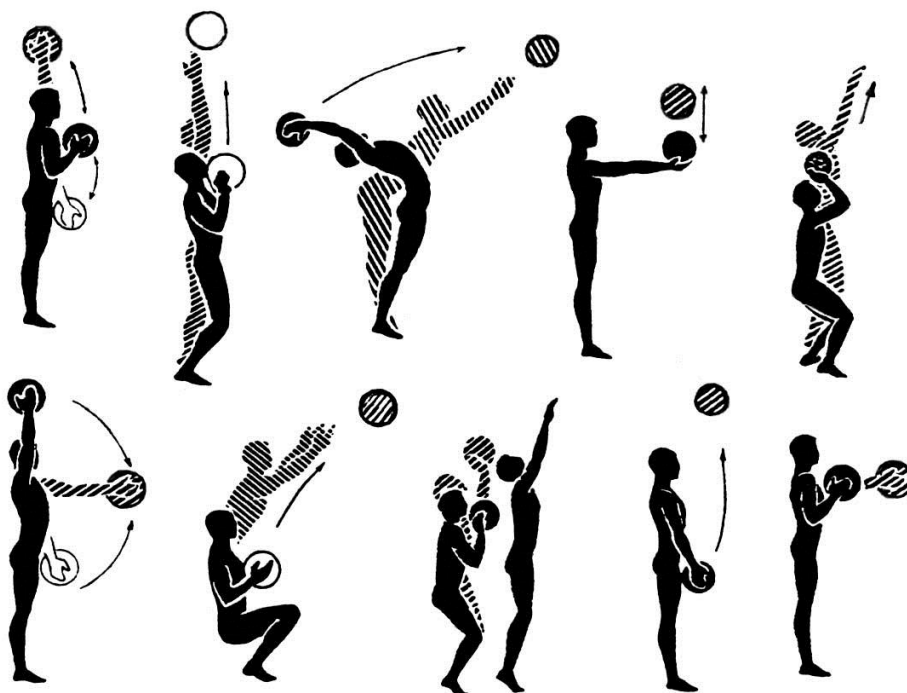


Рис. 11.2. Упражнения с набивными мячами (вес от 2 до 3 кг)

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«	_____	»	_____	_____
число			месяц	год

ЗАНЯТИЕ 12. ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЦ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛАДКИХ МЫШЦ. ПОНЯТИЕ О МИОЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗИСТЫХ КЛЕТКАХ

Основные вопросы:

1. Понятие о компонентах жевательной системы и их функциональном взаимодействии. Движения нижней челюсти. Физиологическая окклюзия.
2. Мышцы челюстно-лицевой области и их функции. Функциональное назначение отдельных жевательных мышц.
3. Работа и сила жевательной мускулатуры. Регуляция сокращения жевательной мускулатуры.
4. Пародонт, его выносливость к давлению, развиваемому жевательными мышцами. Гнатодинамометрия.
5. Физиологические свойства и особенности гладких мышц в сравнении со скелетными. Тонус гладких мышц.
6. Передача информации с нервного волокна на гладкую мышцу. Отличия нейроэффекторных соединений гладких мышц от нейромышечных синапсов скелетных мышц.
7. Понятие о миоэпителиальных клетках (слюнных и других экзокринных желез) и их функциях.

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. С. 134–138.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 159–177.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 12.1. ЭЛЕКТРОМАСТИКАЦИОМИОГРАФИЯ

Это способ биполярной регистрации суммарной электрической активности жевательных мышц с помощью поверхностных пластинчатых электродов. При пережевывании пищи нижняя челюсть по отношению к верхней совершает движения по шести направлениям благодаря сложному строению височно-нижнечелюстного сустава и расположению жевательных мышц. Жевательная мускулатура, особенно собственно жевательная и медиальная крыловидная мышцы, относится к силовым мышцам. По Веберу эти мышцы с поперечным сечением 1 см^2 могут развить силу в 10 кг, т. е. больше чем икроножная ($5,9 \text{ кг/см}^2$). Ин-

нервация жевательных мышц осуществляется нижнечелюстной ветвью тройничного нерва. Развитие патологических процессов в нижней челюсти приводит к нарушению пищеварения в полости рта. Боль рефлекторно снижает сократимость и электрическую активность жевательных мышц. В настоящее время количественный анализ ЭМГ проводится с помощью специальных приборов, которые позволяют измерять частоту осцилляций, проводить спектральный анализ и оценку средней амплитуды импульсов. Одним из распространенных способов анализа ЭМГ является ее интегрирование (определение среднего значения амплитуды за единицу времени, т. е. деление суммарной амплитуды на число измерений, например, в секунду). Этот показатель пропорционален величине развиваемого мышечного усилия. В состоянии функционального покоя регистрируется низкоамплитудная электрическая активность мышц, которая достигает максимума при произвольном сжатии зубов.

Материалы и оборудование: лейкопластырь, поверхностные серебряные электроды (6 шт.), электропроводящая паста, 70%-ный раствор этанола, ватно-марлевые тампоны, стандартная жевательная резинка, усилитель биопотенциалов (УБП4-03), осциллографический индикатор (ИМ-789) и анализатор миографический (АМГ-01).

Порядок работы. Испытуемого усаживают в кресло, обезжиривают кожу в местах наложения электродов. Над жевательной и двубрюшной мышцами лица приклеивают по два электрода, предварительно смазав их пастой, общий электрод фиксируют на мочке уха с помощью клипсы, а затем регистрируют электрическую активность мышц при различных функциональных состояниях органов ротовой полости:

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

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ				
1. Рисунки ЭМГ в условиях:				
Запись ЭМГ от мышцы	покой	открытый рот	закрытый рот	жевание
жевательной				
двубрюшной				

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

Работа 12.2. ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЙ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ В РАЗНЫХ ПЛОСКОСТЯХ. ГОТИЧЕСКАЯ ДУГА

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

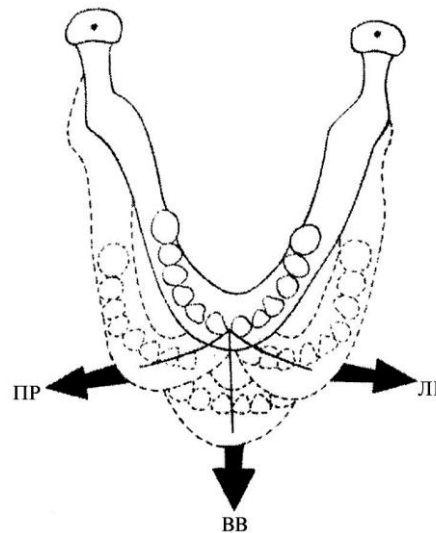


Рис. 12.1. Траектория движения срединной точки нижних резцов при правом рабочем (ПР), левом рабочем (ЛР) и выдвигающем вперед (ВВ) движениях нижней челюсти («готическая дуга»)

Что касается зубов нижней челюсти, то каждый из них описывает индивидуальную «готическую дугу» по отношению к противоположному верхнему зубу. При этом зубы не обязательно должны контактировать. При отсутствии контакта между зубами верхней и нижней челюсти движения последней направляются артикулирующими поверхностями суставов и проприоцептивными нервно-мышечными механизмами. Когда нижняя челюсть движется и зубы находятся в контакте, жевательные поверхности зубов направляют ее движения, а суставы играют пассивную роль. При нормальной функции жевательной си-

стемы и оптимальном взаимодействии ее компонентов (жевательных мышц, нервов, височно-нижнечелюстных суставов и зубов) нижняя челюсть выполняет произвольные и рефлекторные движения (открывание, закрывание, выдвижение и описание «готической дуги» в условиях контакта и без контакта с зубами верхней челюсти) в пределах границ ее движения. Нарушение функций любого из звеньев жевательной системы или их взаимодействия между собой проявится ограничением объема движений нижней челюсти.

Материалы и оборудование: миллиметровая линейка.

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

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ

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

Работа 12.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ПОКОЯ, ВЫСОТЫ ОККЛЮЗИИ И МЕЖОККЛЮЗИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Когда человек находится в вертикальном положении и расслабленном состоянии, его нижняя челюсть занимает положение физиологического покоя. При этом жевательные мышцы находятся в состоянии минимальной активности. Длина лица при нахождении нижней челюсти в положении физиологического покоя называется «высотой покоя». В положении покоя жевательные поверхности зубов верхней и нижней челюстей разъединены. Расстояние между жевательными поверхностями в этом положении называют «межокклюзионным пространством» или «окклюзионным полем». Межокклюзионное пространство клинически определяется как разность между высотой покоя и высотой

окклюзии при использовании тех же произвольных точек на лице. При гармоничной (функциональной, физиологической) окклюзии, которая обеспечивает оптимальное взаимодействие между зубами и суставами и предъявляет к адаптационной способности нервно-мышечного аппарата минимальные требования, необходимо, чтобы между *высотой покоя* и *высотой окклюзии* существовало приемлемое *межокклюзионное пространство*, которое варьирует в среднем в пределах от 2 до 4 мм. Однако у отдельных лиц оно может изменяться в пределах от 1,5 до 7 мм. Клиническое положение покоя меняется в течение жизни, в результате удаления зубов и изменения прикуса.

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

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

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ

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

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ПОНЯТИЕ О КОМПОНЕНТАХ ЖЕВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

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

- 1) верхняя и нижняя челюсти с зубными рядами, предназначенными для откусывания и разжевывания пищи;
- 2) жевательная и мимическая мускулатура, функции которой изложены ниже;

3) органы для захватывания пищи и формирования пищевого комка (губы, щеки, язык, твердое и мягкое небо),

4) слизистая оболочка рта с расположенными в ней малыми и за ее пределами большими слюнными железами, выделяющими секрет для её увлажнения;

5) височно-нижнечелюстные суставы, обеспечивающие подвижность нижней челюсти;

б) сенсорные рецепторы (нейросенсорные, или первичные и сенсоэпителиальные, или вторичные) и нейроны (чувствительные, центральные и двигательные) для осуществления регуляции и координации работы вышеперечисленных структур.

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

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

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

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

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

Выделяют пять групп мимических мышц. Мышцы черепной крыши (височно-теменная и затылочно-лобная, а также мышца гордецов) перемещают кожу лобно-теменно-затылочной области головы вперед и назад, вызывают поднятие бровей и наморщивание кожи лба. Мышцы наружного уха (передняя, верхняя и задняя) сме-

щают ушную раковину вперед, вверх и назад. Мышцы окружности глаз (круговая, сморщивающая бровь) «зажмуривают» глаз, суживают глазную щель, способствуют поступлению слезы в слезный мешок. Мышцы носовых отверстий (носовая и опускающая носовую перегородку) сжимают или расширяют ноздри. Мышцы ротовой щели, или щечно-губные (круговая, смеха, поднимающая верхнюю губу, поднимающая угол рта, поднимающая верхнюю губу и крыло носа, опускающая нижнюю губу, опускающая угол рта, скуловые, щечная, подбородочная) смыкают или размыкают ротовую щель, опускают или поднимают угол рта или губы.

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

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

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

Функциональное назначение отдельных жевательных мышц заключается в следующем.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Мышцы мягкого неба участвуют в закрытии входа в носоглотку при глотании пищевого комка (*парные мышцы, поднимающие небную занавеску и напрягающие*

небную занавеску, а также непарная мышца язычка поднимают мягкое небо кверху) или в расширении носоглотки и сужении зева при дыхании (парные *небно-глоточные* и *небно-язычные* мышцы опускают мягкое небо).

СИЛА ЖЕВАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ, ЕЕ РЕГУЛЯЦИЯ

Жевательная мускулатура принадлежит к силовым мышцам, т. е. развивающим преимущественно силу. По Веберу, мышца с поперечным сечением в 1 см^2 может развивать при своем сокращении силу в 10 кг. Сумма поперечного сечения жевательных мышц, поднимающих нижнюю челюсть на одной стороне лица, равна в среднем $19,5 \text{ см}^2$, а на обеих сторонах — 39 см^2 . Следовательно, абсолютная сила жевательных мышц составляет 390 кг (39×10). Наряду с большой величиной абсолютной силы жевательных мышц существует малая выносливость пародонта отдельных зубов к жевательному давлению. При усиленном смыкании челюстей происходит избыточная деформация пародонта и возбуждение расположенных в нем (в периодонте или в десне) рецепторов, что приводит к возникновению болевых ощущений и рефлекторному ослаблению давления за счет торможения жевательных мышц, несмотря на то, что их сила еще далеко не исчерпана.

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

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

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

Периодонтомускулярный рефлекс осуществляется во время жевания при помощи собственных зубов и зависит от степени чувствительности рецепторов давления периодонта. При их возбуждении в результате возрастания жевательного давления во время пережевывания твердой пищи афферентные импульсы по волокнам чувствительных нейронов, расположенных в Гассеровом ганглии, поступают в чувствительные ядра продолговатого мозга. Далее они распространяются в таламус и кору большого мозга. От корковых нейронов эфферентная импульсация по кортико-бульбарному пути поступает в моторные ядра жевательного центра, где вызывает активацию α -мотонейронов, иннервирующих вспомогательные жевательные мышцы (опускающие нижнюю челюсть), и одновременно, через активацию тормозных интернейронов, сниже-

ние разрядной деятельности α -мотонейронов, иннервирующих основные жевательные мышцы, что приводит к уменьшению силы их сокращений и жевательного давления на зубы. При надкусывании пищи с очень твердым компонентом (например, скорлупы орехов или косточек) могут возникать болевые ощущения и остановка акта жевания для удаления твердого тела из полости рта во внешнюю среду или его перемещения на зубы с более устойчивым пародонтом.

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

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

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

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

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

Под жевательным давлением понимают силу, действующую на зуб(ы) при окклюзии во время сокращения жевательных мышц. Жевательное давление на зуб передается по его корню(ям) на альвеолярный отросток челюсти и по межзубным контактам на соседние зубы. Далее оно передается по контрфорсам верхней (небно-носовому, скуловому, заднему, небному) и нижней челюсти к другим костям черепа. Контрфорсы, обеспечивающие механическую прочность костей лицевого черепа, соответствуют участкам утолщения костной ткани, которые чередуются с местами слабого сопротивления действию жевательной силы (давления). Ими являются, прежде всего, стенки верхнечелюстной пазухи (передняя, задняя, медиальная и глазничная поверхности тела верхней челюсти), а также слезная кость, глазничная пластинка лабиринта височной кости. В связи с этим максимальная вертикальная выносливость к жевательному давлению пародонта разных зубов существенно отличается и составляет, например, для резцов около 60 кг, а для моляров приближается к 180 кг.

Гнатодинамометрия — это метод определения выносливости пародонта к жевательному давлению и силы сокращения жевательных мышц. Определение проводится с помощью приборов — гнатодинамометров. Прибор представляет собой устройство для измерения давления, оказываемого поверхностью зубов на специаль-

ные измерительные пластинки или тензодатчики. С помощью гнатодинамометрии установлено, что выносливость пародонта составляет в среднем для фронтальных зубов 40–60 кг, а для жевательных — 100–180 кг. Выносливость пародонта и болевая чувствительность периодонта зависят от индивидуального развития жевательной мускулатуры и опорных тканей зуба, их функционального состояния, обусловленного возрастом, полом, величиной жевательной нагрузки и др.

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

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

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

Отличия нейроэффекторных соединений гладких мышц от нейромышечных синапсов скелетных мышц заключаются в следующем: 1) образуются нервными волокнами автономной (а не соматической) нервной системы с гладкими миоцитами; 2) медиаторами в них могут быть не только АХ, но и НА и другие (например, дофамин, серотонин), они выделяются не только из пресинаптической терминали, но также из расширений (везикулёзов) постганглионарных волокон; 3) медиаторы действуют на клетки-мишени через метаботропные рецепторы — АХ через мускаринчувствительные холинорецепторы M_1 -, M_2 -, M_3 -подтипы (но не через Н-холинорецепторы), а НА через α_1 -, α_2 -, β_1 -, β_2 -, β_3 -адренорецепторы; 4) влияние медиатора носит корректирующий (но не пусковой) характер в зависимости от типа рецепторов, с которым он связывается (активируемого внутриклеточного пути передачи сигнала) и проявляется

в виде активации или торможения; 5) важным способом удаления медиатора является не только его разрушение ферментами (например ацетилхолинэстеразой как в нервно-мышечном синапсе), но и вымывание из синаптической щели (из-за её большой ширины), а также обратный захват пресинаптической мембраной.

ПОНЯТИЕ О МИОЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ КЛЕТКАХ И ИХ ФУНКЦИЯХ

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

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

АХ стимулирует сокращение миоэпителиальных клеток слезных и потовых желез, НА — слюнных желез, окситоцин — молочных желез при лактации.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ___ »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 13. ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ. ПРОЦЕССЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ И ТОРМОЖЕНИЯ В ЦНС. РЕФЛЕКСЫ

Основные вопросы:

1. Нервная система и ее роль в обеспечении жизнедеятельности целостного организма. Представление о методах исследования функций центральной нервной системы.
2. Нейрон: структура, функции, свойства, взаимосвязь с глиальными клетками. Роль нейроглии. Ликвор: состав, свойства, функции.
3. Возбуждающие и тормозные медиаторы, рецепторные механизмы их действия.
4. Нервные центры: физиологическое понятие, функции, свойства.
5. Рефлекторный принцип функционирования нервной системы. Виды рефлексов. Структура рефлекторной дуги (соматического, вегетативного рефлексов).
6. Основные принципы распространения возбуждения в ЦНС. Возбуждающие синапсы и их медиаторные механизмы, ВПСП.
7. Торможение в нервной системе, его типы и роль. Современные представления о механизмах центрального торможения.
8. Принципы координационной деятельности ЦНС: реципрокного торможения, общего конечного пути, доминанты, обратной афферентации.

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. С. 66–83.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Высшэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 70–72, 177–208.
4. *Кубарко, А. И.* Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Высшэйшая школа, 2010. Ч. 1. С. 72–74, 177–209.
5. *Физиология* : учеб. / под ред. В. М. Смирнова. 2-е изд., испр. и доп. Москва : МИА, 2016. С. 92–94, 103–131.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

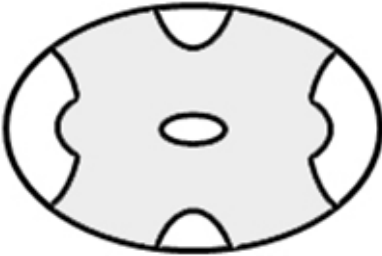
Работа 13.1. СХЕМА ДВУХНЕЙРОННОЙ И ТРЕХНЕЙРОННОЙ ДУГИ

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

Указания к оформлению протокола:

1. Сделайте рисунки двухнейронной и трехнейронной дуги соматических, спинномозговых рефлексов.

2. Укажите на рисунках цифрами звенья рефлекторных дуг согласно данным таблицы, имеющейся в протоколе.

ПРОТОКОЛ	
Схема двухнейронной дуги спинномозгового рефлекса	Схема трехнейронной дуги спинномозгового рефлекса
<p>Спинальный мозг (задние рога)</p>  <p>Передние рога</p>	
<i>Таблица 13.1</i>	
Звенья рефлекторной дуги спинномозгового соматического рефлекса	
двухнейронной дуги	трехнейронной дуги
1. Рецепторное звено (рецептор растяжения в скелетной мышце)	1. Рецепторное звено (рецептор кожи)
2. Аfferентное звено (ложный униполярный нейрон спинномозгового ганглия)	2. Аfferентное звено (ложный униполярный нейрон спинномозгового ганглия)
3. Вставочное (центральное) звено (нет)	3. Вставочное (центральное) звено (нейрон задних рогов спинного мозга)
4. Эfferентное звено (α - или γ -мотонейрон передних рогов спинного мозга)	4. Эfferентное звено (α - или γ -мотонейрон передних рогов спинного мозга)
5. Исполнительное звено (рабочий орган — скелетная мышца, мышечные волокна)	5. Исполнительное звено (рабочий орган — скелетная мышца, мышечные волокна)

Работа 13.2. ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕННОГО (СУХОЖИЛЬНОГО) РЕФЛЕКСА У ЧЕЛОВЕКА

Сухожильные рефлексы относятся к элементарным безусловным рефлексам, осуществляемым по жестко детерминированным программам, и имеют четко определенную структурную основу, замыкаясь на уровне отдельных сегментов спинного мозга (например, поясничного отдела L_2-L_4 для коленного рефлекса) или ядер некоторых черепно-мозговых нервов. Они имеют местное значение, вызываются локальным раздражением рецепторов данного сегмента тела и проявляются в виде локальных сегментарных сокращений поперечно-полосатой мускулатуры. Исследование сухожильных рефлексов широко применяется в клинической практике (особенно в неврологии) для оценки функционального состояния различных звеньев рефлекторной дуги и топической диагностики поражений нервной системы при ряде заболеваний и/или травм.

Материалы и оборудование: неврологический молоточек.

Ход работы. Обследуемого просят сесть на стул, положить ногу на колено другой ноги, согнутой в колене, и максимально расслабить мышцы свисающей ноги. Затем неврологическим молоточком нанесите удар на 1–2 см ниже коленной чашечки свисающей ноги, т. е. по сухожилию четырехглавой мышцы бедра. Наблюдайте характер рефлекторной реакции (разгибание) ноги в суставе. Сравните рефлекторную реакцию на обеих ногах. У здорового человека в норме рефлекторные реакции одинаково (симметрично) выражены на обеих конечностях.

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите наличие или отсутствие коленных рефлексов у испытуемого и их симметричность на обеих ногах.

2. Нарисуйте схему рефлекторной дуги коленного рефлекса и укажите уровень замыкания рефлекторной дуги в спинном мозге, а также место локализации рецепторов (рецепторного звена), раздражение которых запускает рефлекс.

ПРОТОКОЛ

1. У испытуемого коленный рефлекс _____ (выражен или отсутствует) на _____ (одной или обеих) конечностях.

2. Схема рефлекторной дуги коленного рефлекса у человека.

Спинной мозг (сегменты _____)

задние рога

Звенья

рефлекторной дуги:

1) _____

_____ ;
укажите место локализации и название рецепторов _____ ;

2) _____ ;

3) отсутствует;

4) _____

_____ ;
 α -мотонейроны находятся на уровне сегментов _____ ;

передние рога

5) _____

_____ ;
название мышцы.

Работа 13.3. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЦИПРОКНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ

Электромиография (ЭМГ) — метод исследования функционирования скелетных мышц посредством регистрации их электрической активности. Учитывая, что функционирование мышцы зависит от ее иннервации и функциональной ее единицей является нейромоторная, то ЭМГ применяют не только для исследования состояния скелетных мышц, но и для изучения периферических нервов и центральной нервной системы, в том числе и для анализа взаимоот-

ношений моторных центров мышц-антагонистов. Первый опыт оценки взаимоотношений моторных центров был вами получен на предыдущем занятии при проведении электромастикомиографии.

Материалы и оборудование: поверхностные серебряные электроды (6 шт.), электропроводящая паста, 70%-ный раствор этанола, ватно-марлевые тампоны, резиновые фиксаторы (2 шт.), набор грузов от 0,5 до 3 кг, усилитель биопотенциалов (УБП4-03), самописец (НЗ88), осциллографический индикатор (ИМ-789) и анализатор миографический (АМГ-01).

Порядок работы. Испытуемому в положении стоя фиксируют биполярно электроды на кожу в области двуглавой и трехглавой мышц плеча правой руки. Общий электрод накладывают на кожу плеча не далеко от точек регистрации ЭМГ. Предварительно кожу в местах наложения электродов обезжиривают спиртом, электроды смазывают пастой, а затем регистрируют и анализируют ЭМГ при различных функциональных состояниях: покой; сгибание руки в локтевом суставе; разгибание руки; синергичное напряжение мышц плеча (рука вытянута параллельно земле, пальцы сжаты в кулак).

Указания к оформлению протокола:

1. Зарисуйте ЭМГ, записанную в указанных выше условиях.
2. На основе клинического (визуального) анализа ЭМГ сделайте вывод о состоянии активности (минимальное, максимальное, антагонистичное, синергично-активное) моторных центров, иннервирующих двуглавую и трехглавую мышцы плеча, и их взаимоотношениях в различных условиях.

ПРОТОКОЛ

1. Рисунки ЭМГ в условиях:

Запись ЭМГ от мышцы	покой	сгибание руки	разгибание руки	синергичное напряжение
двуглавой				
трехглавой				

2. **Вывод.** Активность моторных центров, иннервирующих двуглавую и трехглавую мышцу в условиях покоя _____; при сгибании и разгибании руки в локтевом суставе _____; синергичном напряжении мышц плеча _____.

ТЕОРИИ ОРГАНИЗАЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

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

Ретикулярная теория была разработана и предложена в 1871 г. немецким гистологом и анатомом Йозефом фон Герлахом (1820–1896) и поддержана итальянским ученым Камилло Гольджи. Согласно ретикулярной теории, нервная ткань представляет собой своеобразный синцитий, в котором клетки в какой-то степени лишены индивидуальности, так как их отростки связаны между собой, непрерывно переходят один в другой, в результате чего формируется непрерывная диффузная сеть «rete nervosa diffusa».

В 1873 г. К. Гольджи, изучая структуру серого вещества мозга, изобрел метод импрегнации нейронов азотнокислым серебром. На своих препаратах К. Гольджи продемонстрировал, что нервная система состоит из обширной сети, образованной разветвлениями свободных окончаний дендритов и неразрывно связанных друг с другом «диффузной нервной сетью».

Постепенно учеными были определены **основные положения теории ретикуляризма**:

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

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

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

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

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

1. Нервное раздражение способно распространяться только в одном направлении: от сенсорных окончаний и клеток (чувствительных нейронов) через мозг (вста-

вочные нейроны) к двигательным нейронам и по их аксонам к клеткам-мишеням (например, при коленном рефлексе к экстрафузальным мышечным волокнам (миоцитам) четырехглавой мышцы бедра).

2. Нейроны связаны между собой химическими синапсами, способными только к одностороннему проведению информации с помощью нейромедиаторов.

3. Любые нейроплазматические (синцитиальные) связи у нейронов, в отличие от других клеток, отсутствуют.

4. Нейроны развиваются и функционируют самостоятельно.

5. Двухъядерные нейроны — результат amitоза.

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

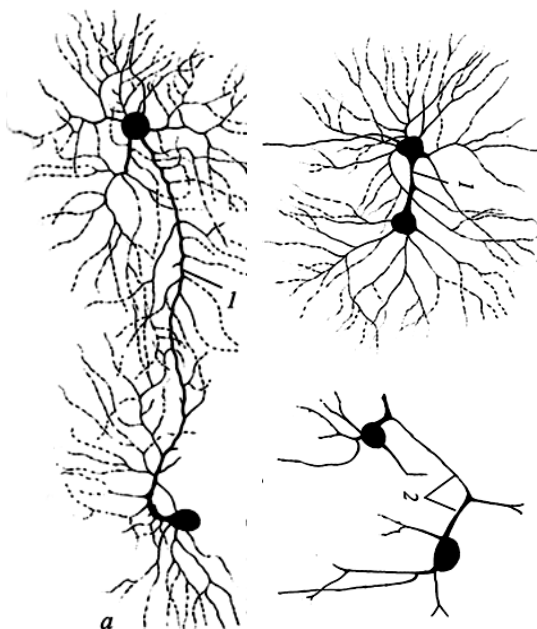


Рис. 13.1. Цитоплазматические анастомозы между нейронами ретикуляума сетчатки по А. С. Догелю

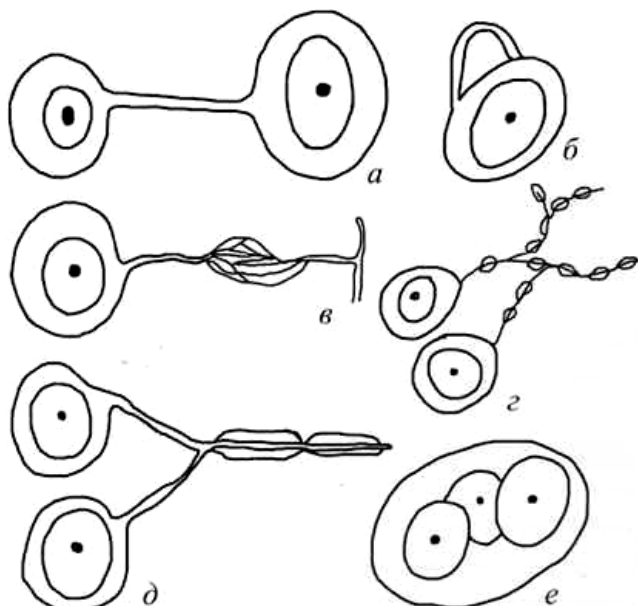


Рис. 13.2. Варианты синцитиального слияния нейронов, описанные в лаборатории функциональной морфологии и физиологии Института физиологии им. И. П. Павлова РАН

В 1893 г. российский ученый А. С. Догель впервые описал цитоплазматический анастомоз не только между телами клеток (что было бы логично в случае происхождения двухъядерных нейронов путем amitоза), но и между нервными волокнами (рис. 13.1). С этого времени нейрогистологи все чаще наблюдают подобную картину в мозге и в периферической нервной системе подопытных животных. Причем было замечено, что эти цитоплазматические анастомозы между нейронами могут не только образовываться, но и исчезать, отражая пластичность протекания нервных процессов.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что синцитиальная сеть нейронов (в соответствии с принципом ретикуляризма) является неотъемлемой частью строения

нервной системы и вполне совместима с нейронной теорией. Это позволяет дополнить положения нейронной теории новыми данными и попытаться сформулировать объединенную нейронно-ретикулярную концепцию (О. С. Сотников, 2019) организации нервной системы.

Основные положения объединенной нейронно-ретикулярной теории:

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

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

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

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

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ___ »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 14. ИТОГОВОЕ (СЕМИНАРСКОЕ) ЗАНЯТИЕ ПО РАЗДЕЛУ «ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ»

Основные вопросы:

1. Общие свойства возбудимых тканей. Возбуждение и формы его проявления. Показатели (параметры) возбудимости. Электроодонтометрия, ее применение в стоматологии.
2. Понятие информации. Сигналы и их виды. Рецепторные механизмы восприятия сигналов.
3. Биопотенциалы, их виды. Мембранный потенциал покоя, его происхождение. Понятие о гальванизме.
4. Современные представления о механизмах и фазах развития потенциала действия. Изменения возбудимости в процессе возбуждения.
5. Законы реагирования возбудимых тканей на действие раздражителей.
6. Нейрон: структура, функции, свойства, взаимосвязь с глиальными клетками. Роль нейроглии.
7. Сенсорные рецепторы: определение понятия, классификация, роль, основные свойства. Рецепторный и генераторный потенциалы. Понятие о принципах кодирования информации в сенсорных рецепторах.
8. Нервные волокна: строение, классификация, функция. Механизм и законы проведения возбуждения по нервному волокну. Физиологические основы проводниковой анестезии в стоматологической практике.
9. Синапсы: строение, классификация, общие свойства, физиологическая роль. Современные представления о механизмах передачи возбуждения в синапсах.
10. Физиологические свойства скелетных мышц и их функции. Сила и работа мышц на примере жевательных мышц. Гнатодинамометрия. Динамометрия ручная и станковая.
11. Двигательные единицы и их особенности в разных мышцах. Типы мышечных волокон.
12. Одиночное сокращение и его фазы. Виды и режимы сокращения. Тетаническое сокращение и его виды.
13. Механизм сокращения и расслабления одиночного мышечного волокна и мышцы.
14. Функциональное назначение отдельных жевательных мышц. Движения нижней челюсти. Физиологическая окклюзия.
15. Физиологические свойства и особенности гладких мышц в сравнении со скелетными. Тонус гладких мышц. Понятие о миоэпителиальных клетках.
16. Нервная система и ее роль в обеспечении жизнедеятельности целостного организма. Нервные центры: физиологическое понятие, функции, свойства.
17. Рефлекторный принцип функционирования нервной системы. Виды рефлексов. Структура рефлекторной дуги (соматического, вегетативного рефлексов).
18. Основные принципы распространения возбуждения в ЦНС. Возбуждающие синапсы и их медиаторные механизмы, ВПСР.

19. Торможение в нервной системе, его типы (первичное и вторичное) и роль. Современные представления о механизмах центрального торможения.

20. Принципы координационной деятельности ЦНС: реципрокного торможения, общего конечного пути, доминанты, обратной афферентации. Возбуждающие и тормозные медиаторы, рецепторные механизмы их действия.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Материал лекций, настоящего практикума по занятиям 9–13 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. С. 15–83, 122–138.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 8–208.

4. *Кубарко, А. И.* Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2010. Ч. 1. С. 8–209.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

ПРОТОКОЛ

Компьютерный тест «14.КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Итоговое занятие...».

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

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

ТЕМА ЗАНЯТИЯ ЗАЧТЕНА _____
(подпись преподавателя)

РАЗДЕЛ «НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 15. ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЦНС (СПИННОЙ МОЗГ, СТВОЛ МОЗГА, МОЗЖЕЧОК)

Основные вопросы:

1. Понятие физиологической функции и ее регуляции. Системный принцип регуляции функций. Типы регуляции функций организма.
2. Нервный и гуморальный механизмы регуляции функций, их сравнительная характеристика.
3. Строение и функции спинного мозга. Спинальные рефлексы.
4. Понятие о спинальном уровне регуляции мышечного тонуса. Последствия повреждения спинного мозга.
5. Функции продолговатого мозга, моста и среднего мозга. Жизненно важные центры ствола мозга и их функции. Ретикулярная формация, функции.
6. Функции мозжечка. Последствия повреждения мозжечка.

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. Минск : Новое знание, 2021. С. 23–28, 141–192.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 328–453.
4. *Кубарко, А. И.* *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2010. Ч. 1. С. 314–430.
5. *Физиология* : учеб. / под ред. В. М. Смирнова. 2-е изд., испр. и доп. Москва : МИА, 2016. С. 132–177.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 15.1. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ МИОТАТИЧЕСКИХ РЕФЛЕКСОВ СПИННОГО МОЗГА

Миотатические (сухожильные) рефлексы — рефлексы на растяжение мышцы (рис. 15.1). Быстрое растяжение мышцы всего на несколько миллиметров механическим ударом по ее сухожилию приводит к сокращению всей мышцы и двигательной реакции. Реализация этих рефлексов была бы невоз-

можно, если бы одновременно с сокращением самой мышцы не расслаблялись мышцы-антагонисты.

Рефлекс на растяжение свойственен всем мышцам, но у мышц-разгибателей они хорошо выражены и легко вызываются. Исследование миотатических (сухожильных) рефлексов широко применяется для оценки функционального состояния ЦНС и топической диагностики поражения при травмах или заболеваниях ЦНС.

Материалы и оборудование: неврологический молоточек.

Ход работы. У испытуемого ударом молоточка по сухожилиям мышцы (согласно рис. 15.1) вызовите следующие рефлексы: ахиллов, сгибательный рефлекс предплечья, разгибательный рефлекс предплечья. Сравните рефлекторные реакции на обеих ногах, а затем на обеих руках.

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите наличие или отсутствие изученных трех рефлексов у испытуемого и их выраженность с обеих сторон (на ногах и руках).
2. Укажите, на уровне каких сегментов спинного мозга замыкаются изученные вами рефлексы, а также коленный и брюшной рефлексы.
3. Сделайте вывод о состоянии (сохранены или отсутствуют) рефлекторных реакций и рефлекторной функции спинного мозга.

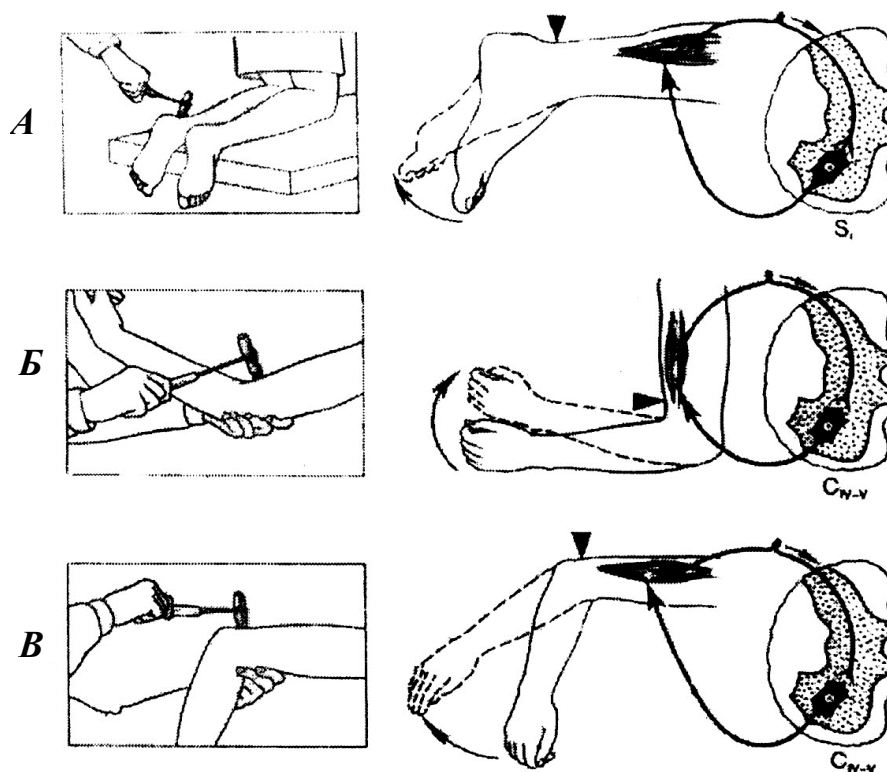


Рис. 15.1. Миотатические рефлексы спинного мозга:

A — ахиллов рефлекс; *Б* — сгибательный рефлекс предплечья; *В* — разгибательный рефлекс предплечья

ПРОТОКОЛ

1. У испытуемого рефлексорные реакции _____ (выражены или отсутствуют) на _____ (одной или обеих) ногах и руках.
2. Изученные миотатические рефлексы замыкаются на уровне следующих сегментов спинного мозга: ахиллов рефлекс _____; сгибательный рефлекс предплечья _____; коленный рефлекс _____; разгибательный рефлекс предплечья _____.
3. **Вывод.** У испытуемого рефлексорные реакции и рефлексорные функции спинного мозга _____ (сохранены, отсутствуют). Укажите причины, по которым у здорового человека бывает трудно выявить миотатические рефлексы: _____

Работа 15.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ НЕКОТОРЫХ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ НЕРВОВ

Двигательные функции выполняют девять пар ЧМН (пять пар (4, 5, 6, 11 и 12) — двигательные и четыре пары — 3, 7, 9 и 10 — смешанные). Ядра ЧМН расположены в стволе мозга. По строению и функции нейроны ядер двигательных ЧМН — аналоги клеток передних рогов спинного мозга. Аксоны мотонейронов этих ядер образуют двигательные корешки, а затем нервы, которые иннервируют мышцы лица, гортани, глотки, языка и частично шеи. В анатомическом строении всех периферических нервов проявляется закон гомолатеральной иннервации мышц, т. е. все черепно- и спинномозговые нервы подходят к мышцам своей половины тела (за исключением блокового нерва — 4 пара ЧМН). Учитывая важность для стоматологов знаний нервных механизмов управления жевательными и мимическими мышцами лица, а также мышцами гортани, глотки и языка, следует познакомиться с методами исследования двигательных функций 5, 7, 9, 10 и 12 пар ЧМН соответственно.

Двигательные ядра тройничных нервов (5 пара ЧМН) расположены в крышке ствола мозга на уровне моста и иннервируют жевательную мускулатуру. Нейроны двигательных ядер лицевых нервов (7 пара ЧМН), расположенных в мосту, иннервируют мимическую мускулатуру лица. Двигательное ядро языкоглоточного (9 пара ЧМН) и блуждающего (10 пара ЧМН) нервов является общим и лежит в продолговатом мозге, а аксоны нейронов этого ядра иннервируют мышцы глотки, мягкого неба, гортани и надгортанника, а также голосовые связки. Наконец, мышцы языка иннервируются нейронами ядер подъязычного нерва (12 пара ЧМН).

Материалы и оборудование: спички, стакан с чистой водой.

Ход работы. Испытуемому предлагают сделать движения и упражнения, указанные в табл. 15.1.

Исследование двигательных функций 5, 7, 9, 10 и 12 пар ЧМН

Исследуемые пары ЧМН	Методика
5 пара	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
7 пара	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 (при этом губы вытянуты вперед)
9 и 10 пара	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)
12 пара	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 (при исследовании двигательных функций 5, 7, 9, 10 и 12 пар ЧМН) и соответствовали ли полученные результаты норме.

2. Сделайте заключение о двигательных функциях изученных ЧМН.

ПРОТОКОЛ

1. Испытуемый _____ (выполнил, не выполнил) все задания, полученные результаты _____ (соответствовали или нет) норме.
2. **Вывод.** Двигательные функции изученных (5, 7, 9, 10 и 12 пар) ЧМН _____ (нарушены, не нарушены). В случае нарушения указать пару ЧМН, функция которых была нарушена. Обнаружено нарушение двигательной функции в _____ паре ЧМН.

Работа 15.3. 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 в диагностике заболеваний нервной системы.

Ход работы: Прямая реакция зрачка на свет. Обследуемый должен сесть лицом к источнику света, закрыть один глаз рукой. Поочередно закрывайте второй глаз испытуемого экраном и открывайте его. Пронаблюдайте за изменением величины зрачка.

Содружественная реакция зрачка на свет

А) При сумеречном освещении (завешенных шторах) один глаз обследуемого дополнительно осветите и наблюдайте за диаметром зрачка другого (неосвещенного) глаза;

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

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

Указания к оформлению протокола:

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

Нарисуйте рефлекторные дуги прямого и содружественного зрачковых рефлексов (на рис. 15.2).

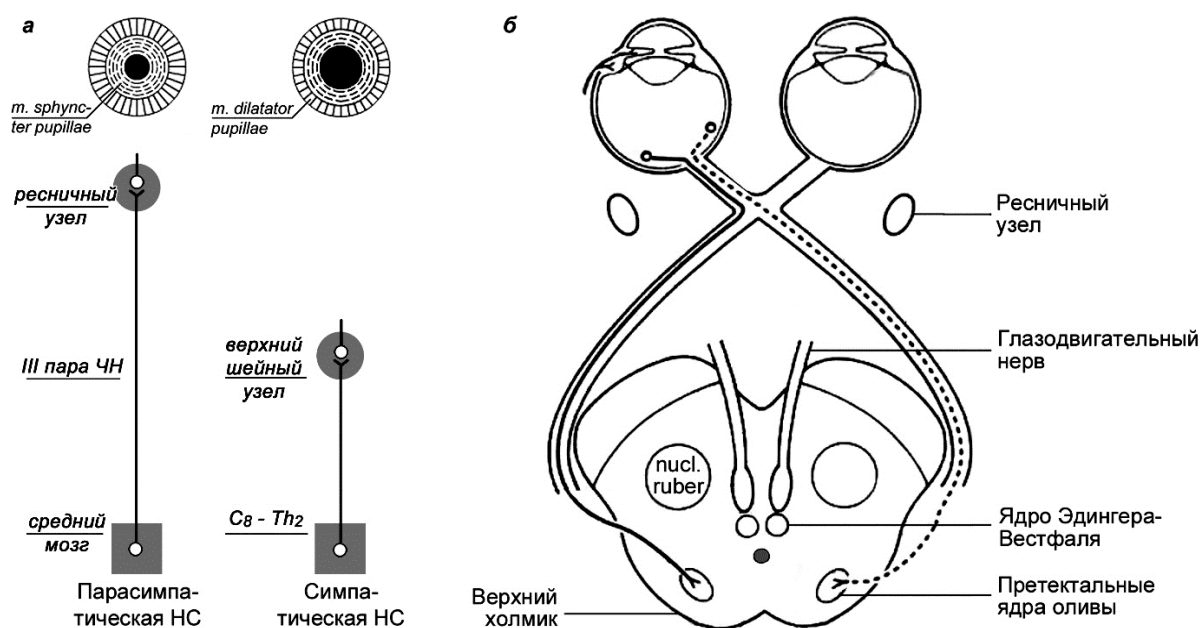


Рис. 15.2

ПРОТОКОЛ

1. Диаметр зрачков изменялся от _____ до _____ мм. Их форма _____ (округлая, неправильная), величина _____ (одинаковая, анизокория).

2. При конвергенции глаз зрачки _____, а при дивергенции _____.

Вывод. Зрачковые рефлексы _____ (выражены, нарушены).

Работа 15.4. ИССЛЕДОВАНИЕ МОЗЖЕЧКОВОГО КОНТРОЛЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Основными функциями мозжечка являются поддержание тонуса мышц, позы и равновесия, а также координация и контроль сложных произвольных автоматизированных движений и их метаболическое обеспечение путем влияния на вегетативные процессы.

Мозжечок регулирует силу мышечного сокращения, в т. ч. тонического, обеспечивает экономность, плавность, соразмерность движения, участвует в формировании двигательных программ и контроле быстрых комплексных заученных движений, совершаемых автоматически. Он обеспечивает синергию сокращений разных мышц при сложных движениях, облегчает переходы к активации мышц-антагонистов, позволяя быстро и плавно сменять сгибание разгибанием и наоборот. Принимает участие в организации движений глаз. Мозжечок осуществляет регуляцию не по механизму запуска активности моторных центров, а преимущественно по механизму более или менее сильного сдерживания этой активности.

Для выполнения своих функций кора мозжечка получает афферентную информацию от проприорецепторов двигательного аппарата, вестибулярных ядер ствола, нейронов зрительной и слуховой системы, а также нейронов коры переднего мозга. От коры мозжечка по отросткам клеток Пуркинье информация проецируется на нейроны глубоких ядер мозжечка, откуда эфферентная импульсация передается к двигательным ядрам ствола мозга (красные, вестибулярные, ретикулярные) и через таламус к моторным зонам контрлатеральной коры.

Следует отметить, что нейроны мозжечка не имеют прямого выхода на спинальные α - или γ -мотонейроны, а действуют на них через кору полушарий и стволовые центры. Благодаря этому нарушение функций мозжечка может быть относительно легко компенсировано благодаря пластичности нейронов коры и ствола мозга.

Регуляция мозжечком тонуса мышц и движения реализуется в соответствии с этапами его эволюционного развития, хотя в целостном организме это разделение достаточно условно.

1. *Регуляция равновесия* осуществляется преимущественно древним мозжечком (архи- или *вестибулоцереbellum*). Основываясь на данных от проприо- и вестибулорецепторов ипсилатеральной половины тела мозжечок осуществляет тонкую настройку вестибулярных рефлексов, обеспечивает рефлекторное поддержание вертикальной (антигравитационной) позы, сохранение равновесия.

Характерным признаком поражения вестибулоцереbellума является нарушение равновесия и появление нистагма глаз.

2. *Координация движений* — следующий этап развития функций мозжечка. Палеоцереbellум (*спиноцереbellум*) околичервячной зоны интегрирует информацию о выполняемой двигательной программе (от моторной коры) и о результатах выполнения движений (от проприорецепторов тела), что позволяет осуществить координацию и, при необходимости, коррекцию движений, в том числе и требующих содружественного сокращения нескольких мышечных групп.

Поражение спиноцереbellума проявляется нарушениями координации движений.

3. Участие в *формировании двигательных программ и координации сложных целенаправленных движений* кистей рук, стоп, речедвигательного аппарата — функция наиболее молодых отделов мозжечка (нео- или *цереброцеребеллум*). Информация о замысле предстоящего движения, поступившая из ассоциативной теменнозатылочной коры, *перерабатывается* в коре мозжечка в *программу движения*, которая через зубчатое ядро мозжечка и вентральные латеральные ядра таламуса поступает в премоторную кору. Там она реализуется в виде сложного целенаправленного движения.

Нарушение устной или письменной речи, сложных целенаправленных движений является одним из симптомов поражения *цереброцеребеллума*.

Материалы и оборудование: стакан, книга.

Ход работы. Предложите испытуемому проделать движения и упражнения, указанные в табл. 15.2

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите, смог ли испытуемый правильно (без нарушений) выполнить предлагаемые виды исследования.

2. Сделайте вывод о качестве мозжечкового контроля двигательной активности.

Таблица 15.2

Исследование мозжечкового контроля двигательной активности скелетных мышц

Вид исследования	Методика
Поза Ромберга (оценка координации движений или проба на статическую атаксию)	Предложите испытуемому постоять со сдвинутыми ногами и вытянутыми вперед руками сначала с открытыми, а затем с закрытыми глазами. В норме человек сохраняет равновесие в позе Ромберга (т. е. проба на атаксию отрицательная)
Походка (оценка координации движений или проба на динамическую атаксию)	Предложите испытуемому пройти по комнате вперед и назад с открытыми и закрытыми глазами. В норме у здорового человека походка обычная, без шатаний в стороны и без широкого расставления ног (т. е. проба на атаксию отрицательная)
Проба на дисметрию	Предложите испытуемому 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)	Предложите испытуемому повторить несколько трудных для произношения слов (землетрясение, самолетостроение, администрирование или др.). Отмечайте, нет ли замедления, растянутости или толчкообразия в речи
Пальценосовая проба (на дисметрию и тремор)	Предложите испытуемому дотронуться указательным пальцем (сначала левой, а затем правой рукой) до кончика носа 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. проба на дисметрию и тремор становится положительной)

ПРОТОКОЛ

1. У испытуемого пробы на атаксию были _____ (отрицательными или положительными), так как в позе Ромберга он _____ (сохранял или нет) равновесие, а походка была _____ (обычная или «пьяная»); пробы на дисметрию и тремор были _____ (отрицательными или положительными); дизартрии _____ (не выявлено или выявлена).
2. **Вывод.** Мозжечковый контроль двигательной активности у испытуемого _____ (в норме или нарушен).

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 16. ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ (ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ МОЗГ, ПЕРЕДНИЙ МОЗГ)

Основные вопросы:

1. Методы исследования ЦНС. 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. Промежуточный мозг. Функции таламуса, гипоталамуса и эпифиза. Роль промежуточного мозга в регуляции циркадианных ритмов.

3. Базальные ядра. Интегрирующая функция базальных ядер в организации и осуществлении сложных движений. Последствия их повреждений.

4. Лимбическая система: строение и функции.

5. Кора больших полушарий головного мозга. Современное представление о локализации функций в коре головного мозга. Функциональная асимметрия коры.

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. Минск : Новое знание, 2021. С. 141–192.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 328–453.
4. *Кубарко, А. И.* Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2010. Ч. 1. С. 314–430.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 16.1. ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ

135

Электроэнцефалография — метод регистрации суммарной биоэлектрической активности головного мозга.

Ход работы. Для регистрации ЭЭГ обследуемого усаживают в кресло, четыре пары электродов (и один нейтральный) укрепляют на затылочных, теменных, височных и лобных областях симметрично с обеих сторон.

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.

Альфа-ритм сменяется бета-ритмом при открывании глаз, при внезапном действии звуковых и других раздражителей, а также при счете в уме, при обдумывании ответов на вопросы и т. д.

Указания к оформлению протокола:

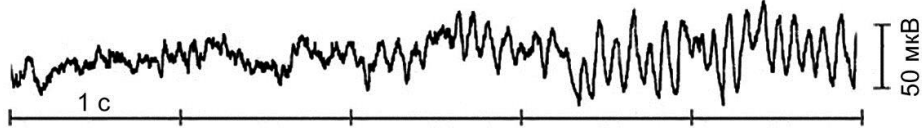
1. На приведенных в протоколе рисунках подсчитайте частоту колебаний волн ЭЭГ в 1 с и их амплитуду, обозначьте ритмы ЭЭГ.
2. Заполните таблицу:

ПРОТОКОЛ

1. Фрагменты ЭЭГ.

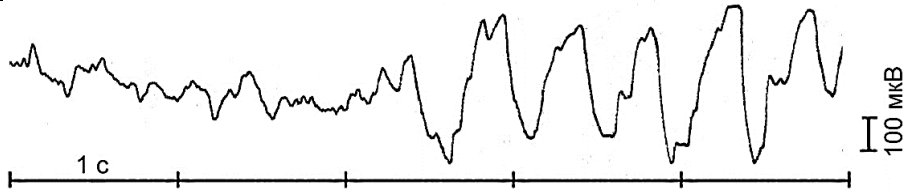
Частота = ___ Гц } => ___ ритм
 Амплитуда = ___ мкВ }

Частота = ___ Гц } => ___ ритм
 Амплитуда = ___ мкВ }



Частота = ___ Гц } => ___ ритм
 Амплитуда = ___ мкВ }

Частота = ___ Гц } => ___ ритм
 Амплитуда = ___ мкВ }



2. Характеристика ритмов ЭЭГ

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

Работа 16.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ У ЧЕЛОВЕКА

Испытуемый лежит с закрытыми глазами. Прикасайтесь ваткой или кисточкой к симметричным участкам головы, туловища и конечностей испытуемого. В норме он ощущает каждое прикосновение и подтверждает свое ощущение словами.

Указания к оформлению протокола:

1. Опишите ощущения испытуемого.
2. Сделайте заключение о состоянии тактильной чувствительности у испытуемого.

ПРОТОКОЛ

1. Испытуемый _____ (ощутил или не ощутил) прикосновение ваткой и _____ (правильно или с ошибкой) его локализовал.

2. **Вывод:** состояние тактильной чувствительности у испытуемого _____

Работа 16.3. ИССЛЕДОВАНИЕ МЫШЕЧНО-СУСТАВНОГО ЧУВСТВА

Ход работы. Испытуемый лежит с закрытыми глазами. Произведите нерезкие сгибательные и разгибательные движения пальцев кисти испытуемого, начиная с концевых фаланг. В норме испытуемый должен правильно распознавать все производимые действия, правильно отвечая, какой палец выполняет пассивное движение в данный момент, выполняется сгибание или разгибание.

Указания к оформлению протокола:

1. Опишите, правильно ли испытуемый распознает производимые действия.
2. Сделайте заключение о состоянии мышечно-суставного чувства у испытуемого.

ПРОТОКОЛ

1. Испытуемый _____ (правильно, не правильно) распознает пассивные движения в суставах.
2. **Вывод:** _____

Работа 16.4. 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: твердые кусочки фруктов, нарезанные кубиками, или жевательная резинка (леденец), 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.

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ

1. С закрытым носом испытуемый определил вкус _____ (правильно, не правильно). После восстановления носового дыхания вкус _____ (изменился, не изменился) и _____ (был, не был) 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 _____.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 17. НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ

Основные вопросы:

1. Роль и функции автономной (вегетативной) нервной системы (АНС).
2. Сравнительная характеристика соматической и автономной нервной системы (сенсорные рецепторы, афферентные, вставочные и эфферентные отделы, эффекторные органы).
3. Отличия нейроэффекторных соединений гладких мышц от нейромышечных синапсов скелетных мышц.
4. Сравнительная характеристика строения и нейрохимических механизмов функционирования симпатического и парасимпатического отделов АНС, а также их влияние на эффекторные органы.
5. Понятие о метасимпатическом отделе АНС.
6. Объективные и субъективные показатели функционального состояния различных отделов АНС.
7. Понятие о принципах коррекции вегетативных функций (на примере слюноотделения) посредством воздействия на медиаторно-рецепторные механизмы.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин.
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. С. 192–203.

Дополнительная

3. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. С. 209–245
4. *Кубарко, А. И.* Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2010. Ч. 1. С. 209–245.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 17.1. СХЕМА ВЕГЕТАТИВНОГО (СИМПАТИЧЕСКОГО) И СОМАТИЧЕСКОГО (МИОТАТИЧЕСКОГО ИЛИ КОЖНОГО) РЕФЛЕКСОВ, ЗАМЫКАЮЩИХСЯ НА УРОВНЕ СПИННОГО МОЗГА

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

Указания к оформлению протокола:

1. Сделайте соответствующие рисунки и укажите на них цифрами звенья рефлекторных дуг.

2. В текст после рисунка внесите необходимые дополнения.

ПРОТОКОЛ	
Схема соматического рефлекса	Схема вегетативного (симпатического) рефлекса
Спинной мозг (задние рога)	
(передние рога)	
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 _____, которые находятся в _____	2. Аfferентное звено представлено _____, которые находятся в _____
3. Вставочное звено (может отсутствовать)	3. Вставочное звено
4. Эfferентное звено представлено _____ или _____ мотонейронами, которые находятся _____	4. Эfferентное звено представлено нейронами, которые вынесены за пределы ЦНС и находятся в _____
5. Исполнительное звено (рабочие органы). Ими являются _____ и _____ мышечные волокна скелетных мышц	5. Исполнительное звено (рабочие органы). Ими являются _____ мышечные клетки; кардиомиоциты; железистые клетки и др.
6. Скорость передачи сигнала (потенциала действия (ПД)) составляет от _____ м/с до _____ м/с в эfferентных волокнах, так как они имеют _____ оболочку и относятся к типу _____	6. Скорость передачи сигнала (ПД) составляет от _____ м/с до _____ м/с в эfferентных постганглионарных волокнах, ибо они не имеют _____ оболочки и относятся к типу _____
7. Нейромедиатором в нервномышечном синапсе является _____, который действует на _____ тип _____ рецепторов.	7. Главным нейромедиатором в нейроэfferентном образовании является _____, который действует на _____ и _____ типы _____ рецепторов

Работа 17.2. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭФФЕРЕНТНОЙ ЧАСТИ СОМАТИЧЕСКИХ И АВТОНОМНЫХ РЕФЛЕКСОВ

Работа выполняется самостоятельно.

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите название рефлексов (под цифрами 1, 2, 3), к которым относится эфферентная часть, показанная на рис. 17.1.
2. Укажите место расположения нейронов А, Б, В, и нейронов Г, Д.

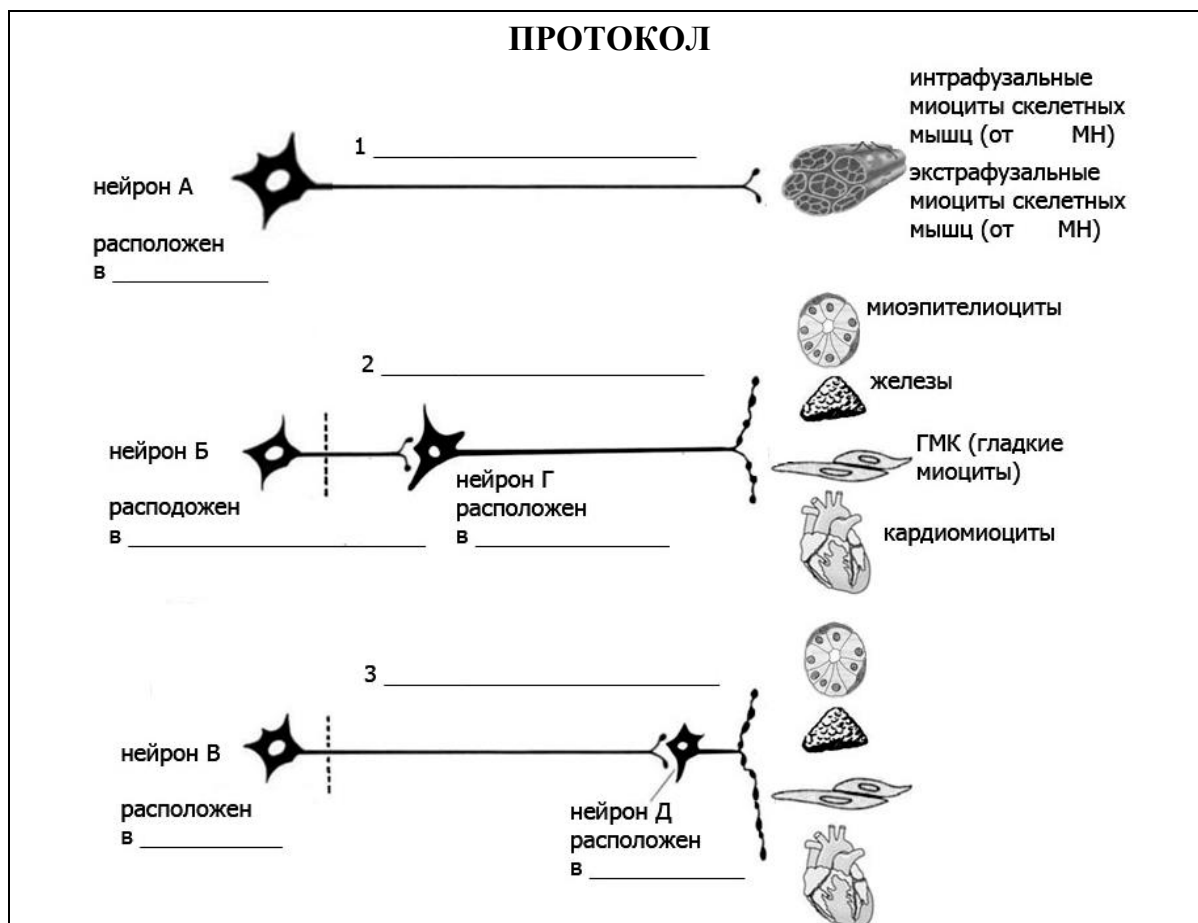


Рис. 17.1

Сравнение эфферентных частей соматического и вегетативного рефлексов и их органов-мишеней

Показатель	Соматический рефлекс	Автономный рефлекс
Эфферентный нейрон находится		
Орган-мишень (мышцы)		
Число нейронов в эфферентном пути		
Нейромедиатор в нейроэффекторном синапсе (соединении)		
Рецепторы к данному нейромедиатору в клетке-мишени		
Ответ клетки-мишени (ПКП, возбуждение, ТПСР, ВПСР, торможение)		

Работа 17.3. КЛИНОСТАТИЧЕСКИЙ РЕФЛЕКС

Позволяет определить функциональное состояние парасимпатических и симпатических центров, регулирующих работу сердца. При переходе человека из положения стоя в положение лежа частота сердечных сокращений уменьшается, что проявляется в норме замедлением пульса на 4–6 уд/мин. Замедление пульса более чем на 6 уд/мин указывает на повышение тонуса парасимпатического отдела АНС, регулирующего работу сердца. Отсутствие реакции или парадоксальный ее характер — ускорение пульса — указывает на преобладание тонуса симпатического отдела АНС, регулирующего работу сердца.

Материалы и оборудование: кушетка, секундомер.

Ход работы. У испытуемого в положении стоя определяют пульс. После этого ему предлагают лечь. Через 10–25 с еще раз подсчитывают пульс.

Указания к оформлению протокола:

1. Запишите частоту пульса (ЧП) в положении стоя и в положении лежа. Подсчитайте разность пульса.

2. Сделайте заключение о тонусе симпатического и парасимпатического отделов АНС, регулирующих работу сердца у испытуемого.

ПРОТОКОЛ

Частота пульса в положении стоя _____ уд/мин.

Частота пульса в положении лежа _____ уд/мин.

Разность пульса [ЧП лежа – ЧП стоя] _____ уд/мин.

Вывод: _____

Работа 17.4. ОРТОСТАТИЧЕСКИЙ РЕФЛЕКС

Позволяет определить функциональное состояние симпатических и парасимпатических центров, регулирующих работу сердца. При переходе человека из положения лежа в положение стоя частота сердечных сокращений увеличивается, что проявляется в норме учащением пульса 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.

Материалы и оборудование: кушетка, секундомер.

Ход работы. У испытуемого в положении лежа определяют пульс (до начала подсчета пульса человек спокойно лежит 4–6 мин). Затем его просят встать и через 15–25 с считают пульс повторно.

Указания к оформлению протокола:

1. Запишите частоту пульса (ЧП) в положении лежа и в положении стоя. Подсчитайте разность пульса.

2. Сделайте заключение о тонусе симпатического и парасимпатического отделов АНС, регулирующих работу сердца у испытуемого.

ПРОТОКОЛ

Частота пульса в положении лежа _____ уд/мин.

Частота пульса в положении стоя _____ уд/мин.

Разность пульса [ЧП стоя – ЧП лежа] _____ уд/мин.

Вывод: _____

Работа 17.5. ДЫХАТЕЛЬНО-СЕРДЕЧНЫЙ РЕФЛЕКС ГЕРИНГА

Позволяет определить функциональное состояние (тонус) парасимпатического центра, регулирующего работу сердца. При задержке дыхания после глубокого вдоха повышается тонус ядер вагуса и частота сердечных сокращений уменьшается, что проявляется в норме замедлением пульса на 4–6 уд/мин. Замедление пульса на 8–10 уд/мин и более указывает на повышение тонуса парасимпатического отдела АНС, менее 4 уд/мин — на понижение тонуса парасимпатического отдела АНС.

Материалы и оборудование: секундомер.

Ход работы. У испытуемого, находящегося в положении сидя, определяют пульс, затем просят его сделать глубокий вдох и задержать дыхание. В это время еще раз подсчитывают пульс.

Указания к оформлению протокола:

1. Запишите частоту пульса (ЧП) до начала задержки дыхания и во время задержки дыхания на вдохе. Подсчитайте разность пульса.

2. Сделайте заключение о тонусе парасимпатического отдела АНС, регулирующего работу сердца, у испытуемого.

ПРОТОКОЛ

Частота пульса до задержки дыхания (ЗД) _____ уд/мин.

Частота пульса (ЧП) во время ЗД на вдохе _____ уд/мин.

Разность пульса (ЧП на вдохе – ЧП до ЗД) _____ уд/мин.

Вывод: _____

Работа 17.6. АНАЛИЗ НЕЙРОМЕДИАТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВЛИЯНИЯ СИМПАТИЧЕСКОГО И ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛОВ АНС НА РАБОТУ СЕРДЦА (демонстрационная компьютерная работа)

Ход работы. Загрузите файл «Physiol 2.exe» и войдите в программу. Далее выберите команды Help → Preparation и объясните схему проведения эксперимента на виртуальной крысе. Через команды Continue → Help → Drugs покажите вещества, которые будут использоваться для анализа нейромедиаторных механизмов. Далее моделируйте проведение эксперимента, по ходу которого студенты должны делать соответствующие записи и рисунки в протоколе работы.

Указания к оформлению протокола:

1. Изучите состояние показателей работы сердца в исходном состоянии, при стимуляции симпатических и парасимпатических нервов, иннервирующих сердце, в том числе на фоне применения разных видов адрено- и холиноблокаторов, а также при введении норадреналина и ацетилхолина, указав во всех случаях частоту сердечных сокращений (ЧСС) за 1 мин и артериальное давление (АД) крови: систолическое (АД_с), диастолическое (АД_д) и среднее гемодинамическое (АД_{срд}) — в мм рт. ст.

2. 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				
Воздействия на сердце	ЧСС	АД _с	АД _д	АД _{срд}
Исходные показатели	161	98	53	66
Стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁	210	130	95	106
Введение noradrenaline, 5 µg/kg	212	130	115	133
Phentolamine ^(α-адреноблокатор) , 100 mg/kg	161	98	53	66
Phentolamine ^(α-адреноблокатор) , 100 mg/kg + стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁	210	114	98	106
Propranolol ^(β-адреноблокатор) , 100 mg/kg	161	98	53	66
Propranolol ^(β-адреноблокатор) , 100 mg/kg + стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁	170	99	65	75
Стимуляция Vagus Nerve to heart	112	42	30	40
Введение acetylcholine, 5 µg/kg	115	31	19	28
Atropine ^(M-холиноблокатор) , 10.0 mg/kg	161	98	53	66
Atropine ^(M-холиноблокатор) , 10.0 mg/kg + стимуляция Vagus Nerve to heart	161	98	53	66

Вывод. Стимуляция симпатического нерва к сердцу и введение норадреналина _____ (увеличивает или уменьшает) частоту и силу сердечных сокращений. Нейромедиатором симпатических нервов в сердце является _____ (ацетилхолин или норадреналин). Действие норадреналина реализуется в сердце через активацию _____ типа адренорецепторов. Стимуляция парасимпатического нерва (вагуса) к сердцу и введение ацетилхолина _____ (увеличивает или уменьшает) частоту и силу сокращения. Нейромедиатор вагуса в сердце — _____ (ацетилхолин или норадреналин). Действие ацетилхолина на сердце реализуется через активацию _____ типа холинорецепторов.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«	___	»	_____	_____
число			месяц	год

**ЗАНЯТИЕ 18. ИТОГОВОЕ (СЕМИНАРСКОЕ) ЗАНЯТИЕ ПО РАЗДЕЛУ
«НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ
ФУНКЦИЙ». ЗАЧЕТ**

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. Таламус. Функциональная характеристика ядер таламуса. Сенсорные и моторные функции. Участие таламуса в формировании болевых ощущений и в осуществлении высших интегративных функций мозга.
8. Гипоталамус. Центры и функции гипоталамуса. Нейросекреторные клетки. Собственно сенсорные нейроны (осмо-, термочувствительные и др.). Интеграция соматических, вегетативных и эндокринных функций.
9. Лимбическая система. Структурно-функциональная организация. Её роль в формировании мотиваций, эмоций, организации памяти. Участие структур лимбической системы в интегративной деятельности ЦНС.
10. Базальные ядра. Структурно-функциональная организация. Интегрирующая функция базальных ядер в организации и осуществлении сложных движений.
11. Кора больших полушарий головного мозга. Современные представления о локализации функций в коре. Последствия повреждений различных зон коры больших полушарий.
12. Роль автономной (вегетативной) нервной системы (АНС) в обеспечении жизнедеятельности целостного организма. Функции АНС. Сравнительная характеристика общего плана строения и физиологических свойств АНС и соматической нервной системы (афферентные, центральные, эфферентные отделы).
13. Сравнительная характеристика строения и функций симпатического и парасимпатического отделов АНС. Синергизм и относительный антагонизм

влияний симпатического и парасимпатического отделов АНС. Понятие о метасимпатической нервной системе.

14. Рефлекторная дуга вегетативного рефлекса. Преганглионарные и ганглионарные нейроны и их аксоны: морфологические, функциональные и нейрохимические различия. Нейромедиаторы, рецепторы нервных и эффекторных клеток. Морфофункциональные особенности эффекторных нервных окончаний и синапсов в АНС.

15. Влияния симпатического отдела АНС на эффекторные органы, сенсорные функции. Механизмы их реализации.

16. Влияния парасимпатического отдела АНС на эффекторные органы, сенсорные функции. Механизмы их реализации.

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ СЕМЕСТРА. ЗАЧЕТ

Памятка при решении вопроса о выставлении зачета по дисциплине «Нормальная физиология»

К зачёту допускаются студенты, не имеющие пропусков практических занятий и лекций (или отработавшие пропущенные занятия и лекции), при обязательном наличии подписанных протоколов учебных занятий. В иных случаях студент к зачету не допускается, что расценивается деканом факультета как не сдача зачета без уважительной причины.

Зачет проводится **в форме компьютерного тестирования**, состоящего из 50-ти тестовых заданий, охватывающих все разделы дисциплины, изучаемые в семестре. На выполнение теста отводится 28 минут. Зачет выставляется студенту, усвоившему учебный материал по пройденным разделам и сдавшему зачетный (итоговый) тест на положительную отметку в соответствии с утвержденной на кафедре шкалой отметок за компьютерное тестирование. При наличии неудовлетворительной отметки по зачетному (итоговому) тесту студенту выставляется отметка «не зачтено». На сдачу зачетного компьютерного теста дается одна попытка, передача зачета осуществляется только с разрешения деканата (по индивидуальным зачетно-экзаменационным ведомостям текущей аттестации вне учебной группы) и принимается комиссионно.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

РАЗДЕЛ «ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 19(1). ГЕМОДИНАМИКА. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ. МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯ. ПОНЯТИЕ О ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Основные вопросы:

1. Структура сосудистой системы. Функциональная классификация различных отделов сосудистого русла.
2. Основные законы гемодинамики. Факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам.
3. Кровяное давление, его роль, факторы, определяющие его величину. Виды кровяного давления. Давление крови в различных отделах сосудистой системы.
4. Понятие о нормальных величинах АД. Определение артериального давления крови (АД) автоматизированными и ручными методами. Оценка результатов. Изменение АД при врачебных манипуляциях в полости рта, при изменениях положения тела в пространстве.
5. Линейная и объемная скорости движения крови в различных отделах сосудистой системы, факторы, их обуславливающие.
6. Артериальный пульс, его происхождение. Клинико-физиологические характеристики пульса. Анализ сфигмограммы.
7. Определение частоты и ритмичности сердечных сокращений по пульсу. Показатели нормо-, тахи- и брадикардии.
8. Капиллярный кровоток и его особенности. Микроциркуляция и ее роль.
9. Механизмы обмена жидкости и различных веществ между кровью и тканями. Микроциркуляция в тканях полости рта.
10. Лимфатическая система, понятие о ее структуре. Образование лимфы, ее функции.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, материалы настоящего занятия (работы 19,1 и 19.2).
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. С. 263–280.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 68–103.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 68–102.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Инструкцию по технике безопасности смотрите в работе № 1.1.

Указания к оформлению протокола:

После проведения инструктажа по технике безопасности распишитесь в протоколе, а также в «Журнале контрольных листов инструктажа студентов (учащихся) по технике безопасности».

ПРОТОКОЛ		
* С правилами по технике безопасности ознакомлен и проинструктирован		
Дата	Подпись	ФИО студента полностью и разборчиво

ПАМЯТКА ПРЕПОДАВАТЕЛЮ

* Не забудьте проверить наличие росписи студента в «Журнале контрольных листов инструктажа студентов (учащихся) по технике безопасности».

Работа 19.1. ИЗМЕРЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ АУСКУЛЬТАТИВНЫМ МЕТОДОМ КОРОТКОВА И ПАЛЬПАТОРНЫМ МЕТОДОМ РИВА–РОЧЧИ

А. Измерение АД крови аускультативным методом Короткова.

Материалы и оборудование: тонометр, фонендоскоп, вата, спирт.

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

– измерение проводится в тихом помещении при комфортной температуре окружающей среды после 5-минутного отдыха (15–30 минут, если предшествовала значительная нагрузка) и объяснения обследуемому процедуры измерения;

– по крайней мере за 1 ч до измерения давления следует избегать чрезмерной физической или эмоциональной нагрузки, приема пищи, питья (особенно кофе, крепкого чая, колы и т. п.), курения, приема сосудоактивных лекарственных средств;

– измерение обычно проводят в положении сидя на стуле, опираясь на спинку, ноги не скрещены. Максимально расслабленное предплечье лежит на столе ладонью вверх. Артерия, на которой проводят измерение, должна находиться на уровне сердца;

– руку необходимо освободить от одежды, наложить на плечо манжету тонометра таким образом, чтобы её нижний край был на 2–3 см выше локтевой ямки, середина раздуваемой части находилась над локтевым сгибом, а трубки — сбоку от локтевого сгиба. Между манжетой и плечом должен плотно проходить

палец. Избегайте излишнего сдавливания тканей плеча, попадания одежды под манжету тонометра.

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

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

- закрывают клапан груши и быстро нагнетают воздух до достижения давления примерно на 30 мм рт. ст. выше, чем ожидаемое давление в артерии, при этом пульс на лучевой артерии должен исчезнуть. Плавно снижают давление со скоростью примерно 2 мм рт. ст. в секунду и выслушивают сосудистые тоны в плечевой артерии, при этом обследуемый не должен видеть шкалу манометра;

- появление тонов соответствует моменту, когда давление в манжетке становится равным систолическому давлению крови в плечевой артерии. При дальнейшем снижении давления в манжете тоны нарастают, затем ослабевают и исчезают. Исчезновение тонов соответствует моменту, когда давление в манжете становится равным диастолическому давлению крови в плечевой артерии;

- плавное снижение давления в манжетке можно прекращать в момент, когда оно понизилось на 4–6 мм ниже значения, при котором исчезли сосудистые тоны;

- недопустимо повторное нагнетание воздуха в манжету до полного снижения давления. Перед повторным измерением для восстановления венозного кровотока должно пройти не менее 30 с или следует поднять руку вверх на 5–6 с;

- не снимая манжеты, через 2–3 мин повторяют измерение артериального давления, учитывают средний результат из двух измерений. После этого проводят измерение на второй руке. При разнице 5 мм рт. ст. и более проводят дополнительное измерение и учитывают среднее из двух последних измерений. В дальнейшем измерения проводят на руке, на которой получены более высокие цифры АД;

- время измерения АД не должно превышать 1 мин, в противном случае в дистальной части конечности отмечаются признаки нарушения кровообращения.

Нормальные величины артериального давления у взрослых составляют:

систолическое (максимальное) давление — **110–139 мм рт. ст.**;

диастолическое (минимальное) давление — **60–89 мм рт. ст.**

Б. Измерение АД крови пальпаторным методом Рива–Роччи.

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

Метод Рива–Роччи позволяет получить ориентировочное представление о величине АД в тех случаях, когда имеются затруднения в выслушивании то-

нов Короткова (большой объём подкожной жировой клетчатки, малый сердечный выброс и т. д.).

Указания к оформлению протокола. Запишите измеренные величины АД. Сравните результат с нормой. Сделайте заключение об отличиях в измерении АД методами Короткова и Рива–Роччи.

ПРОТОКОЛ			
1. При измерении АД по методу Короткова были получены следующие результаты:			
Рука	Артериальное давление, мм рт. ст.		Таким образом величина артериального давления составила
	систолическое	диастолическое	
Правая			_____ / _____ мм рт. ст.
Левая			_____ / _____ мм рт. ст.
2. При измерении АД по методу Рива–Роччи величина артериального давления составила _____ мм рт. ст.			
3. Вывод. У испытуемого АД: _____ (нормальное, гипо-, гипертензия). АД, измеренное по методу Рива–Роччи, соответствует величине _____ (систолического, диастолического, пульсового, среднего гемодинамического) давления по Короткову.			

Работа 19.2. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АРТЕРИАЛЬНОГО ПУЛЬСА МЕТОДОМ ПАЛЬПАЦИИ

Путем простой пальпации пульса поверхностных артерий можно получить важные предварительные сведения о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы. Лучше всего пульс пальпируется на лучевой артерии, которая расположена непосредственно под кожей между шиловидным отростком лучевой кости и сухожилием внутренней лучевой мышцы. Наличие подлежащей кости, к которой легко можно прижать сосуд, облегчает определение свойств артериального пульса.

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

Материалы и оборудование: секундомер.

Ход работы. Исследование пульса начинается с пальпирования его на обеих руках. При отсутствии разницы исследуют пульс только на одной руке. Чтобы пропальпировать пульс на лучевой артерии, большой палец кладут на тыл предплечья, а все остальные — на переднюю латеральную поверхность предплечья, на то место, где проходит артерия. Не надо сильно сдавливать руку обследуемого, так как чрезмерное давление может выжать кровь из артерии и пульсовые волны не будут ощущаться. Если артерия сразу не попадает под пальцы, нужно передвигать их вдоль лучевой кости и поперек предплечья, так

как артерия может проходить более снаружи или ближе к середине предплечья. В некоторых (атипичных) случаях артерия проходит с наружной стороны лучевой кости. Не следует исследовать пульс одним пальцем, так как им труднее найти артерию и определить характер пульса. Пропальпировав лучевую артерию, прижимайте ее тремя пальцами к подлежащей кости до появления ощущения под ними пульсовых толчков.

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

1. Ритм пульса (ритмичный, аритмичный). Определите его по сопоставлению длительности интервалов между пульсовыми ударами. У здорового человека пульсовые волны следуют друг за другом через равные промежутки времени. В норме может встречаться так называемая «дыхательная аритмия», при которой частота пульса возрастает на вдохе и уменьшается при выдохе. Дыхательная аритмия чаще встречается у молодых людей и у лиц с лабильной вегетативной нервной системой. Точная диагностика других видов аритмий возможна только при помощи ЭКГ.

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

3. Напряжение пульса. Дает информацию о состоянии сердечно-сосудистой системы, поскольку оно обусловлено тонусом артериальной стенки и боковым давлением кровяной волны (т. е. среднего артериального давления). Для пальпаторного определения напряжения пульса третьим пальцем постепенно давят на артерию до тех пор, пока второй палец не перестанет ощущать пульсирующий ток крови. По напряжению артериальной стенки (по силе ее сопротивления надавливанию) различают пульс хорошего (умеренного) напряжения, который наблюдается в покое у здоровых людей при нормальном среднем АД крови, напряженный (твердый) — при значительном повышении АД, не напряженный (мягкий) — при падении АД.

4. Наполнение (амплитуда) пульса — субъективный показатель, оцениваемый пальпаторно по высоте подъема артериальной стенки и наибольшему объему артерии во время систолы сердца. Наполнение пульса зависит от систолического объема крови, объема циркулирующей крови, эластичности стенок

артерий. Различают пульс хорошего наполнения или полный, и плохого наполнения или пустой (слабый, нитевидный).

5. Форма (контур) пульсовой волны (ранее обозначалась как скорость пульса) — субъективный показатель, определяется по скорости достижения артериальной стенки максимальной амплитуды колебаний, ее продолжительности в наивысшей точке и скорости снижения катакроты. При пальпации это свойство обнаруживается большей или меньшей длительностью наполнения артерий. По форме (контуру, скорости) различают нормальный, скорый (быстрый) и медленный пульс. Форма пульсовой волны определяется объективно по данным анализа сфигмограммы (см. компьютерную программу «**Heart Sounds**» → «Continue» → «General Tutorials» → «Inspection and Palpation» → «Carotid Pulse» → «Labels» → «Aortic Regurgitation» → «Labels» → «Return to Normal» → «Aortic stenosis» → «Exit» → «Yes» → «Exit»).

Указания к оформлению протокола:

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

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

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

Работа 19.3. ОЦЕНКА СВОЙСТВ ПУЛЬСА ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА СФИГМОГРАММЫ



Для выполнения работы используется компьютерная программа «**Heart Sounds**». Раздел «**General Tutorials**» → «**Hemodynamics**» → «**Normal Left Heart Pressures and the Carotid Pulse**».

Слева появляется динамическое изображение движения левых отделов сердца, справа — поликардиограмма, на которой представлена синхронная запись следующих кривых: электрокардиограмма (зелёная), сфигмограмма сонных артерий (красная), фонокардиограмма (жёлтая), изменения давления в полости левого желудочка (коричневая), изменения давления в полости левого предсердия (белая). Нажмите «**Carotid**», ответьте на вопросы 1 и 2 протокола.

Нажимая кнопки **◀I, Play All, ▶** проанализируйте временные соотношения I и II тонов сердца на фонокардиограмме и основных элементов сфигмограммы: анакроты, катакроты, инцизуры, дикротического зубца. Соотнесите их с изображением движения крови в левом желудочке и аорте, смыкания и открытия клапанов сердца.

Нажав кнопку **◀I**, перейдите в «**General Tutorials**» → «**Inspection and Palpation**» → «**Carotid Pulse**». На нормальной сфигмограмме пульсовых колебаний *a. carotis* сравните скорости анакроты и катакроты, обратите внимание на положение дикротического зубца. Нажмите «**Labels**» и запомните, как можно по сфигмограмме определить период изгнания крови во время систолы (Systolic Ejection Period). Ещё раз изучите временные соотношения начала анакроты и инцизуры сфигмограммы с положением 1-го и 2-го тонов на фонокардиограмме.

Нажмите кнопку «**Aortic Stenosis**» → «**Labels**» и пронаблюдайте как изменяются скорость и форма анакроты при аортальном стенозе. Объясните наблюдаемые явления. Вернитесь к нормальной сфигмограмме, нажав «**Return to Normal**». Выберите «**Aortic Regurgitation**» и изучите как изменяется характер сфигмограммы при острой недостаточности аортальных клапанов и регургитации крови. Сравните продолжительность периода изгнания крови и скорость пульса при недостаточности аортальных клапанов и при аортальном стенозе.

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

Указания к оформлению протокола.

На основании наблюдений заполните нижеследующие пункты.

1. Начало прироста давления крови в аорте и каротидной артерии совпадает с возникновением _____ тона сердца. Этот прирост давления крови отражается _____ (элемент сфигмограммы).

2. Появление на сфигмограмме дикротического зубца совпадает по времени с возникновением _____ тона сердца. Причиной возникновения дикротического зубца является _____.

3. Скорость прироста анакроты при аортальном стенозе _____ вследствие _____;

скорость прироста анакроты при недостаточности аортальных клапанов _____ вследствие _____.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 20 (2). ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

Основные вопросы:

1. Значение кровообращения для организма.
2. Сердце: строение, функции, кровоснабжение.
3. Проводящая система сердца. Строение, физиологические свойства и функции. Современное представление о субстрате, природе и градиенте автоматии.
4. Сократительный миокард. Строение, физиологические свойства и функции. Законы сокращения сердца.
5. Потенциалы действия клеток пейсмекера и типичных кардиомиоцитов.
6. Соотношение возбуждения, возбудимости и сокращения миокарда. Электромеханическое сопряжение. Роль ионов кальция.
7. Сердечный цикл. Последовательность фаз и периодов сердечного цикла, их характеристика.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин.
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. С. 235–244, 251–255.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 6–34.
4. *Морман, Д.* Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. Санкт-Петербург : Питер, 2000. С. 12–82, 139–141.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



Просмотрите учебный видеофильм и используйте полученную информацию для выполнения работ 20.1 и 20.2:

1. Автоматия сердца лягушки (10 мин).

Работа 20.1. АВТОМАТИЯ СЕРДЦА И ВЛИЯНИЕ НА НЕЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ



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

Способность к автоматии уменьшается по ходу проводящей системы, начиная от синоатриального узла, который является водителем ритма сердца и в норме определяет частоту сокращений сердца.

Ход работы. Учебный видеофильм «Автоматия сердца лягушки».

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

Результаты: после наложения лигатуры Станниуса _____

Вывод (локализация водителя ритма сердца): _____

Как изменится работа сердца (ЧСС, последовательность сокращений предсердий и желудочков) при нарушении связи между синоатриальным и атрио-вентрикулярным узлом? _____

Как изменится работа сердца, если водителем ритма сердца станет пучок Гиса? _____
волокну Пуркинье? _____

3. Влияние температуры на автоматию сердца.

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

Результаты: частота ПД пейсмекерных клеток при охлаждении: пейсмекера сердца _____, при согревании — _____.

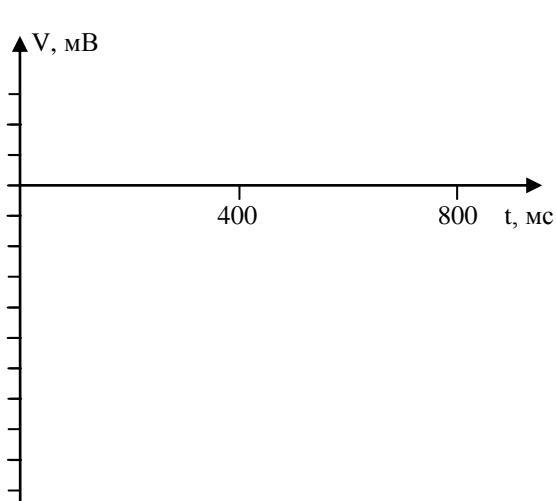
Вывод: При гипотермии у человека можно ожидать _____ ЧСС, а при гипертермии (лихорадке) — _____ ЧСС.

Работа 20.2. МЕХАНИЗМЫ ГЕНЕРАЦИИ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЕЙСТВИЯ (ПД) КЛЕТОК СИНОАТРИАЛЬНОГО УЗЛА И КЛЕТОК СОКРАТИТЕЛЬНОГО МИОКАРДА ЖЕЛУДОЧКОВ (выполняется дома самостоятельно)

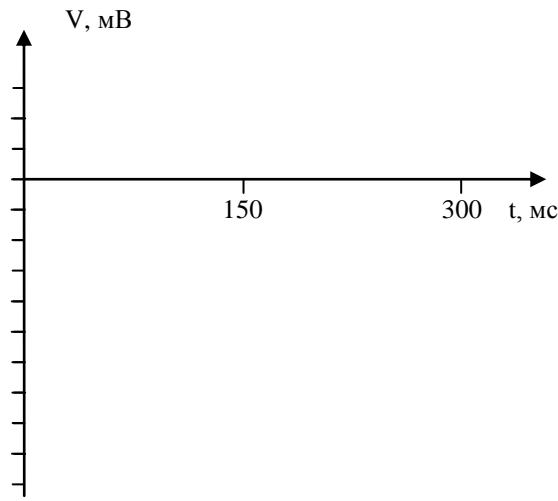


Ход работы. Работа выполняется дома самостоятельно

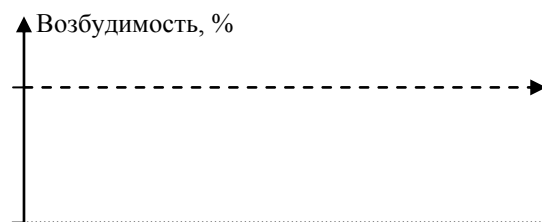
Указания к оформлению протокола. На основании материалов лекции и ЭУМК нарисуйте потенциал клеток проводящей системы (синусового узла) — слева, потенциал действия клеток сократительного миокарда и синхронное изменение возбудимости кардиомиоцитов в ходе возбуждения — справа. Обозначьте фазы ПД и фазы возбудимости.



ПД пейсмекерной клетки



ПД и состояние возбудимости сократительного кардиомиоцита



Ионные механизмы генерации ПД пейсмекерной клетки		Основные ионные механизмы генерации ПД сократительного кардиомиоцита	
фаза 4 (МДД)	постепенное $\uparrow\downarrow$ проницаемости мембраны для ионов _____ и повышение — для ионов _____ (I_f -ток)	фаза 0	преимущественно, входящий через _____ потенциалзависимые каналы ток ионов _____
фаза 0	входящий через _____ потенциалзависимые каналы _____-типа ток _____ и _____	фаза 1	прекращается входящий ток _____, преобладает выходящий ток _____, медленно нарастает входящий ток _____
фаза 3	закрытие _____ потенциалзависимых _____/_____ каналов и $\uparrow\downarrow$ проницаемости мембраны для ионов _____, выходящих из атипичного кардиомиоцита	фаза 2	уравновешены выходящий ток ионов _____ и входящий ток ионов _____
		фаза 3	инактивируются _____-каналы, преобладает выходящий ток ионов _____

Работа 20.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО ЦИКЛА У ЧЕЛОВЕКА ПО ПУЛЬСУ

Сердечный цикл — одна полная последовательность сокращения и расслабления сердца, или период времени, охватывающий одно сокращение (систоле) и одно расслабление (диастоле) предсердий (для желудочков он начинается в рамках одного сердечного цикла, а заканчивается в рамках второго).

Длительность сердечного цикла (ДСЦ) обратно пропорциональна частоте сердечных сокращений (ЧСС) и рассчитывается по формуле $ДСЦ = 60:ЧСС$. В норме у здорового взрослого человека при бодрствовании в состоянии физиологического покоя ДСЦ составляет 0,67–1,00 с. Увеличение ДСЦ наблюдается при брадикардии ($ЧСС < 60$ уд/мин), а уменьшение ДСЦ — при тахикардии ($ЧСС > 90$ уд/мин).

Материалы и оборудование: секундомер.

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

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ

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

Работа 20.4. ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО ЦИКЛА И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

При выполнении физической нагрузки организму необходимо обеспечить работающие мышцы достаточным количеством кислорода для поддержания высокого уровня окислительных процессов в них. Для этого следует усилить работу сердца и обеспечить больший приток крови на периферию (к работающим мышцам). При нормальном функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы (ССС) после физической нагрузки параллельно возрастают ЧСС и систолическое артериальное давление (САД) соответственно величине выполненной нагрузки и уровню тренированности, снижаются ДСЦ и диастолическое АД (ДАД). Период восстановления короткий (до 3 минут), т. к. работа кратковременная. Таким образом, по характеру изменения показателей пульса, ДСЦ и давления в ответ на нагрузку и в период восстановления можно судить о функциональном состоянии аппарата кровообращения, выявлять неблагоприятные реакции.

Материалы и оборудование: секундомер, тонометр, фонендоскоп.

Ход работы. В состоянии покоя (сидя) подсчитывают частоту пульса на лучевой артерии за 1 минуту и измеряют артериальное давление. Выполняют 20 глубоких приседаний с выведением прямых рук вперед и опусканием их при вставании. Во время приседаний манжета находится на плече обследуемого. После нагрузки (сидя) вновь подсчитывают частоту пульса по 10-секундным

интервалам *трех минут* периода восстановления (производят пересчет за 1 минуту) и измеряют АД. Рассчитывают ДСЦ в покое и после нагрузки (в конце 1-й, 2-й и 3-й минуты отдыха). Оценку функционального состояния сердечно-сосудистой системы производят по проценту прироста пульса и пульсового давления относительно исходных данных (т. е. в покое). Пульсовое давление — это разность между систолическим и диастолическим АД (САД-ДАД). Изменение (прирост для ЧСС и САД; снижение для ДСЦ и ДАД) показателя рассчитываем по формуле.

$$\text{Изменение показателя (ИП)} = \frac{(\text{показатель после нагрузки} - \text{показатель покоя}) \cdot 100 \%}{\text{показатель покоя}}$$

Функциональное состояние ССС и адаптация к физическим нагрузкам **хорошая** при синхронном увеличении пульса и пульсового давления на 1 минуте после нагрузки в пределах **25–50 %**, **удовлетворительная** — **51–75 %**, **неудовлетворительная** — **более 75 %**. Волнообразный характер восстановления АД, значительно учащение пульса, снижение САД, повышение ДАД, замедленный период восстановления принято считать неблагоприятными реакциями ССС, свидетельствующими о её неудовлетворительном состоянии.

Указания к оформлению протокола:

1. Заполните таблицу, указав исходные значения показателей и их динамику после выполнения пробы, рассчитав при этом их изменение (ИП).
2. Сделайте выводы о ДСЦ и функциональном состоянии ССС.

ПРОТОКОЛ							
Показатель, единицы измерения	Исходно	Во время отдыха (после завершения работы) через					
		1 минуту		2 минуты		3 минуты	
		В ₁	ИП в %	В ₂	ИП в %	В ₃	ИП в %
Частота пульса, раз/мин			+		+		
ДСЦ, сек.			–		–		
САД			+		+		
ДАД			–		–		
Пульсовое давление			+		+		

Вывод:

1. ДСЦ испытуемого после физической нагрузки укорачивается на ____ % к концу первой минуты отдыха, к концу третьей минуты отдыха _____.
(восстанавливается, укорочено на ____ %)
2. Функциональное состояние ССС испытуемого _____
(хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное)

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« ___ »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 21(3). МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СЕРДЦА. РЕГУЛЯЦИЯ РАБОТЫ СЕРДЦА

Основные вопросы:

1. Электрические проявления сердечной деятельности. Электрокардиография. Понятие о стандартной 12-осевой системе отведений электрокардиограммы (ЭКГ).

2. План анализа и критерии нормы ЭКГ. Определение по ЭКГ следующих показателей: частоты сердечных сокращений (ЧСС), ритмичности, амплитуды зубцов и продолжительности интервалов, источника возбуждения, функции проведения возбуждения.

3. Понятие об экстрасистолах (нарушениях ритма сердца).

4. Звуковые проявления сердечной деятельности. Тоны сердца, их происхождение. Фонокардиография. Поликардиография, соотношение ЭКГ и ФКГ.

5. Понятие о визуальных методах исследования сердечной деятельности (эхокардиографии, ангиокардиографии, радионуклидной вентрикулографии).

6. Саморегуляция деятельности сердца. Ударный и минутный объем крови, их зависимость от величины венозного возврата (Старлинг) и сосудистого сопротивления (Анреп).

7. Гуморальная регуляция деятельности сердца.

8. Рефлекторная регуляция деятельности сердца. Характеристика влияния парасимпатических и симпатических нервных волокон и их медиаторов на деятельность сердца.

9. Рефлекторные изменения работы сердца, в том числе при врачебных манипуляциях в полости рта.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, материалы настоящего занятия, 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. С. 245–263.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 34–68.

4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 36–68.

5. *Морман, Д.* Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. Санкт-Петербург : Питер, 2000. С. 61–98.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

ПРОСМОТР УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ



1. Приготовление препарата изолированного сердца лягушки.
2. Регуляция работы сердца лягушки электролитами, гормонами и нейромедиаторами.

Работа 21.1. АНАЛИЗ РЕЦЕПТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВЛИЯНИЯ СИМПАТИЧЕСКОГО И ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛОВ ВНС И ИХ НЕЙРОМЕДИАТОРОВ НА РАБОТУ СЕРДЦА

Демонстрационная компьютерная программа «Physiol2».

Ход работы. Через команды Continue → Help → Drugs введите адреналин, норадреналин, ацетилхолин и обратите внимание на изменения в работе сердца. Сделайте заключение о характере влияния на силу и частоту сокращения сердца со стороны симпатического и парасимпатического отделов ВНС, а также о нейромедиаторных и рецепторных механизмах реализации этих влияний.

ПРОТОКОЛ

1. Как изменится частота сокращения сердца (увеличится ↑ или снизится ↓) в условиях изменения внеклеточной концентрации ионов: повышения уровня Ca^{2+} ___ (↑, ↓); понижения уровня Ca^{2+} ___ (↑, ↓); небольшого повышения или понижения уровня K^+ ___ (↑, ↓); значительного повышения уровня K^+ ___ (↑, ↓)?

2. Как изменяется частота и сила сокращения сердца в условиях применения ацетилхолина ___ (↑, ↓) и катехоламинов (адреналина и норадреналина) ___ (↑, ↓)?

3. Почему K^+ иногда называют «жидким вагусом», а Ca^{2+} — «жидким симпатиком»? K^+ иногда называют «жидким вагусом», так как его избыточное значительное повышение во внеклеточной жидкости подобно вагусу _____ (тормозит или активирует) работу сердца, а действие нейромедиатора вагуса _____ (АХ или НА) после связывания с _____ (Н или М) _____ рецептором связано с открытием _____ (K^+ , Na^+ , Ca^{2+}) каналов. Ca^{2+} иногда называют «жидким симпатиком», так как его ↑ во внеклеточной жидкости увеличивает частоту и силу сокращений подобно симпатическому нейромедиатору _____ (АХ или НА), действие последнего после связывания _____ (α или β) _____ рецептором, активации аденилатциклазы и ↑ уровня цАМФ в кардиомиоцитах обусловлено ↑ фосфорилирования белков _____ (K^+ , Na^+ , Ca^{2+}) каналов и поступлением _____ (K^+ , Na^+ , Ca^{2+}) в клетку.

Вывод. Стимуляция симпатического нерва к сердцу и введение НА ___ (↑, ↓) частоту и силу сердечных сокращений. Нейромедиатором симпатических нервов в сердце является _____, действие которого реализуется через активацию _____ типа _____ рецепторов. Стимуляция вагуса и введение АХ ___ (↑, ↓) частоту и силу сокращения сердца. Нейромедиатором вагуса в сердце является _____, действие которого реализуется через активацию _____ типа _____ рецепторов.

Работа 21.2. ПОЛИКАРДИОГРАФИЯ. СОПОСТАВЛЕНИЕ ВО ВРЕМЕНИ ЗВУКОВЫХ (ФКГ) И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ (ЭКГ) ПРОЯВЛЕНИЙ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Поликардиография — это метод синхронной регистрации внешних проявлений деятельности сердца: электрических (ЭКГ), звуковых (ФКГ) и механических (сфигмограмма) проявлений.

Материалы и оборудование: электрокардиограф, электроды, токопроводящая паста, марлевые прокладки, 5%-ный раствор NaCl, фонокардиографическая приставка с микрофоном, лента и чернила к самописцу электрокардиографа.

Ход работы. Подготовьте электрокардиограф и фонокардиографическую приставку к работе в соответствии с прилагаемым к ним инструкциями.

Уложите обследуемого на кушетку. Наложите электроды для записи ЭКГ во II стандартном отведении: на правую руку (электрод с красной маркировкой) и левую ногу (электрод с зеленой маркировкой), а также на правую ногу для заземления пациента (электрод с черной маркировкой). Для улучшения качества записи ЭКГ и уменьшения токовых наводок следует обеспечить хороший контакт электродов с кожей. Для этого необходимо: 1) предварительно обезжирить кожу спиртом в местах наложения электродов; 2) при значительной волосистости кожи смочить места наложения электродов мыльным раствором; 3) покрыть электроды слоем специальной токопроводящей пасты, или положить под электроды прокладки, смоченные 5–10%-ным раствором NaCl (или в воде), что позволяет максимально снизить сопротивление между электродом и поверхностью кожи.

Микрофон фонокардиографической приставки укрепите с помощью резиновой ленты на грудной клетке в области верхушечного толчка. Запишите калибровочный сигнал (1 мВ = 10 мм). Зарегистрируйте ФКГ и ЭКГ (обычно во II стандартном отведении) при задержке дыхания на выдохе, при скорости движения ленты протяжного механизма электрокардиографа 50 или 100 мм/с.

Указание к оформлению протокола:

1. Вклейте синхронную запись ФКГ и ЭКГ.
2. Проведите анализ ФКГ после ознакомления с дополнительной информацией по основам фонокардиографии (см. ниже «Дополнительную информацию»).
3. Проведите общий анализ ЭКГ согласно предлагаемому плану.

План анализа ЭКГ

Во время записи ЭКГ оценивают правильность ее регистрации: а) наличие помех (если они значительны, необходимо заново записать ЭКГ); б) амплитуды калибровочного сигнала (1 мВ = 10 мм, допустимое отклонение ± 1 мм), в) скорости (V) движения бумаги.

1. Определение характера ритма (правильный, неправильный): измеряют длительность 5–6 последовательно зарегистрированных интервалов R–R. Если длительности этих интервалов равны или отличия соседних интервалов не превышают 10 %, то ритм считается правильным. У здоровых людей молодого возраста встречается синусовая дыхательная аритмия, при которой наблюдается периодическое постепенное укорочение интервалов R–R на вдохе и удлинение интервала R–R на выдохе. Для исключения дыхательной аритмии ЭКГ записывают при задержке дыхания.

2. Определение частоты сердечных сокращений (ЧСС).

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

Определение ЧСС (ЧВС) в минуту при правильном ритме проводится по длительности одного интервала R–R, которая соответствует длительности одного сердечного цикла. Чтобы подсчитать при правильном ритме сердца ЧСС (ЧВС) в одну минуту, необходимо 60 секунд (1 минуту) разделить на длительность RR в секундах. ЧСС (ЧВС) = $60 \text{ с} / \text{RR}(\text{с})$.

У здорового человека в покое ЧСС (ЧВС) составляет от 60 до 90 в минуту. Увеличение ЧСС (ЧВС) более 90 в минуту при сохранении правильного синусового ритма называется синусовой тахикардией. У здоровых людей она возникает при физических нагрузках или эмоциональном напряжении. Уменьшение ЧСС (ЧВС) ниже 60 в минуту при сохранении правильного синусового ритма называется синусовой брадикардией. Среди здоровых людей синусовая брадикардия часто наблюдается в покое у спортсменов.

3. Оценка зубцов и интервалов производится по II стандартному отведению. Зубцы P, R, T — положительные (выше изолинии). Зубцы Q и S — отрицательные (ниже изолинии) или могут отсутствовать. Интервал PQ (от начала зубца P до начала зубца Q) отражает возбуждение предсердий (зубец P) + проведение возбуждения в атриовентрикулярном соединении и системе Гиса.

Комплекс QRS отражает охват возбуждением желудочков. Комплекс QRST — интервал QT (от начала Q до конца T), отражает электрическую систолу желудочков. Величина зубцов, длительность зубцов и интервалов указаны на рис. 21.1.

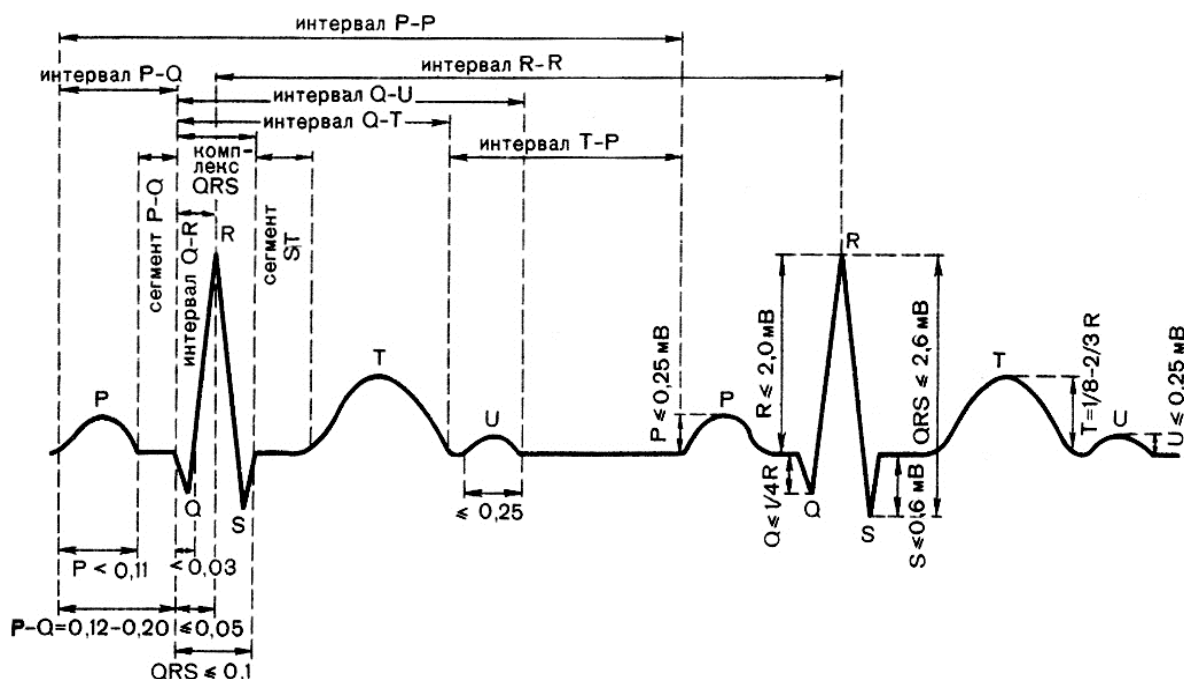


Рис. 21.1. Нормальные значения зубцов и интервалов ЭКГ во втором отведении

4. Определение источника сердечного ритма (синусовый или несинусовый). В норме регистрируется синусовый ритм, который характеризуется наличием во II стандартном отведении положительных зубцов P, имеющих нормальную, одинаковую форму и предшествующих каждому комплексу QRS.

5. Оценка проводимости проводится путем определения длительности зубца P (норма 0,08–0,10 с), интервала PQ (норма 0,12–0,20 с) и комплекса QRS (норма 0,06–0,10 с) во втором стандартном отведении.

6. Расчет и оценка систолического показателя (СП).

$СП = QT \cdot 100 \% / RR$. В норме СП равен у мужчин 37–43 %, а у женщин — 40–46 %.

7. Определение электрической оси сердца. Электрическая ось сердца (ЭОС) — это направление усредненного результирующего вектора деполяризации желудочков (QRS). Ее положение зависит от положения сердца в грудной клетке. Более подробно об определении направления ЭОС смотри ниже «Дополнительную информацию». **Одного отведения недостаточно для определения ЭОС.**

ПРОТОКОЛ

1. Синхронная запись ФКГ и ЭКГ.

ЭКГ _____

ФКГ _____

Анализ ЭКГ:

1 мВ = _____ мм, $V_{\text{протяжки ленты}} =$ _____ мм/с.

1. Характер ритма _____ (правильный, неправильный), так как длительность интервалов RR — _____ с, _____ с, _____ с, _____ с, _____ с одинакова или отличия _____ (<, >) 10 %.

2. ЧСС (ЧВС) _____ (в норме, тахикардия, брадикардия), так как $RR =$ _____ мм; $RR_{(с)} = RR_{(мм)} : V_{(мм/с)} =$ _____ с; $ЧСС = 60 (с) : RR_{(с)} =$ _____ (мин⁻¹).

3. Форма, амплитуда, длительность зубцов и длительность интервалов _____ (в норме, нарушена). Зубцы PRT _____ (положительные или отрицательные), зубцы Q и S _____ (отрицательные или отсутствуют).

Оценка амплитуды зубцов ЭКГ				Оценка длительности зубцов и интервалов					
Зубцы ЭКГ	Амплитуда зубцов, мм			Зубцы и интервалы	Длительность зубцов и интервалов, с				
	Норма		На ЭКГ		Оценка (норма, нарушена)	Норма		На ЭКГ	Оценка (норма, ↑, ↓)
	мин.	макс.				мин.	макс.		
P	0,5	2,5			P	0,08	0,1		
Q	0	3			Q	0	0,03		
R	10	20			R	0,03	0,09		
S	0	6			S	0	0,03		
T	2	10			T	0,05	0,25		
					PQ	0,12	0,20		
					QRS	0,06	0,10		
					QT	0,27	0,40		
					RR	0,67	1,00		

4. Ритм _____ (синусовый, несинусовый), так как зубцы P имеются _____ (да, нет), _____ (положительные, отрицательные), предшествуют _____ (да, нет) каждому комплексу QRS.

5. Функция проводимости _____ (не нарушена, нарушена), так как длительность зубца P _____ с, интервала PQ _____ с, комплекса QRS _____ с.

6. СП = _____ % и соответствует _____ (да, нет) норме.

Вывод: _____

характер ритма, ЧСС (ЧВС), источник ритма, функция проводимости

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ОСНОВЫ ФОНОКАРДИОГРАФИИ

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

Для изучения основ фонокардиографии можно также использовать компьютерную программу «Heart Sounds and Murmurs». Работа выполняется самостоятельно во внеучебное время.

1. Откройте компьютерную программу «Heart Sounds» и активируйте значок «General Tutorials», а затем значок «Introduction of Auscultation» и в этом разделе значок «Introduction to the Phonocardiogram». Последовательно активируя значок «Next», прослушайте, внимательно наблюдайте записи звуков и отметьте фонокардиографические различия между звуками низкой, высокой частот и шумом.

2. Активируйте в этом же окне значок «Listening Areas». Перемещая мышкой курсор на фоне изображения грудной клетки и сердца, найдите основные точки выслушивания тонов сердца.

– В точке на верхушке сердца, в 5-м межреберье слева, по среднеключичной линии — «Апex», прослушиваются I, II, IV тоны и звук изгнания крови в аорту.

– В области проекции трехстворчатого клапана правого желудочка, по нижнему левому краю грудины — «Lower Left Sternal Border», в основном, прослушиваются звуки закрытия трехстворчатого клапана и изгнания крови в а. pulmonalis.

– В области 2-го межреберья по левому краю грудины — «Pulmonic Area», прослушивается компонент а. pulmonalis 2-го тона.

– В области 2-го межреберья по правому краю грудины — «Aortic Area», прослушивается аортальный компонент 2-го тона.

3. Активируйте в этом же окне «Introduction of Auscultation» значок «Normal First and Second Sounds at Apex and Base». Активировав далее щелчком мышки верхушечную область сердца «First Sound — Mitral and Tricuspid Valve Closure», наблюдают видеосюжет систолы и диастолы сердца, динамику закрытия митрального и трикуспидального клапанов и их вклад в формирование 1-го тона, который выслушивают на верхушке.

Активировав щелчком мышки аортальную область сердца «Second Sound — Aortic and Pulmonary Valve Closure», наблюдают видеосюжет систолы и диастолы сердца, динамику закрытия сосудистых клапанов и их главный вклад в формирование 2-го тона, который выслушивают во 2-м межреберье парастернально.

Закончив работу с программой, активируйте последовательно значки «Exit», «Yes», «Exit» и закройте программу.

ОСНОВЫ ЭХОКАРДИОГРАФИИ

Эхокардиография — неинвазивный метод исследования динамики изменения линейных размеров морфологических структур сердца и сосудов, позволяющий рассчитать скорость этих изменений, а также изменения объемов полостей сердца и крови в процессе осуществления сердечного цикла.

Эхокардиографическое исследование осуществляется посредством посылки с датчика внутрь тела по определенным направлениям, генерируемых прибором коротких серий УЗ волн. Часть УЗ волн, проходя через ткани тела, частично поглощаются ими, а отраженные волны (например, от поверхностей раздела миокарда и крови; клапанов и крови; стенки сосудов и крови) распространяются в обратном направлении к поверхности тела, улавливаются приемником датчика и преобразуются в электрические сигналы. После компьютерного анализа этих сигналов на экране дисплея формируется УЗ изображение динамики процессов, протекающих в сердце во время сердечного цикла. По результатам расчета расстояний между рабочей поверхностью датчика и поверхностями разделов различных тканей или изменениями их плотности, можно получить множество визуальных и цифровых эхокардиографических показателей работы сердца.

Анализ эхокардиографических показателей работы сердца можно проводить с помощью компьютерной программы «Heart Sounds and Murmurs» в дополнительное (внеучебное) время.

1. Откройте компьютерную программу «Heart Sounds» и активируйте значок «General Tutorials», затем окошко «Introduction to Cardiac Imaging Modalities», а затем «Transthoracic Echocardiogram». На появившемся видеоизображении (слева) видна линия проекции парастернальной длинной оси распространения ультразвуковых волн и динамическое изображение (слева и справа) изменений толщины межжелудочковой перегородки, полостей желудочков, положения створок митрального клапана. Акти-

вируйте попеременно значки «Labels» и «Play» и по появляющимся надписям идентифицируйте на УЗ изображении перечисленные структуры сердца. На изображении справа сопоставьте с элементами ЭКГ изменения толщины межжелудочковой перегородки во время систолы и диастолы сердца.

Обратите внимание на характер движений передней и задней створок митрального клапана. В точке **d** происходит открытие клапана — расхождение его створок; в промежутке между **d** и **e** (фаза быстрого наполнения желудочка) передняя створка митрального клапана перемещается к межжелудочковой перегородке. В фазу медленного (редуцированного) наполнения — участок между **e** и **f**, створки клапанов «всплывают», приближаются друг к другу, но остаются открытыми. Во время сокращения предсердий створки клапанов вновь расходятся на некоторое расстояние (участок от **f** до **a**) и по окончании пресистола вновь приближаются друг к другу (участок от **a** до **c**). В точке **c** створки клапана смыкаются (окончание фазы асинхронного сокращения) и остаются сомкнутыми до окончания периода изометрического расслабления желудочка (участок **cd**). Обратите внимание на более низкую амплитуду УЗ изображения движений задней створки митрального клапана и противоположное направление этих движений в сравнении с движениями передней створки.

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

2. Активируйте другой значок в виде кружка серого цвета под УЗ изображением слева. Заметьте изменение направления длинной оси распространения УЗ волн. На появившемся УЗ изображении наблюдайте динамику изменений размеров левого и правого желудочков, левого предсердия, положения створок аортального клапана. Для их идентификации активируйте попеременно значки «Labels» и «Play».

3. Активируйте значок «Transesophageal Echocardiogram» и, используя другую — короткую ось распространения УЗ, изучите динамику изменения положения створок аортального клапана и размеров правого желудочка во время сердечного цикла.

Закончив работу с программой, активируйте последовательно значки «Exit», «Yes», «Exit» и закройте программу.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«	_____	»	_____	_____
число			месяц	год

ЗАНЯТИЕ 22(4). РЕГУЛЯЦИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Основные вопросы:

1. Понятие о тонусе сосудов и его роли в регуляции кровообращения. Местные механизмы регуляции кровообращения.
2. Рефлекторная регуляция тонуса сосудов. Сосудодвигательный центр, его афферентные и эфферентные связи.
3. Гуморальная регуляция тонуса сосудов.
4. Кратковременные, среднесрочные и долговременные нейрогуморальные механизмы регуляции системного АД крови (Гайтон).
5. Функциональная система, обеспечивающая регуляцию системного артериального давления.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, 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. С. 268–272, 281–299.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 53–55, 103–144, 167–171, 353–354.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 55–56, 102–140, 164–167, 359–361.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 22.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПО ТЕСТУ PWC₁₇₀ (демонстрационная работа)

Тест PWC₁₇₀ был предложен Шестрандом (Швеция) для определения физической работоспособности спортсменов, название теста происходит от первых букв английского термина Physical Working Capacity — *физическая работоспособность*. Физическая работоспособность обследуемого выражается в величине той мощности физической нагрузки, при которой частота сердечных сокращений (ЧСС) достигает 170 уд/мин. Выбор именно такой частоты основан на следующих двух положениях.

1. Зона оптимального функционирования кардиореспираторной системы у спортсменов ограничивается диапазоном пульса от 170 до 200 уд/мин. Таким образом, с помощью этого теста можно установить ту интенсивность физиче-

ской нагрузки, которая выводит деятельность сердечно-сосудистой системы на предел оптимального функционирования.

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

Материалы и оборудование: велоэргометр, секундомер.

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

Таблица 22.1

Мощность первой нагрузки для определения PWC_{170} в зависимости от массы испытуемого

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

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

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

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

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

Таблица 22.2

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

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

Указания к оформлению протокола:

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

Таблица 22.3

Оценка физической работоспособности

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

ПРОТОКОЛ

Результаты исследования:

- 1.1. Пол испытуемого _____ (м, ж); 1.2. Масса тела _____ кг;
 1.3. N_1 – _____ кгм/мин; 1.4. N_2 — _____ кгм/мин,
 1.5. F_1 – _____ уд/мин; 1.6. F_2 — _____ уд/мин;

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \cdot (170 - F_1) / (F_2 - F_1) = \text{_____ кгм/мин};$$

$$PWC_{170} \text{ на 1 кг массы тела} = \text{_____ кгм/мин.}$$

Вывод. Физическая работоспособность испытуемого _____.
 (выше средней, средняя, ниже средней)

Работа 22.2. ОРТОСТАТИЧЕСКИЙ БАРОРЕФЛЕКС

Барорефлексы (рис. 22.1) участвуют в быстрой секунду минутной регуляции АД крови, например, при переходе из горизонтального в вертикальное положение. Центральные симпатические нейроны прессорного отдела сосудодвигательного (вазомоторного) центра (СДЦ) продолговатого мозга тонически активны. Каротидные барорецепторы стимулируются при растяжении стенки

сосудов, вызванном давлением крови изнутри (АД). Активация барорецепторов тормозит центральные симпатические нейроны прессорного отдела СДЦ. Напротив, уменьшение растяжения стенки сосуда ведет к снижению барорецепторной активности. Таким образом, при переходе в вертикальное положение давление на барорецепторы понижается вследствие депонирования крови в венах ниже уровня сердца и активность симпатических нейронов СДЦ растормаживается. Рефлекторно возрастают периферическое сосудистое сопротивление (сокращение артериол, вызываемое НА через α_1 -адренорецепторы) и сердечный выброс (прямая симпатическая стимуляция сердца НА через β_1 -адренорецепторы и сокращение емкостных сосудов (НА \rightarrow α_1 -адренорецепторы гладких мышц \rightarrow сокращение венул и вен), что ведет к \uparrow венозного возврата крови к сердцу), и в результате восстанавливается нормальное АД.



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

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

В результате может значительно ухудшаться кровоснабжение мозга, что сопровождается у части людей обморочными состояниями. Молодым врачам-стоматологам следует помнить об угрозе постуральной гипотензии у их пациентов (особенно у пожилых людей, лиц, принимающих гипотензивные препараты, детей).

Материалы и оборудование: anerоидный сфигмоманометр, стетоскоп, секундомер.

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

Указания к оформлению протокола:

1. Полученные данные занесите в таблицу протокола.
2. Оцените полученный результат.

ПРОТОКОЛ						
Результаты ортостатической пробы						
Положение испытуемого, время измерения	Показатели					
	ЧСС в минуту		САД, мм рт. ст.		ДАД, мм рт. ст.	
	Величина	Отклонение от исходного	Величина	% отклонения от исходного	Величина	Отклонение от исходного
Горизонтальное						
Вертикальное	1-я минута					
	5-я минута					
	10-я минута					

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

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

РАЗДЕЛ «ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 23 (5). ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ. ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ. ТРАНСПОРТ ГАЗОВ КРОВЬЮ. ГАЗООБМЕН В ТКАНЯХ

Основные вопросы:

1. Дыхание. Роль системы дыхания в организме. Основные этапы дыхания. Физиологическая роль дыхательных путей и легких.
2. Биомеханика вдоха и выдоха.
3. Давление в плевральной полости, его происхождение и роль в механизме вентиляции легких. Понятие о пневмотораксе.
4. Показатели вентиляции легких. Определение ЖЕЛ методом спирометрии. Оценка полученного результата. Анализ спирограммы.
5. Взаимосвязь между легочным кровотоком, вентиляцией и гравитацией.
6. Состав атмосферного, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Газообмен в легких.
7. Транспорт газов кровью. Транспортные формы O_2 и CO_2 . Факторы, влияющие на сродство гемоглобина к O_2 и CO_2 . Кривая диссоциации оксигемоглобина. Кислородная емкость крови.
8. Газообмен между альвеолами и кровью, кровью и тканями. Парциальное давление O_2 и CO_2 в альвеолярном воздухе и напряжение газов в артериальной и венозной крови, в тканях и в клетках.
9. Коэффициент утилизации кислорода тканями в покое и при физической нагрузке.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, материалы настоящего практикума (см. «Дополнительную информацию» к занятию 23).
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. С. 300–325.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 144–190.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 141–186.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 23.1. СПИРОМЕТРИЯ

При выполнении данной работы вы должны овладеть методикой измерения легочных объемов и емкостей, расчетом нормальных величин этих показателей и проведением оценки результатов выполненного исследования.

Материалы и оборудование: спирометр, разовые или повторно стерилизуемые мундштуки (загубники) или маски, соединительные шланги, носовые зажимы, 70%-ный этиловый спирт, 1%-ный р-р KMnO_4 , вата.

В лабораторной практике используются разные типы спирометров. В нашем практикуме используются водные и суховоздушные спирометры.

Ход работы. Перед проведением измерений мундштук или загубник обрабатывают дезинфицирующим раствором, устанавливают указатель прибора в нулевое положение путем вращения цилиндра спирометра против часовой стрелки. Перед измерением показателей легочных объемов и емкостей надо с помощью специального носового зажима перекрыть носовые ходы.

А. Определение и оценка жизненной емкости легких (ЖЕЛ). ЖЕЛ — максимальный объем воздуха, который человек может выдохнуть при максимально глубоком медленном выдохе, сделанном после максимального вдоха. По величине ЖЕЛ можно судить о пределах дыхательных экскурсий легких, о резервных возможностях внешнего дыхания в увеличении вентиляции легких за счет возрастания глубины дыхания. Этот показатель имеет важное значение в выявлении и дифференцировке обструктивных и рестриктивных нарушений вентиляции легких, в оценке морфофункционального состояния легочной ткани, дыхательных путей и дыхательных мышц (величина ЖЕЛ может в определенной мере отражать растяжимость легких, эластические свойства грудной клетки и т. д.).

При определении ЖЕЛ испытуемый находится в положении сидя с выпрямленной спиной, его нос перед выполнением измерения перекрывается зажимом. Затем испытуемый делает максимальный вдох с умеренной скоростью и, захватив губами мундштук или загубник, производит медленный максимально глубокий выдох в трубку спирометра. Исследование повторяют трижды. После каждого исследования дают испытуемому период отдыха не менее 30 секунд. Учитывают наибольший результат.

Чтобы сделать вывод о том, нормальная ли величина ЖЕЛ у испытуемого, сравните ее с должной ЖЕЛ (ДЖЕЛ). Формулы расчета ДЖЕЛ:

$$\text{для мужчин — ДЖЕЛ} = 5,8 \cdot P + 0,085 \cdot B - 6,908;$$

$$\text{для женщин — ДЖЕЛ} = 3,8 \cdot P + 0,029 \cdot B - 3,190;$$

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

Среди многих способов расчета ДЖЕЛ весьма надежным и удобным является ее **определение по Антони**. Для этого надо взять **таблицы Гарриса–Бенедикта** (см. Приложение). На основании данных роста, массы тела и возраста определить величину должного основного обмена (путем сложения чисел А и Б) и умножить ее на **коэффициент пересчета 2,6 (для мужчин) или 2,2 (для женщин)**. Величина ДЖЕЛ в этом случае получится в мл.

Если расхождение между величиной измеренной ЖЕЛ и ДЖЕЛ **не более 20 %**, то ЖЕЛ нормальна. Более точно о величине ЖЕЛ можно судить после приведения измеренной ЖЕЛ к стандартным условиям (см. «Дополнительная информация»).

Б. Влияние положения тела на величину ЖЕЛ. Определите величину ЖЕЛ при разных положениях тела испытуемого: стоя, сидя, лежа. Полученные результаты внесите в протокол.

В. Влияние форсирования выдоха на величину ЖЕЛ (проба Вотчала). В норме разность между величинами ЖЕЛ (измеряется при медленной скорости максимально глубокого выдоха) и форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ — измеряется при форсированном максимальном выдохе, сделанном после максимального вдоха) не превышает 300 мл. Увеличение этой разности свидетельствует об уменьшении проходимости бронхов для воздуха. Определите величину ФЖЕЛ и внесите полученные данные в протокол.

Г. Определение легочных объемов. Для определения дыхательного объема (ДО) сделайте 5 спокойных выдохов в спирометр, при этом после каждого выдоха перекрывайте трубку спирометра, чтобы из него не выходил воздух. Общий объем выдохнутого воздуха делите на 5. Для определения резервного объема выдоха (Ровыд) сделайте спокойный выдох через нос, затем через рот выдыхайте оставшийся воздух в спирометр. Чтобы узнать резервный объем вдоха (Ровд), от ЖЕЛ отнимайте ДО и Ровыд.

Указание к оформлению протокола:

1. Внесите полученные данные в протокол.
2. Оцените полученные результаты, сравнив их с должными величинами.

ПРОТОКОЛ

1. Антропометрические данные испытуемого: рост _____ м, масса _____ кг, возраст _____ лет, пол _____ (м/ж).

А, Б) ЖЕЛ стоя = _____ л; ЖЕЛ сидя = _____ л; ЖЕЛ лежа = _____ л (% от ЖЕЛ стоя) = _____ %

ДЖЕЛ = _____ л; ЖЕЛ : ДЖЕЛ · 100 % = _____ % (норма 80–120 %).

В) ФЖЕЛ = _____ л; ЖЕЛ – ФЖЕЛ = _____ л (норма до 300 мл)

Г) ДО = _____ мл (норма 300–800 мл, 10–20 % от ЖЕЛ);

Ровыд = _____ мл (норма 800–2000 мл, 20–35 % от ЖЕЛ);

Ровд = _____ мл (норма 1500–3500 мл, 50–66 % от ЖЕЛ);

ЖЕЛ = ДО + Ровыд + Ровд.

2. **Выводы.** Величины ЖЕЛ и легочных объемов (ДО, Ровыд и Ровд) испытуемого _____ (в норме / изменены)

Признак уменьшения проходимости дыхательных путей _____ (выявлен/ не выявлен)

Работа 23.2. СПИРОГРАФИЯ (учебный видеофильм)

Спирография — метод графической регистрации объемов вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. В отличие от спирометрии метод спирографии дает возможность определить не только ряд легочных объемов и емкостей, но и по-

казатели вентиляции легких в условиях покоя и произвольного или вызванного физической нагрузкой гиперпноэ (т. е. усиленного, избыточного дыхания, включая МВЛ — максимальную вентиляцию легких).

Ход работы. В демонстрируемой работе испытуемого подсоединяют к системе спирографа через загубник или маску. Записывают спокойное дыхание в течение 40–60 с, затем предлагают испытуемому сделать максимально глубокий вдох, 2–3 спокойных дыхательных цикла, максимально глубокий выдох, опять несколько спокойных дыхательных циклов, максимально глубокий вдох и сразу же максимальный выдох (для определения ЖЕЛ). Затем максимальную гипервентиляцию в течение 10 или 15 секунд. В табл. 23.1 представлены полученные результаты.

Таблица 23.1

Спирографические показатели вентиляции легких

Название показателя	Результат измерения	Оценка (N, ↑, ↓)	Норма показателя
Частота дыхания (ЧД)	12 в мин		9–20 в мин
Глубина (дыхательный объем)	650 мл		300–800 мл
Резервный объем вдоха (РОВд)	2,5 л		50–66 % от ЖЕЛ
Резервный объем выдоха (РОВвд)	1,2 л		20–33 % от ЖЕЛ
Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)	4,35 л		3–7 л
Минутный объем дыхания (МОД) в покое			4–8 л/мин
Минутный объем альвеолярной вентиляции легких (АВЛ) в покое			55–85 % от МОД
Максимальная вентиляция легких	93		40–200 л/мин

Указания к оформлению протокола:

1. Сделайте рисунок спирограммы и обозначьте на нем: ДО, РОВд, РОВвд, ЖЕЛ, МВЛ.

2. Рассчитайте величину МОД ($МОД = ДО \cdot ЧД$) и АВЛ ($АВЛ = (ДО - 150) \cdot ЧД$) и внесите полученные данные в табл. 23.1 и протокол.

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

ПРОТОКОЛ

1. Спирограмма (рисунок)

2. У испытуемого в покое величины МОД и АВЛ составляют _____ и _____ соответственно.

3. **Вывод:** величины ЖЕЛ, легочных объемов и вентиляции легких у испытуемого _____ (в норме/ изменены)

Работа 23.3. ПНЕВМОТАХОМЕТРИЯ

Пневмотахометрией называют методику измерения объемных скоростей потоков вдыхаемого или выдыхаемого воздуха. Большинство пневмотахометров (т. н. пикфлоуметры) приспособлено только для измерения максимальных (пиковых) объемных скоростей вдоха или выдоха. Отсюда название ПОС — т. е. пиковая объемная скорость. Снижение ПОС вдоха и, особенно, выдоха является одним из важнейших показателей уменьшения проходимости дыхательных путей для воздуха, т. е. наличия обструктивных нарушений. Пневмотахометрия до и после введения бронхорасширяющих средств позволяет подобрать эффективные для данного больного препараты, а также дифференцировать за счет функциональных или органических факторов произошло сужение бронхов.

Пневмотахометр состоит из дифференциального манометра и датчика. Датчик представляет собой трубку, внутри которой имеется сужение. При прохождении потока воздуха по трубке по обеим сторонам сужения создается разность давления тем большая, чем больше скорость потока. Дифференциальный манометр улавливает эту разницу давлений и преобразует ее в показания объемной скорости в л/сек. Если пользуются трубкой с диаметром сужения 20 мм, то читают отсчет по внутренней шкале манометра, если трубка с диаметром сужения 10 мм, то читают по внешней.

Материалы и оборудование: пневмотахометр, носовые зажимы, 70%-ный этиловый спирт, 1%-ный р-р KMnO_4 , вата.

Ход работы. Обследуемый должен протереть мундштук трубки дезинфицирующим раствором, поставить кран прибора в положение «выдох» и, после глубокого вдоха плотно обхватив мундштук губами, сделать максимально форсированный и глубокий выдох через рот. При этом необходимо заметить, до какого максимального деления сместилась стрелка манометра.

Для определения объемной скорости вдоха переключают кран на приборе в положение «вдох» и делают максимально форсированный вдох через трубку.

ПОС выдоха у взрослых: 4–8 л/с (для женщин) и 5–10 л/с (для мужчин). Чтобы рассчитать должную ПОС выдоха (ДПОС) для конкретного человека, **фактическую жизненную емкость легких (ЖЕЛ) умножают на 1,25**. Например, если у испытуемого ЖЕЛ 4 л, то $\text{ДПОС} = 4 \cdot 1,25 = 5$ л/с. ПОС выдоха в норме может отклоняться от ДПОС на $\pm 20\%$. Уменьшение ПОС выдоха меньше 80 % от ДПОС свидетельствует о наличии обструктивных нарушениях у испытуемого.

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

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ

1. Измеренная ПОС вдоха = _____ л/с, ПОС выдоха = _____ л/с.
2. ДПОС выдоха (ЖЕЛ·1,25) = _____ л/с.
3. **Вывод:** обструктивные нарушения _____
(отсутствуют / имеются)

Работа 23.4. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПНЕВМОТАХОГРАФИЧЕСКИХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ (демонстрационная работа)

В последнее время для исследования вентиляции легких широкое распространение получают специальные микропроцессорные системы (Пулма 01, Пневмоскрин, Автоматизированный спирометр МАС-1, Спиранализатор ST-300, Шиллер-Кардиовит CS-100 и др.), которые наряду с регистрацией пневмотахограмм выполняют их математическую обработку, оценивают отклонение получаемых показателей от уровня нормы и вычисляют дополнительные весьма информативные показатели: ОФВ₁; ОФВ₁/ФЖЕЛ; МОС₂₅; МОС₅₀; МОС₇₅ и другие (см. «Дополнительную информацию»).

Система «Кардиовит ЦС-100» (фирмы Шиллер) предназначена для исследования состояния и функциональных резервов кардиореспираторной системы человека. Для определения объемных и потоковых показателей вентиляции легких используется программа «FVC — форсированная жизненная емкость легких». После появления на экране компьютера сигнала готовности испытуемый делает максимально глубокий вдох, после этого производит форсированный максимально глубокий выдох в трубку или маску, подсоединенные к прибору. При этом автоматически отслеживается величина объемной скорости воздушного потока в каждое мгновение дыхательного цикла и выдается распечатка графического изображения: 1) изменение объемной скорости в зависимости от величины; 2) изменение объемной скорости во времени; 3) цифровые показатели теста; 4) заключение о состоянии внешнего дыхания. Полученные при обследовании испытуемого данные представлены в табл. 23.2.

Таблица 23.2

Показатели вентиляции легких у испытуемого

Показатель	Величина показателя		
	Измеренная	Должная	% от нормы
ФЖЕЛ	4,47 л	5,36 л	83
ОФВ ₁	3,99 л	4,62 л	86
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ = тест Тиффно	89,3 %	85,4 %	105
ПОС	7,88 л/с	9,34 л/с	84
МОС ₂₅	7,75 л/с	8,03 л/с	96
МОС ₅₀	5,08 л/с	5,72 л/с	89
МОС ₇₅	2,31 л/с	2,63 л/с	88

Указания к оформлению протокола:

1. По данным из таблицы 23.2 постройте график «поток – объем».

На графике нанесите точки объемной скорости выдоха при 25, 50, 75 и 100 % ФЖЕЛ. Соедините эти точки сплошной линией. Пунктирной линией отметьте должные величины объемной скорости ФЖЕЛ.

2. Проанализируйте полученные цифровые и графические данные и на их основе, а также «Дополнительной информации» сделайте заключение о наличии или отсутствии признаков нарушений вентиляции легких у обследуемого.

ПРОТОКОЛ

1. Кривая «поток – объем».

2. **Вывод:** у испытуемого признаки нарушений вентиляции легких _____ (выявлены/не выявлены). В случае выявления нарушения укажите его вид — обструктивный, рестриктивный, смешанный — путем подчеркивания.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ДОПОЛНЕНИЕ К РАБОТЕ № 23.1 (СПИРОМЕТРИЯ)

При оценке величины показателей внешнего дыхания следует учитывать, что измерение их проводится в условиях комнатной температуры, атмосферного давления и влажности, т. е. по международной терминологии в условиях АТРС. В легких температура воздуха составляет 37 °С, и он практически на 100 % насыщен водяными парами. Такие условия имеют обозначение ВТРС. Так как комнатная температура ниже 37 °С, то естественно, что выдыхаемый воздух уменьшается в объеме, и давление насыщающего водяного пара в нем становится ниже, чем в легких. Для определения величины легочного объема в условиях ВТРС надо измеренный в условиях АТРС объем умножить на поправку, рассчитанную по формуле: $(273 + 37) \cdot (P - e) / (273 + t) \cdot (P - 47)$, где 37 — температура тела (°С), t — температура комнатного воздуха, P — барометрическое давление (мм рт. ст.), e — парциальное давление насыщающего водяного пара при комнатной температуре (мм рт. ст.), 47 — парциальное давление насыщающего водяного пара при 37 °С (мм рт. ст.). В настоящее время показатели легочных объемов и емкостей, как правило, приводят к ВТРС, как к системе, дающей представление об истинных величинах. При изучении же газообмена, учитывая, что в этих условиях ва-

жен не столько объем газа, сколько количество молекул потребленного кислорода, следует приводить полученные показатели к системе STPD (т. е. стандартные температура, давление, сухой воздух). Стандартными условиями для газа считаются: температура 0 °С, давление 760 мм рт. ст., давление водяного пара 0 мм рт. ст. Перевод данных, полученных в системе ATPS, к системам BTPS и STPD можно делать также по номограммам и таблицам.

Основные показатели вентиляции легких.

Основные легочные объемы и емкости:

1. ДО (дыхательный объем).
2. РО (резервный объем) вдоха.
3. РО выдоха.
4. ОО (остаточный объем).
5. ЖЕЛ (жизненная емкость легких).
6. ФОЕ (функциональная остаточная емкость).
7. ОЕЛ (общая ёмкость легких).
8. АМП (анатомически мертвое пространство).
9. ФМП (функционально мертвое пространство).

Потоковые показатели вентиляции легких:

10. ПОС (пиковая объёмная скорость) вдоха и выдоха.
11. МОС_{25,50,75} (максимальная объёмная скорость) выдоха на уровне 25, 50 и 75 %.
12. ОФВ₁ (объём формированного выдоха за 1 секунду).
13. Тест Тиффно.

Производные частотных и объемных показателей:

14. МОД (минутный объем дыхания рассчитывается по формуле $МОД = ДО \cdot ЧД$ (частота дыхания)).
15. АВЛ (альвеолярная вентиляция лёгких рассчитывается по формуле $АВЛ = (ДО - АМП) \cdot ЧД$).
16. МВЛ (максимальная вентиляция легких).

Таблица 23.3

Направление диффузии O₂ и CO₂, а также давление (в мм рт. ст.) и напряжение (в мм рт. ст.) этих газов в альвеолярном воздухе и тканях.

Газ	Парциальное давление в альвеолярном воздухе	Напряжение газов в тканях		
		в крови	в межклеточной жидкости	в митохондриях клеток
O ₂	100	Артериал. 96–100 венозной 40	20–40	0–20
Направление диффузии O ₂				
CO ₂	40	Артериальной 40 венозной 46	46–60	> 60
Направление диффузии CO ₂				

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«	_____»	_____	_____
число		месяц	год

ЗАНЯТИЕ 24 (6). РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

Основные вопросы:

1. Дыхательный центр: представление о его структуре и локализации, его афферентные и эфферентные связи.
2. Рефлекторная саморегуляция дыхания. Механизм смены дыхательных фаз.
3. Регуляторное влияние на дыхательный центр со стороны высших отделов головного мозга. Взаимодействие между центрами глотания и дыхания.
4. Представление о механизмах, обеспечивающих проходимость верхних дыхательных путей. Роль в них мышц рта, глотки и носа. Рефлекторные влияния с рецепторов носа, глотки и ротовой полости на дыхание.
5. Гуморальная регуляция дыхания. Роль O_2 , CO_2 и H^+ .
6. Механизм первого вдоха новорожденного ребенка.
7. Функциональная система, обеспечивающая поддержание оптимального для метаболизма содержания O_2 , CO_2 и H^+ в крови.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, материалы настоящего практикума (см. «Дополнительную информацию» в конце занятия), 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. С. 325–344.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 190–209.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 186–207.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 24.1. ОКСИГЕМОМЕТРИЯ, ОКСИГЕМОГРАФИЯ, ПУЛЬСОКСИМЕТРИЯ (учебный фильм)

Общим для этих методов является то, что они основаны на измерении поглощения света определенных длин волн гемоглобином крови при просвечивании тканей (уха, пальцев и т. д.). В последнее время разработаны датчики, анализирующие световой поток, отраженный тканями («отраженная пульсоксиметрия» в отличие от «трансмиссионной пульсоксиметрии»).

Эти методы позволяют непрерывно наблюдать за изменением насыщения крови кислородом. Они удобны для контроля за эффективностью внешнего дыхания и проведения функциональных проб. Метод оксигемографии отличается от оксигеметрии лишь тем, что позволяет регистрировать показатель оксиге-

нации гемоглобина. При этом достаточно надежной дифференцировки поглощения света артериальной и венозной кровью не производится. Определяется лишь сдвиг насыщения кислородом гемоглобина смешанной капиллярной крови относительно стандартного, устанавливаемого исследователем уровня (обычно 96 %). Метод же пульсоксиметрии позволяет выделять составляющую поглощения света гемоглобином артериальной крови и определять абсолютную величину оксигенации гемоглобина и частоту пульса. Для каждого из названных методов свойственны особенности их практического исполнения, возможностей и источников ошибок.

Оксигеметрия и оксигемография

Ход работы. Перед проведением измерений оксигенации крови прибор должен быть включен и прогрет в течение не менее 15 минут. Датчик прибора закрепляют на ухе испытуемого передвиганием муфты и вращением тубуса. Включают лампу ушного датчика. Под влиянием ее тепла ухо прогревается, происходит расширение его сосудов и в этих условиях проходящий через ухо свет поглощается преимущественно артериальной кровью. После прогрева уха в течение 5–10 минут и 2–3 глубоких вдохов обследуемого ручкой «ухо» устанавливают индикаторную стрелку прибора на отметку 96 %, характеризующую степень насыщения артериальной крови кислородом у здорового человека. После этого прибор будет показывать, как изменяется насыщение гемоглобина кислородом относительно этого исходного уровня. Фотодатчик прибора чувствителен к изменению длины световой волны в красном диапазоне. Переход оксигемоглобина в восстановленный гемоглобин сопровождается изменением спектра поглощения кровью светового потока. Электронная схема прибора преобразует это в показание изменения % оксигемоглобина.

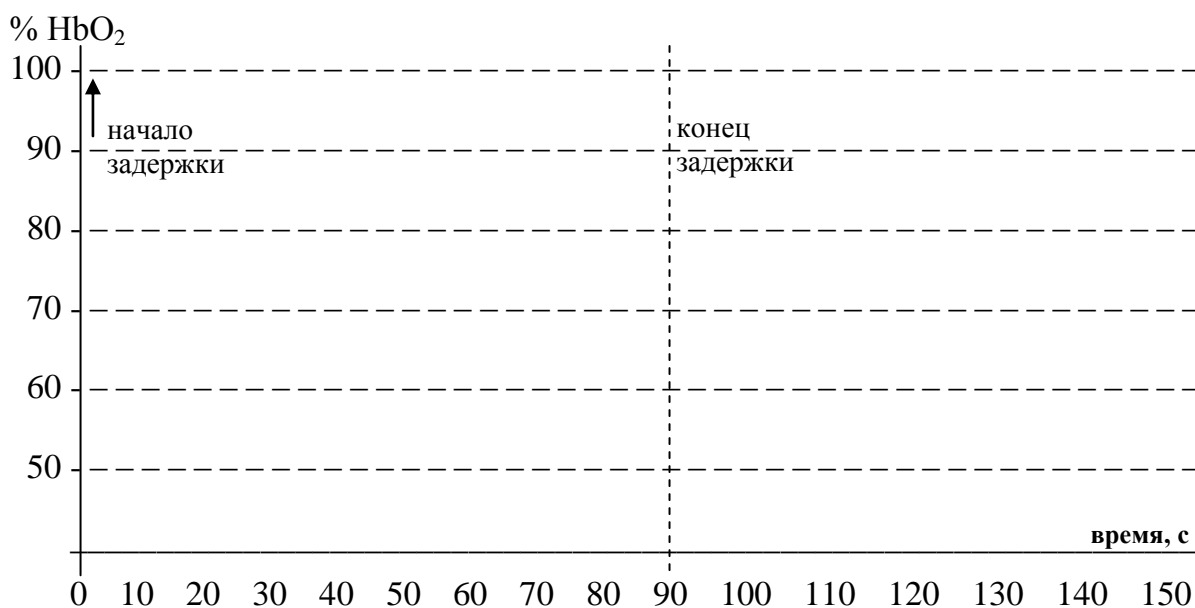
А) Влияние задержки дыхания на насыщение крови кислородом.

Это исследование проводят на здоровых людях. При проведении пробы необходим тщательный контроль за состоянием обследуемого. При резком учащении или ослаблении пульса, появлении аритмии, побледнении или изменении цвета кожных покровов и губ пробу прекращают. Обследуемого обслуживает бригада студентов (4 человека). Первый студент должен следить за его состоянием, второй — за секундомером и через каждые 10 секунд говорить слово «отсчет», по этому сигналу третий студент читает отсчет по шкале оксигеметра или пульсоксиметра, а четвертый записывает цифры на доске в колонку. Показания приборов регистрируются как во время проведения пробы, так и на протяжении минуты после окончания задержки дыхания. Полученные при выполнении этой пробы данные приведены в табл. 24.1

Таблица 24.1

Время, с	Задержка дыхания								Прекращение задержки			
	0	10	20	50	60	70	80	90	100	110	120	150
% НbO ₂	96	96	95	92	88	82	76	68	60	85	92	94

Полученные результаты представьте в виде графика:



Б) Пульсоксиметрия.

Пульсоксиметрией называют метод, позволяющий одновременно определять степень насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом и частоту пульса (при этом, в отличие от оксигеметрии, определяется не относительная, а абсолютная величина оксигенации артериальной крови).

Пульсоксиметрия в диагностике гипоксемии

До появления пульсоксиметрии главным признаком гипоксемии считался цианоз (синюшность кожных покровов, губ и слизистых оболочек). Однако цианоз может быть и при отсутствии артериальной гипоксемии, в то же время при ее наличии не всегда «ад окулюс» можно наблюдать цианоз (например, при анемии и вазоконстрикции). Пульсоксиметр лишен этих недостатков. Надо иметь в виду, что окраска покровов зависит главным образом от цвета крови в венозных сосудах сосочкового слоя дермы или в слизистых оболочках. Объем крови артериол и капилляров меньше и влияет лишь на оттенок цвета, создаваемого за счет венозной крови. В комфортных условиях венозная кровь кожи мало отличается от артериальной и почти не отличается от последней при усиленном притоке крови к коже (например, при нагревании, гиперкапнии, приеме вазодилататоров, ингаляции фторотана и др.) У здоровых людей розовый цвет кожных покровов обусловлен высокой концентрацией оксигемоглобина в венах кожи.

Имеются 2 главные причины цианоза: 1) артериальная гипоксемия; 2) уменьшение периферического кровотока.

Наиболее надежно гипоксемия выявляется пульсоксиметром при сохранении достаточного кровотока в периферических тканях (в области датчика). Прибор улавливает даже снижение SaO₂ (HbO₂) на 1–2 %, в то время, как невооруженным глазом цианоз можно увидеть в 50 % случаев при SaO₂ (HbO₂) 90 % (PaO₂ = 57 мм рт. ст.). Даже при SaO₂ (HbO₂) 85 % (PaO₂ = 50 мм рт. ст.) не всегда выявляется цианоз. Особенно наглядно развитие гипоксемии с помощью пульсоксиметра можно наблюдать при произвольном апноэ. Запасы кислорода в организме взрослого человека, дышащего воздухом, составляют в среднем

1,5 л, а при дыхании чистым кислородом могут достигать 4,5 л. При этом возрастание содержания кислорода в крови малое (с приблизительно 850 мл до 950 мл). Остальное приходится на кислород в легких.

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

Проследите за этими особенностями использования и трактовки показаний пульсоксиметра в учебном кинофильме. Внесите полученные данные в протокол.

Указания к оформлению протокола:

1. Проанализируйте результаты работ А) и Б) и дайте ответ на поставленные в протоколе вопросы.
2. Запишите, через какое время от момента задержки дыхания появляются признаки развития гипоксемии в случае произвольного апноэ на выдохе и на вдохе.
3. На какое время объем воздуха, равный ЖЕЛ испытуемого, способен обеспечить нормальную оксигенацию артериальной крови этого человека.

ПРОТОКОЛ

А) 1. Как изменяется насыщение крови кислородом по ходу задержки дыхания? _____

2. Как быстро восстанавливается насыщение крови кислородом после начала дыхания? _____

3. Перечислите факторы, вызывающие неудержимую потребность вдоха при задержке дыхания _____

Б) 1. После задержки дыхания на выдохе снижение HbO_2 наступило через _____ с.

2. После задержки дыхания на вдохе снижение HbO_2 наступило через _____ с.

3. ЖЕЛ испытуемого хватило для поддержания нормальной оксигенации артериальной крови в течение _____ с.

Работа 24.2. Влияние увеличения напряжения CO_2 в альвеолярном воздухе на внешнее дыхание (компьютерная программа PhysioLogy)

Активируйте на экране компьютера пиктограмму с меткой **Physio-Logy**. Таким образом, вы ввели программу, позволяющую моделировать влияния различных факторов на функции гемо-кардиореспираторной системы и рассчитывать изменение показателей внешнего дыхания, кровотока, транспорта газов кровью и газообмена в организме в зависимости от условий внешней и внутренней среды.

В центре экрана представлена схема вентиляции и кровотока в легких. В ней выделены три зоны по Весту. Видно, что в верхних долях легких вентиляция (40 %) превышает кровоток (25 %), в нижних долях это соотношение обратное. По сторонам схемы распечатаны данные о величине параметров, характеризующих дыхание, газообмен и кровоток. Обратите внимание на важнейшие из них (символика этих показателей приведена ниже с указанием нормального их уровня в обычных условиях дыхания и кровотока).

A_{O_2} — парциальное давление кислорода в альвеолярном газе = 105–110 mmHg

P_{aO_2} — напряжение кислорода в артериальной крови = 90–100 mmHg

Sa_{O_2} — оксигенация гемоглобина = 96–99 %

F_iCO_2 — содержание CO_2 во вдыхаемом воздухе

P_{ACO_2} — парциальное давление CO_2 в альвеолярном воздухе = 36–40 mmHg

P_{aCO_2} — напряжение CO_2 в артериальной крови = 37–42 mmHg

$P_{aCO_2} - P_{ACO_2}$ = до 4 mmHg

V_d/V_T — отношение физиологического мертвого пространства к дыхательному объему. Норма — до 35 %.

RR = частота дыхания = 9–20 /min

TV = дыхательный объем = 0,3–0,8 л.

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

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

V:Q = отношение вентиляции к кровотоку

Выведите на экран дисплея исходные параметры вентиляции и газообмена, представленные в программе PhysioLogi. Обратите внимание на величины: F_iCO_2 ; P_{ACO_2} ; MV; RR; TV и pH артериальной крови. Эти данные внесены в ниже приведенную табл. 24.1. Используя мышь, установите стрелку в левом верхнем секторе «Inspired gas» на показателе F_iCO_2 % и (нажимая на кнопку мыши) промоделируйте увеличение содержания CO_2 во вдыхаемом воздухе до 3 затем 4 и 5 %. Через 30–40 секунд после каждого изменения CO_2 фиксируйте изображение на экране (переведите стрелку в правый верхний угол и щелкните левой кнопкой мыши на метке File затем Pause), прочтите отсчеты показателей, данные о которых также приведены в табл. 24.2.

Таблица 24.2

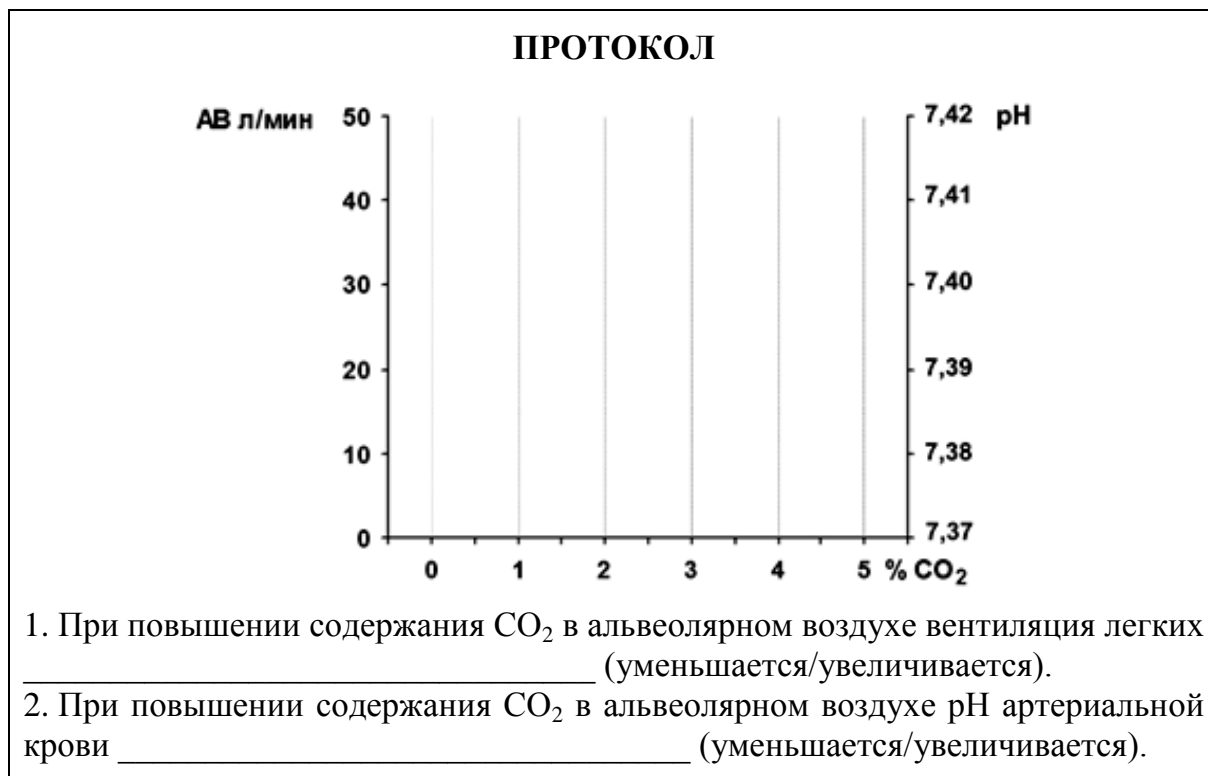
Изменение показателей артериальной крови и вентиляции легких в зависимости от содержания CO_2 во вдыхаемом воздухе

Показатель	Содержание CO_2 во вдыхаемом воздухе			
	0 %	3 %	4 %	5 %
P_{ACO_2}	36,5 мм	37,2	38,8	39,4
P_{aCO_2}	37 мм	37,8	39,3	39,7
MV = АВЛ	4,71 л/мин	13,1	18,5	51,1
RR	10 /мин	15	18	29
TV	0,62 л	1,02	1,20	1,93
pH	7,41	7,40	7,39	7,38

Указания к оформлению протокола:

1. Постройте графики зависимости величины альвеолярной вентиляции (строка выделена жирным шрифтом) и рН от содержания CO_2 во вдыхаемом воздухе.

2. Сделайте заключение о влиянии повышения содержания CO_2 в альвеолярном воздухе на вентиляцию легких и рН крови.



Работа 24.3. ТЕСТИРОВАНИЕ СИЛЫ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ

Определение силы дыхательных мышц является актуальным для понимания патогенеза ряда нарушений внешнего дыхания и уменьшения резервов респираторной системы. Популярность этого простого по выполнению теста в последние годы быстро возрастает, так как выявлено множество факторов, приводящих к развитию слабости дыхательных мышц. А последнее зачастую имитирует или приводит к недостаточности внешнего дыхания.

Слабость дыхательных мышц развивается: 1) при повреждениях дыхательного центра; 2) нарушениях проведения возбуждения в нисходящих нервных путях и нервно-мышечной передаче; 3) заболеваниях самих мышц. Наследственные и приобретенные заболевания нервной системы, отравления наркотиками и токсинами дыхательного центра, судорожные состояния, дисбаланс уровня электролитов, особенно калия, кальция, магния; нарушения нервно-мышечной передачи возбуждения при ботулизме, отравлении ФОС, передозировка миорелаксантов; поражение мышц при коллагенозах, миопатии метаболической природы; утомление мышц, вызванное как их перенапряжением при уменьшении растяжимости легких и туго подвижности грудной клетки, так и изменением оптимального положения диафрагмы и объема грудной клетки.

Поэтому далеко не полному перечню факторов, снижающих силу дыхательных мышц, можно ориентироваться о частоте встречаемости такой патологии.

О силе дыхательных мышц судят по максимальному давлению вдоха (МДВд или МIP – европ.) и максимальному давлению выдоха (МДВвыд = МЕР – европ.).

Для определения МДВвыд измеряют максимальное давление воздуха, создаваемое испытуемым при максимальном усилии выдоха в подсоединенной к нему маске, интубационной трубке или трахеостомической канюле, соединенных с манометром. По А. П. Зильберу (1989) для мужчин границы нормального значения усилия выдоха составляют 87–167 мм рт. ст. (12–23 кПа), для женщин — 58–109 мм рт. ст. (8–15 кПа).

Максимальное давление вдоха (МДВд) определяют по максимальному разрежению воздуха, создаваемому испытуемым при максимальном усилии вдоха в подсоединенном манометрическом устройстве. У мужчин границы нормы падения давления воздуха при максимально интенсивном вдохе составляют 29–94 мм рт. ст. (4–13 кПа), у женщин — 22–65 мм рт. ст. (3–9 кПа).

Материалы и оборудование: пневмотонометр, (при необходимости видеофильм).

Ход работы. При тестировании силы дыхательных мышц следует иметь в виду, что у них, как и у всех других скелетных мышц, имеется зависимость между исходной длиной и развиваемой силой.

Тестировать силу мышц вдоха (МДВд) следует при исходном положении грудной клетки — максимальный выдох. В этой ситуации, при развитии сокращения, мышцы вдоха покажут наибольшую силу, так как они максимально растянуты и к тому же диафрагма имеет максимальную кривизну (вдаётся в грудную полость). О влиянии радиуса кривизны (r) на давление (P) развиваемое напряжением (T) мышцы можно судить по закону Лапласа $P = 2T/r$. Таким образом, при увеличении кривизны (уменьшении радиуса) купола диафрагмы будет развита большая сила. При уплощении диафрагмы развиваемое ее сокращением давление снижается. Это одна из причин уменьшения мощности вдоха у больных с увеличением остаточного объема легких (раздутая грудная клетка у больных эмфиземой легких и т. д.).

Тестировать силу мышц выдоха (определять МДВвыд) следует с исходного положения грудной клетки — максимальный вдох. В этом положении создается максимальное исходное растяжение мышц выдоха и благоприятные условия их сокращения.

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите пол испытуемого.
2. Измеренные показатели МДвд и МДввыд внесите в протокол (при необходимости воспользуйтесь данными, представленными в видеофильме).
3. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

ПРОТОКОЛ

1. Пол испытуемого _____ (м/ж).
2. МДвд = _____ мм рт. ст., МДввыд = _____ мм рт. ст.
3. **Вывод:** сила дыхательных мышц: инспираторных _____ (в норме/снижена); экспираторных _____ (в норме/снижена)

Работа 24.4. МОДЕЛЬ НЕРВНЫХ СВЯЗЕЙ ДЫХАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА (демонстрационная работа)

На электрифицированной модели механизма регуляции дыхания или на компьютерной схеме рассмотрите и проанализируйте: 1) уровни представительства отделов дыхательного центра; 2) локализацию центральных и периферических рецепторов к CO_2 , H^+ , O_2 , а также рецепторов легких; 3) топографию афферентных путей от этих рецепторов. По ходу демонстрации повторяются характеристики рецепторов и нервных центров, а также последовательность взаимодействий различных звеньев механизма регуляции дыхания в процессе развития одиночного дыхательного цикла. На схеме зеленым цветом показаны импульсации, ведущие к развитию вдоха, красным — тормозные влияния, ведущие к подавлению вдоха. Далее моделируются различные нарушения в центральных и периферических звеньях системы регуляции дыхания.

Ход работы. Показ электрифицированной модели или компьютерной схемы. В последнем случае активируйте пиктограмму «**Дыхательный цикл покоя**» на рабочем столе, затем «Показ слайдов», «Показ» и, переведя стрелочный указатель на область рисунка, щелкните левой кнопкой мыши.

Проследите за последовательностью возникновения и передачи возбуждения в ходе одиночного дыхательного цикла. Для повторного просмотра динамики одиночного дыхательного цикла — трижды щелкните левой кнопкой мыши.

Для выхода из программы: двигая мышью, вызовите появление в левом нижнем углу экрана значка треугольника. Активируйте его, затем «Завершить показ слайдов» и «x», «x».

Указания к оформлению протокола:

1. Зарисуйте схему нервных связей дыхательного центра с использованием символов синаптических передач.
2. Укажите стрелками направление передач возбуждения в каждой структуре схемы.

ПРОТОКОЛ

Схема нервных связей дыхательного центра

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

**ЗАНЯТИЕ 25 (7). ИТОГОВОЕ (СЕМИНАРСКОЕ) ЗАНЯТИЕ
ПО РАЗДЕЛАМ «ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ»
И «ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ»**

Основные вопросы:

1. Проводящая система сердца. Строение, физиологические свойства и функции. Современное представление о субстрате, природе и градиенте автоматии.

2. Сократительный миокард. Строение, физиологические свойства и функции. Законы сокращения сердца.

3. Потенциалы действия клеток пейсмекера и типичных кардиомиоцитов. Соотношение возбуждения, возбудимости и сокращения миокарда.

4. Сердечный цикл. Последовательность фаз и периодов сердечного цикла, их характеристика.

5. Электрические проявления сердечной деятельности. План анализа и критерии нормы ЭКГ. Понятие об экстрасистолах.

6. Тоны сердца, их происхождение. Поликардиография, соотношение ЭКГ и ФКГ.

7. Саморегуляция деятельности сердца. Ударный и минутный объем крови, их зависимость от величины венозного возврата (закон Старлинга) и сосудистого сопротивления (феномен Анрепа).

8. Гуморальная регуляция деятельности сердца.

9. Рефлекторная регуляция деятельности сердца. Характеристика влияния парасимпатических и симпатических нервных волокон и их медиаторов на деятельность сердца. Рефлекторные изменения работы сердца, в том числе при врачебных манипуляциях в полости рта.

10. Кровяное давление, его роль, факторы, определяющие его величину. Виды кровяного давления. Изменение АД при врачебных манипуляциях в полости рта, при изменениях положения тела в пространстве.

11. Основные законы гемодинамики. Функциональная классификация различных отделов сосудистого русла. Факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам.

12. Линейная и объемная скорости движения крови в различных отделах сосудистой системы, факторы, их обуславливающие. Давление крови в различных отделах сосудистой системы.

13. Артериальный пульс, его происхождение. Клинико-физиологические характеристики пульса. Анализ сфигмограммы.

14. Капиллярный кровоток и его особенности. Микроциркуляция и ее роль. Механизмы обмена жидкости и различных веществ между кровью и тканями. Микроциркуляция в тканях полости рта. Образование лимфы, ее функции.

15. Тонус сосудов. Рефлекторная регуляция тонуса сосудов. Сосудодвигательный центр, его афферентные и эфферентные связи.

16. Гуморальная регуляция тонуса сосудов.
17. Понятие о нормальных величинах АД. Функциональная система, обеспечивающая регуляцию системного артериального давления.
18. Дыхание. Роль системы дыхания в организме. Основные этапы дыхания. Биомеханика вдоха и выдоха.
19. Давление в плевральной полости, его происхождение и роль в механизме вентиляции легких. Показатели вентиляции легких.
20. Газообмен в легких. Состав атмосферного, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Газообмен между альвеолами и кровью, кровью и тканями. Парциальное давление O_2 и CO_2 в альвеолярном воздухе и напряжение газов в артериальной и венозной крови, в тканях и в клетках.
21. Транспорт газов кровью. Транспортные формы O_2 и CO_2 . Факторы, влияющие на сродство гемоглобина к O_2 и CO_2 . Кривая диссоциации оксигемоглобина. Кислородная емкость крови и коэффициент утилизации O_2 .
22. Дыхательный центр: представление о его структуре и локализации, его афферентные и эфферентные связи.
23. Рефлекторная саморегуляция дыхания. Механизм смены дыхательных фаз. Регуляторное влияние на дыхательный центр со стороны высших отделов головного мозга.
24. Гуморальная регуляция дыхания. Роль O_2 , CO_2 и H^+ . Механизм первого вдоха новорожденного ребенка.
25. Функциональная система, обеспечивающая поддержание оптимального для метаболизма содержания O_2 , CO_2 и H^+ в крови.

После изучения разделов «Физиология кровообращения» и «Физиология дыхания» студент должен знать:

- общий план анализа электрокардиограммы (ЭКГ);
 - показатели нормо-, тахи- и брадикардии;
 - показатели давления крови в различных отделах сосудистой системы;
 - изменение показателей АД при врачебных манипуляциях в полости рта, при изменениях положения тела в пространстве;
 - показатели внешнего дыхания взрослого человека;
- должен уметь:
- определять по ЭКГ следующие показатели: ЧСС (ЧВС), ритмичность, амплитуды зубцов и продолжительности интервалов, источник возбуждения, функцию проведения возбуждения;
 - определять частоту и ритмичность сердечных сокращений по пульсу;
 - измерять артериальное давление крови (АД) автоматизированными и ручными методами и оценивать полученный результат;
 - определять ЖЕЛ методом спирометрии и оценивать полученный результат;
 - проводить анализ спирограммы.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и материалы настоящего практикума (занятия 19–24), обучающие материалы компьютерного класса.

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. С. 235–344.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 6–209.

4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 6–207.

5. *Физиология* : учеб. / под ред. В. М. Смирнова. 2-е изд., испр. и доп. Москва : МИА, 2016. С. 245–313.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

ПРОТОКОЛ

Компьютерный тест «25.КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Итоговое занятие...».

Проверьте допуск!

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

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

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

РАЗДЕЛ «ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«	___	»	_____	_____
	число		месяц	год

ЗАНЯТИЕ 26(8). ПИЩЕВЫЕ МОТИВАЦИИ. ПИЩЕВАРЕНИЕ В ПОЛОСТИ РТА. ЗАЩИТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПОЛОСТИ РТА. ГЛОТАНИЕ

Основные вопросы:

1. Пищевые мотивации. Физиологические механизмы голода и насыщения. Функции желудочно-кишечного тракта.
2. Пищеварение в полости рта. Виды чувствительности тканей полости рта. Механическая и химическая обработка пищи. Формирование пищевого комка. Понятие о мастикациографии.
3. Функциональная характеристика жевательного аппарата. Роль жевательных и мимических мышц, различных групп зубов и височно-нижнечелюстных суставов в процессе механической обработки пищи в полости рта.
4. Твердые ткани зуба. Эмаль: структура, свойства, функции, особенности «питания». Проницаемость эмали для различных веществ и ее регуляция (рН, углеводы (глюкоза), гиалуронидаза микроорганизмов, фтор).
5. Химическая обработка пищи в полости рта. Жидкости полости рта: ротовая (смешанная слюна), гингивальная, слюна слюнных желез. Функции и состав ротовой жидкости.
6. Диагностическое значение исследования свойств и состава ротовой жидкости.
7. Физиологические методы изучения слюноотделения у человека. Слюноотделение, его регуляция. Сиалометрия, нормосаливация. Состояние гипер- и гипосаливации, их проявления.
8. Нормальная микрофлора полости рта и ее значение.
9. Защитная функция ротовой жидкости. Механизмы и способы защиты зубов от кариеса.
10. Глотание, его фазы. Рефлекторная регуляция глотания. Необходимость учета механизма рефлекторного глотания стоматологами. Функциональная связь процессов дыхания, жевания и глотания.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, материалы настоящего практикума, 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. С. 345–349, 370–371.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 209–249.

4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 208–255.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 26.1. СИАЛОМЕТРИЯ

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

Перед определением скорости слюноотделения следует подробно объяснить пациенту цель и методику процедуры сбора слюны. Слюну следует собирать через 1,5–2 часа после еды или натошак (после ночного перерыва в приеме пищи). Пациента просят не делать того, что может стимулировать слюноотделение до самой процедуры сбора. Этот запрет включает жевание чего-либо, например, пищи, жевательной резинки, конфет; курение, чистку зубов, полоскание полости рта, питье и т. п. Сам тест следует проводить в спокойном месте.

Для получения средних значений скорости слюноотделения следует провести как минимум два определения, примерно в одно и то же время в два разных дня. Если у пациента исходные показатели были определены ранее, новые данные могут быть использованы для сравнения или как сравнительный показатель состояния слюнных желез в настоящее время. Если исходных данных нет, как это обычно бывает, скорость слюноотделения может быть сопоставлена с подходящим для данной популяции стандартом. Как и в любом другом исследовании, результаты следует интерпретировать в свете истории болезни пациента, присутствия других симптомов болезни и результатов других тестов (исследований).

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

В качестве измерительного устройства применяют «Сиалометр» или хорошо калиброванный мерный цилиндр. «Сиалометр» — это специально сконструированный и повторно используемый инструмент (Pro-Flow Inc., Amityville, N. Y.), с помощью которого собирают как стимулированную слюну, так и слюну в покое в один сосуд. В противном случае используют 2 мерных цилиндра (пробирки) емкостью примерно на 12 мл, калиброванные с точностью 0,1 мл и 2 воронки.

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

Ход работы.

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

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

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

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

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

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ	
1. Скорость выделения слюны:	нестимулированной _____ мл/мин, стимулированной _____ мл/мин.
2. Вывод. У испытуемого _____ (нормо-, гипо- или гиперсаливация)	

происхождения этих ферментов различны: слюнные железы, клетки эпителия слизистой полости рта, микроорганизмы, эмигрировавшие в полость рта лейкоциты. Под воздействием этих ферментов происходит гидролиз углеводов, липидов, нуклеиновых кислот, отщепление фосфатов от органических соединений. В слюне человека преобладает содержание (0,4–1,0 г/л) амилазы. Она синтезируется в различных слюнных железах в следующем объеме: ОУСЖ — 0,5–1,5 г/л; ПЧСЖ — 0,1–0,5 г/л; ПЯСЖ — 0,1–0,5 г/л.

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

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

Ход работы. Соберите слюну (см. предыдущую работу). Разбавьте ее водой в соотношении 2:1 (две части слюны). В каждую пробирку налейте по 2 мл разбавленной слюны.

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

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ				
№ пробирки	Содержимое пробирки	t °C	рН	Окраска содержимого в синий цвет (имеется/нет)
1		37		
2		100		
3		37		
4		0		

Вывод. Ферментативная активность α -амилазы слюны проявляется при t° _____ и рН раствора _____.

ПИЩЕВАРЕНИЕ В ПОЛОСТИ РТА. ВИДЫ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ТКАНЕЙ ПОЛОСТИ РТА

Пищеварение в полости рта заключается в механической и химической обработке пищи с формированием из неё пищевого комка пригодного для глотания. Механическая обработка длится 15–30 с, в течение которых пища подвергается полостному пищеварению под влиянием ферментов различного происхождения (смешанное переваривание). Пищеварение происходит в слабокислой либо слабощелочной среде и гидролизу подвергаются преимущественно углеводы, всасывание продуктов гидролиза незначительно из-за кратковременности пребывания пищи в полости рта.

Пищеварение в полости рта начинается с определения физико-химических свойств поступившей пищи и её пригодности для дальнейшей обработки. Поступившая в рот пища раздражает тактильные, температурные и вкусовые рецепторы слизистой оболочки полости рта и языка. Одновременно с ними или даже ранее активируются обонятельные рецепторы и проприорецепторы мимических и жевательных мышц, а также рецепторы пульпы (при смыкании зубов во время откусывания пищи). Таким образом, по характеру информации, передаваемой от рецепторов органов полости рта в ЦНС, следует выделять не менее 6 видов чувствительности: тактильной, проприоцептивной, болевой, холодовой, тепловой и вкусовой. Импульсы от рецепторов передаются с разной скоростью в ЦНС по различным нервным волокнам тройничного, лицевого, языкоглоточного, блуждающего и подъязычного нервов. На основании анализа поступивших афферентных сигналов в ЦНС оцениваются физико-химические свойства каждой принятой порции пищи и формируются ощущения (тактильные, температурные, вкусовые), результатом чего является решение — жевать пищу или отвергать.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, ПОНЯТИЕ О МАСТИКАЦИОГРАФИИ

Процесс механической обработки пищи во рту называется жеванием. Жевание — строго координированный двигательный акт, обеспечивающий движения нижней челюсти и периодическое смыкание зубов, во время которых в полости рта происходит измельчение твёрдых составных частей пищи, её перемешивание с ротовой жидкостью и формирование пищевого комка, пригодного для глотания. Сокращения и расслабления основных и вспомогательных жевательных мышц обеспечивают подвижность нижней челюсти. Мимические мышцы и губы закрывают вход в ротовую полость и удерживают в ней пищу при жевании. Мышцы языка обеспечивают его высокую подвижность и участие в процессе перемешивания пищи со слюной и перемещении твердой пищи в пространство между зубными рядами для её измельчения и перетирания.

Процесс механической обработки пищи в полости рта обеспечивает жевательная система, информация о которой достаточно подробно изложена на страницах 41–47.

Жевательные движения нижней челюсти исследуют различными методами: рентгенокинематографическим (непрерывной регистрации с помощью видео- или киноаппаратуры); электромастикациомиографическим (регистрации электрической активности жевательных мышц с помощью накожных или вкальываемых в мышцу электродов, сигнал от которых подаётся на усилитель и регистрирующее устройство); мастикациографическим. Мастикациография — метод графической регистрации дви-

жений нижней челюсти в процессе жевания. Жевание — периодический процесс. На рис. 26.1 показана мастикациограмма одного жевательного периода — цикла (повторяющегося в процессе жевания) движений нижней челюсти при пережёвывании одной порции пищи.

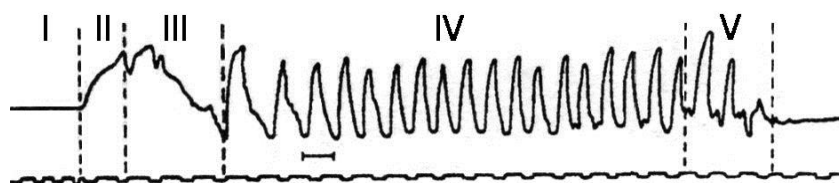


Рис. 26.1. Мастикациограмма одного жевательного периода.

I — фаза покоя; II — фаза введения пищи в рот; III — фаза начальной жевательной функции; IV — основная фаза жевания; V — фаза формирования пищевого комка

Мастикациограмма является обратным уменьшенным отражением движений нижней челюсти, т. е. опускание нижней челюсти (например, при открывании рта) отражается в виде кривой, идущей вверх, и наоборот. Жевательный период состоит из пяти фаз: 1) покоя (до введения пищи в полость рта, когда нижняя челюсть неподвижна и межжюклизонное пространство составляет 1–7 мм); 2) введения пищи в рот (первое восходящее колено на мастикациограмме, отражающее опускание нижней челюсти); 3) начальной жевательной функции, или адаптации к принимаемой пище (первое нисходящее колено, отражающее подъём нижней челюсти и процесс смыкания зубов при откусывании и первоначальном дроблении пищи, приспособлении к ней); 4) основная фаза жевания (в виде череды крупных жевательных волн, отражающих процессы опускания и подъёма нижней челюсти с целью дробления, перемалывания и перетирания откусенного куска пищи между зубными рядами); 5) формирования пищевого комка и его проглатывания (волнообразная кривая с постепенным уменьшением амплитуды волн). После проглатывания пищевого комка устанавливается новое состояние покоя жевательного аппарата, что отражается в виде прямой горизонтальной линии.

Соотношение фаз жевательного периода, амплитуда размахов жевательных движений и длительность пауз глотания зависит от величины и консистенции пищевого комка, характера пищи, её вкусовых качеств. Характер мастикациограммы может меняться при нарушении целостности зубных рядов, при заболеваниях зубов и пародонта, слизистой оболочки, языка, жевательных мышц и других факторов.

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

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

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

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

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

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

Эмаль — самая твердая и самая плотная структура в организме человека, выдерживающая большие механические нагрузки, устойчивая к колебаниям температуры и действию химических веществ (кислот, щелочей, ферментов, продуктов жизнедеятельности микроорганизмов полости рта), содержащихся в пище и в ротовой жидкости. Эмаль (из всех твердых тканей) содержит наибольшее количество неорганических веществ (до 99 %) — минеральных (95 %) и воды (4 %). Минеральная основа эмали — кристаллы апатитов: гидроксиапатит (75–90 %), фтороапатит, карбонатный апатит, хлороапатит. Размеры кристаллов апатитов эмали (1600 × 400 ангстрем) существенно больше, чем в других твердых тканях (640 × 40 ангстрем, в кости). Минеральные вещества неравномерно распределены в эмали. В наружных слоях эмали много кальция и фосфатов, а содержание фтора в 10 раз больше чем в подлежащих слоях.

Поэтому поверхностные слои эмали более твердые и более устойчивые к химическим и температурным воздействиям, но в то же время и более хрупкие. Органический компонент эмали (до 1 %) представлен неколлагеновыми белками, пептидами, липидами, моносахаридами. Неколлагеновые белки — амелогенины, энамелины, С-связывающий белок эмали (КСБЭ). КСБЭ играет главную роль в формировании белковой матрицы. Эта матрица является зоной нуклеации для роста кристаллов гидроксиапатита. Она фиксируется на волокнах амелогенинов.

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

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

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

содержания минеральных веществ (в 2,7 раза по массе и в 5,5 раз по объему) и совершенствованием её структуры. У людей старшего возраста происходит постепенное стирание эмали.

ЖИДКОСТИ ПОЛОСТИ РТА: РОТОВАЯ (СМЕШАННАЯ СЛЮНА), ГИНГИВАЛЬНАЯ, СЛЮНА СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ. СОСТАВ И ФУНКЦИИ РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ

Ротовая жидкость состоит из смеси секретов больших и малых слюнных желез (т. е. смешанной слюны) и целого ряда компонентов неслюнного происхождения. К последним относят: детрит слизистых и органов рта; десневую жидкость зубодесневого желобка; микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибки) и продукты их жизнедеятельности, локализованные преимущественно в мягком зубном налете; остатки пищи; сывороточные компоненты и клетки крови (лейкоциты); бронхиальные секреты. Состав и свойства ротовой жидкости представлены в табл. 26.1.

Таблица 26.1

Состав и физико-химические свойства ротовой жидкости

Объем (мл/сутки)	300–1000	HCO_3^- , ммоль/л	10–20
Вода, %	99,0–99,5	pH	6,2–7,4
Плотные вещества, %	0,5–1,0	Общий белок, г/л	1,6–6,3 (2,3)
Плотность, г/л (кг/м^3)	1002–1017	Амилаза, мг/л	380
Вязкость, пуаз.	1,10–1,32	Лизоцим, мг/л	200
Кальций, ммоль/л	1,25–1,65	Иммуноглобулин А, мг/л	190
Фосфор общий, ммоль/л	3,87–7,72	Муцин, г/л	3
Фториды, мкмоль/л	0,01–0,05	Мочевина, мг/л	200
Натрий, ммоль/л	10–20	Холестерол, мг/л	80
Хлор, ммоль/л	10–20	Глюкоза, мг/л	10–100
Калий, ммоль/л	20–40	Лейкоциты, в 1 мл	4000–5000
Осмотическое давление, мосмоль/кг	50–100	Микроорганизмы, в 1 мл	4×10^6 – 6×10^9

Смешанная слюна — это смесь секретов трех пар больших и множества мелких слюнных желез языка и слизистых оболочек полости рта. За сутки вырабатывается около 500 мл (пределы от 300 до 1000 мл) смешанной слюны (табл. 25.1). Из нее 5 % приходится на секрет мелких слюнных желез и подъязычных желез, 70 % (основное количество) — на секрет подчелюстных желез, 25 % — на секрет околоушных желез. **Слюна слюнных желез** — это сложная биологическая жидкость (секрет и экскрет одновременно), вырабатываемая конкретной (большой или малой) слюнной железой и выделяемая в ротовую полость. Установлено, что даже **чистые секреты больших слюнных желез** собранные непосредственно из протоков околоушных, поднижнечелюстных и подъязычных желез, содержат не только синтезированную слюну, но и вещества, переносимые током крови (гормоны, лекарства и др.), а также и вирусы.

Десневая жидкость — жидкое содержимое десневого желобка — представляет собой у здоровых людей трансудат сыворотки крови. Она является переходной средой между тканями пародонта и ротовой жидкостью. В ней содержатся лейкоциты, клетки десквамированного эпителия, микроорганизмы, электролиты, белки (в том числе иммуноглобулины) и т. д. Содержание белков составляет в ней около 8 %, как и в плазме крови. Содержание Na^+ и K^+ в десневой жидкости существенно ниже, чем в плазме крови, тогда как содержание Ca^{2+} , P , F^- и Cl^- не имеет существенных различий.

Важной особенностью является то, что через десневой желобок и его жидкость в полость рта поступают живые лейкоциты до 500 000 в час: нейтрофилы (95–97 %), моноциты (2–3 %) и лимфоциты (1–2 %). До прорезывания зубов в ротовой жидкости нет лейкоцитов, которые появляются в полости рта лишь после образования десневого желобка. За сутки в ротовую полость (при наличии зубных рядов) поступает от 0,5 до 2,5 мл десневой жидкости. При воспалении тканей пародонта количество десневой жидкости увеличивается за счет повышения проницаемости стенок кровеносных сосудов под действием гиалуронидазы, вырабатываемой микроорганизмами.

Функции ротовой жидкости.

Защитная функция подробно изложена в следующем вопросе.

Питательная или минерализующая функция ротовой жидкости заключается в том, что она является основным источником доставки минеральных веществ (кальция, фосфатов и др.) и микроэлементов (фтора и др.) в эмаль, необходимых для ее созревания, предупреждения выхода минеральных веществ из эмали и поддержания ее оптимального химического состава.

Пищеварительная функция ротовой жидкости рассмотрена выше и в сжатом виде может быть представлена в следующем виде: а) растворение пищевых веществ для определения вкусовых свойств пищи и ее пригодности для глотания; б) облегчение механической обработки пищи (жевания и измельчения); в) химическая обработка пищи, прежде всего частичный гидролиз полисахаридов α -амилазой; г) участие в формировании пищевого комка и облегчении его проглатывания.

Речевулучшающая функция ротовой жидкости — участие слюны в увлажнении слизистой оболочки рта и языка, что существенно облегчает артикуляцию и произношение звуков, а также улучшает резонансные свойства ротовой полости.

Экскреторная (или выделительная) функция смешанной слюны заключается в удалении из организма продуктов обмена (мочевины, мочевой кислоты, аммиака), что наиболее очевидно у пациентов с нарушением функции почек, а также солей тяжелых металлов, фармакологических препаратов.

Как заметил Клод Бернар, мы распознаем функции органа, выявляя последствия его отсутствия. Важность ротовой жидкости (и слюны, как важнейшей и наибольшей ее составной части) наилучшим образом демонстрируется у тех пациентов, у которых слюнной секрет фактически не поступает в полость рта (например, больных после больших доз облучения или с аутоиммунным поражением слюнных желез). У таких пациентов отмечается резко выраженная сухость полости рта и горла. Им очень трудно принимать пищу, они должны постоянно «потягивать» воду при жевании, у них много проблем с проглатыванием. Они жалуются на жжение в полости рта, необычные вкусовые ощущения, трудности в разговоре, на языке образуются щели и дольки. Постоянными проблемами становятся кариес и эрозии; кариес начинает поражать нетипичные для этого заболевания поверхности зубов.

ЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ. МЕХАНИЗМЫ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ЗУБОВ ОТ КАРИЕСА

Прежде всего, это защита эпителия слизистой оболочки полости и органов рта от пересыхания и поддержание его целостности. Она достигается за счет постоянного слюноотделения (саливации) базовой слюны, которая увлажняет и смазывает слизистую оболочку полости рта. Кроме того, слюна содержит в своём составе эпителиальный фактор роста (ЭФР), который в случае повреждения слизистой полости рта или других отделов ЖКТ стимулирует в них процессы репарации. Кроме того, ротовая жидкость за счёт обволакивания грубой пищи обеспечивает механическую защиту

эпителия от повреждений в процессе жевания. Многослойный плоский неороговевающий эпителий слизистой оболочки полости рта защищает подлежащие структуры от механических, термических и химических воздействий пищи, а также служит надежным барьером от проникновения в кровь и лимфу большинства микроорганизмов.

Растворение пищи слюной обеспечивает возможность воздействия ее компонентов на вкусовые рецепторы и определение её вкусовых свойств, что необходимо для решения вопроса о глотании пищевого комка или его отвержении.

Защитные рефлексы при случайном попадании чрезмерно твёрдой, слишком холодной или горячей пищи запускают механизмы её удаления из полости рта или обильное выделение слюны для согревания или охлаждения пищи, соответственно.

Полость рта — открытая система, которую необходимо постоянно защищать от попавших в неё патогенных микроорганизмов. Защита достигается бактериостатическим и бактерицидным действием лизоцима, иммуноглобулинов разных классов (прежде всего, иммуноглобулина А секреторного), нуклеаз, пероксидаз и других веществ, которые находятся в ротовой жидкости (табл. 25.1). Живые лейкоциты, которые постоянно выходят в полость рта с десневой жидкостью, также обеспечивают фагоцитоз и разрушение микроорганизмов. На выходе из полости рта в глотку находится глоточное лимфоидное кольцо, которое обеспечивает при необходимости развитие специфических защитных иммунных реакций. Наконец, симбионтные микроорганизмы, которые постоянно обитают в полости рта, выделяют химические факторы, препятствующие развитию патогенных микроорганизмов.

Знание механизмов защиты зубов от развития кариеса представляет особый интерес для будущего врача-стоматолога. Защита реализуется следующими эндогенными и экзогенными механизмами и способами: 1) постоянным механическим очищением зубов от остатков пищи омывающей их слюной, разведением и клиренсом сахаров пищевых продуктов ротовой жидкостью; 2) поддержанием в оптимальных пределах кислотно-основного состояния в полости рта и нейтрализация кислот, образующихся микроорганизмами в зубном налете; 3) бактерицидным действием компонентов слюны (его механизм описан выше); 4) участием слюны в процессах питания эмали и обеспечения её ионами для процессов реминерализации; 5) профилактическим использованием F^- при чистке зубов (в составе зубных паст); 6) соблюдением правил потребления углеводов. Способы системной и местной профилактики кариеса фтором (прежде всего, механическая чистка зубов зубными пастами с F^- не менее двух раз в день, утром и вечером). Необходимость выполнения требований правил потребления углеводов, объединённых в рамках понятия «культура потребления углеводов», обусловлена прямой тесной связью между количеством употребляемых рафинированных углеводов и длительностью их пребывания в полости рта с возникновением кариесогенных условий и развитием кариеса. В связи с этим соблюдение правил «культуры потребления углеводов» по мнению стоматологов однозначно снижает распространённость поражения зубов кариесом в популяции. Рекомендации заключаются в следующем: а) не есть сладкого на ночь; б) не употреблять сладкое как последнее блюдо при приеме пищи; в) не есть сладкого между приемами пищи; г) при нарушении какого-либо из правил необходимо почистить зубы либо прополоскать рот.

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«	___	»	_____	_____
число			месяц	год

**Занятие 27(9). ПИЩЕВАРЕНИЕ В ЖЕЛУДКЕ. ПИЩЕВАРЕНИЕ
В ТОНКОМ И ТОЛСТОМ КИШЕЧНИКЕ.
РОЛЬ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ
И ПЕЧЕНИ В ПИЩЕВАРЕНИИ**

Основные вопросы:

1. Пищеварение в желудке. Состав и свойства желудочного сока. Фазы и механизмы регуляции желудочной секреции.
2. Пищеварение в 12-перстной кишке.
3. Внешнесекреторная деятельность поджелудочной железы. Состав и свойства сока поджелудочной железы. Регуляция панкреатической секреции.
4. Функции печени, роль печени в пищеварении.
5. Состав, свойства и функции желчи. Регуляция образования желчи, выделения ее в 12-перстную кишку.
6. Полостной и мембранный гидролиз пищевых веществ в тонком кишечнике. Моторная деятельность тонкой кишки и ее регуляция.
7. Пищеварение в толстом кишечнике. Роль микрофлоры толстого кишечника для организма.
8. Моторная деятельность толстого кишечника и ее регуляция.
9. Всасывание веществ в различных отделах пищеварительного тракта. Виды и механизмы всасывания.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, 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. С. 349–370.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 249–278.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 255–279.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

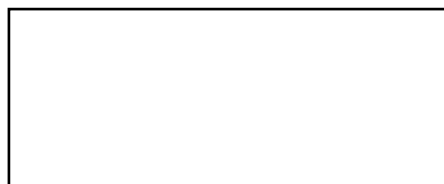
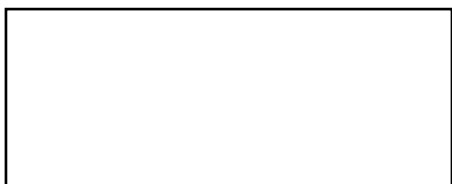
Работа 27.1. ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЧИ НА ЖИРЫ

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

Ход работы. Возьмите два предметных стекла, на каждое нанесите по 2 капли воды и растительного масла. К капле воды с маслом на одном из стёкол добавьте каплю желчи. Стеклянной палочкой тщательно перемешайте сначала

каплю без желчи, потом с желчью, не допуская попадания желчи во вторую каплю. Рассмотрите содержимое обеих капель под лупой.

Результаты работы и их оформление. Нарисуйте, как распределяется жир в каплях воды без добавления и с добавлением желчи.



Выводы: (как влияет желчь на состояние жира и механизм этого явления)

Работа 27.2. ПРИСТЕНОЧНОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ

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

Ход работы. В две пробирки налейте по 1 мл раствора Рингера и раствора варёного крахмала. При помощи пинцета оденьте участок тонкой кишки на палочку. В нижней части привяжите кишку ниткой к палочке и при помощи пинцета выверните кишку, потянув её за свободный край. В одну из пробирок погрузите привязанный лигатурой к палочке вывернутый участок тонкого кишечника крысы. Обе пробирки поставьте в водяную баню на 30 мин при температуре 38 °С, по окончании инкубации извлеките кишку из пробирки, а затем в обе пробирки внесите по 1–2 капле раствора Люголя.

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

Вывод: (укажите, где произошёл гидролиз крахмала и объясните механизм) _____

Работа 27.3. АМИЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПЛАЗМЫ КРОВИ

В физиологических условиях α -амилаза плазмы (сыворотки) крови представлена на 40 % панкреатической α -амилазой и на 60 % α -амилазой слюнных желез. Активность α -амилазы в сыворотке (плазме) крови изменяется под влиянием приема пищи (днем она выше, чем ночью). Определение α -амилазы

в плазме крови может применяться в клинике для оценки функции поджелудочной железы (острый панкреатит, обострение хронического панкреатита).

Материалы и оборудование: пробирка с 2 мл плазмы крови, 1%-ный раствор крахмала, раствор Люголя, пипетки, водяная баня.

Ход работы. В пробирку с плазмой крови добавьте 1 мл раствора крахмала и инкубируйте полученную смесь в водяной бане 20 минут при температуре 38 °С. По окончании инкубации добавьте в пробирку 1 каплю раствора Люголя и следите за изменением цвета содержимого пробирки. При оценке результата помните, что йод, содержащийся в растворе Люголя, окрашивает растворы крахмала в синий цвет.

Указания к оформлению протокола:

1. В протоколе укажите, произошло или нет окрашивание раствором Люголя содержимого пробирки после инкубации.

2. Сделайте заключение о наличии или отсутствии в плазме крови фермента α -амилазы. Укажите источники ее поступления в кровь.

ПРОТОКОЛ

1. При добавлении 1 капли раствора Люголя в пробирку (после 20-минутной инкубации ее содержимого на водяной бане) окрашивание раствора в ней _____ (произошло/не произошло).

2. В плазме крови _____ (имеется/не имеется) фермент α -амилаза, гидролизующий крахмал.

3. Источники поступления α -амилазы в кровь:

а) _____; б) _____

Работа 27.4. ВЛИЯНИЕ НЕЙРОМЕДИАТОРОВ СИМПАТИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НА ПЕРИСТАЛЬТИКУ ТОНКОГО КИШЕЧНИКА И АНАЛИЗ НЕЙРОМЕДИАТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ НА ГЛАДКИЕ МЫШЦЫ КИШЕЧНИКА (демонстрационная компьютерная работа)

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

2. Nerve Stimulation

1. Frequency Response

F₅-25,0 Hz (stimulation) (зарисовать результат в протокол, рис. 1, Б);

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

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

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

Esc → 1. Adrenergic Drugs

Noradrenaline

Dose response

F₅ (54 µg/ml) (зарисовать результат в протокол, рис. 1, B);

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

Указания к оформлению протокола:

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

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

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

ПРОТОКОЛ

Рисунок 1. Перистальтика участка тонкой кишки (1 А) и влияние на нее электрической стимуляции симпатического нерва (1 Б) и введения норадреналина (1 В).

1 А



1 Б

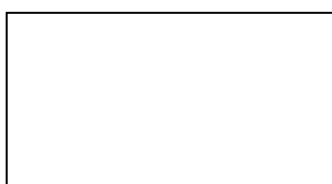


1 В

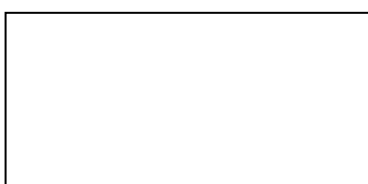


Рисунок 2. Влияние атропина в дозе 2 µg/ml (2 А), пропранолола в дозе 20 µg/ml (2 Б) и фентоламина в дозе 200 µg/ml (2 В) на торможение перистальтики участка тонкой кишки, вызванной электрической стимуляцией иннервирующего кишку симпатического нерва.

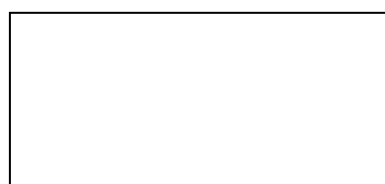
2 А



2 Б



2 В



Вывод: _____

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

РАЗДЕЛ «ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 28(10). ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ПИТАНИЕ

Основные вопросы:

1. Понятие об обмене веществ в организме. Характеристика процессов анаболизма и катаболизма, их взаимосвязь.
2. Обмен веществ между организмом и внешней средой как основное условие жизни. Незаменимые для организма вещества.
3. Понятие нормальной потребности в питательных веществах. Пластическая и энергетическая роль белков, жиров и углеводов.
4. Основной обмен, величина и факторы, его определяющие.
5. Методы определения энергозатрат организма (прямая и непрямая калориметрия, расчет по таблицам и формулам).
6. Энергетический баланс организма. Рабочий обмен. Энергозатраты организма при различных видах трудовой деятельности.
7. Нормы питания в зависимости от возраста, пола, вида труда, состояния организма. Принципы здорового питания с учетом профилактики кариеса («культура потребления углеводов», прием грубой пищи и т. д.).
8. Масса тела как объективный показатель прихода и расхода энергии. Понятие о норме массы тела и ее регуляции. Физиологические основы двигательной активности при избыточной массе тела.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, материалы настоящего практикума, 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. С. 372–394.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 278–321.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 280–323.
5. *Физиология* : учеб. / под ред. В. М. Смирнова, В. А. Правдивцева, Д. С. Свешникова. 5-е изд., испр. и доп. Москва : МИА, 2017. С. 320–339.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 28.1. РАСЧЕТ ДОЛЖНЫХ ВЕЛИЧИН ОСНОВНОГО ОБМЕНА ПО ТАБЛИЦАМ И ФОРМУЛАМ

Основной обмен — минимальные энергозатраты, необходимые для поддержания процессов жизнедеятельности организма в стандартных условиях. **Стандартные условия**, позволяющие исключить дополнительные затраты энергии, включают: 1) состояние **бодрствования утром после сна** (во время сна энергозатраты снижены на 8–10 % по сравнению со спокойным бодрствованием); 2) состояние физического и психического **покоя в положении лежа**; 3) **натошак, через 12–16 ч** после приема **пищи** (для исключения её специфически динамического действия); 4) при внешней **«температуре комфорта»** (18–20 °С для легко одетого человека), не вызывающей ощущения холода или жары. Энергия основного обмена расходуется на обновление клеточных структур, поддержание постоянной температуры тела, деятельности внутренних органов, тонуса скелетных и сокращения дыхательных мышц и др.

Величину основного обмена (ОО) легко рассчитать по формулам и таблицам, выведенным по результатам большого числа исследований суточных затрат энергии здоровыми людьми разного пола, возраста, массы тела и роста. Существует много способов расчета должной величины основного обмена (*должный ОО*). Одним из таких способов является расчет по формулам, приведенным в табл. 28.1.

Таблица 28.1

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

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

Одним из наиболее широко используемых методов определения должной величины основного обмена является метод определения основного обмена по **таблицам Гаррис–Бенедикта** (приведены в Приложении). Имеются два варианта таблиц — для мужчин и для женщин. Каждая из них содержит две таблицы, А и Б. В первой таблице находят число А, зависимое от массы тела, а во второй — число Б, зависимое от роста и возраста. Сумма этих двух чисел (А+Б) дает должную величину ОО.

Ещё одним широко применяемым методом определения должного ОО является **метод Дюбуа**. Он основан на правиле поверхности тела, согласно которому затраты энергии теплокровного организма пропорциональны площади поверхности тела. Установлено, что теплопродукция на 1 м² поверхности тела человека зависит от возраста и пола. Для вычисления должного ОО найденную по табл. 28.2 величину продукции тепла в ккал/м²·час следует умножить на площадь по-

верхности тела (в м²) и на 24 часа в сутках. Площадь поверхности тела находят по номограмме в зависимости от массы тела и роста (приведена в приложении).

Таблица 28.2

Затраты на основной обмен здоровых людей в зависимости от возраста и пола

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

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

Указания к оформлению протокола:

1. Рассчитайте собственную должную величину ОО несколькими способами — по формулам, по таблицам Гаррис–Бенедикта и по площади поверхности тела.

2. Сравните полученные результаты. Наиболее точными методами являются метод с использованием таблиц Гарриса–Бенедикта и метод Дюбуа. Результаты, полученные этими двумя методами, обычно отличаются незначительно (как правило, не более чем на 50–150 ккал).

ПРОТОКОЛ

- Пол _____ (м/ж); рост _____ см; масса тела = _____ кг; возраст _____ лет.
- Должный ОО = $1,0 (0,9) \times \text{МТ} \times 24 = \underline{\hspace{2cm}}$ = _____ ккал/сутки.
 Должный ОО = _____ \times МТ + _____ = _____ ккал/сутки.
 (по формуле из табл. 28.1)
 Должный ОО = А + В = _____ = _____ ккал/сутки.
 (по таблице Гаррис–Бенедикта)
 Площадь поверхности тела (S) (по номограмме) = _____ м²,
 Продукция тепла (Е) на м² в час (из табл. 28.2) = _____ ккал/м²·час.
 Должный ОО = $E_{\text{ккал/м}^2\cdot\text{час}} \times S_{\text{м}^2} \times 24_{\text{час}} = \underline{\hspace{2cm}}$ = _____ ккал/сутки.
 (по Дюбуа)

Работа 28.2. ОЦЕНКА МАССЫ ТЕЛА (МТ)

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

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

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

$$\text{ДМТ} = \text{Рост (см)} - 100 \text{ (при росте до 165 см);}$$

$$\text{ДМТ} = \text{Рост (см)} - 105 \text{ (при росте от 166 до 175 см);}$$

$$\text{ДМТ} = \text{Рост (см)} - 110 \text{ (при росте свыше 175 см).}$$

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

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

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

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

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

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

Пониженная МТ человека по сравнению с ДМТ

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

Таблица 28.3

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

	Гипотрофия, (сниженная МТ)	Норма МТ	Ожирение (повышенная МТ)
ИМТ	< 18,5	18,5–25,0	> 25,0
Риск заболеваний	Анемии; снижение иммунитета и повышение частоты инфекционных заболеваний легких, мочевых путей и др.; остеопороз, кахексия	Минимальный	Ожирение, сахарный диабет, атеросклероз, артериальная гипертензия и др.
Общие рекомендации	Поступление (веществ) энергии (ПЭ) должно превышать расход энергии (РЭ). Увеличить прием питательных веществ (калорий) и снизить физическую активность	ПЭ = РЭ, поддерживать стабильной МТ	ПЭ должно быть < РЭ, уменьшить количество потребляемых веществ (калорий) и увеличить физическую нагрузку

Оценка МТ с помощью расчета весоростового индекса (табл. 28.3) — индекса массы тела (ИМТ). ИМТ рассчитывается по формуле: $ИМТ = МТ_{кг}/(Рост_м)^2$. В соответствии с полученным ИМТ можно оценить степень риска развития сопутствующих заболеваний.

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите вашу фактическую (измеренную) МТ.
2. Рассчитайте вашу ДМТ и ИМТ.
3. Оцените вашу МТ, постройте график, отражающий динамику изменения МТ, и ответьте на вопрос, имеющийся в протоколе.
4. Оцените содержание жира в организме испытуемого.

ПРОТОКОЛ

1. МТ = _____ кг. Рост _____ см, _____ м. Пол _____ (м/ж).

2. ДМТ по Брока = _____ кг.

ДМТ (с учетом пола и роста) _____ кг.

ИМТ = _____

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

Как должна изменяться МТ (оставаться стабильной, ↑ или ↓) человека, если она соответствует ДМТ _____; повышена, (> ДМТ) _____; снижена (< ДМТ) _____

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

НЕЗАМЕНИМЫЕ ДЛЯ ОРГАНИЗМА ВЕЩЕСТВА

1. Кислород.

2. Вода.

3. Органические вещества. В организме человека содержится огромное количество видов органических молекул, но для поддержания здоровья необходимо поступление только 24 органических веществ (дополнительно к источникам энергии): 9 незаменимых аминокислот (*треонин, валин, изолейцин, лейцин, лизин, триптофан, метионин-цистин, фенилаланин-тирозин, гистидин*), 2 жирных кислот (*линолевая, линоленовая*) и 13 витаминов (*А, Д, Е, К; С, В₁, В₂, В₅, В₆, В_С, В₁₂, биотин, ниацин*). Подавляющее большинство входящих в состав пищи органических молекул, хотя и метаболизируются или ассимилируются организмом, являются заменимыми в том смысле, что их изъятие из пищевого рациона не вызывает развитие заболевания. Такая простота в потребности организма в питательных веществах по сравнению со сложностью состава тела является результатом его замечательной способности к эндогенному биосинтезу.

4. Неорганические вещества. Из них жизненно необходимыми веществами считаются *кальций, фосфор, йод, железо, магний, цинк, медь, калий, натрий, хлор, кобальт, хром, марганец, молибден и селен*. (Возможно, что мышьяк, ванадий и олово также являются жизненно важными микроэлементами).

СУТЬ ПОНЯТИЯ НОРМАЛЬНОЙ ПОТРЕБНОСТИ В ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ

Нормальная потребность в том или ином питательном веществе определяется как его наименьшее количество, которое обеспечивает поддержание нормальной массы тела, его химического состава, морфологии и физиологических функций, а также предотвращает проявление клинических или биохимических признаков соответствующего состояния дефицита данного вещества. У детей дополнительным критерием является нормальный темп роста. В том случае, если поступление какого-либо незаменимого питательного вещества в организм будет ограниченным, организм способен сохранять его посредством увеличения абсорбции (например, кальций, железо), замедления катаболизма (аминокислоты, калории); сведения к минимуму экскреции (натрий, калий, магний, хлор, фосфор, вода) и путем мобилизации резервов тела (витамин А, витамин В₁₂, незаменимые жирные кислоты).

Рекомендуемые нормы пищевого рациона определяются следующим образом:

1. У здоровых взрослых людей потребности в белке (или составляющих его аминокислотах) и в макроминералах (необходимость в которых превышает 100 мг/сутки) можно оценить с помощью методик, определяющих баланс этих веществ. Суточный баланс каждого элемента равен разности между его количеством, поступающим в организм, и количеством, выделяемым из организма (с мочой и калом). *Потребность в каждой аминокислоте или макроминерале соответствует наименьшему поступающему в организм количеству этого вещества, обеспечивающему поддержание нулевого азотного баланса или нулевого баланса рассматриваемого минерала.* Отрицательный баланс любого незаменимого элемента, если он сохраняется достаточно долго, ведет к болезни и смерти.

2. У детей потребность в энергии и незаменимых питательных веществах определяется как наименьшее количество каждого из них, способное поддерживать оптимальный темп роста при условии, что все остальные незаменимые вещества при этом поступают в адекватных количествах.

3. Для микроэлементов (необходимость в которых менее 100 мг/сутки) потребность определяется как наименьшее поступающее суточное его количество, предотвращающее возможное развитие состояния дефицита данного вещества.

Другой пороговый фактор в питании — максимальная толерантность по отношению к тому или иному питательному веществу. Точно так же, как при поступлении любого незаменимого вещества в организм в количествах, превышающих определенный уровень, происходит нарушение строения тела или функций организма. Поступление превышающего предел толерантности количества питательных веществ может привести к развитию острых обратимых симптомов, острому стойкому нарушению или постепенному развитию системных повреждений. *Физиологический (здоровый) пищевой рацион должен обеспечивать поступление каждого питательного вещества в количестве, находящемся между двух пороговых значений: минимальной потребности в этом веществе и максимальной толерантности к нему.*

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

РАЗДЕЛ «ФИЗИОЛОГИЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 29(11). ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Основные вопросы:

1. Особенности системы терморегуляции. Понятие гомойо-, пойкило- и гетеротермии.
2. Температура тела человека и ее суточные колебания. Температура «ядра» и «оболочки».
3. Термометрия. Определение температуры тела (показатели нормо-, гипо- и гипертермии).
4. Термодиагностика в стоматологии. Определение порогов тепловой и холодовой чувствительности зубов. Их изменение при кариесе.
5. Функциональная система, обеспечивающая поддержание постоянства температуры (изотермии) внутренней среды организма.
6. Терморцепция. Центры терморегуляции.
7. Теплопродукция (химическая терморегуляция). Обмен веществ как источник образования тепла. Роль отдельных органов в теплопродукции, регуляция этого процесса.
8. Теплоотдача (физическая терморегуляция). Способы отдачи тепла и их регуляция.
9. Понятие о гипотермиях (физической и химической) и гипертермиях (физиологической, физической, злокачественной, лихорадке).

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, материалы настоящего практикума, 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. С. 395–406.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 322–345.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 324–350.
5. *Физиология* : учеб. / под ред. В. М. Смирнова, В. А. Правдивцева, Д. С. Свешникова. 5-е изд., испр. и доп. Москва : МИА, 2017. С. 339–346.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 29.1. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА В ПОДМЫШЕЧНОЙ ВПАДИНЕ

Температура тела — важный показатель состояния здоровья человека. Нормальной для взрослых в состоянии физиологического покоя (но не сна) считается температура (при измерении в подмышечной впадине) от 36 °С с несколькими десятками до 36,9 °С. В течение суток температура колеблется от нескольких десятых до 1,5 °С. Самая низкая температура отмечается у здорового человека во время сна с 3 до 5 часов утра (в среднем 35,5–36,0 °С) и при пробуждении в 6–8 часов (36,1–36,5 °С), а самая высокая — вечером с 18 до 22 часов (в среднем 36,5–36,9 °С). Поэтому температуру измеряют два раза в сутки.

Норма температуры тела (изотермия) при измерении в подмышечной впадине составляет $36 \pm 0,9$ °С (от 35,1 до 36,9 °С). Температура 37 °С и выше рассматривается как повышенная (гипертермия), а 35 °С и ниже как субнормальная (гипотермия). При измерении в других областях (прямой кишке и т. д.) ее норма сдвигается на 0,5 °С выше, т. е. от 35,6 °С (во время сна) до 37,4 °С (во время бодрствования).

Повышение температуры тела в состоянии физиологического покоя является одним из наиболее частых проявлений болезненных состояний, в связи с чем ее измерение является обязательным при осмотре больного как в стационарной, так и в амбулаторной практике. Температуру измеряют с помощью контактных (ртутных, спиртовых, электрических термометров) или дистанционных (тепловизоров) методов. Наиболее широко распространен метод измерения температуры с помощью максимальных ртутных градусников.

Материалы и оборудование: максимальный ртутный градусник, секундомер, 70%-ный спирт, вата.

Максимальный ртутный градусник (термометр) имеет шкалу от 34–35 °С до 42 °С с делениями в 0,1 °С. Градусник сконструирован так, что высота столба ртути, достигнув при измерении определенного уровня, остается на нем и при охлаждении термометра. Достигается это тем, что в самом начале капилляра градусника имеется сужение, которое и препятствует спаданию ртути. Столб ртути спадает только при встряхивании градусника.

Ход работы. Встряхните градусник и убедитесь, что ртуть находится в резервуаре. Протрите градусник спиртом. Поместите градусник (концом резервуара с ртутью) в подмышечную впадину и плотно прижмите его плечом, чтобы резервуар с ртутью оказался в плотном окружении («футляре») тканей. Кожа подмышечной впадины должна быть сухая, потому что при влажной коже термометр показывает более низкую температуру. Термометр держите в подмышечной впадине 12–16 минут. Через каждые 2 минуты снимайте показания термометра. Во время измерения температуры человек находится в положении сидя или лежа в состоянии бодрствования и полного покоя.

Ошибки при измерении температуры тела наблюдаются в следующих случаях: 1) градусник не плотно прижат плечом к туловищу (естественно, что градусник в этом случае будет показывать температуру ниже действительной);

2) недостаточное встряхивание градусника перед измерением; 3) при близком расположении градусника с нагревающими приборами (испытуемый прислоняется к горячей батарее отопления, у больного под плечами теплая грелка и т. д.); 4) искусственно вызванное поднятие ртути в градуснике (при подозрении на симуляцию необходимо проверить температуру тела в присутствии врача или медицинской сестры).

Указания к оформлению протокола:

1. Запишите показания термометра по ходу термометрии и отложите полученные данные на графике.

2. Оцените полученный результат и сделайте заключение о необходимой длительности периода измерения аксиллярной температуры ртутным градусником.

ПРОТОКОЛ																					
1. Показания термометра во время измерения температуры через 2 мин _____ °С, 4 мин _____ °С, 6 мин _____ °С, 8 мин _____ °С, 10 мин _____ °С, 12 мин _____ °С, 14 мин _____ °С.																					
<table style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: right;">°С</td><td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">37,4</td><td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">37,2</td><td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">37,0</td><td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">36,8</td><td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">36,4</td><td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">36,2</td><td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">36,0</td><td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">35,8</td><td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">35,6</td><td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 20px;"></td></tr> </table>	°С		37,4		37,2		37,0		36,8		36,4		36,2		36,0		35,8		35,6		<p>График</p>
°С																					
37,4																					
37,2																					
37,0																					
36,8																					
36,4																					
36,2																					
36,0																					
35,8																					
35,6																					
2. Вывод: у испытуемого температура тела, измеренная в подмышечной впадине _____ (в норме, повышена, снижена), длительность ее измерения должна быть не менее _____ мин.																					

Работа 29.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЗУБОВ (термодиагностика в стоматологии)

Определение реакции зуба на температурные раздражители — один из самых старых физических методов исследования, широко применяемый стоматологами для определения состояния пульпы. В качестве раздражителя используют эфир, но чаще холодную или горячую воду, которая является более сильным раздражителем за счет большей теплоемкости.

Наиболее простым методом является орошение зубов из шприца водой. Однако при этом иногда бывает трудно определить, какой зуб реагирует на раз-

дражитель. В таких случаях тампон, смоченный холодной или теплой водой, вносят в кариозную полость или прикладывают к поверхности зуба.

Изучение реакции пульпы на раздражители показало, что зуб с нормальной пульпой реагирует на значительные температурные отклонения.

Индифферентная зона (зона отсутствия реакции) для резцов составляет 30 °С (50–52 °С — реакция на тепло, 17–22 °С — на охлаждение).

Материалы и оборудование: 2 стакана, емкость с холодной водой, емкость с горячей водой, электротермометр, вата.

Ход работы. Готовьте растворы воды с различной температурой: 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45 и 50 °С, контролируя ее электротермометром. Сразу после приготовления раствора определенной температуры смачивайте ватный тампон и прикладывайте к поверхности резцов. Отмечайте реакцию испытуемого.

Оценка результата. Индифферентная зона для резцов составляет 30 °С (от 17–22 °С до 50–52 °С), за ее пределами может возникать боль. Зубы обладают как холодовой, так и тепловой чувствительностью. Адекватная пороговая реакция (если нагревание (выше 50 °С) и охлаждение (ниже 20 °С) вызывают болевое ощущение) свидетельствует о нормальном состоянии пульпы. При воспалении пульпы происходит сужение индифферентной зоны и при незначительных отклонениях от температуры тела (на 5–7 °С) уже возникает ответная реакция в виде продолжительных интенсивных или ноющих болей. Зубы с некротизированной пульпой на температурные раздражители не реагируют.

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите значения холодовой и тепловой чувствительности резцов у испытуемого и рассчитайте величину индифферентной зоны.
2. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

ПРОТОКОЛ

1. У испытуемого пороги температурной чувствительности резцов составляют: _____ °С на охлаждение и _____ °С на тепло. Величина индифферентной зоны составляет _____ °С.
2. **Вывод:** пороги температурной чувствительности резцов у испытуемого _____ (в норме/изменены), состояние пульпы _____ (в норме/имеется воспаление).

Работа 29.3. ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ КРОВООБРАЩЕНИЯ В ПРОЦЕССАХ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ТКАНЯХ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ЦВЕТНОЙ ТЕРМОГРАФИИ (демонстрация компьютерных слайдов)



Для демонстрации распространения тепла в поверхностных тканях кисть руки человека была обработана специальным термографическим составом, меняющим цвет при нагревании. Миниатюрный источник тепла (39 °С) помещался на кожу тыла кисти в зоне проекции поверхностной вены. По мере разогревания тканей кисти на представленной серии слайдов наблюдается распространение тепла на соседние с нагревателем ткани, что видно по из-

менению окраски термографического состава (от черного цвета к красному, затем сине-зеленому). Изменение окраски состава происходило строго по ходу поверхностных вен, что свидетельствует о ведущей роли кровотока в переносе тепла в организме. Отсутствие изменений окраски в участках кожи между венами, даже вблизи от источника тепла, свидетельствуют о низкой теплопроводности тканей организма и их незначительном участии в передаче тепла внутри организма.

Выводы: ведущую роль в переносе тепла от ядра тела к оболочке играет _____, что обуславливает _____ нагрузки на сердечно-сосудистую систему при усилении _____ или повышении температуры окружающей среды.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Нервная регуляция теплоотдачи через сосуды кожи и экзокринных (терморегуляторных) потовых желез

Рабочий орган	Отдел АНС	Нейромедиатор в нейроэффекторном соединении (синапсе)	Тип рецепторов на рабочих клетках (миоцитах, железистых)	Физиологический эффект при активации
Гладкие мышцы сосудов кожи	Симпатический	Норадреналин	α_1 -адренорецептор	Сокращение гладких мышц, сужение сосудов, ↓ теплоотдачи
Терморегуляторные потовые железы	Симпатический	Ацетилхолин	M ₃ -холинорецептор	↑ секреции потовых желез, ↑ теплоотдачи испарением

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

РАЗДЕЛ «ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 30(12). ВЫДЕЛЕНИЕ. ФИЗИОЛОГИЯ ПОЧКИ

Основные вопросы:

1. Общая характеристика системы выделения: основные представители (органы) и их экскреторная функция.
2. Структура мочевыделительной системы. Функции почек. Особенности кровоснабжения и кровотока в почках.
3. Структура и функции нефрона. Структура почечного фильтра. Механизм клубочковой фильтрации. Состав и количество первичной мочи.
4. Механизмы канальцевой реабсорбции и секреции.
5. Регуляция мочеобразования, взаимосвязь с регуляцией обмена воды и электролитов, поддержанием КОС в организме
6. Мочевыделение и мочеиспускание, их регуляция.
7. Количество, состав и свойства конечной мочи. Общий клинический анализ мочи и физиологическая оценка его результатов.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, материалы настоящего практикума, 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. С. 407–426.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 345–379.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 351–384.
5. *Методы клинических лабораторных исследований* / под ред. В. С. Камышникова. Минск : Белорусская наука, 2001. С. 14–73.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 30.1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБЩЕГО АНАЛИЗА МОЧИ

Исследование мочи не только дает указания на то или иное состояние и функцию почек и мочевыделительной системы, но и позволяет судить о процессах (норме и патологии) в ряде других органов (печени, сердца и др.). Поэтому оно входит как важнейшая составная часть в общее обследование каждо-

го вновь поступающего на лечение больного. Общий анализ мочи охватывает все наиболее важные составные части мочи и включает исследование: 1) общих физико-химических свойств мочи (цвет, запах, объем, рН, плотность, качественные реакции на белок и глюкозу); 2) микроскопию осадка мочи (эритроциты, лейкоциты, эпителиальные клетки, цилиндры, бактерии, соли).

Сбор мочи для исследования необходимо проводить в чистую сухую посуду, после тщательного туалета промежности и наружных половых органов. Первые несколько миллилитров мочи сливают в унитаз для удаления десквамированных клеток из уретры. Не следует проводить анализ мочи во время менструации. Исследованию подлежит первая утренняя порция мочи, которая исключает влияние стресса, питания, раздражающих факторов.

При длительном стоянии мочи происходит изменение ее физических свойств и разрушение клеточных элементов, размножение бактерий. Для предотвращения этих процессов лучше хранить на холоде при температуре +4 °С, не допуская замерзания, а также необходимо применять консерванты: 1) толуол, ксилол, которые наливают на дно сосуда, по мере заполнения сосуда мочой консервант располагается на поверхности жидкости; 2) хлороформную воду (5–7,5 мл хлороформа на 1 л воды) из расчета 20–30 мл на 1 л мочи; 3) борную кислоту 1,8 г на 100 мл мочи, 4) тимол 1 г (несколько кристаллов) на 1 л мочи. Применение консервантов может изменять свойства мочи и отражаться на различных реакциях. Так, хлороформ мешает изучению осадка и ухудшает определение глюкозы. Тимол в указанной дозе может помешать кольцевой реакции на белок и реакции на индикан. Применение борной кислоты отражается на определении глюкозы. Поэтому применение консервантов должно быть оговорено в сопроводительной записке к образцам мочи. Учитывая вышесказанное, исследования мочи обычно проводят не позднее 1–1,5 ч после ее выделения.

Ход работы. Определение 10 показателей конечной мочи в данной работе осуществляется методом колориметрии: тест-полоска имеет 10 различных индикаторных подушечек, меняющих цвет (или интенсивность цвета) после контакта с биологической жидкостью.

Ход работы:

1. Собрать среднюю порцию мочи в стакан (9–10 мл) и перелить её с помощью воронки в пробирку (высота столбца около 9–10 см).

2. Погрузить тест-полоску в исследуемую мочу, смочив все 10 индикаторных подушечек. Достать тест-полоску и промокнуть излишки жидкости салфеткой. Для этого тест-полоску положить на салфетку стороной, не содержащей индикаторных подушечек.

3. Аккуратно на салфетке поднести тест-полоску к контрольной шкале, расположенной на упаковке, и определить результаты 10 показателей исследуемой мочи, сравнив цвет каждой индикаторной подушечки со стандартными образцами, расположенными на упаковке.

Указания к оформлению протокола:

1. Внесите полученные показатели исследуемой мочи в табл. 30.1.
2. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

ПРОТОКОЛ

Таблица 30.1

Тест		Норма	Результат
1. Лейкоциты	WBC	не выявляются	
2. Нитриты	NIT	не выявляются	
3. Уробилиноген	URO	< 3,2 мкмоль/л (0,2 E.U./dl)	
4. Белок	PRO	не выявляется	
5. pH	PH	4,0–8,0	
6. Скрытая кровь	OB	не выявляется	
7. Удельный вес	SG	1,008–1,025	
8. Кетоновые тела	KET	не выявляются	
9. Билирубин	BIL	не выявляется	
10. Глюкоза	GLU	не выявляется	

Вывод (сравните результаты с нормой): _____

2. **Вывод.** Показатели анализа мочи у испытуемого _____

(в норме, обнаружены изменения показателей (указать какие)).

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«		»	_____	_____	_____
	число		месяц		год

**ЗАНЯТИЕ 31(13). ИТОГОВОЕ (СЕМИНАРСКОЕ) ЗАНЯТИЕ
ПО РАЗДЕЛАМ «ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ»,
«ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ», «ФИЗИОЛОГИЯ
ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ», «ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ»**

Основные вопросы:

1. Пищевые мотивации. Физиологические механизмы голода и насыщения. Функции желудочно-кишечного тракта.
2. Пищеварение в полости рта. Механическая и химическая обработка пищи. Формирование пищевого комка. Понятие о мастикациографии.
3. Функциональная характеристика жевательного аппарата. Роль жевательных и мимических мышц, различных групп зубов и височно-нижнечелюстных суставов в процессе механической обработки пищи в полости рта.
4. Твердые ткани зуба. Эмаль: структура, свойства, функции, особенности «питания». Проницаемость эмали для различных веществ и ее регуляция (рН, углеводы (глюкоза), гиалуронидаза микроорганизмов, фтор).
5. Жидкости полости рта: ротовая («смешанная слюна»), гингивальная, слюна слюнных желез. Функции и состав ротовой жидкости.
6. Защитная функция ротовой жидкости. Механизмы и способы защиты зубов от кариеса.
7. Физиологические методы изучения слюноотделения у человека. Слюноотделение, его регуляция. Сиалометрия, нормосаливация. Состояния гипер- и гипосаливации, их проявления.
8. Глотание, его фазы. Рефлекторная регуляция глотания. Необходимость учета механизма рефлекторного глотания стоматологами. Функциональная связь процессов дыхания, жевания и глотания.
9. Пищеварение в желудке. Состав и свойства желудочного сока. Фазы и механизмы регуляции желудочной секреции.
10. Пищеварение в 12-перстной кишке. Внешнесекреторная деятельность поджелудочной железы. Состав и свойства сока поджелудочной железы. Регуляция панкреатической секреции.
11. Функции печени, роль печени в пищеварении. Состав, свойства и функции желчи. Регуляция образования желчи, выделения ее в 12-перстную кишку.
12. Полостной и мембранный гидролиз пищевых веществ в тонком кишечнике. Моторная деятельность тонкой кишки и ее регуляция.
13. Пищеварение в толстом кишечнике. Роль микрофлоры толстого кишечника для организма. Моторная деятельность толстого кишечника и ее регуляция.
14. Всасывание веществ в различных отделах пищеварительного тракта. Виды и механизмы всасывания.
15. Понятие об обмене веществ в организме. Характеристика процессов анаболизма и катаболизма, их взаимосвязь. Обмен веществ между организмом

и внешней средой как основное условие жизни. Незаменимые для организма вещества.

16. Пластическая и энергетическая роль белков, жиров и углеводов. Понятие нормальной потребности в питательных веществах.

17. Основной обмен, величина и факторы, его определяющие. Методы определения энергозатрат организма (прямая и непрямая калориметрия, расчет по таблицам и формулам).

18. Энергетический баланс организма. Рабочий обмен. Энергозатраты организма при различных видах трудовой деятельности.

19. Нормы питания в зависимости от возраста, вида труда и состояния организма. Принципы здорового питания с учетом профилактики кариеса («культура потребления углеводов», прием грубой пищи и т. д.).

20. Масса тела как объективный показатель прихода и расхода энергии. Понятие о норме массы тела и ее регуляции. Физиологические основы двигательной активности при избыточной массе тела.

21. Особенности системы терморегуляции. Температура тела человека и ее суточные колебания. Терморцепция. Термометрия. Термодиагностика в стоматологии. Функциональная система, обеспечивающая поддержание постоянства температуры внутренней среды организма.

22. Теплопродукция. Обмен веществ как источник образования тепла. Роль отдельных органов в теплопродукции, регуляция этого процесса. Теплоотдача, способы отдачи тепла и их регуляция.

23. Структура и функции нефрона. Структура почечного фильтра. Механизм клубочковой фильтрации. Состав и количество первичной мочи.

24. Механизмы канальцевой реабсорбции и секреции. Регуляция мочеобразования и мочевыделения.

25. Количество, состав и свойства конечной мочи. Общий клинический анализ мочи и физиологическая оценка его результатов.

После изучения разделов «физиология пищеварения», «обмен веществ и энергии», «физиология терморегуляции», «физиология выделения» студент должен знать:

- принципы составления пищевых рационов с учетом профилактики кариеса;
- показатели нормо-, гипо- и гиперсаливация;
- показатели основного обмена;
- показатели нормы массы тела, гипотрофии, ожирения;
- физиологические основы регуляции массы тела;
- показатели общего клинического анализа мочи;
- показатели нормо-, гипо- и гипертермии;
- пороги тепловой и холодовой чувствительности зубов и их изменение при кариесе;

должен уметь:

- проводить сиалометрию смешанной слюны (нестимулированной и стимулированной);
- рассчитывать должные величины основного обмена по таблицам и формулам;

- проводить расчет индекса массы тела и оценивать массу тела;
- определять температуры тела;
- определять пороги тепловой и холодовой чувствительности зубов;
- оценивать показатели общего клинического анализа мочи.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и материалы настоящего практикума, занятия 25–30, обучающие материалы компьютерного класса.

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. С. 345–426.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 209–379.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

ПРОТОКОЛ

Компьютерный тест «31.КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ. Итоговое занятие...».
Проверьте допуск!

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

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

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

РАЗДЕЛ «ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 32(14). ОБЩИЕ СВОЙСТВА СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ. ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ЗРЕНИЯ

Основные вопросы:

1. Понятие об органах чувств, анализаторах, сенсорных системах. Значение сенсорных систем в развитии мозга и процессах познания.
2. Классификация сенсорных систем. Общие принципы строения сенсорных систем.
3. Обработка информации в сенсорных системах. Рецепторные механизмы восприятия сигналов.
4. Зрительная система. Строение, функции. Рефракция и аккомодация.
5. Строение и функциональное значение сетчатой оболочки глаза. Фоторецепция. Функции пигментных, горизонтальных, биполярных и ганглиозных клеток сетчатки.
6. Проводниковый и корковый отделы зрительной системы. Формирование зрительного образа. Роль правого и левого полушария в зрительном восприятии.
7. Острота зрения, цветовосприятие. Определение остроты зрения, полей зрения и цветовосприятия.
8. Понятие об основных формах нарушения остроты зрения и цветового восприятия.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, материалы настоящего занятия, 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. С. 470–488.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 379–438.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 385–451.
5. *Физиология* : учеб. / под ред. В. М. Смирнова, В. А. Правдивцева, Д. С. Свешникова. 5-е изд., испр. и доп. Москва : МИА, 2017. С. 367–388.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 32.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ «ДЛЯ ДАЛИ» И ЕГО ОЦЕНКА

Острота зрения — способность глаза различать две светящиеся точки отдельно. Нормальный глаз способен различать две светящиеся точки отдельно под углом зрения в 1 угловую минуту (1'). Это связано с тем, что для отдельного видения двух точек необходимо, чтобы между возбужденными колбочками находилась минимум одна невозбужденная колбочка. Вследствие того, что диаметр колбочек равен в среднем у взрослых 3 мкм, то для отдельного видения двух точек необходимо, чтобы расстояние между изображениями этих точек на сетчатке составляло в среднем не менее 4 мкм. Такая величина изображения получается именно при угле зрения 1'.

Материалы и оборудование: специальные таблицы для определения остроты зрения Головина или Сивцева, указка, рулетка на 5 метров, окклюдор для взрослых.

Ход работы. Исследование проводится с помощью таблиц Головина или Сивцева. В таблице имеется 12 строк с буквами убывающих размеров. Рядом с каждой строчкой указано расстояние, с которого нормальный глаз должен видеть буквы данной строки под углом зрения 1'. Таблицу вешают на хорошо освещенной стене (700–1000 лк). Испытуемого усаживают на стул на расстоянии 5 м от таблицы и предлагают закрыть глаз окклюдором (специальным щитком). Экспериментатор указкой показывает испытуемому буквы на таблице и просит их называть. Определение начинают с верхней строки и, опускаясь вниз, находят самую нижнюю строку, все буквы которой испытуемый отчетливо видит и правильно называет. Затем рассчитывают остроту зрения по формуле:

$$V = d/D,$$

где V — острота зрения (visus); d — расстояние до таблицы; D — расстояние, с которого нормальный глаз должен отчетливо видеть данную строку. Таким же образом определяют остроту зрения другого глаза.

Норма остроты зрения. При медицинских осмотрах за норму принято принимать визус, равный 1,0 при минимальном угле зрения в 1', хотя в популяции есть определенное количество людей с более мелкими колбочками и соответственно более высокой остротой зрения (С. А. Рухлова, 2001; Г. И. Рожкова, В. С. Токарева, 2001). За рубежом результат оценки остроты зрения принято записывать в виде дроби. Фактически эта дробь соответствует визусу V , но в ней сохраняется информация о расстоянии наблюдения. Измерения обычно производят с 20 футов (6,1 м), так что для $V = 1$ чаще всего встречаются обозначения 20/20 (6/6).

Указания к оформлению протокола:

1. Рассчитайте остроту зрения обоих глаз.
2. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

3. Дайте заключение о величинах границ полей зрения у испытуемого.

ПРОТОКОЛ		
Направления осей	Величина поля зрения в градусах для правого глаза	
	белый цвет	_____ цвет
90° (кверху)		
270° (книзу)		
180° (кнаружи)		
0° (кнутри)		
135° (кверху кнаружи)		
315° (книзу кнутри)		
45° (кверху кнутри)		
225° (книзу кнаружи)		

Вывод: Величина поля зрения испытуемого _____
 (в пределах нормы, меньше нормы)
 Объясните причину различия между полями зрения для белого цвета и других цветов _____

Работа 32.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ СЕТЧАТКИ (компьютерная работа)

Определение 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 ее сосудах, состояния зрительного нерва, зрительных путей, зрительной коры и других факторов.

Ход работы. Выберите из меню программу «**Field sens. test**» и нажмите «Enter» для ее запуска. На экране появится координатная сетка, соответствующая угловым размерам центральной области сетчатки. Первый круг отстоит от центра, и каждый последующий от предыдущего, на 5°. На координатной сетке нанесены 68 точек, которые в процессе исследования последовательно будут появляться на экране в случайном порядке. Слева на экране приведена цветовая шкала, которая будет использоваться для оценки полученных результатов. Работа выполняется после темновой адаптации зрения в полутемненной комнате. Разместитесь на стуле так, чтобы ваши глаза находились на расстоянии 30 см от экрана дисплея на уровне его середины. Старайтесь держать голову максимально неподвижно.

Исследование проводится для каждого глаза отдельно. Один глаз нужно закрыть. Взгляд исследуемого глаза в течение всего времени исследования 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 точку на темном 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 ее чувствительность.

Для начала тестирования повторно нажмите «Enter», сетка координат исчезнет, в центре появится крестик для фиксации взгляда. В верхнем левом углу будет идти обратный отсчет точек, начиная с 68. Не забывайте, что взгляд все время не переводится и остается фиксированным на центре экрана.

После появления последней точки результаты тестирования будут представлены в виде цветового распределения точек координатной сетки в соответствии со шкалой цветов. В зависимости от времени, которое потребовалось для обнаружения точки, оценивается чувствительность каждого участка исследуемой области сетчатки. Точки синего цвета соответствуют области с максимальной светочувствительностью, точки голубого, зеленого, желтого, красного и розового цветов — областям с все более и более низкой чувствительностью в центральной части сетчатки. Преобладание синего и голубого цвета говорит о высокой чувствительности сетчатки, зеленого и желтого — о нормальной средней чувствительности. При сниженной чувствительности сетчатки преобладают точки красного и розового цветов.

Значительное влияние на результаты исследования оказывает степень 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 «Esc».

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите, каких цветов точки преобладают на экране монитора после проведения теста у испытуемого.
2. Дайте заключение о чувствительности сетчатки исследуемого глаза.

ПРОТОКОЛ

На экране преобладают точки _____ цветов.

Вывод: Чувствительность сетчатки исследуемого глаза _____
(высокая, средняя или сниженная).

Работа 32.4. ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТОВОГО ЗРЕНИЯ

Глаз человека может различать как оттенки черного, белого и серого цветов, так и все цвета и оттенки радуги. Однако у некоторых людей имеется то или иное нарушение цветового восприятия. Полная цветовая слепота (ахроматизия) встречается крайне редко. Люди, страдающие этой формой расстройства

цветового зрения, видят только различные оттенки серого цвета. Частичная цветовая слепота встречается чаще (у 8 % мужчин и гораздо реже у женщин). Выделяют три разновидности частичной цветовой слепоты: протанопия (невосприятие красного цвета); дейтеранопия (невосприятие зеленого цвета); тританопия (невосприятие синего и фиолетового цветов).

Исследование цветового зрения имеет особое значение для лиц, которым по роду профессии необходимо хорошо ориентироваться во всех цветах.

Материалы и оборудование: полихроматические таблицы Е. Б. Рабкина, специальный экран для поочередного закрытия каждого глаза, сантиметровая лента.

Ход работы. Каждую таблицу следует устанавливать на уровне глаз испытуемого на расстоянии 1 м от него. Продолжительность экспозиции одной таблицы около 5 с. Каждый глаз обследуются отдельно, при этом второй глаз закрывается специальным щитком.

Указания к оформлению протокола:

1. Опишите результаты исследования цветовосприятия.
2. Укажите, к какому виду относятся обнаруженные у испытуемого нарушения восприятия цветов (если таковые выявлены).

ПРОТОКОЛ

- Вывод:** 1. У испытуемого нарушения цветового зрения _____ (выявлены или нет).
2. Назовите вид нарушений цветовосприятия, если они выявлены _____ (ахромазия, протанопия, дейтеранопия, тританопия).

Работа 32.5. ОЦЕНКА ПОРОГОВ ЦВЕТОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЗРЕНИЯ



Работа выполняется с помощью программы «Eye_Tests» → «Color test» после темновой адаптации зрения в полутемненной комнате. При включении программы «Color test» на экране появляются два освещенных квадрата.

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

шите 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 _____;	
желтый _____; зеленый _____; 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)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

«	_____»	_____	_____
число		месяц	год

ЗАНЯТИЕ 33(15). ФИЗИОЛОГИЯ СЛУХОВОЙ, ВЕСТИБУЛЯРНОЙ, ВКУСОВОЙ, ОБОНЯТЕЛЬНОЙ, БОЛЕВОЙ И ТАКТИЛЬНОЙ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Основные вопросы:

1. Слуховая система, строение, механизм восприятия и анализа звуков. Характеристика слуховой чувствительности человека.
2. Определение бинаурального слуха и слуховой чувствительности.
3. Вестибулярная система, ее функции.
4. Вкусовая система: строение, функции. Методы определения порога вкусовой чувствительности и функциональной мобильности вкусовых рецепторов.
5. Обонятельная система. Рецепция запахов, их классификация. Проводящие пути и центральные отделы обонятельной системы.
6. Соматовисцеральная сенсорная система. Кожная чувствительность. Механорецепция. Проприоцептивная чувствительность, её роль в восприятии и оценке положения тела в пространстве, в формировании мышечного тонуса, позы и движений.
7. Интероцептивная чувствительность. Роль interoцепции в поддержании гомеостаза.
8. Биологическое значение боли. Ноцицепция. Особенности болевой чувствительности твердых тканей зуба.
9. Болевая (ноцицептивная) и обезболивающая (антиноцицептивная) системы и нейрхимические механизмы их функционирования.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, материалы настоящего занятия, 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. С. 488–518.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 438–504.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 451–526.
5. *Физиология* : учеб. / под ред. В. М. Смирнова, В. А. Правдивцева, Д. С. Свешникова. 5-е изд., испр. и доп. Москва : МИА, 2017. С. 388–413.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 33.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА ЗВУКА

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

Материалы и оборудование: камертон, фонендоскоп с трубками разной длины.

Ход работы. Испытуемый сидит на стуле, закрыв глаза. Постукивая карандашом о карандаш справа, слева, спереди, сзади, сверху, снизу, предложите испытуемому указать направление источника звука. Повторите опыт, закрыв у испытуемого наружный слуховой проход одного уха ватой. Вставьте в уши испытуемого оливки фонендоскопа, который находится у него за спиной. Поднесите к фонендоскопу звучащий камертон и предложите указать направление источника звука. Замените одну трубку фонендоскопа на значительно более длинную и повторите опыт.

Указания к оформлению протокола:

Укажите направление источника звука и механизмы, позволяющие определять направление источника звука двумя и одним ухом.

ПРОТОКОЛ

Вывод: звук кажется смещенным в сторону более _____
(короткого, длинного) пути.
Объясните причину этого явления _____

Работа 33.2. КАМЕРТОНАЛЬНАЯ АУДИОМЕТРИЯ (ПРОБА ВЕБЕРА И ПРОБА РИННЕ)

Камертональная аудиометрия предназначена для определения латерализации звука и сравнительной оценки воздушной и костной проводимости звука путем восприятия звучащего камертона (C_{128} или C_{256}). У здорового человека воздушная проводимость длительнее костной. При поражении звуковоспринимающего аппарата (барабанной перепонки, слуховых косточек) воздушная проводимость снижается при сохранении костной проводимости. При поражении звуковоспринимающего аппарата (улитки, слуховых путей и центров) понижается и воздушная и костная проводимость.

Проба Вебера (определение латерализации звука). Различают костную и воздушную проводимость звука. Воздушная проводимость звука обеспечива-

ется распространением звуковой волны обычным путем через звукопроводящий аппарат. Костная проводимость звука — это передача звуковых волн непосредственно через кости черепа.

Материалы и оборудование: камертон.

Ход работы. Рукоятку звучащего камертона приставьте к середине темени. Выясните у испытуемого, слышит ли он звук одинаковой силы или же одним ухом звук слышен лучше. Латерализация звука наблюдается в сторону уха, в котором имеется поражение звукопроводящего аппарата, или в сторону здорового уха, если в другом ухе поврежден звуковоспринимающий аппарат. Повторите опыт, закрыв слуховой проход одного уха ватой.

Указания к оформлению протокола:

1. Сравните силу звука справа и слева в исходном состоянии.
2. В какую сторону наблюдается латерализация звука после закрытия слухового прохода одного уха ватой.

ПРОТОКОЛ

Сила звука слева и справа в исходном состоянии _____ (одинаковая, различная). После закрытия слухового прохода латерализация звука происходит в сторону _____ (закрытого, открытого) слухового прохода.

Вывод: Латерализация звука у испытуемого _____ (выявлена, не выявлена).

Объясните причину латерализации звука при закрытии одного слухового прохода _____

Проба Ринне (сравнение воздушной и костной проводимости звуков).

Материалы и оборудование: камертон, секундомер, ватные тампоны.

Ход работы. Рукоятку звучащего камертона приложите к сосцевидному отростку и держите до исчезновения ощущения звука (время измерьте секундомером). Затем бранши этого же камертона поднесите к наружному слуховому проходу. Испытуемый продолжает слышать звук еще какое-то время, которое также измерьте. В норме воздушная проводимость по времени длиннее костной («положительный Ринне»). Так, у здорового человека при использовании камертона C_{128} время воздушной проводимости составляет в среднем 75 с, а костной — 35 с; при использовании камертона C_{256} — соответственно около 40 с и 20 с.

Указания к оформлению протокола:

1. Сравните время воздушной и костной проводимости для каждого уха.
2. Внесите полученные данные в протокол.

ПРОТОКОЛ

Время воздушной проводимости: слева _____, справа _____

Время костной проводимости: слева _____, справа _____

1. Воздушная проводимость слева _____ (больше, меньше) костной

Воздушная проводимость справа _____ (больше, меньше) костной

2. Опыт Ринне слева _____ (положительный, отрицательный)

Опыт Ринне справа _____ (положительный, отрицательный)

Вывод: полученные данные (соответствуют, не соответствуют) _____
_____ норме.

Объясните причину «положительного Ринне» _____

Работа 33.3. ТОНАЛЬНАЯ АУДИОМЕТРИЯ. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СЛУХОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ ЗВУКА И УРОВНЯ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ (демонстрационная работа)

Тональная аудиометрия — инструментальный метод определения порога моно/биуральной слышимости в диапазоне частот от 50 до 15 000 Гц в зависимости от фиксированного тона (Гц) и УЗД — уровня звукового давления (дБ).

Слуховой анализатор человека в возрасте 20–25 лет способен улавливать и анализировать звуковые колебания от 16 до 22 кГц. Наибольшая чувствительность находится в диапазоне 1000–5000 Гц, который включает основные частоты человеческого голоса (1000–3000 Гц). При старении восприятие звука в высокочастотном диапазоне снижается. После 50 лет верхний диапазон восприятия уменьшается на 2000 Гц, а слышимость на 30 дБ для речевой зоны.

Чувствительность слухового анализатора оценивают по минимальной величине звукового давления на барабанную перепонку (либо по минимальной силе звука в свободном звуковом поле), достаточной для возникновения слухового ощущения, т. е. по порогу слышимости. Для определения этого минимального звукового давления используют аудиометры. С их помощью можно точно дозировать частоту звуковых колебаний в диапазоне от 100 до 10 000 Гц и их силу в диапазоне от 0 до 100 дБ. Для того чтобы охарактеризовать состояние слухового анализатора у испытуемого, находят пороги слышимости для каждой фиксированной частоты звуковых колебаний и строят их графическую зависимость — *аудиограмму*. Аудиограмма отражает зависимость порогов слышимости от высоты звуковых тонов.

Оборудование: звукогенератор ЗГ-10 или ГЗ-56/1, наушники ТДС-5, кресло и динамик СОЖ-300.

Ход работы. 1. Демонстрация слышимости звука в 70 дБ при частотах от 150 до 15 000 Гц. 2. Определение места нахождения источника звука (1000 Гц, 20–80 дБ). 3. Определение порога слышимости проводят у испытуемого в за-

темненной комнате, в тишине. Он удобно сидит в кресле с закрытыми глазами. Перед исследованием слуховой чувствительности испытуемый инструктируется — отвечать «слышу», как только он услышит звук в наушниках.

Длительность звукового сигнала 2–5 секунд.

С помощью генератора задаются несколько фиксированных сигналов различной тональности. Тестирование порога слышимости на конкретный тон начинают с выбора нужного диапазона частот (20–200, 200–2000, 2000–20 000 Гц). Интенсивность УЗД регулируется двумя ступенчатыми делителями. Переключатель № 1 обеспечивает интенсивность звука от 0 до 100 дБ, а переключатель № 2 от 0 до 10 дБ.

Вначале делитель № 1 устанавливают на «0», а затем ступенчато через 10 дБ увеличивают УЗД от «0» до слышимости, а затем возвращают назад на одну ступень. После этого ступенчато включают делитель № 2 через 1 дБ до слышимости. Полученные результаты делителей № 1 и № 2 суммируют и сумму заносят в протокол опыта. Таким образом исследуют все необходимые тоны.

Указания к оформлению протокола:

1. Внесите полученные данные в протокол.
2. По полученным результатам постройте аудиограмму для данного испытуемого.

ПРОТОКОЛ				
1. Результаты исследования:				
150 Гц –	500 Гц –	1000 Гц –	2000 Гц –	3000 Гц –
4000 Гц –	5000 Гц –	8000 Гц –	11000 Гц –	15000 Гц –
2. Аудиограмма испытуемого				
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>порог, дБ</p> <p>70 ▲</p> <p>60</p> <p>50</p> <p>40</p> <p>30</p> <p>20</p> <p>10</p> </div> <div style="flex-grow: 1; position: relative;"> </div> </div>				
<p>Вывод: Область частот наибольшей слуховой чувствительности находится в диапазоне частот от _____ Гц до _____ Гц.</p>				

**Работа 33.4. ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ.
ЭСТЕЗИОМЕТРИЯ (ИЗМЕРЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПОРОГОВ)**

Тактильная чувствительность изучается методом эстезиометрии. Различают пространственную чувствительность, которая характеризуется пространственным порогом, и чувствительность, которая определяется по силовому порогу. Под пространственным порогом тактильной чувствительности понимают то наименьшее расстояние между двумя точками кожи или слизистой оболочки, при одновременном раздражении которых возникает ощущение двух прикосновений. Он характеризует пространственно-различительную способность кожи и слизистой оболочки.

Материалы и оборудование: эстезиометр (циркуль Вебера).

Ход работы. Испытуемого, сидящего на стуле, просят закрыть глаза. Эстезиометром, с максимально сведенными браншами, прикасаются к определенному участку кожи. Необходимо следить за тем, чтобы обе иглы эстезиометра прикасались одновременно и с одинаковым давлением. Повторяют прикосновение, постепенно раздвигая бранши эстезиометра (каждый раз увеличивая на 1 мм), находят то минимальное расстояние, при котором возникает ощущение двух отдельных прикосновений. Это расстояние называется пространственным порогом данной кожной поверхности или мерой локализационной способности кожного анализатора. Определите пространственный порог на участках кожной поверхности, указанных в таблице.

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ	
Кожная поверхность	Пространственный порог (в мм)
Внутренняя сторона предплечья	
Наружная сторона предплечья	
Кончик указательного пальца	
Щека	
Лоб	
Губа	

Вывод: Пространственные пороги тактильной чувствительности минимальные расположены на участках кожи _____, максимальные _____.

Тактильная чувствительность минимальная на участках кожи _____.

Тактильная чувствительность максимальная на участках кожи _____.

Работа 33.5. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕСТИБУЛЯРНОЙ ФУНКЦИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВРАЩАТЕЛЬНОГО НИСТАГМА

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 наблюдается так называемый нистагм головы, который характеризуется тем, что вначале голова медленно поворачивается в сторону, противоположную направлению вращения, а затем быстро возвращается в исходное положение. При этом также наблюдается глазной нистагм. Он включает два компонента: медленный, являющийся проявлением статокINETического рефлекса на угловое ускорение, и сменяющий его более быстрый компонент неизвестного происхождения. Медленный компонент нистагма всегда направлен в сторону, противоположную направлению вращения (вращательный нистагм). В момент остановки или замедления движения, т. е. при наличии отрицательного углового ускорения, имеют место обратные соотношения (послевращательный нистагм). Глазной нистагм, возникающий при вращении, имеет важное приспособительное значение, так как обеспечивает сохранение нормальной зрительной ориентации и позволяет фиксировать изображение предметов на сетчатке в период вращения. Послевращательный нистагм связан со скоростью восстановления предыдущего положения глазных яблок (от 10 до 40 с).

Материалы и оборудование: кресло Барани, повязка для глаз, секундомер, карандаш.

Ход работы. Вращайте испытуемого в кресле Барани со скоростью 10 оборотов за 20 секунд. В процессе вращения глаза должны быть закрыты. После остановки предложите испытуемому зафиксировать взгляд на неподвижном предмете. Характер наблюдающегося нистагма глазных яблок зависит от преимущественного раздражения тех или иных полукружных каналов, что определяется положением головы испытуемого во время вращения. Наблюдаем горизонтальный нистагм при наклоне головы вперед на 15°. С помощью секундомера измерьте длительность нистагма (в норме — от 10 до 40 секунд в зависимости от степени тренировки).

Указания к оформлению протокола:

Укажите характер и продолжительность нистагма у испытуемого.

ПРОТОКОЛ

1. Полученные данные внесите в таблицу

Положение головы	Вид нистагма	Длительность нистагма
Наклон вперед на 15°	Горизонтальный	

2. Объясните механизм нистагма _____

3. Перечислите другие раздражители, вызывающие нистагм _____

Работа 33.6. ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВКУСОВОЙ СИСТЕМЫ

Слизистая оболочка рта богато иннервирована, ее рецепторы представлены свободными нервными окончаниями и специальными образованиями, например колбами Краузе, тельцами Руффини, Мейснера, Меркеля и др. По характеру информации, которая поступает в ЦНС из полости рта, различают не менее 6 видов чувствительности: вкусовую, холодовую, тепловую, тактильную, болевую и проприоцептивную. По специфике функционирования многочисленные рецепторы полости рта можно разделить на 3 группы: хеморецепторы (вкусовые), соматосенсорные (тактильные, тепловые, холодовые, болевые) и проприорецепторы. Каждая из этих групп является началом соответствующей сенсорной системы.

Специфическая особенность сенсорной функции слизистой оболочки рта — ее *вкусовая чувствительность*. Знание физиологии вкусовой системы очень важно, так как изменение его функции может говорить о серьезных нарушениях, как в полости рта, так и в других отделах организма.

Расстройства вкуса могут проявляться в виде потери вкусовой чувствительности (авгезия), понижения (гипогевзия), повышения (гипергевзия) и извращения (парагевзия) ее. Кроме этого, бывают расстройства тонкого анализа вкусовых веществ (дисгевзия) и даже вкусовые галлюцинации.

Однако роль вкусовой системы и её значение изолированно определить трудно, так как естественный адекватный раздражитель — пища, поступившая в полость рта, возбуждает одновременно и рецепторы других сенсорных систем. Таким образом, вкусовое ощущение является сложной суммой возбуждений, идущих в кору большого мозга от вкусовых, обонятельных, тактильных, температурных и болевых рецепторов. Прежде всего, в слизистой оболочке рта возбуждаются тактильные рецепторы, несколько позже — температурные, а затем рецепторы, реагирующие на химический состав пищи. Импульсы от них идут в ЦНС по различным нервным волокнам с разной скоростью. При этом возникает дисперсия во времени охвата возбуждением нервных центров. От комплекса возникающих возбуждений зависят и различные оттенки вкусовых ощущений.

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

Вкусовые пороги определяются для каждого из пяти основных вкусовых раздражителей согласно топографии вкусовых полей, так как у подавляющего большинства людей отдельные участки языка обладают неодинаковой чувствительностью к веществам различного вкусового качества. Так, кончик языка

наиболее чувствителен к сладкому, боковые поверхности — к соленому и кислому, корень — к горькому. С помощью метода функциональной мобильности установлено, что количество активных вкусовых сосочков языка постоянно меняется в зависимости от функционального состояния пищеварительного тракта. Наиболее высокий уровень мобилизации рецепторов наблюдается натощак, а после приема пищи он снижается. Подобная реакция вкусовых сосочков является результатом рефлекторных влияний от желудка, возникающих при раздражении его пищей. Этот феномен получил название *гастролингвального рефлекса*. В этом рефлексе вкусовые рецепторы выступают в роли эффекторов. При некоторых стоматологических заболеваниях (глоссалгии (болях в языке), глоссите (воспалении языка) и др.), наблюдаются потеря вкуса и нарушение рефлекса с желудка на вкусовые рецепторы, что может служить диагностическим признаком. Изучение гастролингвального рефлекса в этих случаях способствует выяснению этиологии заболеваний.

А. Исследование порогов вкусовой чувствительности к основным вкусовым веществам

Материалы и оборудование: растворы, вызывающие ощущения горького (хинин), сладкого (сахар), солёного (поваренная соль), кислого (лимонная кислота), умами (глутамат натрия) в 4 концентрациях: 1 %, 0,1 %, 0,01 % и 0,001 %; сухие чистые пробирки, стакан.

Ход работы. Испытуемый не должен знать, какой раствор ему дают. Растворы наливают в пробирки в объеме 2–3 мл (начиная с минимальной концентрации) и предлагают испытуемому. Он должен подержать этот раствор во рту 20–30 секунд и оценить вкус предложенного раствора.

Остаток раствора из пробирки выливают в стакан и наливают раствор более высокой концентрации. Та концентрация раствора, вкус которого испытуемый правильно называет, является порогом вкусовой чувствительности для данного вещества у испытуемого. Этот показатель отмечают в таблице. Затем берут новую сухую пробирку и наливают в нее раствор нового вещества, начиная с наименьшей концентрации и так далее. Испытуемый должен правильно определить вкус пяти видов растворов: сладкого, кислого, соленого, горького и умами. Пороговые концентрации всех веществ отмечают в таблице.

Указания к оформлению протокола:

1. Определите пороги вкусовой чувствительности у испытуемого с помощью тестированных растворов.
2. Полученные данные внесите в таблицу.

ПРОТОКОЛ	
1. Заполните таблицу:	
Вещество	Пороговая концентрация исследуемого вещества (в %)
Горькое (хинин)	
Сладкое (сахар)	
Соленое (поваренная соль)	
Кислое (лимонная кислота)	
Умами (глутамат натрия)	

2. **Вывод:** Минимальный порог вкусовой чувствительности для _____ вкуса, максимальный для _____ вкуса. Наибольшая чувствительность вкусового анализатора к _____ вкусу, наименьшая к _____.

Б. Изучение функциональной мобильности вкусовых рецепторов

Материалы и оборудование: те же, что в предыдущей работе.

Ход работы. У испытуемого по указанной выше методике определяют пороги вкусовой чувствительности, или продолжают исследование у того же испытуемого, что в предыдущей работе. Испытуемому предлагают пообедать в столовой. Через 30 минут после приема пищи вновь определяют пороги вкусовой чувствительности.

Указания к оформлению протокола:

1. Определите пороги вкусовой чувствительности у испытуемого до и после приема пищи.
2. Полученные данные внесите в таблицу.

ПРОТОКОЛ

1. Заполните таблицу:

Вещество	Пороговая концентрация исследуемого вещества	
	до приема пищи	после приема пищи
Горькое (хинин)		
Сладкое (сахар)		
Соленое (поваренная соль)		
Кислое (лимонная кислота)		
Умами (глутамат натрия)		

2. **Вывод:** А) Порог вкусовой чувствительности у испытуемого для сладкого вкуса _____ (%), для соленого _____ (%), для кислого _____ (%), для горького _____ (%), для умами _____ (%). Б) Вкусовая чувствительность у испытуемого после приема пищи для сладкого вкуса _____ (↑,↓), для соленого _____ (↑,↓), для кислого _____ (↑,↓), для горького _____ (↑,↓), для умами _____ (↑,↓).

3. Укажите причину изменения вкусовой чувствительности у испытуемого после приема пищи (см. информацию на странице 213) _____

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

РАЗДЕЛ «ИНТЕГРАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОЗГА»

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

Занятие 34(16). ВРОЖДЕННЫЕ И ПРИОБРЕТЕННЫЕ ФОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ, ИХ МЕХАНИЗМЫ. ПАМЯТЬ. ТИПЫ ВВД

Основные вопросы:

1. Врожденные формы поведения (безусловные рефлексы и инстинкты), их значение для приспособительной деятельности организма.
2. Приобретенные формы поведения, их виды (условный рефлекс, динамический стереотип). Условный рефлекс как форма приспособления животных и человека к изменяющимся условиям существования.
3. Классификация условных рефлексов. Механизм образования условных рефлексов.
4. Учение И. П. Павлова о типах высшей нервной деятельности животных и человека, их классификация и характеристика.
5. Понятие о торможении в высшей нервной деятельности. Виды торможения.
6. Память, ее виды и механизмы. Внимание и его роль в запоминании и обучении.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, 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. С. 429–443, 445–453.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Высшая школа, 2014. Ч. 2. С. 504–544.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 34.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА СМЫСЛОВОЙ ПАМЯТИ

Смысловая (опосредованная память) характеризуется наличием и самостоятельным, инициативным использованием человеком разных средств запоминания, хранения и воспроизведения информации. В процессе исследования важно выявить, смог ли испытуемый установить смысловую связь между предъявляемым словом и собственными пометками (рисунками, символами, знаками). При оценке результатов исследования подсчитывается количество

правильно воспроизведенных слов. Особенности опосредованного запоминания выражаются через качество рисунков испытуемого. Все изображения можно классифицировать на пять основных видов:

- *конкретные* — конкретные предметы;
- *сюжетные* — изображаемые предметы, персонажи объединяются в какую-либо ситуацию, сюжет или один персонаж, выполняющий какую-либо деятельность;
- *абстрактные* — в виде линий, неоформленных в какой-либо образ;
- *знаково-символические* — в виде знаков или символов (геометрические фигуры, стрелки, буквы, цифры и т. д.);
- *метафорические* — изображения в виде метафор, художественного вымысла и т. д.

По результатам исследования можно дать оценку развития уровня опосредованной (смысловой) памяти, а также сделать вывод о характере мыслительного процесса (т. е. типе мышления) испытуемого в зависимости от наиболее часто употребляемого вида изображения.

Материалы и оборудование: ручки, чистые листы бумаги.

Ход работы. Испытуемому дается инструкция: «Вам будет предъявлен ряд понятий. Для того чтобы их лучше запомнить, делайте на листке бумаги пометки (символы или зарисовки, но не слова), фиксируя, таким образом, те ассоциации, которые они у Вас вызывают при воспроизведении понятий».

Экспериментатор громко и отчетливо один раз должен зачитать 20 понятий с интервалом, достаточным для того, чтобы испытуемый сделал нужные пометки.

Пример предлагаемых понятий: *береговой, утрата, сладкий, ствол, тика, ласковое животное, собака на соломе, печальный, занемочь, хруст льда, перелет шмеля, ясный путь, сумерки, верный товарищ, пламя, собачье счастье, вечерний звонок, легкая ходьба, накрениться, судьба.*

Через 30–60 минут испытуемого просят под каждой из своих пометок написать все 20 понятий.

Указания к оформлению протокола:

1. Выпишите количество ошибок у обследуемого и подсчитайте количество баллов — за каждое правильно воспроизведенное по собственным пометкам (рисункам, символам и т. д.) слово или словосочетание испытуемый получает 1 балл.
2. Сделайте вывод о характере мыслительного процесса у испытуемого.
3. Сопоставьте полученные результаты с результатами других обследуемых и нормативными данными.

Нормативные данные для уровня развития смысловой (опосредованной) слуховой памяти:

- 20 баллов — очень высоко развитая;
- 16–19 баллов — высоко развитая;
- 8–15 баллов — средне развитая;
- 4–7 баллов — низко развитая;
- 0–3 балла — слабо развитая.

Нормативные данные для определения характера мыслительного процесса (типа мышления) у испытуемого. Если испытуемые пользуются абстрактным и знаково-символическим типами рисунков, то такие люди в мыслительной деятельности стремятся к обобщению, синтезу информации и имеют *высокий уровень развития абстрактно-логического мышления*. Испытуемые, у которых преобладают сюжетные и метафорические изображения, составляют группу людей *с творческим мышлением*. В случае предпочтения конкретного вида изображений можно предположить у испытуемого *конкретно-действенное мышление*.

ПРОТОКОЛ

1. Количество ошибок _____. Сумма баллов _____.
2. **Вывод:** а) уровень развития смысловой памяти _____ (очень высокий, высокий, средний, низкий, слабый); б) тип мышления _____ (абстрактно-логическое, творческое, конкретно-действенное).

Работа 34.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА КРАТКОВРЕМЕННОЙ СЛУХОВОЙ ПАМЯТИ С ПОМОЩЬЮ БУКВЕННЫХ И ЦИФРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

По длительности хранения информации выделяют несколько видов памяти. Память, обеспечивающая удержание и воспроизведение оперативной информации, получила название кратковременной. Ее объем составляет **примерно 7 ± 2 единицы**. Основным свойством данного вида памяти является непродолжительность. Хранение информации в кратковременной памяти длится секунды, минуты.

Для быстрого определения объема кратковременной памяти используют буквенные или цифровые сигнальные комплексы. При этом устанавливают то максимальное количество цифровых и буквенных знаков, которое человек может освоить (на слух или, глядя на табло) с одного предъявления и воспроизвести.

Материалы и оборудование: таблицы с цифровыми или буквенными сигнальными комплексами, часы с секундной стрелкой.

Ход работы. В работе используйте две равноценные таблицы с последовательными сигнальными комплексами из букв или цифр. В каждой таблице имеется 8 таких рядов; число знаков в каждом ряду различно: самый короткий первый ряд состоит из 3 знаков. Обследуемому зачитайте сигнальные комплексы из таблицы 34.1, начиная с самого короткого, состоящего из 3 элементов (например 9, 7, 2 или А, Ы, О) со скоростью 3 знака в 2 секунды. После каждого комплекса следует делать интервал в 5–7 секунд. Обследуемый сразу же должен повторить по памяти услышанный комплекс в той же самой последовательности. Если ряд цифр (или букв) назван без ошибок, зачитайте ему следующий ряд, в котором число элементов больше на один знак (например: 1, 4, 6, 8 или Е, Ю, У, Ы).

После ошибки (пропуска или замены знака или изменения последовательности их воспроизведения) предъявите обследуемому новый комплекс с тем же самым числом элементов, но теперь уже из табл. 34.2. В случае успешного освоения этого комплекса назовите последовательный комплекс с большим числом

элементов. Если же ошибка допущена снова, то работу следует закончить и считать число знаков в последнем сигнальном комплексе, воспроизведенном правильно, верхним пределом объема кратковременной памяти обследуемого.

Таблица 34.1.

Таблица 34.2.

<p>9 7 2 1 4 5 6 3 9 3 1 8 4 7 6 2 8 5 3 1 5 6 2 9 7 3 8 3 9 1 2 7 4 7 6 4 5 8 3 1 2 9 2 1 6 4 3 8 9 5 7 3</p>	<p>6 4 1 2 7 3 5 8 5 9 4 3 7 6 5 2 9 4 1 5 3 8 7 9 6 2 9 6 8 1 3 5 7 3 4 2 8 6 5 1 2 9 4 7 9 5 3 8 8 2 1 5</p>
<p>А Ы О Е Ю У Ы О У Ю Е А Ы О Е А Ю У У Е Ю А Ы О Е Ю А Е У О Ы А Ю А Ю Ы О У А Е Ы О Е У А Ы Е У Ю О А Ы</p>	<p>Ю А Ы У Е О А Ы О А Ю Е О Ы У Е А Ю Е У А Ю Ы Е О А Ю Ы У О А Ы У Ю Ы О А У Ы Ю Е А У Е Ю О Ы У А О Е Ы</p>

Указания к оформлению протокола:

1. Проведите исследование, путём воспроизведения правильной последовательности цифр и гласных букв в соответствующей части таблицы.
2. Оцените объём Вашей слуховой памяти на цифры и буквы.

ПРОТОКОЛ		<i>Таблица</i>																																																																																																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <th colspan="10">Воспроизведение цифр</th> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	Воспроизведение цифр																																																																																																				<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <th colspan="10">Воспроизведение гласных букв</th> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	Воспроизведение гласных букв																																																																																																			
Воспроизведение цифр																																																																																																																																																																																																									
Воспроизведение гласных букв																																																																																																																																																																																																									
Объем кратковременной слуховой памяти обследуемого: цифры — _____ знаков, буквы — _____ знаков и соответствует норме _____ (да/нет).																																																																																																																																																																																																									

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

ДАТА ЗАНЯТИЯ

« <u> </u> »	_____	_____
число	месяц	год

ЗАНЯТИЕ 35(17). ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПСИХИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные вопросы:

1. Понятие психической деятельности, ее основные формы.
2. Речь, ее виды и функции. Функциональная асимметрия коры больших полушарий, связанная с развитием речи у человека.
3. Понятие сознания, внимания и уровней бодрствования.
4. Сон. Современные представления о его роли и механизмах. Фазы сна. Изменение соматических и вегетативных функций в различные фазы сна.
5. Эмоции: механизмы возникновения, роль, проявления. Эмоциональный стресс — фактор риска для здоровья, основные проявления стресса.
6. Мотивации: классификация, механизмы возникновения. Роль мотиваций в целенаправленном поведении (на примере пищедобывательного поведения).
7. Понятие об архитектонике целостного поведенческого акта с позиции теории функциональных систем (П. К. Анохин).

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин, 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. С. 442–469.

Дополнительная

3. *Нормальная физиология* : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. С. 504–544.
4. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. С. 575–615.
5. *Нормальная физиология* : учеб. / под ред. А. В. Завьялова, В. М. Смирнова. Москва : МЕДпресс-информ, 2009. С. 742–772.
6. *Физиология* : учеб. / под ред. В. М. Смирнова, В. А. Правдивцева, Д. С. Свешникова. 5-е изд., испр. и доп. Москва : МИА, 2017. С. 438–468.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 35.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛАТЕНТНОГО ПЕРИОДА СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Сенсомоторная реакция у человека в ответ на световой раздражитель является простейшей психической реакцией, латентный период которой складывается из временных затрат на проведение сигналов от сетчатки в зрительные центры, обработку и опознание зрительного стимула, проведение эфферентных сигналов из сенсорных центров зрения в двигательные центры коры, спинного

мозга и к мышцам. Длительность латентного периода определяется также дополнительными временными затратами, связанными с индивидуальными особенностями протекания психических процессов (типа ВНД).

Латентный период реакции на световой раздражитель составляет около 180–200 мсек.

В повседневной жизни человек вынужден распределять свое внимание между двумя или несколькими видами деятельности. Выполнение одновременно двух или более видов деятельности требует распределения внимания, увеличивает латентный период реакции и повышает вероятность ошибочных действий.

Материалы и оборудование: электромиорефлексомер (ЭМР-01), сигнализатор, кнопочный выключатель, секундомер.

Ход работы. Выберите из предложенного меню программу «**Reaction test**». На темном экране появится светлый треугольник. Через 2–3 секунды он исчезнет. При его повторном появлении Вам необходимо максимально быстро нажать клавишу «Enter». В верхней части экрана появится сообщение о скорости Вашей простой сенсомоторной реакции в мсек. Повторить 5–6 раз. Записать в протокол последнее значение.

Повторите тест с самого начала, но после исчезновения первого треугольника, начните сразу отсчет в уме от цифры 200 цифру 7 до 0 с максимальной скоростью. Не прерывая отсчета, при появлении второго треугольника также максимально быстро нажмите клавишу «Enter». В верхней части экрана появится сообщение о скорости Вашей сложной сенсомоторной реакции в мсек

Указания к оформлению протокола:

1. Внесите полученные данные в протокол.
2. Сравните полученные показатели и объясните факт их различия.

ПРОТОКОЛ

1. Время простой сенсомоторной реакции _____ мсек.
Время сложной сенсомоторной реакции _____ мсек.

2. **Вывод:** _____

Работа 35.2. ПРОЯВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ПОЛУШАРИЙ

В мозге человека имеется два полушария, каждое из которых «отвечает» за свои функции организма и психики: правое — «образное», левое — «логическое». Доминирование того или иного полушария предопределяет тип личности — художественный или мыслительный.

Для *художественного типа*, т. е. людей, у которых доминирует правое полушарие мозга, характерны яркие образы, возникающие в результате живого восприятия, эмоций.

У представителей *мыслительного* — левополушарного типа — преобладают абстракции, логические рассуждения. Спорить, кто из них умнее, нет смысла, поскольку речь идет о двух специфических особенностях человеческого восприятия мира.

Внешние проявления функциональной асимметрии мозга позволяют делать вывод о некоторых наиболее характерных чертах личности.

Материалы и оборудование: бумага, калькулятор.

Ход работы. Ответьте на следующие вопросы, пользуясь одиннадцатибалльной системой. Категоричному отрицанию соответствует 0 баллов, безоговорочному согласию — 10. Но если, например, первый же вопрос поставит вас в тупик, поскольку вы не относите себя к мрачным личностям, но в то же время не торопитесь пополнить ряды счастливых оптимистов, то в вашем распоряжении все остальные баллы — от 1 до 9. Постарайтесь поставить себе справедливую оценку «за настроение».

1. У меня преобладает хорошее настроение.
2. Я помню то, чему училась(ся) несколько лет назад.
3. Прослушав раз-другой мелодию, я могу правильно воспроизвести ее.
4. Когда я слушаю рассказ, то представляю его в образах.
5. Я считаю, что эмоции в разговоре только мешают.
6. Мне трудно дается математика.
7. Я легко запоминаю незнакомые лица.
8. В группе приятелей я первым(ой) начинаю разговор.
9. Если обсуждают чьи-то идеи, я требую аргументов.
10. У меня преобладает плохое настроение.

Указание к оформлению протокола:

1. Подсчитайте отдельно сумму баллов по вопросам 1, 2, 5, 8, 9 (левое полушарие, Л) и 3, 4, 6, 7, 10 (правое полушарие, П).
2. Сделайте заключение: к какому типу личности Вы относитесь.

Анализ результатов

1. **Л больше П.** Если ваш «левополушарный» (Л) результат более чем на 5 баллов превышает «правополушарный» (П), то значит, вы принадлежите к людям с логическим типом мышления. Вы, вообще-то оптимист, и считаете, что большую часть своих проблем решаете самостоятельно. Как правило, вы без особого труда вступаете в общение с людьми. В работе и житейских делах больше полагаетесь на расчет, чем на интуицию. Испытываете больше доверия к информации, полученной из печати, чем к собственным впечатлениям. Вам легче даются виды деятельности, требующие логического мышления. Если профессия, к которой Вы стремитесь, требует логических способностей, то вам повезло. Вы можете стать хорошим математиком, преподавателем точных наук, конструктором, организатором производства, программистом ЭВМ, чертежником, ... продолжите этот список сами.

2. **П больше Л.** Это означает, что вы человек художественного склада. Представитель этого типа склонен к некоторому пессимизму. Предпочитает больше полагаться на собственные чувства, чем на логический анализ событий, и при этом зачастую не обманывается. Не очень общителен, но зато может продуктивно работать в неблагоприятных условиях (шум, различные помехи и др.). Его ожидает успех в таких областях деятельности, где требуются способности к образному мышлению — художник, актер, архитектор, врач, воспитатель.

3. *Правно Л.* Перед человеком, в равной степени сочетающим в себе признаки логического и художественного мышления, открывается широкое поле деятельности. Зоны его успеха там, где требуется умение быть последовательным в работе и одновременно образно, цельно воспринимать события, быстро и тщательно продумывать свои поступки даже в экстремальной ситуации. Менеджер и испытатель сложных технических систем, лектор и переводчик — все эти профессии требуют гармоничного взаимодействия противоположных типов мышления.

ПРОТОКОЛ

1. Сумма баллов по вопросам 1, 2, 5, 8, 9 _____.

2. Сумма баллов по вопросам 3, 4, 6, 7, 10 _____.

Вывод: _____

Работа 35.3. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ВНИМАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ КОРРЕКТУРНОЙ ПРОБЫ

Внимание — один из главных психологических процессов, от характеристик которого зависит оценка познавательной готовности к обучению, успешность учебной и профессиональной деятельности.

Основные характеристики внимания:

– *устойчивость* — способность сохранения внимания на одном и том же достаточно высоком уровне в течение длительного периода времени;

– *распределение* — способность, которая позволяет одновременно держать в сфере внимания много разных объектов и воспринимать их с примерно одинаковым вниманием;

– *переключение* — свойство, которое позволяет переключать внимание с одного объекта на другой, отвлекаться от первого и сосредоточиваться на втором;

– *объем внимания* — это количество объектов, которые одновременно могут находиться в сфере внимания человека.

Методика направлена на исследование параметров внимания — выявляется способность испытуемого к концентрации, устойчивости внимания. Корректурная проба впервые была предложена В. Bourdon в 1895 г.

Исследование проводится при помощи специальных корректурных таблиц-бланков с рядами расположенных в случайном порядке: колец Ландольта, букв, цифр, фигур (грибок, домик, ведерко, цветок и т. п. — для детей 3–5 лет).

В качестве основного методического, стимульного материала для оценки устойчивости, распределения и переключения внимания выбран буквенный вариант таблиц Бурдона.

Материалы и оборудование: секундомер, стандартные корректурные таблицы с рядами строчных букв, расположенных в случайном порядке без интервалов, карандаш.

Ход работы. Работа выполняется как индивидуально, так и в группе. Время выполнения — 5 минут. Стандартные корректурные таблицы содержат 1600 знаков.

Инструкция испытуемому. «По сигналу Вы должны начать внимательно просматривать каждый ряд табл. 35.1 слева направо, находить и зачеркивать ту букву, с которой данный ряд начинается. Работа проводится на время с максимальной скоростью и точностью. Через каждую минуту по команде «черта» отметьте вертикальной линией то место на бланке, где вас застала эта команда. Работа прекращается по команде «стоп».

Указание к оформлению протокола:

1. Определить количество букв, просмотренных за каждую минуту, и пять минут в целом.

2. Определить количество ошибок (пропущенные и зачеркнутые не оговоренные заданием буквы), допущенных в процессе работы за каждую минуту, и все пять минут.

3. Рассчитайте показатели внимания за каждую минуту работы и за пять минут в целом:

Объем внимания оценивается по количеству просмотренных за 5 минут знаков (в норме 850 и более букв).

Концентрация внимания оценивается по количеству допущенных за 5 минут ошибок (в норме 5 и менее).

Продуктивность и устойчивость внимания рассчитываются по формуле:

$$S = (0.5 N - 2.8 n) : t,$$

где S — показатель продуктивности и устойчивости внимания в единицу времени; N — количество просмотренных знаков в единицу времени; n — количество ошибок, допущенных в единицу времени; t — время работы (секунды).

Оценка результатов:

S — выше 3,25 = 10 баллов — продуктивность и устойчивость внимания *очень высокие*.

S — 2.1–3.25 = 8–9 баллов — продуктивность и устойчивость внимания *высокие*.

S — 1.6–2.0 = 4–7 баллов — продуктивность и устойчивость внимания *средние*.

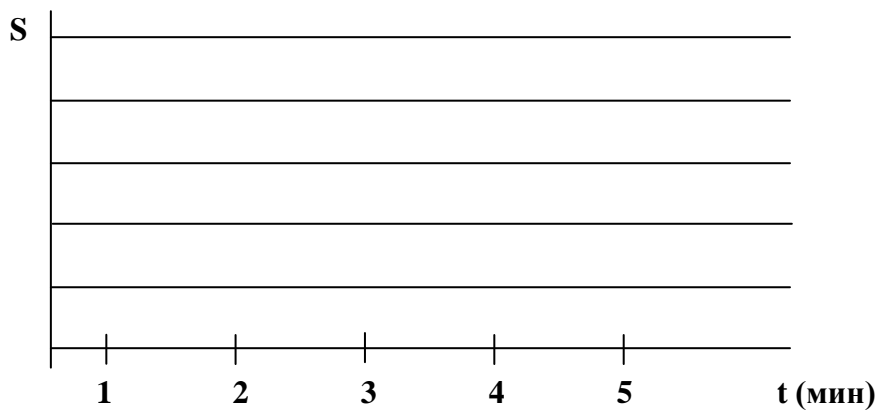
S — 1.3–1.5 = 2–3 балла — продуктивность и устойчивость внимания *низкие*.

S — 0.0–1.2 = 0–1 балл — продуктивность и устойчивость внимания *очень низкие*.

По всем показателям «S», полученным в процессе выполнения задания, строится график, при анализе которого можно судить о динамике изменения во времени продуктивности и устойчивости внимания.

1. Постройте график «Изменение во времени продуктивности и устойчивости внимания».

2. Сделайте вывод **об объеме, концентрации, продуктивности и устойчивости внимания**.



ПРОТОКОЛ

1-я минута — $N = \underline{\hspace{2cm}}$; $n = \underline{\hspace{2cm}}$; $S = \underline{\hspace{2cm}}$;

2-я минута — $N = \underline{\hspace{2cm}}$; $n = \underline{\hspace{2cm}}$; $S = \underline{\hspace{2cm}}$;

3-я минута — $N = \underline{\hspace{2cm}}$; $n = \underline{\hspace{2cm}}$; $S = \underline{\hspace{2cm}}$;

4-я минута — $N = \underline{\hspace{2cm}}$; $n = \underline{\hspace{2cm}}$; $S = \underline{\hspace{2cm}}$;

5-я минута — $N = \underline{\hspace{2cm}}$; $n = \underline{\hspace{2cm}}$; $S = \underline{\hspace{2cm}}$;

За все пять минут — $N = \underline{\hspace{2cm}}$; $n = \underline{\hspace{2cm}}$; $S = \underline{\hspace{2cm}}$;

Вывод: _____

Стандартная буквенная таблица для корректурной пробы³

СХАВСХЕВИХНИСХНВХВКМНАИСЕМВХЕНАИСНПУКСОВ
 ВЕНХИВСНАВВСАВСАЕКМАХВКЕОРУМЛПНАВЫВАМПРИ
 НХСРОВНВОТКНЛМЧАМОЛТВНЛМИСМГУБВВНСМЛОТЛБ
 ХАКИТОНВММБЛЧСХНГХАИХКМИНГСВЧХФИСБЛМОГНХ
 АХВСТМОНЕУБСТГАХЫЧНАТНВЛСМНГАХВВЛГМВЕМНМ —
 СОРНВУЛОНСМСЛНХЧССИОЛКОМГИСМВЛХТСИМНЕПСМ
 УХРАОПНИСМИОТУХНГВЛБЯШГВИМТСНУХЛОГНЦСИМУ
 ИКНГАЕПВОРСМИТУХЫЖБСИУХТЯДЛАНТСИМХВУМОЛ
 БВАПМИСРОКНЕОЛЭТФОЕУБВОАЖМБНАОПМЮЭХЦШАМБ
 СИТНЫДАОРЕГСМИТАНЦХЭОАЛСЬМАБЖЧТСНМКЕАВЭХ — —
 ВАПУЕКАЧМСИТВДЛМТИНФЭЧБГГКПВЯЕХЮЩАНСМВАТ
 ЕКНМСИТВДЮБСЕГОВЧБЯЕХЮТГМИОУЕАВСЮБХЦТМА
 МНГАЕЛИЬЮМПВЕХФЛУЕАСМОЛВГОИВЧСМКЕНГОВМАЕ
 ХВАМСИРНКЕГОМЛЭЮБСМИХВАНЕГЛХУЫМСОЛЭТЕТМГ
 НГМИТГОЛХИНАПМТИНГОЛЭСВАИНРХВАЛЭЮМИНЕРПМ —
 АПРВМИСНКМГОАМИВТХИНВЕАПРОЛАИСЕНВХАЭВММА
 БВМИЕНКЛОВМАБХМКЕНГИТМАБЛОМНГЕОЭЛАВТММБМ
 УИМЕВАРПОТИМТИГОХЮБТИСМУЛОАНЕГИАУФВАСМИА
 ТНГОРАМИСПАРВЭМТСАШНКТОВМНГАРМИСТЭХВМИМТ
 ВАПНСИМОЛХЭВТОЕНГАМИСВДЛАРПНМГМИТСЮБВАХЭ — —
 ЛНХЧССИОЛКОДЛМТИНБТИСМУЛПРОИСМЕАЛОВБИТЮМ
 ОРЕГСМИТАМКМАХВКЕОРУМФЭЧБГГКОРМГСММИИРША
 УКЕНАПМСИРВШОРОАПМУЕКНГТСОЭВКЕНВУАЕПИСФМ
 БЯЕХЮСМВПАЕВКВЛВРАНГЕИМТВДЮАПОРАОШУОВЛФЕ
 МТОНАПСМИВПРАОЭХШКНЕВАСМИФАВКЕНСИАРЕОТИВ —
 КХАПРСМИТОВПНАКМГОДЛАТСИВПАМКЕГНХЛОБВАПК
 СММИВПАЕАНКГАРОАИПТСМСВПАЕНУГКНРИМИМЕАТ
 ИТОСМШВАЕАУКГНВДЛАОПЭБТСИМПВАМБЛЧСМИВАЭХ
 ХВАПРСМИТСФШВХАПКЕНУИТСОЛЭВАТИСРЕВШЛАОЭМ — —
 ЕНГАРПСМИВАПРОИТИСМПВАЕУХЭДВАПРСШМИАПКНВ
 ГОВРПАШКНСИТВОГАЭЩДАРСМИВАКМНЦГСИТЛВОАРО
 АБСРПВАМКЕНГМТИВЛВЭСИВАЕНВЛОАРШАМИАХУФАП
 ВОЛСМИАПНШУХЭВТСИАПАМНЕВРЛЕЧСАВКАИСМРАЕВ
 РОВНВШТЛМТИРОТИМРШНЭХВАПСРТИМКМПВГКНЕПРА
 БВАЕКУМИЦФЭЕАПРСИМХВВАЛОКЕНГМИВЭЛАЮВСМИЕ —
 АУКШНМИСМАВОРИТВЭВОРАМНКГЛОМИСТЦЯХЭЛАОРС
 КНАЕВПСМИМРЛЭЯБСМИКШВПОЛЭХУНВЕКПРВСМИТОР
 ИМАКЕНВАЭОЛМТИСПЕАНВШГФХВПАРУЛОСИМТРОАХЕ
 ХКЕНИСМПВАМЧСИТВАРПОЛХГНКЕЭФЫВУКЕСИМАПХА
 ТОРВМСИПЕУКНВГЛОЭХФЦУЕМСИТМОАРПНЕКХНКШАГ — —

³ Одной чертой «—» отмечены деления по 5 строк, двумя «— —» — по 10 строк. Всего в таблице на каждой странице по 40 строк. В каждой строке 40 символов. Всего 1600 + 1600 = 3200 символов.

Таблица 35.1 (продолжение)

ГИТВОГАЭШДАРСМИВАКМНЦГСОВРПАШКНСИТЛВОАРО
 ЕХЮТГМИОУЕАВСКНМСИТВДЮБСЕГОВЧБЯЕБЮХЦТМА
 НСМГУНЛМИНСМЛОТВВВХСРОВНВОТКНЛМЧАМОЛТВЛБ
 БНЯЕХЮСМБДЮАПОРАОШУВПАЕВКЛВРАГБЕИМТОВЛФЕ --
 АХВСТМОНЕУБСТГАХЫЧНАТНВЛСМНГАХВВЛГМВЕМНБ
 КНАЕВПСМИМРЛЭЯБСМИКШВПОЛЭХУНВЕКПРВСМИТОР
 УХРАОПНИСМИОТУХНГВЛВЯШГВИМТСНУХЛОГНЦСИМУ
 ВАПУЕКАЧМСИТВДЛМТИНФЭЧБГГКПБЯЕХЮЩАНСМВАТ
 УИМЕВАРПОТИМТИГОХЮБТИСМУЛОАНЕГИАУФВАСМИА
 ИКНГАЕПВОРСМИТУХЫЖБСИУХТЯДЛАНТСИМХВУМОЛ --
 СИТНЫСМИТАНЦХЭОАЛСЬМАЫДАОРЕГЖЧТСНМКЕАВЭХ
 МНГАЕЛИЬЮМПВЕХФЛУЕАСМОЛВГОИБЧСМКЕНГОВМАЕ
 НГМИТГОЛХИНАПМТИНГОЛЭСВАИНРХВАЛЭЮМИНЕРПМ
 ХВАПРСМИТСФШВХАПКЕНУИТСОЛЭВАТИСРЕВШЛАОЭМ
 СХАВИХНСХХНВЕВИСХВКМНАИСЕМВХЕНАИСНПУКСОВ --
 ВОЛСМИАПНШУХЭВТСИАПАМНЕВРЛЕЧСАВКАИСМРАЕВ
 АПРВМИСНКМГОАМИВТХИНВЕАПРОЛАИСЕНВХАЭВММА
 ИТОСМШВАЕАУКГНВДЛАОПЭВТСИМПВАМВЛЧСМИВАЭХ
 БВМИЕНКЛОВМАБХМКЕНГИТМАБЛОМНГЕОЭЛАВТММБМ
 ТНГОРАМИСПАРВЭМТСАШНКТОВМНГАРМИСТЭХВМИМТ --
 БВАЕКУМИЦФЭЕАПРСИМХБВАЛОКЕНГМИВЭЛАЮВСМИЕ
 ВАПНСИМОЛХЭВТОЕНГАМИСВДЛАРПНМГМИТСЮБВАХЭ
 ХВАМСИРНКЕГОМЛЭЮБСМИХВАНЕГЛХУЫМСОЛЭТЕТМГ
 ЛНХЧССИОЛКОДЛМТИНБТИСМУЛПРОИСМЕАЛОВБИТЮМ
 ХКЕНИСМПВАМЧСИТВАРПОЛХГХКЕЭФЫВУКЕСИХАПХА --
 ОРЕГСМИТАМКМАХВКЕОРОУМФЭЧБГГКОРМГСММИИРША
 БВАПМИСРОКНЕОЛЭТФОЕУБВОВЖМБНАОПМЮЭХЦШАМБ
 УКЕНАПМСИРВШОРОАПМУЕКНГТСОЭВКЕНВУАЕЛИСФМ
 МТОНАПСМИВПРАОЭХШКНЕВАСМИФАВКЕНСИАРЕОТИВ
 СОРНВУЛОНСМСЛНХЧССИОЛКОМГИСМВЛХТСИМНЕПСМ --
 КХАПРСМИТОВПНАКМГОДЛАТСИВПАМКЕГНХЛОБВАПК
 ТОРВМСИПЕТКНВГЛОЭХФЦУЕМСИТМОАРПНЕКХНТШАГ
 СМММИВПАЕАНКГАРОАИПТСМСВПАЕНУГКНРИМИМЕАТ
 ВЕНХИВСНАВВСАВСАЕКМАХВКЕОРОУМЛПНАВЫВАМПРИ
 ЕНГАРПСМИВАПРОИТИСМПВАЕУХЭДВАПРСШМИАПКНВ --
 АБСРПВАМКЕНГМТИВЛВЭСИВАЕНВЛОАРШАМИАХУФАП
 ХАКИТОНВММБЛЧСХНГХАИХКМИНГСБЧХФИСБЛМОГНХ
 РОВНВШТЛМТИРОТИМРШНЭХВАПСРТИМКМПВГКНЕПРА
 АУКШНМИСМАВОРИТВЭВОРАМНКГЛОМИСТЦЯХЭЛАОРС
 ИМАКЕНВАЭОЛМТИСПЕАНВШГФХВПАРУЛОСИМТРОАХЕ --

Исправить задания на страницах	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАЩИЩЕНЫ:

(подпись преподавателя)

**Памятка при решении вопроса о допуске к экзамену
по дисциплине «Нормальная физиология»**

1. *Допуск к экзамену выставляется* студенту, не имеющему пропусков занятий (или отработавшему пропущенные занятия), усвоившему учебный материал по пройденным разделам, не нарушавшему производственную дисциплину (регулярно посещавшему лекции) и правила техники безопасности.

2. При наличии неотработанных пропущенных занятий и/или лекций *допуск к экзамену студенту не выставляется.*

3. Отметка о выставлении *допуска к экзамену* заносится в электронный журнал и журнал кафедры.

Допуск к экзамену _____ (выставлен, не выставлен)

Дата допуска к экзамену _____

При невыставлении допуска к экзамену укажите причину

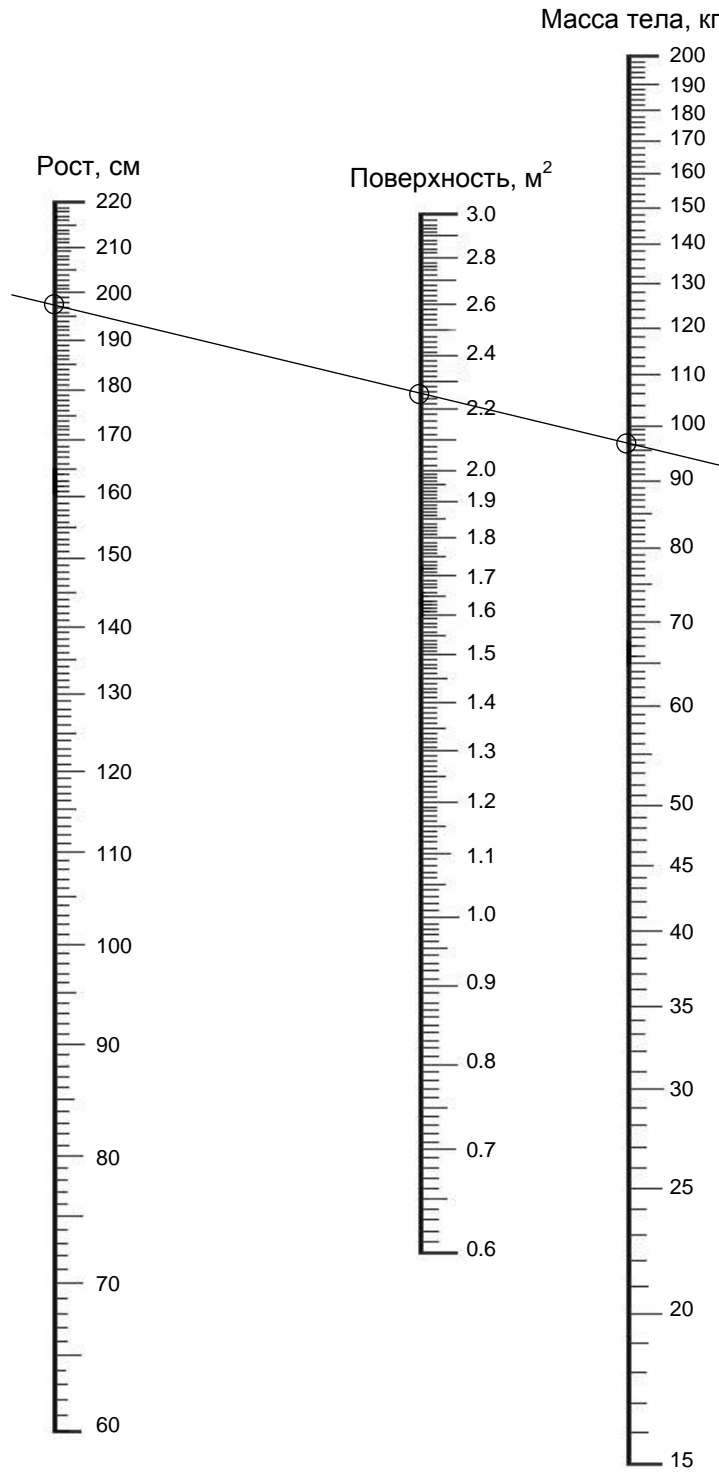
(подпись преподавателя)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бертрам, Г. К.* Базисная и клиническая фармакология. В 2 т. / Г. К. Бертрам. Москва; Санкт-Петербург : Бином; Невский диалект, 1998. Т. 1, 2.
2. *Болезни органов эндокринной системы : руководство для врачей / И. И. Дедов [и др.] ; под ред. акад. РАМН И. И. Дедова.* Москва : Медицина, 2000. 568 с.
3. *Гематология : новейший справочник / под общ. ред. К. М. Абдулкадырова.* Москва : Эксмо; Санкт-Петербург : Сова, 2004. 928 с.
4. *Данилова, Л. А.* Биохимия полости рта : учеб. пособие / Л. А. Данилова, Н. А. Чайка. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург : СпецЛит, 2016. 99 с.
5. *Зильбернагель, С.* Наглядная физиология / С. Зильбернагель, А. Деспопулос ; пер. с англ. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 408 с.
6. *Зинчук, В. В.* Основы нормальной физиологии : учеб. пособие / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Ю. М. Емельяничик ; под ред. В. В. Зинчука. Минск : Новое знание, 2017. 272 с.
7. *Кубарко А. И.* Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2010. Ч. 1. 511 с.
8. *Кубарко А. И.* Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйшая школа, 2011. Ч. 2. 623 с.
9. *Местное обезболивание в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : учеб. пособие / А. В. Глинник [и др.].* Минск : МГМИ, 1998. 51 с.
10. *Методы клинических лабораторных исследований / под ред. В. С. Камышникова.* Минск : Белорусская наука, 2001. 695 с. С. 14–73.
11. *Молекулярная эндокринология. Фундаментальные исследования и их отражение в клинике : пер. с англ. / под ред. Б. Д. Вайнтрауба, Ю. А. Панкова.* Москва : Медицина, 2003. 494 с.
12. *Морман, Д.* Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. Санкт-Петербург : Питер, 2000. 256 с.
13. *Немов, Р. С.* Психология. В 3 т. / Р. С. Немов. Москва : Просвещение : ВЛАДОС, 1995. Т. 3. 508 с.
14. *Нормальная физиология : курс физиологии функциональных систем / под ред. К. В. Судакова.* Москва : Медицинское информационное агентство, 1999. 718 с.
15. *Нормальная физиология : учеб. / под ред. А. В. Завьялова, В. М. Смирнова.* Москва : МЕДпресс-информ, 2009. 816 с.
16. *Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко.* Минск : Вышэйшая школа, 2013. Ч. 1. 542 с.
17. *Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. / А. И. Кубарко [и др.] ; под ред. А. И. Кубарко.* Минск : Вышэйшая школа, 2014. Ч. 2. 604 с.
18. *Нормальная физиология : учеб. пособие / А. А. Семенович [и др.] ; под ред. А. А. Семеновича, В. А. Переверзева.* Минск : Новое знание. 2018. 520 с.
19. *Полянская, Л. Н.* ВИЧ-инфекция. Проявления в полости рта : учеб. пособие / Л. Н. Полянская, Е. Е. Конопля. Минск : МГМИ, 1999. 34 с.
20. *Орлов, Р. С.* Нормальная физиология : учеб. / Р. С. Орлов, А. Д. Ноздрачев. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2005. 696 с.
21. *Рожкова, Г. И.* Таблицы и тесты для оценки зрительных способностей / Г. И. Рожкова, В. С. Токарева. Москва : ВЛАДОС, 2001. 104 с.
22. *Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии / под ред. К. В. Судакова, А. В. Котова, Т. Н. Лосевой.* Москва : Медицина, 2002. 703 с.

23. Рухлова, С. А. Основы офтальмологии / С. А. Рухлова. Нижний Новгород : изд-во НГМА, 2001. 252 с. С. 12–68.
24. Савченков Ю. И. Стоматологическая физиология : учеб. пособие / Ю. И. Савченков, Ю. С. Пац. Ростов на Дону : Феникс; Красноярск : Издательские проекты, 2007. 201 с.
25. Секреты физиологии / под ред. Г. Рафф ; пер. с англ. Москва : БИНОМ; Санкт-Петербург : Невский диалект, 2001. 448 с.
26. Смешанная слюна (состав, свойства, функции) : учеб.-метод. пособие / П. А. Леус [и др.]. Минск : БГМУ, 2004. 42 с.
27. Смирнова, Л. А. Показатели периферической крови и их клиническая трактовка. Вопросы гематологии в цифрах и фактах / Л. А. Смирнова // Медицинские новости. 1997. № 2. Записная книжка практического врача. 1997, № 1. С. 17–20.
28. Смирнова, Л. А. Клиническая трактовка общего анализа крови / Л. А. Смирнова. Минск : БелМАПО, 2009. 16 с.
29. Требования к организации и проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения и распространения вирусных гепатитов : санитарные нормы и правила, утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 11 от 06.02.2013.
30. Фаллер, Д. Молекулярная биология клетки : руководство для врачей / Д. Фаллер, М. Шилдс ; пер. с англ. Москва : Бином-Пресс, 2003. 272 с.
31. Физиологическая и клиническая оценка некоторых показателей общего анализа крови, получаемого с помощью современных гематологических анализаторов / А. И. Кубарко [и др.]. Минск : МГМИ, 1997. 21 с.
32. Физиология : учеб. / под ред. В. М. Смирнова. 2-е изд., испр. и доп. Москва : МИА, 2016. 575 с.
33. Физиология : учеб. / под ред. В. М. Смирнова., В. А. Правдивцева, Д. С. Свешникова. 5-е изд., испр. и доп. Москва : МИА, 2017. 512 с.
34. Физиология человека : учеб. / под ред. Н. А. Агаджаняна, В. И. Циркина. Санкт-Петербург : СОТИС, 2003. 527 с.
35. Физиология человека : учеб. пособие / А. А. Семенович [и др.]. 4-е изд. Минск : Вышэйшая школа, 2012. 544 с.
36. Физиология челюстно-лицевой области / под ред. С. М. Будылиной. Москва, 2001.
37. Физическая культура : учеб. пособие / Е. С. Григорович [и др.] ; под ред. Е. С. Григоровича, В. А. Переверзева. 4-е изд., испр. Минск : Вышэйшая школа, 2014. 350 с.

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА



ТАБЛИЦЫ ГАРРИС–БЕНЕДИКТА (МУЖЧИНЫ)

ТАБЛИЦА А

КГ	ККАЛ	КГ	ККАЛ	КГ	ККАЛ
3	107	40	617	77	1125
4	121	41	630	78	1139
5	135	42	644	79	1153
6	148	43	658	80	1167
7	162	44	672	81	1180
8	176	45	685	82	1194
9	190	46	699	83	1208
10	203	47	713	84	1222
11	217	48	727	85	1235
12	231	49	740	86	1249
13	245	50	754	87	1253
14	258	51	768	88	1277
15	272	52	782	89	1290
16	286	53	795	90	1304
17	300	54	809	91	1318
18	313	55	823	92	1332
19	327	56	837	93	1345
20	341	57	850	94	1359
21	355	58	864	95	1370
22	368	59	878	96	1387
23	382	60	892	97	1406
24	396	61	905	98	1414
25	410	62	919	99	1428
26	424	63	933	100	1442
27	438	64	947	101	1455
28	452	65	960	102	1469
29	465	66	974	103	1483
30	479	67	988	104	1497
31	498	68	1002	105	1510
32	507	69	1015	106	1524
33	520	70	1029	107	1538
34	534	71	1043	108	1552
35	548	72	1057	109	1565
36	562	73	1070	110	1579
37	575	74	1084	111	1593
38	589	75	1098	112	1607
39	603	76	1112	–	–

ТАБЛИЦА Б

ВОЗРАСТ В ГОДАХ														
См	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41
92	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
96	140	113	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	180	153	128	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
104	220	193	168	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
108	260	233	208	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
112	300	273	248	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
116	340	313	288	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
120	380	353	328	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
124	420	393	368	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
128	460	433	408	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
132	500	473	448	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
136	540	513	488	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	580	553	528	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
144	620	593	568	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
148	660	663	608	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
152	700	673	648	619	605	592	578	565	551	538	524	511	497	484
156	740	713	678	639	625	612	598	585	571	558	544	531	517	504
160	780	743	708	659	645	632	618	605	591	578	564	551	537	524
164	810	773	738	679	665	652	638	625	611	598	584	571	557	544
168	840	803	768	699	685	672	658	645	631	618	604	591	577	564
172	860	823	788	719	705	692	678	665	651	638	624	611	597	584
176	880	843	808	739	725	712	698	685	671	658	644	631	617	604
180	900	863	828	759	745	732	718	705	691	678	664	651	637	624
184	920	883	848	779	765	752	738	725	711	698	684	671	657	644
188	940	903	868	799	785	772	758	745	731	718	704	691	677	664
192	–	923	888	819	805	792	778	765	751	738	724	711	697	684
196	–	–	908	839	825	812	798	785	771	758	744	731	717	704
200	–	–	–	859	845	832	818	805	791	778	764	751	737	724

ТАБЛИЦЫ ГАРРИС–БЕНЕДИКТА (ЖЕНЩИНЫ)

ТАБЛИЦА А

КГ	ККАЛ	КГ	ККАЛ	КГ	ККАЛ
3	683	41	1047	79	1411
4	693	42	1057	80	1420
5	702	43	1066	81	1430
6	712	44	1076	82	1439
7	721	45	1085	83	1449
8	731	46	1095	84	1458
9	741	47	1105	85	1468
10	751	48	1114	86	1478
11	760	49	1124	87	1487
12	770	50	1133	88	1497
13	779	51	1143	89	1506
14	789	52	1152	90	1516
15	798	53	1162	91	1525
16	808	54	1172	92	1535
17	818	55	1181	93	1544
18	827	56	1190	94	1554
19	837	57	1200	95	1564
20	846	58	1210	96	1573
21	856	59	1219	97	1583
22	865	60	1229	98	1592
23	875	61	1238	99	1602
24	885	62	1248	100	1611
25	894	63	1258	101	1621
26	904	64	1267	102	1631
27	913	65	1277	103	1640
28	923	66	1286	104	1650
29	932	67	1296	105	1650
30	942	68	1305	106	1669
31	952	69	1315	107	1678
32	961	70	1324	108	1688
33	971	71	1334	109	1698
34	980	72	1344	110	1707
35	990	73	1353	111	1717
36	999	74	1363	112	1725
37	1009	75	1372	113	1736
38	1019	76	1382	114	1745
39	1028	77	1391	115	1755
40	1038	78	1401	–	–

ТАБЛИЦА Б

См	ВОЗРАСТ В ГОДАХ													
	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41
88	43	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
92	27	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
96	11	21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	5	5	14	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
104	21	11	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
108	37	27	18	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
112	53	43	34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
116	69	59	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
120	85	75	66	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
124	101	101	82	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
128	117	107	98	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
132	133	123	114	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
136	140	139	130	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	165	151	146	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
144	181	171	162	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
148	197	187	178	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
152	212	201	192	183	174	165	165	146	136	127	117	108	99	89
156	227	215	206	190	181	172	162	153	144	134	125	116	106	97
160	242	229	220	198	188	179	170	160	151	142	132	123	114	104
164	257	243	234	205	196	186	177	168	158	149	130	121	123	112
168	271	255	246	213	203	194	184	166	156	158	147	138	128	119
172	285	267	253	220	211	201	192	183	173	164	154	145	136	126
176	299	279	270	227	218	209	199	190	181	171	162	153	143	134
180	313	291	282	235	225	216	207	197	188	179	169	160	151	141
184	327	303	294	242	233	223	214	205	195	186	177	167	168	149
188	–	313	304	250	240	231	221	212	203	193	184	175	165	156
192	–	323	314	257	248	230	229	220	210	201	191	182	173	163

**КОНТРОЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ
РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ КОРРЕКТУРНОЙ ПРОБЫ
(к работе 35.3)**

В таблице приведены наименование и количество букв, которые должны быть вычеркнуты в соответствующей строке корректуры.

Строка	Букв	Строка	Букв	Строка	Букв	Строка	Букв
1	С, 6	11	В, 3	21	Л, 5	31	Г, 3
2	В, 8	12	Е, 4	22	О, 3	32	А, 7
3	Н, 5	13	М, 5	23	У, 3	33	В, 5
4	Х, 6	14	Х, 3	24	Б, 3	34	Р, 5
5	А, 4	15	Н, 5	25	М, 3	35	Б, 3
6	С, 8	16	А, 6	26	К, 4	36	А, 4
7	У, 4	17	Б, 4	27	С, 3	37	К, 3
8	И, 4	18	У, 3	28	И, 3	38	И, 3
9	Б, 4	19	Т, 5	29	Х, 2	39	Х, 3
10	С, 4	20	В, 4	30	Е, 2	40	Т, 2

Продолжение

Строка	Букв	Строка	Букв	Строка	Букв	Строка	Букв
1	Г, 3	11	С, 4	21	Б, 3	31	К, 4
2	Е, 4	12	М, 5	22	В, 4	32	Т, 4
3	Н, 5	13	Н, 5	23	Х, 3	33	С, 3
4	Б, 3	14	Х, 2	24	Л, 5	34	В, 8
5	А, 4	15	С, 6	25	Х, 5	35	Е, 2
6	К, 3	16	В, 5	26	О, 3	36	А, 7
7	У, 4	17	А, 6	27	Б, 5	37	Х, 6
8	В, 3	18	И, 3	28	У, 3	38	Р, 5
9	У, 3	19	Б, 4	29	М, 3	39	А, 4
10	И, 4	20	Т, 5	30	С, 8	40	И, 3

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	3
Введение.....	5
Раздел «ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ФИЗИОЛОГИИ»	7
Занятие 1. Введение. Предмет и задачи нормальной физиологии.....	7
Раздел «ЖИДКИЕ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА»	16
Занятие 2. Жидкие среды организма. Понятие о системе крови.....	16
Занятие 3. Форменные элементы крови. Скорость оседания эритроцитов. Физиологическая оценка результатов общего клинического анализа крови. Гемоцитопоз.....	21
Занятие 4. Группы крови. Препараты крови. Кровезаменители. Гемостаз	29
Раздел «ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ»	38
Занятие 5. Основы информационного обмена клетки с окружающей средой. Химическая сигнализация. Общая физиология эндокринной системы.	38
Занятие 6. Частная физиология эндокринной системы.....	45
Занятие 7. Физиология костной ткани и регуляция кальций-фосфорного обмена	49
Занятие 8. Итоговое занятие по разделам «Жидкие среды организма», «Физиология системы крови», «Гуморальная регуляция физиологических функций».....	56
Основные количественные физиологические показатели жидких сред организма человека	59
Раздел «ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ»	61
Занятие 9. Понятие об электрической сигнализации. Возбудимые ткани и их общие свойства. Биоэлектрогенез.....	61
Занятие 10. Проведение возбуждения по нервным волокнам, синаптическая передача.	67
Занятие 11. Физиология скелетных мышц	72
Занятие 12. Физиология мышц челюстно-лицевой области. Физиологические особенности гладких мышц. Понятие о миоэпителиальных и железистых клетках.....	81
Занятие 13. Общая физиология нервной системы. Процессы возбуждения и торможения в ЦНС. Рефлексы.	93

Занятие 14. Итоговое (семинарское) занятие по разделу «Общая физиология»	100
Раздел «НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ».....	102
Занятие 15. Частная физиология ЦНС (спинной мозг, ствол мозга, мозжечок).....	102
Занятие 16. Частная физиология ЦНС (промежуточный мозг, передний мозг)	110
Занятие 17. Нервная регуляция вегетативных функций.	113
Занятие 18. Итоговое (семинарское) занятие по разделу «Нервная регуляция физиологических функций». Зачет.....	119
Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ»	121
Занятие 19(1). Гемодинамика. Основные показатели системы кровообращения. Микроциркуляция. Понятие о лимфатической системе.	121
Занятие 20(2). Физиологические свойства и особенности сердечной мышцы	128
Занятие 21(3). Методы исследования работы сердца. Регуляция работы сердца	133
Занятие 22(4). Регуляция кровообращения	141
Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ»	146
Занятие 23(5). Внешнее дыхание. Газообмен в легких. Транспорт газов кровью. Газообмен в тканях	146
Занятие 24(6). Регуляция дыхания	154
Занятие 25(7). Итоговое (семинарское) занятие по разделам «Физиология кровообращения» и «Физиология дыхания»	163
Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ»	166
Занятие 26(8). Пищевые мотивации. Пищеварение в полости рта. Защитные механизмы полости рта. Глотание.....	166
Занятие 27(9). Пищеварение в желудке. Пищеварение в тонком и толстом кишечнике. Роль поджелудочной железы и печени в пищеварении.....	178
Раздел «ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ».....	182
Занятие 28(10). Обмен веществ и энергии. Питание.....	182
Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ»	188
Занятие 29(11). Терморегуляция	188

Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ»	193
Занятие 30(12). Выделение. Физиология почки.....	193
Занятие 31(13). Итоговое (семинарское) занятие по разделам «Физиология пищеварения», «Обмен веществ и энергии», «Физиология терморегуляции», «Физиология выделения»	196
Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ»	199
Занятие 32(14). Общие свойства сенсорных систем. Физиология системы зрения	199
Занятие 33(15). Физиология слуховой, вестибулярной, вкусовой, обонятельной, болевой и тактильной сенсорных систем	206
Раздел «ИНТЕГРАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОЗГА»	216
Занятие 34(16). Врожденные и приобретенные формы поведения, их механизмы. Память. Типы ВНД.....	216
Занятие 35(17). Физиологические основы психической деятельности	220
Список использованной литературы.....	230
Приложения	232

Учебное издание

Переверзев Владимир Алексеевич
Пупа Татьяна Александровна
Гайкович Юлия Владимировна и др.

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Практикум для студентов, обучающихся
по специальности «Стоматология»

Под редакцией В. А. Переверзева

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

Подписано в печать _____. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Ризография. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. _____. Уч.-изд. л. _____. Тираж ____ экз. Заказ _____.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

