

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Практикум

4-е издание



Минск БГМУ 2012

УДК 612.1 (076.5) (075.8)
ББК 28.707.3 я73
Н83

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве
практикума 30.05.2012 г., протокол № 8

А в т о р ы: А. И. Кубарко (занятия 1, 2, 4, 6–22, 24–32); В. А. Переверзев (занятия 1–5, 12–14); Л. И. Белорыбкина (занятия 3, 5, 7, 9–11, 27, 28); Н. А. Башаркевич (занятия 17–19, 22, 26); М. Л. Колесникова (занятия 1, 3, 5, 29, 30); Р. И. Дорохина (занятие 29); А. А. Семенович (занятия 23–26); Г. А. Прудников (занятие 9); Т. Г. Северина (занятия 6–8); А. Н. Харламова (занятия 5, 15, 16); Д. А. Александров (занятия 17–22, 27, 28); В. И. Власенко (занятия 31, 32); В. А. Сюсюкин (занятия 31, 32)

Р е ц е н з е н т ы: зав. каф. патологической физиологии Белорусского государственного медицинского университета, д-р мед. наук, проф., член-корр. Национальной академии наук Беларуси Ф. И. Висмонт; зав. каф. анатомии, физиологии и валеологии Белорусского государственного педагогического университета им. М. Танка, д-р мед. наук Ю. М. Досин

Нормальная физиология : практикум / А. И. Кубарко [и др.]. – 4-е изд. –
Н83 Минск : БГМУ, 2012. – 174 с.

ISBN 978-985-528-608-1.

Представлены вопросы к практическим занятиям по нормальной физиологии. Приведены описания лабораторных работ и протоколы их оформления, списки рекомендуемой литературы. 1-е издание вышло в 2009 году.

Предназначается студентам 2-го курса лечебного, педиатрического, медико-профилактического и военно-медицинского факультетов, а также медицинского факультета иностранных учащихся.

УДК 612.1 (076.5) (075.8)
ББК 28.707.3 я73

ISBN 978-985-528-608-1

© Оформление. Белорусский государственный
медицинский университет, 2012

ВВЕДЕНИЕ

Практикум предназначен студентам для подготовки к занятиям и протоколирования практических работ по курсу нормальной физиологии. Составлен с учётом требований утверждённой Министерством здравоохранения Республики Беларусь в 2005 г. программы по дисциплине «НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ» для студентов учреждений образования, обеспечивающих получение высшего медицинского образования.

Характер студенческого практикума кафедры нормальной физиологии постоянно изменяется в связи с улучшением уровня технического оснащения и появлением возможности моделирования многих классических физиологических экспериментов на виртуальных животных, ориентацией практикума на исследование состояния физиологических функций организма здорового человека. В практикум введены работы, предусматривающие использование компьютерной техники для обучения и контроля знаний студентов, моделирования известных физиологических феноменов. Представлено описание техники проведения исследований состояния некоторых функций у человека современными методами клинического анализа крови, газоанализа, электроэнцефалографии, исследования резервов кардиореспираторной системы и др.

К каждому занятию в компьютерном классе кафедры имеются обучающие и контролируемые программы, которыми студенты могут воспользоваться при подготовке к текущим и итоговым занятиям; для освоения учебных материалов во время и после занятий; при отработке пропущенных занятий, а также при подготовке к экзаменам.

В конце изучения раздела физиологии, при условии освоения студентом практических навыков и достаточных теоретических знаний по выполненным работам и рассмотренным вопросам занятий, а также при соблюдении учебной дисциплины и правил техники безопасности, ставится подпись преподавателя (тема зачтена).

Список литературы прилагается к каждому занятию. Рекомендуется внимательно читать настоящее издание при подготовке каждого занятия.

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

Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ»

Занятие 1. ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ПРАКТИКУМАХ И ЛАБОРАТОРИЯХ КАФЕДРЫ. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ

Основные вопросы:

1. Правила техники безопасности при выполнении работ практикума.
2. Физиологические представления о гомеостазе как о постоянстве внутренней среды организма, функций и механизмов, их регулирующих.
3. Основные показатели гомеостаза крови, сердечно-сосудистой, респираторной и других систем организма. Понятие об их относительном постоянстве в состоянии покоя и изменениях при различных воздействиях на организм.
4. Роль воды для жизнедеятельности. Содержание и распределение воды в организме; возрастные особенности. Жидкие среды организма.
5. Кровь. Понятие о системе крови. Количество, состав, основные физико-химические свойства крови. Функции крови.
6. Осмотическое и коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление крови, их роль в обмене воды и электролитов между кровью и тканями. Состояние гипер- и гипогидратации тканей.
7. Гемолиз и его виды, плазмолиз. Понятие о гипо-, гипер- и изотонических растворах.
8. Кислотно-основное состояние внутренней среды организма. Понятие об ацидозе и алкалозе.

Вопросы для самоконтроля:

1. Чему равна масса крови в организме молодого человека?
2. Чему равна осмоляльность плазмы крови?
3. Расположите в порядке уменьшения вклада в величину осмотического давления плазмы следующие осмотически активные вещества: белки, глюкоза, натрий, калий, хлор, бикарбонат.
4. Почему 0,9 % раствор NaCl является изотоническим раствором?
5. Чему равна величина коллоидно-осмотического (онкотического) давления плазмы крови?
6. Какие белковые компоненты (глобулины или альбумины) и почему в наибольшей степени определяют величину онкотического давления?
7. Какие последствия для распределения жидкости в организме может иметь гипопроteinемия? Введением каких растворов в сосудистое русло можно корректировать эти последствия?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 5–44, 96, 206–209.
3. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 1. 447 с. С. 276–284, 288.
4. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 25–26, 229–230, 233–237, 239–240.
5. *Сборник* нормативных документов по проблеме ВИЧ/СПИД. Минск, 1999. 132 с. Приказ № 351 от 16.12.1998 г. Приложение № 8 «Инструкция о профилактике внутрибольничного заражения ВИЧ-инфекцией и предупреждению профессионального заражения мед. работников». С. 31–35.

ИНСТРУКТАЖ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

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

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

Общие требования

Студенты до входа в учебное помещение должны надевать халат.

Для общего наблюдения за порядком, соблюдением правил и выполнением требований техники безопасности при работе в учебных помещениях назначаются дежурные из числа студентов группы. Дежурные обязаны получать различные материалы, необходимые для выполнения практических работ занятия. По окончании работы дежурный должен сдать полученные материалы и проверить стояние практикума – выключены ли вода и электричество.

Правила безопасности при работе с электрооборудованием

При работе с электрооборудованием и электроприборами возможны случаи поражения людей электрическим током и возникновения пожара.

Причиной тому может послужить:

- работа с неисправным электрооборудованием (рубильники, розетки и др.);
- отсутствие заземления электроприборов;
- нарушения правил пользования электроприборами;
- прикосновение руками или металлическими предметами к токоведущим элементам.

В случае обнаружения неисправности электроприбора или электрооборудования необходимо сообщить об этом преподавателю. При работе с электрооборудованием и электроприборами 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 электропроводкой;
- оставлять без надзора электрическую схему под напряжением.

Действия в случае возникновения пожара

В случае возникновения загорания нужно немедленно отключить напряжение, вызвать помощь и приступить к тушению пожара. Огнетушители имеются в комнатах 104, 131, 135, 138. Прежде, чем приступить к тушению возгорания, необходимо обесточить электросеть помещения. Затем применить огнетушитель. Для тушения можно также использовать имеющиеся пожарные рукава: размотать рукав, открыть кран. Пожарные краны с рукавами находятся в конце коридора за 136-й комнатой, в нише между комнатами 139 и 140, 133 и 132, а также напротив 104-й комнаты.

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 ее оказания вы будете знакомиться на клинических кафедрах.

Если при поражении электрическим током получены серьезные травмы, ожоги, нужно обязательно вызвать скорую медицинскую помощь, при легких поражениях после оказания первой помощи пострадавшие направляются в медицинское учреждение. Следует помнить, что, оказывая помощь человеку, находящемуся под действием тока, нельзя прикасаться к нему голыми руками. Прежде всего, нужно отключить установку (прибор), которой касается пострадавший. При невозможности отключения всей установки необходимо 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 131, или преподавателя кафедры.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 1.1. ОСВОЕНИЕ МЕТОДИКИ ЗАНЯТИЙ В КОМПЬЮТЕРНОМ КЛАССЕ

Компьютерный класс кафедры позволяет контролировать степень усвоения студентами учебного материала, а также предоставлять в наглядном виде учебную информацию для усвоения дисциплины. Использование компьютерных программ, позволяющих моделировать ответную реакцию органов и систем на различные воздействия, облегчает усвоение и понимание учебного материала.

На вступительном занятии студенты знакомятся с правилами работы в классе, с видами учебных материалов, предлагаемых к занятиям и, в

частности, с содержанием материалов вступительного и следующего занятия.

Работа 1.2. ЗНАКОМСТВО С ОСНОВНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ГОМЕОСТАЗА КРОВИ, СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА

Таблица 1

Некоторые важнейшие показатели гомеостаза

Показатель	Пределы нормальных значений	Единицы измерения
Кровь		
Объем циркулирующей крови	_____	литры
Вязкость крови	_____	отн. ед.
Содержание форменных элементов крови:	_____	
Эритроциты	_____	клеток/л крови
Лейкоциты	_____	клеток/л крови
Тромбоциты	_____	клеток/л крови
Гематокрит	_____	—
Осмотическое давление крови	_____	мосмоль/кг
Онкотическое давление крови	_____	мм рт. ст.
рН крови	_____	—
Содержание глюкозы в крови	_____	ммоль/л
Содержание белка в крови	_____	г/л
Сердечно-сосудистая система		
Частота сокращений сердца (ЧСС) в покое	_____	сокр./мин
Ударный объем сердца (УО) в покое	_____	мл
Минутный объем кровотока (МОК) в покое	_____	л/мин
Респираторная система		
Частота дыхания (ЧД) в покое	_____	в минуту
Дыхательный объем (ДО) в покое	_____	мл
Минутный объем дыхания (МОД) в покое	_____	л/мин
Альвеолярная вентиляция (АВ) в покое	_____	л/мин

Работа 1.3. ГЕМОЛИЗ И ЕГО ВИДЫ (демонстрация)

Гемолиз — разрушение мембраны эритроцитов с выходом гемоглобина в плазму крови. В зависимости от причины, вызывающей гемолиз, различают следующие его виды: осмотический, механический, термический, химический, биологический. Физиологический гемолиз является результатом естественного старения и разрушения эритроцитов.

Материалы и оборудование: 0,9%-ный раствор NaCl; нашатырный спирт; спирт; йод; дистиллированная вода; 3 пробирки; скарификаторы в стерилизаторе; вата; резиновые перчатки; маски, 3%-ный раствор хлорамина.

Ход работы. В одну из пробирок наливают 2 мл 0,9%-ного раствора NaCl, во вторую — 2 мл 0,9%-ного раствора NaCl и 5 капель нашатырного спирта, в третью 2 мл дистиллированной воды. В каждую пробирку вносят

по 2 капли крови и перемешивают содержимое. Результат оценивают через 45 мин.

ПРОТОКОЛ		
Пробирки	Наличие осадка эритроцитов	Окраска раствора
0,9 % NaCl		
0,9 % NaCl + NH ₄ OH		
Дистиллированная вода		
Вывод:	Наличие или отсутствие гемолиза	Вид гемолиза (если есть)
0,9 % NaCl		
0,9 % NaCl + NH ₄ OH		
Дистиллированная вода		

Работа 1.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ПЛАЗМЫ КРОВИ (демонстрация)

Осмотическое давление плазмы крови зависит от количества (суммарной концентрации) молекул всех растворенных в ней веществ (электролитов и неэлектролитов). Осмотическое давление является одной из жестких гомеостатических констант и определяет распределение воды между внутренней средой и клетками организма. Величина **осмотического давления плазмы** крови составляет у здорового человека в среднем **290 ± 10 мосмоль/кг** (7,3 атм, или 5600 мм рт. ст., или 745 кПа).

Определение осмотического давления биологических жидкостей (кровь, ликвор, лимфа и др.) проводят криоскопическим методом. Известно, что температура замерзания жидкости тем ниже, чем выше суммарная концентрация мелких ионов и молекул. У человека температура замерзания крови ниже нуля на 0,56–0,58 °С, а температура замерзания плазмы крови ниже нуля на 0,54 °С.

Ход работы. Демонстрация учебного видеофильма. Прибор «OSMOMETER MO 801» позволяет определить осмоляльность биологической жидкости (osmol/kg) в объеме 0,05 мл. Полученные в фильме результаты внести в протокол.

ПРОТОКОЛ	
1. Полученные результаты: осмотическое давление в исследуемой пробе плазмы крови = _____ osmol/kg, или _____ mosmol/kg.	
2. Вывод: осмотическое давление в исследуемой пробе плазмы крови:	
_____.	
(в норме, снижено или повышено)	

Занятие 2. ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА КЛЕТКИ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ: ХИМИЧЕСКАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ. ГЕМОПОЭЗ

Основные вопросы:

1. Обмен информацией между клеткой и окружающей средой. Понятия: информация, сигнал. Виды сигналов.
2. Химическая сигнализация. Основные способы межклеточной коммуникации с участием сигнальных молекул, их характеристика.
3. Классификация молекулярных рецепторов. Виды сигнальных молекул (лигандов).
4. Лиганд-рецепторные взаимодействия. Основные пути внутриклеточной передачи сигнала с участием мембранных рецепторов. Вторичные посредники, их функции. Лиганды, действующие через мембранные рецепторы.
5. Внутриклеточная передача сигнала с участием внутриклеточных рецепторов. Лиганды, действующие через внутриклеточные рецепторы.
6. Основные физиологические эффекты лиганд-рецепторного взаимодействия на уровне клетки.
7. Понятие о стволовой кроветворной клетке, роль микроокружения стволовой клетки. Понятие о сигнальных молекулах, имеющих значение для регуляции кроветворения (цитокины, гормоны, нейромедиаторы и др.)
8. Потребности организма в незаменимых питательных веществах, витаминах и микроэлементах для поддержания нормального кроветворения. Общее понятие о нарушениях кроветворения при дефиците поступления этих веществ в организм.
9. Объем циркулирующей крови. Понятие о важнейших клеточных рецепторах и механизмах, контролирующих объем циркулирующей крови.

Вопросы для самоконтроля:

1. С какими рецепторами связываются липофильные лиганды, и с какими — гидрофильные лиганды?
2. Какие вещества являются классическими вторичными посредниками? Какие вещества выполняют роль первичных посредников?
3. Какие ферменты активируются вторичными посредниками цАМФ, цГМФ и диацилглицеролом?
4. Какую функцию выполняет вторичный посредник инозитолтрифосфат (ИФ₃)?
5. Почему эффекты тиреоидных и кортикостероидных гормонов развиваются медленно по сравнению с эффектами гормонов белковой природы?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 33–37, 61–63, 180–187, 206–224, 235–238.
3. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 1. 447 с. С. 242–253, 271–325.
4. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 24, 211–213, 241–242, 512–513.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 2.1. ИЗУЧЕНИЕ РЕЦЕПТОРНОГО МЕХАНИЗМА ВЛИЯНИЯ АДРЕНАЛИНА НА ЧАСТОТУ СОКРАЩЕНИЯ СЕРДЦА

Работа выполняется с помощью программы «**PHYSIOL 2**».

Заполните таблицу и сделайте вывод о рецепторном механизме влияния адреналина на ЧСС, сравнив его эффект при действии антагониста β -адренорецепторов пропранолола с исходным эффектом.

	Воздействия	Частота сокращений сердца
Крыса 1	Исходное значение	
	Введение адреналина 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$	
Крыса 2	Исходное значение	
	Введение пропранолола 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$	
	Введение адреналина 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$	

ВЫВОД: адреналин увеличивает ЧСС через стимуляцию ____ (α - или β -) адренорецепторов. Они находятся на плазматических мембранах клеток (в частности, кардиомиоцитов) и относятся к семейству _____ мембранных рецепторов. Вторичным посредником действия адреналина на сердце является _____.

Работа 2.2. ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ ГЕМОПОЭЗА И ОБЪЕМА ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ КРОВИ НА СЛАЙДАХ И СХЕМАХ; ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ВИТАМИНАХ, МИКРОЭЛЕМЕНТАХ И НЕЗАМЕНИМЫХ КОМПОНЕНТАХ ПИЩИ ДЛЯ НОРМАЛЬНОГО ГЕМОПОЭЗА (выполняется самостоятельно)

1. Заполните пропуски в ответах на вопросы по важнейшим сигнальным механизмам, контролирующим объем циркулирующей крови в организме.

На уменьшение объема циркулирующей крови реагируют _____ рецепторы. На изменение величины осмотического давления крови реагируют _____ рецепторы клеток _____. Повышение активности этих рецепторов при _____ ОЦК (\uparrow или \downarrow) и _____ осмотического давления (\uparrow или \downarrow) стимулирует образование и секрецию _____ (гормона), вза-

имодельствующего с ____ рецепторами клеток _____ и вызывающего ____ (↑ или ↓) реабсорбции воды.

2. Заполните таблицы 2 и 3.

Таблица 2

Суточная потребность в витаминах

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

Таблица 3

СУТОЧНАЯ ПОТРЕБНОСТЬ В МИКРОЭЛЕМЕНТАХ

Название	Суточная норма	Назначение
Железо		Для образования гемо- и миоглобина; ферментов транспортной цепи электронов в митохондриях; синтеза ДНК; деления клеток; эффективной работы детоксикационных механизмов при участии цитохрома Р-450
Кобальт		Для синтеза гемоглобина; способствует утилизации железа. Для стимуляции синтеза и выделения эритропоэтина в почке. При недостатке кобальта развивается анемия
Медь		Для всасывания железа в ЖКТ, мобилизации его резервов из печени и ретикулярных клеток
Цинк		Для обеспечения функций фермента карбоангидразы. При недостатке цинка развивается лейкопения

Селен	Для защиты мембран клеток (в том числе клеток крови) от действия продуктов перекисного окисления и предотвращения гемолиза эритроцитов; входит в состав ферментов, обеспечивающих метаболизм тиреоидных гормонов
-------	--

Занятие 3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЭРИТРОЦИТОВ И ТРОМБОЦИТОВ. ЭРИТРОПОЭЗ, ТРОМБОЦИТОПОЭЗ. ГЕМОСТАЗ

Основные вопросы:

1. Меры профилактики инфицирования при работе с кровью и другими биологическими жидкостями.

2. Эритроциты. Особенности строения и свойств эритроцитов, обеспечивающие выполнение их функций. Методы подсчета эритроцитов. Эритроцитоз и эритропения. Ретикулоциты. Кривая распределения эритроцитов.

3. Гемоглобин. Особенности строения и свойств гемоглобина, обеспечивающие выполнение его функций. Виды гемоглобина. Количество, методы определения.

4. Цветовой показатель и эритроцитарные индексы (MCH, MCHC, MCV, RDW), их расчет. Значение в диагностике анемий.

5. Эритропоэз и разрушение эритроцитов. Продукты разрушения эритроцитов.

6. Нейрогуморальные механизмы регуляции эритроцитопоэза. Происхождение, роль и использование эритропоэтина в клинике.

7. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ), факторы, влияющие на нее, методы определения. Диагностическое значение СОЭ.

8. Тромбоциты, их количество, строение и функции. Методы подсчета. Тромбоцитоз и тромбоцитопения. Тромбоцитопоэз и его регуляция.

9. Понятие о системе гемостаза и ее механизмах. Первичный (сосудисто-тромбоцитарный) и вторичный (плазменно-коагуляционный) гемостаз: значение, методы оценки. Понятие об антикоагулянтах.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что является важнейшим фактором, определяющим количество эритроцитов в крови?

2. Почему число эритроцитов и содержание гемоглобина у мужчин выше, чем у женщин?

3. Исходя из продолжительности жизни эритроцитов и числа эритроцитов в крови, рассчитайте, какое количество эритроцитов образуется и разрушается в организме за сутки.

4. Зачем нужны переносчики кислорода в крови, если кислород из крови потребляется в виде свободно растворенного?

5. Что характеризует величина цветового показателя, с какой целью ее рассчитывают?

6. Какой общей причиной можно объяснить увеличение интенсивности эритропоэза при кровопотере, массивном гемолизе эритроцитов, дыхании при пониженном барометрическом давлении?

7. Какие микроэлементы и витамины являются важнейшими для эритропоэза?

8. Какие из перечисленных показателей и лабораторных проб (проба жгута, протромбиновый индекс, время кровотечения по Айви или по Дюке, содержание фибриногена, количество тромбоцитов в крови) характеризуют первичный гемостаз, а какие — вторичный гемостаз?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 207–217, 224–238.
3. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 1. 447 с. С. 276–289, 307, 313–323.
4. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 229–244, 261–273.
5. *Сборник нормативных документов по проблеме ВИЧ/СПИД*. Минск, 1999. 132 с. Приказ № 351 от 16.12.1998 г. Приложение № 8 «Инструкция о профилактике внутрибольничного заражения ВИЧ-инфекцией и предупреждению профессионального заражения медработников». С. 31–35.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 3.1. 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.

При работе с кровью следует помнить о возможной инфицированности крови вирусами (ВИЧ, гепатита и др.) и связанным с этим повышенным риском заражения, которому подвергаются врачи и лаборанты, проводящие серологические и клинические исследования. Поэтому при проведении анализа крови нужно руководствоваться приказами Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 66 от 2.04.1993 г. и № 351 от 16.12.1998 г. о профилактике вирусного гепатита и СПИДа у медицинского персонала, занятого забором и исследованием крови.

При лабораторных исследованиях крови и других биологических жидкостей используются средства индивидуальной защиты: медицинский халат и резиновые перчатки, очки, маска (или щиток).

Любое повреждение кожи, слизистых, попадание на них крови или другой биологической жидкости пациента должно квалифицироваться как возможный контакт с материалом, содержащим ВИЧ или другой инфекционный агент.

Если контакт с кровью или другой биологической жидкостью произошел с нарушением целостности кожных покровов (укол, порез), пострадавший должен:

- быстро снять перчатки рабочей поверхностью внутрь;
- сразу же выдавить из раны кровь;
- поврежденное место обработать одним из дезинфицирующих растворов (70%-ный раствор спирта, 5%-ная настойка йода при порезах, 3%-ный раствор перекиси водорода при уколах и др.);
- вымыть руки с мылом под проточной водой и затем протереть спиртом;
- на рану наложить пластырь.

В случае загрязнения кровью или другой биологической жидкостью без повреждения кожи:

- обработать кожу спиртом, а при его отсутствии другими дезинфицирующими растворами;
- промыть место загрязнения водой с мылом и повторно обработать спиртом.

При попадании биологического материала на слизистые оболочки:

- полости рта: прополоскать рот 70%-ным спиртом;
- полости носа: закапать 30%-ный раствор альбуцида из тюбика-капельницы;
- глаза: промыть водой (чистыми руками), закапать 30%-ный раствор альбуцида из тюбика-капельницы. При отсутствии 30%-ного раствора альбуцида для обработки слизистых носа и глаз можно использовать 0,05%-ный раствор марганцовокислого калия.

При попадании биоматериала на халат или одежду следует это место немедленно обработать одним из дезинфицирующих растворов.

Материалы и оборудование: скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, 3%-ный раствор хлорамина.

Ход работы. Взятие капиллярной крови у пациента должно проводиться следующим образом:

1. Пациент должен сидеть напротив врача, рука пациента (лучше нерабочая) должна находиться на столе.

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

3. Кожа пальца дезинфицируется спиртом.

4. Скарификатор берут пинцетом из стерилизатора за середину, а затем рукой за конец, противоположный колющему, подняв скарификатор острием вверх, чтобы капля воды не стекала на режущий край.

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, эту и последующие капли крови берут для анализа.

8. После забора крови место укола обрабатывается спиртом или йодом.

1. Ответы на вопросы:

1.1. Почему не рекомендуется использовать для анализов первую каплю крови?

1.2. Почему кровь обычно берут из 4-го пальца нерабочей руки?

2. С правилами по технике безопасности при проведении практических работ с кровью и с другими биологическими жидкостями, а также с тканями ознакомлен и проинструктирован.

Работа 3.2. Вид эритроцитов и тромбоцитов под микроскопом (демонстрация)

Пронаблюдайте на экране форму, размеры, окраску и внутриклеточные органеллы ретикулоцитов; эритроцитов; тромбоцитов.

Указание к оформлению протокола:

Заполните пропуски при ответе на следующие вопросы.

ПРОТОКОЛ

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

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

Клетки, которые образуют тромбоциты, называются _____.

Работа 3.3. Подсчет эритроцитов в счетной камере под микроскопом (демонстрация)

Для дополнительной профилактики инфицирования ВИЧ, вирусным гепатитом или другими инфекциями, передаваемыми через кровь, работа проводится как демонстрационная.

Для подсчета форменных элементов кровь разбавляют в специальных смесителях, чтобы создать оптимальную для подсчета концентрацию клеток. В качестве растворителя при подсчете эритроцитов применяют гипертонический **3%-ный раствор NaCl**, в котором эритроциты сморщиваются. Это делает их более контрастными в поле зрения микроскопа.

Счетная камера представляет собой толстое стекло, в средней части которого нанесена **сетка Горяева**. Эта средняя часть стекла ниже боковых участков на 0,1 мм. При наложении покровного стекла над сеткой образуется пространство высотой в 0,1 мм.

Сетка Горяева в счетной камере разделена на большие квадраты, которые, в свою очередь, делятся на 16 маленьких квадратов. Сторона маленького квадрата равняется $1/20$ мм, площадь — $1/20 \times 1/20 = 1/400$ мм²; таким образом, объем пространства над малым квадратом составляет $1/400 \times 1/10 = 1/4000$ мм³.

Подсчет эритроцитов проводится по фотографии фрагмента счетной камеры со смесью эритроцитов. Подсчет эритроцитов выполняют в **5 больших квадратах**, расположенных по диагонали. Клетки подсчитывают в соответствии с **правилом Егорова**: к данному квадрату относятся все эритроциты, находящиеся внутри, а также на его левой и верхней границе.

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

Указания к оформлению протокола:

Подсчитайте суммарное число эритроцитов в 5 больших квадратах, расположенных по диагоналям фотографического снимка. Рассчитайте по формуле содержание эритроцитов в 1 л крови. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

ПРОТОКОЛ

1. Число эритроцитов в больших квадратах: в 1 __; во 2 __; в 3 __; в 4 __; в 5 __.
Суммарное число эритроцитов (Э) в пяти больших квадратах равно __ клеток.

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

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

3. Вывод:

Работа 3.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГЕМОГЛОБИНА ПО СПОСОБУ САЛИ (демонстрация)

Содержание гемоглобина в крови здорового человека составляет: у мужчин — 130–170 г/л; у женщин — 120–150 г/л.

Содержание гемоглобина в крови определяют путем измерения количества продукта реакции, образующегося при взаимодействии гемоглобина с различными реактивами. Такое измерение проводится спектрофотометрическим или фотоэлектроколориметрическими методами.

Одним из простейших методов является колориметрический, основанный на образовании при взаимодействии гемоглобина с соляной кислотой солянокислого гематина — вещества, придающего раствору коричневый цвет. Для этого метода используется гемометр Сали. Он состоит из штатива, задняя стенка которого сделана из матового стекла, и трех пробирок одинакового диаметра. Средняя пробирка градуирована, она предназначена для проведения исследований, а в двух боковых, запаянных, содержится стандартный раствор хлорида гематина. Кровь, использованная для приготовления стандарта, содержала 16,7 г %, или 167 г/л гемоглобина.

Для определения содержания гемоглобина в среднюю пробирку добавляют **0,1 N раствор HCl**, затем 20 мкл крови, взятой из пальца. Содержимое пробирки перемешивают, пробирку помещают в штатив на 5–10 мин. За это время из гемоглобина образуется *солянокислый гематин*, и раствор приобретает темно-коричневый цвет. Затем в пробирку добавляют дистиллированную воду до тех пор, пока цвет раствора не станет таким же светло-коричневым, как цвет стандарта в двух боковых пробирках (при каждом добавлении воды раствор перемешивают стеклянной палочкой).

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

Указания к оформлению протокола:

Нарисуйте гемометр Сали. Определите содержание гемоглобина в исследуемой крови. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

1. Гемометр Сали	ПРОТОКОЛ
	<p>2. Содержание гемоглобина в исследуемой крови = _____ г %, или _____ г/л.</p> <p>3. Вывод: содержание гемоглобина в исследуемой крови _____ (нормальное, повышено или снижено)</p>

Работа 3.5. ВЫЧИСЛЕНИЕ ЦВЕТОВОГО ПОКАЗАТЕЛЯ

Для оценки *абсолютного* содержания гемоглобина в каждом эритроците используется показатель МСН (Mean Corpuscular Hemoglobin), составляющий около 30 пг (25,4–34,6). Получают этот показатель делением содержания гемоглобина в 1 л на количество эритроцитов в 1 л.

Цветовой показатель (ЦП) — *относительная* величина, показывающая содержание гемоглобина в эритроцитах. ЦП вычисляют делением содержания гемоглобина в г/л (Hb) на число первых трех цифр количества эритроцитов в 1 л крови, с последующим умножением полученного частного на 3 (по формуле: $\text{ЦП} = \frac{3 \times \text{Hb}(\text{г/л})}{\text{Эритроциты} \times 10^{-10}}$).

Например, содержание гемоглобина в крови равно 152 г/л, количество эритроцитов равно $4,56 \times 10^{12}/\text{л}$; тогда ЦП равен $3 \times 152 : 456 = 1,00$.

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

Указания к оформлению протокола:

1. Рассчитайте ЦП исследуемой крови, пользуясь данными работ 3.3 и 3.4.
2. Оцените полученный результат (нормо-, гипо- или гиперхромия).

ПРОТОКОЛ
<p>1. Содержание гемоглобина в исследуемой крови равно _____ г/л. Количество эритроцитов в исследуемой крови равно _____ $\cdot 10^{12}/\text{л}$. ЦП = $3 \cdot (\text{_____} : \text{_____}) = \text{_____}$</p> <p>2. Вывод: _____ (нормо-, гипо- или гиперхромия)</p>

Работа 3.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРВИЧНОГО ГЕМОСТАЗА

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

1) **микроциркуляторный, сосудисто-тромбоцитарный, или первичный** механизм гемостаза. С него начинаются реакции гемостаза в капиллярах, венозных и артериальных сосудах диаметром 200 мкм. В этом процессе участвуют тромбоциты и сосудистый эндотелий. С нарушением этого механизма связаны почти 80 % кровотечений и 95 % случаев тромбообразования;

2) **макроциркуляторный, гемокоагуляционный, или 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 (диаметром более 200 мкм).

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, тромбоциты и их факторы свертывания. Этапы первичного гемостаза:

1) **спазм сосудов**;

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

3) **ретракция** (сокращение и уплотнение) тромбоцитарной пробки.

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

А. Проба жгута (оценка сосудистого компонента первичного гемостаза).

Метод основан на том, что дозированное механическое воздействие (давление) на капилляры кожи у здорового человека не вызывает каких-

либо существенных изменений. При нарушении нормального состояния стенки капилляров появляется повышенная ломкость сосудов, и после механического воздействия на месте давления и застоя венозной крови возникают многочисленные точечные кровоизлияния (петехии) или кровоподтеков, 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. На 1,5–2,0 см от локтевой ямки очертите круг 2,5 см в диаметре. До проведения пробы проверьте, имеются ли кровоизлияния в этом круге (и сколько их, если есть). На плечо наложите манжетку тонометра и создайте в ней давление 80 мм рт. ст. Поддерживайте давление на этом уровне в течение 5 мин, подкачивая воздух по мере необходимости. Рука обследуемого должна быть расслаблена и лежать свободно. Через 10–15 мин после проведения теста подсчитайте все петехии, появившиеся в очерченном круге (с учетом уже имевшихся). У здоровых людей петехии не образуются или их число не более 10 в круге, а размеры не более 1 мм в диаметре (отрицательная проба жгута). Увеличение числа петехий более 10, размеров петехий более 1 мм в диаметре или наличие кровоподтека (положительная проба жгута) свидетельствуют: о неполноценности стенок микрососудов в результате эндокринных изменений (менструальный период); инфекционно-токсических воздействий (сепсис и др.); гиповитаминоза С; нарушения выработки фактора Виллебранда и др.; о наличии тромбоцитопений и тромбоцитопатий и др.

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. Время кровотечения по Дюке — демонстрация.

Время кровотечения, определяемое 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). Увеличение времени кровотечения отражает нарушение первичного гемостаза вследствие тромбоцитопений, тромбоцитопатий, нарушений сосудистой стенки или сочетания этих факторов. Укорочение времени кровотечения свидетельствует лишь о повышенной спастической способности периферических сосудов.

Материалы и оборудование: секундомер, стерильная фильтровальная бумага, скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, 3%-ный раствор хлорамина.

Ход работы. Делают прокол мякоти 4-го пальца на глубину не менее 3 мм. При соблюдении этого условия кровь выделяется самопроизвольно без нажима. После прокола включают секундомер. К первой же выступившей капле прикасаются полоской стерильной фильтровальной бумаги, которая впитывает кровь. Далее снимают вновь выступившие капли крови стерильной фильтровальной бумагой строго каждые 30 с. Следует избегать прикосновения фильтровальной бумаги к коже, так как это способствует преждевременной остановке кровотечения. Продолжают до тех пор, пока на фильтровальной бумаге не перестанут оставаться следы крови. В норме время кровотечения по Дюке составляет 2–4 мин.

ПРОТОКОЛ

1. Длительность кровотечения составляет _____ мин. _____ сек.

2. Вывод: длительность кровотечения _____.
(норма, увеличена, укорочена)

Занятие 4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛЕЙКОЦИТОВ. ЛЕЙКОПОЭЗ. НЕСПЕЦИФИЧЕСКАЯ И СПЕЦИФИЧЕСКАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ОРГАНИЗМА. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБЩЕГО АНАЛИЗА КРОВИ

Основные вопросы:

1. Лейкоциты, их виды. Лейкоцитарная формула.
2. Гранулоциты, их виды. Функции и свойства зернистых лейкоцитов. Гранулоцитопоз.
3. Моноциты и тканевые макрофаги. Моноцитопоз. Особенности строения и свойств, обеспечивающие выполнение ими функций. Механизмы фагоцитоза. Понятие о системе комплемента.
4. Понятие о Т- и В-лимфоцитах, особенностях их созревания и выполняемых функциях. Лимфоцитопоз. Нулевые и плазматические клетки.
5. Понятие о клеточном и гуморальном иммунитете; иммунном ответе. Классы и функции иммуноглобулинов.
6. Основные лейкоцитарные и другие показатели, определяемые при проведении общего анализа крови. Физиологическая оценка результатов общего анализа крови. Диагностическое значение общего анализа крови.
7. Понятие о возрастных нормах основных показателей общего анализа крови.

Вопросы для самоконтроля:

1. Количество каких форменных элементов (эритроцитов или лейкоцитов) поддерживается в крови на более постоянном уровне и почему?
2. Какие показатели крови, определяемые при общем анализе крови, характеризуют дыхательную функцию крови?
3. Что такое лейкоцитарная формула? Нормальные показатели лейкоцитарной формулы взрослого здорового человека.
4. Что такое «сдвиг лейкоцитарной формулы влево»?
5. В чем отличие физиологического и реактивного лейкоцитоза? Причины физиологического и реактивного лейкоцитозов.
6. Сделайте заключение по анализу крови женщины 20 лет: эритроциты — $5 \times 10^{12}/л$; гемоглобин — 160 г/л; цветовой показатель — рассчитайте; лейкоциты — $11 \times 10^9/л$ (базофилы — 1 %; эозинофилы — 1 %; палочкоядерные нейтрофилы — 10 %; сегментоядерные нейтрофилы — 58 %; лимфоциты — 20 %; моноциты — 10 %); СОЭ — 30 мм/час.
7. Сделайте заключение по анализу крови женщины 35 лет: эритроциты — $4,2 \times 10^{12}/л$; гемоглобин — 100 г/л; цветовой показатель — рассчитайте; лейкоциты — $4 \times 10^9/л$ (базофилы — 1 %; эозинофилы — 5 %; палочкоядерные нейтрофилы — 1 %; сегментоядерные нейтрофилы — 64 %; лимфоциты — 20 %; моноциты — 9 %); СОЭ — 5 мм/час.
8. Сделайте заключение по анализу крови мужчины 40 лет: эритроциты — $2,9 \times 10^{12}/л$; гемоглобин — 90 г/л; цветовой показатель — рассчитайте; лейкоциты — $5 \times 10^9/л$; тромбоциты — $80 \times 10^9/л$; СОЭ — 10 мм/час.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 217–224, 235–238.
3. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 1. 447 с. С. 292–298.
4. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 244–256.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 4.1. ПОДСЧЕТ ЛЕЙКОЦИТОВ В СЧЕТНОЙ КАМЕРЕ ПОД МИКРОСКОПОМ (демонстрация)

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

Материалы и оборудование: смеситель для лейкоцитов, счетная камера, 5%-ный раствор уксусной кислоты, скарификаторы в стерилизаторе

рах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, 3%-ный раствор хлорамина.

Для подсчета лейкоцитов кровь разбавляют в специальных смесителях. В смеситель для лейкоцитов набирают кровь до метки 0,5, затем 5%-ный раствор уксусной кислоты, подкрашенной красителем метиленовым синим, до метки 11 (20-кратное разведение крови). Уксусная кислота гемолизует плазматические мембраны всех форменных элементов, а краситель метиленовый синий окрашивает ядра лейкоцитов. Встряхивают смеситель 1–2 мин. Заполняют камеру из ампулы смесителя. Подсчитывают лейкоциты (ядра лейкоцитов) при малом увеличении в 25 больших квадратах.

Указания к оформлению протокола:

1. Нарисуйте смеситель для лейкоцитов.
2. Подсчитайте суммарное число лейкоцитов в 25 больших квадратах.
3. Рассчитайте по формуле число лейкоцитов в 1 л крови.
4. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

ПРОТОКОЛ	
<p>1. Рис. Смеситель для лейкоцитов</p>	<p>2. Число лейкоцитов (Л) в 25 больших квадратах равно _____ клеток.</p> <p>3. Число лейкоцитов (X) в 1 л крови рассчитывается по формуле:</p> $X = \frac{Л \times 4000 \times 20}{400} \times 10^6 = Л \times 2 \times 10^8 / л$ $X = \underline{\hspace{2cm}} \times 10^9 л.$ <p>4. Вывод:</p>

Работа 4.2. ПОДСЧЕТ ПРОЦЕНТНОГО СООТНОШЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ФОРМ ЛЕЙКОЦИТОВ В МАЗКЕ КРОВИ (ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА)

Ход работы. Руководствуясь показателями: размер клеток, форма ядра, характер окраски ядра и цитоплазмы, наличие или отсутствие гранул в цитоплазме и их окраска, подсчитайте соотношение различных форм лейкоцитов (на 100 клеток) в окрашенном мазке крови по его фотографии, представленной на экране монитора.

Указания к оформлению протокола:

1. Внесите полученные данные по подсчету различных форм лейкоцитов в таблицу.
2. Внесите данные по % лейкоцитов малого размера (W–SCR; % лимфоцитов) и большого размера (W–LCR; % других лейкоцитов) в таблицу.
3. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой

ПРОТОКОЛ

Содержание различных видов лейкоцитов в крови взрослого человека

Показатели	Общее число лейкоцитов	Базофи-лы	Эозино-филы	Нейтрофи-лы	Моноци-ты	Лимфоци-ты
В 1 мкл	4000- 9000	0- 90	40- 350	2000- 5800	80- 600	1200- 3500
В %	100	0- 1	1- 5	46- 76	2- 9	18- 40
В мазке крови	100					

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

Работа 4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОЭ ПО МЕТОДУ ПАНЧЕНКОВА (демонстрация)

При сохранении крови в несвертывающемся состоянии эритроциты оседают на дно пробирки, так как их удельный вес (1,096 г/мл) выше, чем плазмы (1,027 г/мл). В норме у здоровых людей СОЭ составляет: **у мужчин — 1–10 мм/час; у женщин — 2–15 мм/час.** Важнейшими факторами, влияющими на СОЭ, являются соотношение различных видов белков плазмы крови и количество эритроцитов. Увеличение содержания **глобулинов и фибриногена** и/или снижение содержания альбуминов в плазме, а также снижение количества эритроцитов сопровождается увеличением СОЭ. Увеличение количества эритроцитов в крови, а также повышение содержания альбуминов и желчных пигментов вызывает уменьшение СОЭ. Более высокие значения нормы СОЭ у женщин связаны с меньшим содержанием эритроцитов.

В физиологических условиях повышенная СОЭ наблюдается во время беременности, при сухоедении и голодании, после вакцинации (вследствие увеличения содержания глобулинов и фибриногена в плазме). Замедление СОЭ может наблюдаться при сгущении крови вследствие усиленного испарения пота (например, при действии высокой внешней температуры) или повышенного образования и содержания эритроцитов в крови (например, у жителей высокогорья или у альпинистов).

Изменением СОЭ сопровождаются многие заболевания. Так, при большинстве инфекционных, воспалительных и аутоиммунных заболеваний (вследствие гиперглобулинемии и/или гиперфибриногенемии), болезнях почек с нефротическим синдромом (из-за потери альбуминов с мочой и развития гипоальбуминемии), злокачественных опухолях и гемобластозах (из-за увеличения содержания в крови крупномолекулярных белков и/или угнетения эритропоэза и развития анемии), эндокринных заболеваниях (тиреотоксикозе и сахарном диабете) и анемиях различного генеза отмечается повышение СОЭ. Уменьшение СОЭ, вплоть до полного прекращения оседания, бывает при эритроцитозе.

Материалы и оборудование: прибор Панченкова, часовое стекло, скарификаторы в стерилизаторах, резиновые перчатки, маски, вата, спирт, йод, 3%-ный раствор хлорамина, 5%-ный раствор лимонно-кислого натрия.

Ход работы. Для определения СОЭ используют прибор Панченкова. Пипетку (капилляр) прибора промывают 5%-ным раствором цитрата натрия. Взятую для исследования кровь тщательно перемешивают с цитратом натрия на часовом стекле. Смесь набирают в пипетку до метки О. Пипетку помещают в штатив на 1 час строго вертикально. Результат определяют по снижению красного столика эритроцитов в капилляре от точки 0 (в миллиметрах).

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

Указания к оформлению протокола:

Заполните протокол. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

ПРОТОКОЛ

1. СОЭ исследуемой крови = _____ мм/ч.
2.1) в норме СОЭ: у мужчин _____ мм/ч; у женщин _____ мм/ч;
2.2) при определении СОЭ кровь смешивают с 5%-ным раствором цитрата натрия с целью _____.
3. Вывод: _____

**Работа 4.4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ
ОБЩЕГО АНАЛИЗА КРОВИ**

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

- 1) содержание гемоглобина (г/л);
- 2) количество эритроцитов в 1 л крови;
- 3) расчет цветового показателя;
- 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. Современные гематологические анализаторы позволяют дополнительно определять: гематокрит; объем эритроци-

тов, тромбоцитов и лейкоцитов; содержание гемоглобина в эритроците и др.

По показателям общего анализа крови врач может оценить дыхательную функцию крови (по показателям содержания гемоглобина, 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:

Заполните таблицу показателей общего анализа крови по результатам работ 3.3, 3.4, 3.5, 4.2, 4.3. Сделайте вывод о соответствии полученных результатов норме.

ПРОТОКОЛ		
Показатель	Норма	Полученный результат
1. Эритроциты	(3,9–5,1) × 10 ¹² /л у муж. (3,7–4,9) × 10 ¹² /л у жен.	
2. Гемоглобин	130–170 г/л у муж. 120–150 г/л у жен.	
3. Цвет. показатель	0,8–1,05	
4. СОЭ	1–10 мм/ч у муж. 2–15 мм/ч у жен.	
5. Лейкоциты	(4–9) × 10 ⁹ /л	
6. Лейкоц. формула	100 клеток (или 100 %)	
6.1. Базофилы	0–1 %	
6.2. Эозинофилы	1–5 %	
6.3. Нейтрофилы:		
миелоциты	0 %	
юные	0–1 %	
палочкоядерные	1–5 %	
сегментоядерные	46–68 %	
6.4. Моноциты	2–9 %	
6.5. Лимфоциты	18–40 %	
Дополнительные показатели:		
Индекс сдвига*	0,05–0,1	
Ретикулоциты	0,5–1,2 %	
Тромбоциты	(150–450) × 10 ⁹ /л	
Индекс сдвига (индекс регенерации) — это отношение миелоцитов, юных и палочкоядерных нейтрофилов к количеству сегментоядерных.		
Вывод:		

Занятие 5. ГРУППЫ КРОВИ. СИСТЕМА АВО; РЕЗУС (Rh). ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОДБОРА ДОНОРСКОЙ КРОВИ

Основные вопросы:

1. Антигены клеток крови. Важнейшие системы эритроцитарных антигенов — АВО и Rh.
2. Группы крови системы АВО. Антигены (агглютиногены) и антитела (агглютинины) групп крови.
3. Реакции несовместимости групп крови при неправильном переливании. Последствия переливания крови, несовместимой по системе АВО.
4. Определение группы крови в системе АВО. Стандартные сыворотки. Моноклональные сыворотки.
5. Система антигенов резус (Rh) HLA, их характеристика. Последствия переливания крови, несовместимой по системе резус.
6. Другие системы групп крови. Система лейкоцитарных антигенов HLA, ее значение.
7. Основные принципы подбора донорской крови. Факторы риска для реципиента. Меры профилактики инфицирования реципиента при переливании донорской крови или ее препаратов.
8. Донорская кровь и ее препараты. Кровезамещающие растворы, требования, предъявляемые к ним.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем важнейшие отличия системы АВО от системы резус-фактора?
2. По результатам смешивания исследуемой крови со стандартными сыворотками определите группу крови:
стандартные сыворотки: 1 2 3
наличие агглютинации: есть есть есть
3. Что такое резус-конфликт? Перечислите возможные причины его возникновения.
4. К каким последствиям может приводить переливание крови, несовместимой по системе АВО?
5. В чем заключается отличие методов определения группы крови системы АВО с помощью стандартных сывороток и моноклональных сывороток?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы. Доп. информация к занятию (С. 42–51 практикума)
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 33–37, 61–63, 180–187, 206–238.

5. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 1. 447 с. С. 308–313.
3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 256–260.
4. *Сборник нормативных документов по проблеме ВИЧ/СПИД*. Минск, 1999. 132 с. Приказ № 351 от 16.12.1998 г. Приложение № 8 «Инструкция о профилактике внутрибольничного заражения ВИЧ-инфекцией и предупреждению профессионального заражения медработников». С. 31–35.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 5.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУППЫ КРОВИ В СИСТЕМЕ АВО ПРИ ПОМОЩИ СТАНДАРТНЫХ СЫВОРОТОК (демонстрация)

Групповую принадлежность исследуемой крови определяют по реакции гемагглютинации, которую проводят с помощью стандартных сывороток. В основе такой реакции лежит взаимодействие между антигенами эритроцитов исследуемой крови и соответствующими антителами стандартной сыворотки. Так как антитела, содержащиеся в стандартных сыворотках, известны, по результатам наличия или отсутствия агглютинации определяют антигены эритроцитов исследуемой крови, и, таким образом, — группу крови по системе АВО.

Материалы и оборудование: стандартные сыворотки 0αβ (I), Аβ (II), Вα (III) и АВ0 (IV) групп двух различных серий; пипетки к ним; фарфоровая тарелка; стеклянные палочки; изотонический (0,9%-ный) раствор NaCl; скарификаторы в стерилизаторах; вата; спирт; йод; резиновые перчатки; маски; 3%-ный раствор хлорамина.

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

Определение проводят на специальных планшетах. В соответствующие углубления планшета вносят пипетками 0,1 мл (1 большая капля) каждой стандартной сыворотки двух серий. Кровь для исследования берут из пальца, соблюдая все необходимые правила. Первую каплю крови снимают марлевым шариком. Затем стеклянными палочками последовательно добавляют кровь (в 5–10 раз меньше сыворотки) в каждую каплю сыворотки и тщательно перемешивают. Полученную смесь дополнительно перемешивают покачиванием тарелки, 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 группы А₂β (II). По мере наступления агглютинации, но не ранее чем через 3 мин, в капли, в которых наступила агглютинация, добавляют по 1 капле изотонического раствора NaCl и продолжают наблюдение при покачивании тарелки еще в течение 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 содержимое каплей остается равномерно окрашенным в красный цвет, и агглютинаты в нем не обнаруживаются. 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 исследуемая кровь принадлежит к группе $O\alpha\beta$ (I);

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

4) агглютинины стандартных сывороток всех трех групп вызвали положительную реакцию агглютинации. Исследуемая кровь принадлежит к группе ABO (IV). В этом случае, прежде чем дать такое заключение, для исключения неспецифической агглютинации, необходимо провести дополнительное контрольное исследование со стандартной сывороткой ABO (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 ABO (IV). Наличие агглютинации с сывороткой группы ABO (IV) говорит о неспецифической агглютинации. В этом случае исследование следует повторить с отмытыми 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 может быть обусловлено следующими причинами: 1) замедлением этой реакции при высокой температуре окружающей среды $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (определение групповой принадлежности крови можно проводить только при температуре в помещении от 15 до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$); 2) добавлением к стандартным сывороткам избыточного количества исследуемой крови, что ведет к снижению в них титра агглютининов (помните, что кап-

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

Примечание. При получении сомнительного или 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 таблицы 4 и 5. В таблице 5 укажите, в каком случае происходит (+) или не происходит (–) агглютинация.
2. Нарисуйте схему определения группы крови в системе АВО для исследовавшейся на занятии крови.
3. Сделайте вывод, к какой группе в системе АВО относится исследовавшаяся кровь.

ПРОТОКОЛ

Таблица 4

Таблица 5

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

<p>2. Рис. Схема опыта определения группы крови в системе АВО</p>	<p>3. Вывод: исследованная кровь относится к _____ группе в системе АВО, т. к. ее эритроциты _____ (содержат/не содержат) агглютиногены _____ (А, В).</p>
--	--

Работа 5.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУС-ПРИНАДЛЕЖНОСТИ КРОВИ (демонстрация)

Определение резус-принадлежности исследуемой крови проводят по такому же принципу, как и определение группы крови в системе АВО. Исследуемую цельную кровь или взвесь эритроцитов смешивают с универсальной антирезусной сывороткой, содержащей антитела к резус-антигену. По истечении установленного времени смесь проверяют на наличие агглютинации, при появлении которой реакции считают положительной. Система резус, в отличие от системы АВО, не имеет естественных агглютининов, но они могут появляться при иммунизации организма резус-несовместимой кровью.

Материалы и оборудование: универсальный реагент антирезус для экспресс-метода; пипетка к нему; пробирка; 0,9%-ный раствор NaCl; скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, 3%-ный раствор хлорамина.

Ход работы. На дно пробирки помещают 1 каплю универсальной антирезусной сыворотки и 1 каплю исследуемой крови (или эритроцитов). Содержимое пробирки перемешивают встряхиванием; затем медленно поворачивают пробирку, наклоняя ее почти до горизонтального положения таким образом, чтобы содержимое растекалось по стенкам — это делает реакцию более выраженной. Как правило, агглюцинация наступает в течение 1-й мин, но для образования устойчивого комплекса «антиген–антитело» и четко выраженной агглюцинации, а также ввиду возможности замедленной реакции при слабо выраженной агглютинирующей способности эритроцитов, контакт эритроцитов с реагентом следует проводить, вращая пробирку в горизонтальном положении не менее 3 мин, чтобы смесь растекалась по стенкам пробирки. Затем для исключения неспецифической агглютинации эритроцитов в пробирку добавляют 2–3 мл изотонического раствора NaCl и перемешивают, не взбалтывая, путем 2–3-кратного перевертывания пробирки. Оценку результатов проводят визуально.

Одновременно с исследованием цельной крови производится контрольное исследование стандартных резус-положительных эритроцитов той же группы или группы I (0) по системе АВО и стандартных резус-отрицательных эритроцитов, обязательно одnogруппных с исследуемой кровью.

Наличие агглютинации в виде хлопьев из эритроцитов на фоне просветленной жидкости указывает на резус-положительную принадлежность исследуемой крови (Rh^+). Отсутствие агглютинации указывает на резус-отрицательную принадлежность исследуемой крови (Rh^-).

Результат считается истинным после проверки контрольных образцов, т. е. при агглютинации со стандартными резус-положительными эритроци-

тами и отсутствии агглютинации со стандартными резус-отрицательными эритроцитами, одногруппными с исследуемой кровью по системе АВО.

Указания к оформлению протокола:

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

2. По результатам опыта сделайте вывод о резус-принадлежности исследовавшейся крови (Rh^+ или Rh^-).

1. Рис. Схема опыта определения резус-принадлежности крови	2. Вывод: исследуемая кровь является _____ (Rh^+ или Rh^-), так как при смешивании ее с универсальным реагентом антирезус в пробирке наблюдается _____ (да, нет) агглютинация
--	---

МОНОКЛОНАЛЬНЫЕ АНТИТЕЛА:

применение в серологических методах определения групп крови

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

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

Антитела, секретлируемые клетками-потомками таких гибридов, моноклональны, т. е. происходят из одного клона клеток, принадлежат к одному классу иммуноглобулинов, направлены против одного антигена, стандартны и могут быть получены в любых количествах. Гибридомы мышинового 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, так как 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.

Преимуществами моноклональных реагентов является их высокая активность, 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, поэтому в них исключено содержание 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 а- и b-агглютинины.

Техника определения групп крови человека системы АВ0 с помощью моноклональных сывороток

На специальный планшет или фарфоровую тарелку наносят по одной большой капле реагентов анти-А и анти-В под соответствующими надписями (анти-А и анти-В). Рядом с каплями реагентов помещают по маленькой капле исследуемой крови (соотношение 10:1). Реагент тщательно перемешивают с кровью стеклянными палочками. Наблюдение за ходом реакции агглютинации проводят при легком покачивании тарелки в течение 1–2,5 мин.

Агглютинация с моноклональными реагентами обычно наступает в течение первых 3–5 с. Но наблюдение следует вести 2,5 мин ввиду возможности более позднего наступления агглютинации с эритроцитами, содержащими слабые разновидности антигенов А и В. Оценка результатов реакции агглютинации представлена в таблице 6.

Таблица 6

Группа крови	Реакция исследуемых эритроцитов с моноклональными реагентами	
	анти-А	анти-В
0 (I)	–	–
А (II)	+	–
В (III)	–	+
АВ(IV)	+	+

КРОВЕЗАМЕЩАЮЩИЕ РАСТВОРЫ

Кровезамещающие растворы — препараты, которые при внутривенном введении их в организм больного в определенной мере замещают одну или несколько функций крови. Они применяются для трансфузионной терапии различных патологических состояний.

Классификация кровезамещающих растворов

Наиболее важной является классификация кровезамещающих растворов по их функциональным свойствам. Основными лечебными *функциями* кровезамещающих растворов являются:

1) заполнение кровяного **русла (восстановление объема циркулирующей крови)**, что обеспечивает восстановление и поддержание на нормальном постоянном уровне артериального давления, нарушенного в результате кровопотери или шока;

2) **удаление токсинов** в случае отравления токсическими веществами;

3) доставка **питательных белковых веществ** тканям организма.

Разработан ряд препаратов, которые способны заменить кровь хотя бы в одной из функций. В соответствии с этим выделяют 3 основные группы кровезамещающих растворов:

– *гемодинамические* (противошоковые): полиглюкин, реополиглюкин, желатиноль, применяемые для лечения кровопотери, шока, при травмах, ожогах, операциях для восстановления гемодинамики, в том числе микроциркуляции, для гемодилуции (**1-я группа**);

– *дезинтоксикационные* (гемодез, полидес и др.) — для лечения интоксикаций различного генеза, токсикозов, ожоговой и лучевой болезни, для лечения токсических форм дизентерии, гемолитической болезни новорожденных, заболеваний печени и почек (**2-я группа**);

– препараты для *парентерального* белкового питания: белковые гидролизаты, гидролизин, аминокептид, смеси аминокислот и др., применяемые для лечения белковой недостаточности, развивающейся при различных тяжелых заболеваниях и в послеоперационном периоде (**3-я группа**).

Современные кровезамещающие растворы направленного действия по своим лечебным свойствам могут заменять плазму крови. При этом их эффективность не только не уступает, но часто выше плазмы крови.

Близки к кровезамещающим растворам регуляторы водно-солевого обмена и кислотно-основного состояния; *осмодиуретические* вещества, обладающие дегидратационным действием, а также корректирующие состав крови (растворы многоатомных спиртов: маннитола и сорбитола) (**4-я группа**). Еще одной группой кровезаменителей являются *гемокорректоры*, моделирующие дыхательные функции крови, являющиеся переносчиками газов крови (**5-я группа**). Это растворы гемоглобина, эмульсии фторуглеродов.

В настоящее время разрабатываются растворы, сочетающие различные лечебные свойства крови. Это комплексные *полифункциональные кровезаменители*, обладающие расширенным диапазоном действия (**6-я группа**): растворы гемодинамического и дезинтоксикационного действия, растворы гемодинамического и гемопоэтического действия, растворы гемодинамического и реологического действия.

Основные требования, предъявляемые к кровезамещающим растворам

1. Осмолярность, рН, вязкость и другие физико-химические свойства должны быть близкими к показателям плазмы крови.

2. Кровезамещающие растворы должны полностью выводиться из организма, не повреждая ткани и не нарушая функции органов, или метаболизироваться ферментными системами организма.

3. Кровезамещающие растворы не должны вызывать сенсibilизацию организма при повторном введении.

4. Кровезамещающие растворы должны быть нетоксичными, непирогенными, выдерживать стерилизацию, быть стойкими при хранении.

ТЕМЫ ЗАНЯТИЙ ПО РАЗДЕЛУ ЗАЧТЕНЫ _____

подпись преподавателя

ОСНОВНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖИДКИХ СРЕД ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

1. Кровь.

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

1.2. Гематокрит (доля форменных элементов в общем объеме крови):

у мужчин: 0,40–0,49;

у женщин: 0,36–0,42.

Объем плазмы: 51–64 % от общего объема крови.

1.3. Осмотическое давление плазмы крови 290 ± 10 мосмоль/кг (7,3 атм. или 5600 мм рт. ст., или 745 кПа).

1.4. Онкотическое давление плазмы крови: 25–30 мм рт. ст.

1.5. рН крови: 7,34–7,44.

1.6. 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).

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

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

1.8. Показатели красной крови у взрослых.

Таблица 7

Группа	Общее число эритроцитов $\times 10^{12}/л$	Ретикулоциты, %	Гемоглобин, г/л	Средний объем эритроцита, фл	Среднее содержание Нв в эритроците, пг
Взрослые мужчины	3,9–5,1	0,5–1,2	130–170	80–100	25,4–34,6
Взрослые женщины	3,7–4,9	0,5–1,2	120–150	79–98	25,4–34,6

1.9. Лейкоцитарная формула (% соотношение разных видов лейкоцитов).

Таблица 8

Гранулоциты			Агранулоциты			
Нейтрофилы			Базофилы	Эозинофилы	Лимфоциты	Моноциты
юные	палочко-ядерные	сегментоядерные				
0–1 %	1–5 %	46–68 %	0–1 %	1–5 %	18–40 %	2–9 %



- 1.10. Количество тромбоцитов в периферической крови:
 $(150–450) \times 10^9/\text{л}$.
- 1.11. Осмотическая устойчивость эритроцитов:
 минимальная — 0,46–0,48 % NaCl.
 максимальная — 0,32–0,34 % NaCl.
- 1.10. Протромбиновый индекс капиллярной крови: 93–107 %.
- 1.11. 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.
- 1.12. Содержание глюкозы в плазме: 3,33–5,55 ммоль/л.

2. Ликвор.

- 2.1. Количество ликвора: 10 % от массы мозга или 120–150 мл.
- 2.2. Суточная продукция ликвора: 500 мл.
- 2.3. Цвет ликвора — бесцветный; прозрачность ликвора — прозрачный.
- 2.4. pH ликвора: 7,31–7,33.
- 2.5. Осмотическое давление ликвора: 290 ± 10 мосмоль/кг.
- 2.6. Содержание белков в ликворе: 0,16–0,24 г/л.
 Содержание альбуминов: 0,14–0,18 г/л.
 Содержание глобулинов: 0,01–0,06 г/л.
- 2.7. Относительная плотность ликвора: 1,005–1,009 г/мл.
- 2.8. Количество клеток в ликворе: $(1–5) \times 10^6/\text{л}$.

Раздел «ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ»

Занятие 6. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ. ЗАКОНЫ РЕАГИРОВАНИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ. ИЗМЕНЕНИЯ ВОЗБУДИМОСТИ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ

Основные вопросы:

1. Электрическая сигнализация. Понятие о раздражимости, возбудимости и возбуждении. Основные проявления возбуждения. Виды электрических сигналов, их физиологическое значение.
2. Параметры раздражителя, необходимые для возникновения ответной реакции ткани (пороги силы и времени, минимальный градиент). Кривая «сила–длительность». Хронаксия, хронаксиметрия.
3. Законы реагирования возбудимых тканей на действие раздражителя.
4. Понятие о сенсорных рецепторах. Классификация, структура и функции сенсорных рецепторов.
5. Мембранный потенциал покоя. Основные механизмы поддержания потенциала покоя.
6. Рецепторный потенциал, механизм его возникновения и характеристика.
7. Потенциал действия (ПД) как носитель информации в организме. Фазы и ионные механизмы генерации ПД.
8. Изменение возбудимости в процессе возбуждения.
9. Сравнительная характеристика рецепторного потенциала, локального ответа и ПД.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какой показатель позволяет сравнить возбудимость различных тканей и клеток? Сравните возбудимость нервной и поперечно-полосатой мышечной ткани.
2. Возбудимость какой ткани определяют при проведении хронаксиметрии у здорового человека и почему именно данной ткани?
3. Почему сердечная мышца реагирует на действие раздражителя по закону «все или ничего», а скелетная мышца — по закону силы?
4. Как и почему изменится величина потенциала покоя при увеличении внеклеточной концентрации ионов калия?
5. При нарушении кровоснабжения миокарда в межклеточной жидкости повышается концентрация ионов калия. Как это повлияет на генерацию потенциалов действия в волокнах миокарда?

Демонстрация учебных видеофильмов:

1. Электрические потенциалы в живых тканях.
2. Законы реагирования возбудимых тканей.

3. Приготовление нервно-мышечного препарата лягушки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 45–66.
3. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 1. 447 с. С. 27–51, 58–59.
4. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 39–58, 63–64.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 6.1. Влияние ионов Na^+ и K^+ на мембранный потенциал покоя и потенциал действия

Работа выполняется в программе «Нервно-мышечное соединение» (NMJ).

Ход работы. Выберите в верхней строке команды **Stimulate, nerve**.

Исходные параметры полученных потенциалов:

мембранный потенциал — -85 mV ; пик потенциала действия — $+45 \text{ mV}$; амплитуда потенциала действия — 130 mV .

Влияние K^+ (Potassium): при нормальной внеклеточной концентрации K^+ (5 mM) регистрируется нормальный потенциал. Для изменения концентрации K^+ выберите команды **Ions, Potassium**, затем введите новые значения концентрации, затем стимулируйте нерв.

9 mM — гиперкалиемия (гиперкалигистия): мембранный потенциал изменяется в сторону деполяризации (-70 mV), т. е. возбудимость мышцы повышается; потенциал действия не изменяется.

2 mM — гипокалиемия: мембранный потенциал изменяется в сторону гиперполяризации до -109 mV , т. е. возбудимость мышцы снижается; потенциал действия не изменяется.

Таким образом, концентрация K^+ оказывает влияние прежде всего на потенциал покоя.

Влияние Na^+ (Sodium): 120 mM — нормальная внеклеточная концентрация натрия. Отклонения концентрации натрия: например,

160 mM — гипернатриемия: потенциал покоя не изменяется;

пик потенциала действия достигает $+55 \text{ mV}$ (норма $+45 \text{ mV}$).

80 mM — гипонатриемия: потенциал покоя не изменяется;

пик потенциала действия снижается до $+40 \text{ mV}$.

Таким образом, концентрация ионов Na^+ определяет амплитуду фазы деполяризации потенциала действия.

Указания к оформлению протокола:

1. Заполните таблицы 9 и 10.
2. Сделайте выводы о том, как потенциалы покоя и действия зависят от концентрации Na^+ и K^+ вне клетки, а также от разности концентраций этих ионов внутри и снаружи клетки.

ПРОТОКОЛ		
		<i>Таблица 9</i>
Влияние K^+ на мембранный потенциал		
Концентрация K^+ , mM	Мембранный потенциал, mV	Возбудимость по сравнению с исходной
5 mM (норма)		
9 mM		
2 mM		
		<i>Таблица 10</i>
Влияние Na^+ на потенциал действия		
Концентрация Na^+ , mM	Изменение мембранного потенциала	Пик потенциала действия, mV
120 mM (норма)		
160 mM		
80 mM		
Выводы _____		

Занятие 7. ПРОВЕДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНЫМ ВОЛОКНАМ. СИНАПТИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА

Основные вопросы:

1. Кодирование информации о качестве, силе и локализации действия раздражителя в сенсорных рецепторах. Понятие об особенностях кодирования информации в рецепторах с различной способностью к адаптации. Понятие об аналоговом и дискретном кодировании.
2. Физиологическая роль структурных элементов нервного волокна. Классификация нервных волокон.
3. Механизмы и законы проведения возбуждения по безмиелиновым и миелиновым нервным волокнам. Скорости проведения возбуждения.
4. Классификация синапсов, их физиологическая роль. Структура синапсов.
5. Современные представления о механизмах передачи возбуждения в синапсах на примере нервно-мышечного синапса. Возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП), преобразование его в потенциал действия. Процессы, обеспечивающие восстановление готовности синапса к проведению следующего импульса.
6. Функциональные свойства синапсов.
7. Возможности фармакологического влияния на процессы передачи сигналов в синапсах.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каким образом местные анестетики прекращают проведение возбуждения по нервному волокну?
2. Какие преимущества имеют миелиновые нервные волокна по сравнению с безмиелиновыми?
3. Какой потенциал генерируется на постсинаптической мембране?
4. Возможно ли проведение сигнала через синапс при отсутствии ионов кальция?
5. Почему при отравлении кураре — ядом, блокирующим передачу в нервно-мышечных синапсах — организм погибает от недостатка кислорода?
6. Как изменится передача сигнала в нервно-мышечном синапсе под действием веществ, обладающих антихолинэстеразным действием?

ЛИТЕРАТУРА

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин.
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 66–81.
3. *Физиология человека* / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 2003. С. 67–74.
4. *Физиология человека* / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. С. 58–59, 63–71.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 7.1. ДЕМОНСТРАЦИЯ РАЗВИТИЯ ЭФФЕКТА МЕСТНЫХ АНЕСТЕТИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ДЕЙСТВИЯ

Механизм действия местных анестетиков заключается в блокаде быстрых натриевых потенциал-зависимых каналов мембраны афферентных нервных волокон. В результате такой блокады потенциал действия на мембране нервного волокна не генерируется. Импульсы от болевых рецепторов не достигают ЦНС, и болевое ощущение не формируется. Блокада натриевых каналов — процесс, требующий некоторого времени (обычно нескольких минут). Время развития эффекта зависит от дозы анестетиков и от индивидуальной чувствительности.

Программа «**NERVE**» позволяет проследить временную динамику действия местных анестетиков.

Ход работы. Открыть программу «**Nerve**»; → «**Nerve Physiology**» → **Menu** ® **7.The effect of procaine**. На экране появляется запись потенциалов действия, вызванных в эксперименте прямой электрической стимуляцией периферического нерва. Последовательное нажатие кнопок с указанием времени в секундах воспроизводит на экране записи потенциалов действия, полученные непосредственно после введения прокаина (0 s), через 1 мин (60 s), 1,5 мин (90 s), 2 мин (120 s), 4 мин (240 s) и 6 мин (360 s).

Указания к оформлению протокола:

1. Проследите, как изменяется амплитуда суммарного потенциала действия нервных волокон, входящих в состав нерва, и скорость развития деполяризации, заполните протокол.

2. Сделайте вывод о том, сколько минут потребовалось в данном случае для достижения эффекта местной анестезии.

ПРОТОКОЛ
1. Амплитуда суммарного ПД по мере развития анестезии _____ (↑, ↓), скорость развития деполяризации _____ (↑, ↓).
2. Вывод: для достижения эффекта местной анестезии потребовалось _____ мин.

Таблица 11

Пути влияния на синаптическую передачу в нервно-мышечном синапсе

Типы влияния	Результат	Пример вещества
Блокада выделения медиатора (АХ)	Полная блокада синаптической передачи, паралич мышц	Токсин ботулизма (ботокс)
Блокада рецепторов постсинаптической мембраны	Блокада синаптической передачи, паралич мышц	Кураре и курареподобные вещества (миорелаксанты)
Блокада ацетилхолинэстеразы	Обратимого действия: Усиление и продление действия АХ, облегчение проведения импульсов через синапс	Антихолинэстеразные вещества (прозерин, неостигмин и др.)
	Необратимого действия: Блокада синаптической передачи, паралич мышц	Фосфорорганические соединения — инсектициды и боевые отравляющие вещества
Блокада обратного захвата холина пресинаптическим окончанием	Истощение запасов АХ в пресинаптическом окончании	Гемихолиний

Занятие 8. ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЦ

Основные вопросы:

1. Физиологические свойства поперечно-полосатых мышц. Структура мышечных волокон. Саркомер.

2. Механизмы сокращения и расслабления одиночного мышечного волокна и мышцы в целом.

3. Виды и режимы сокращения скелетных мышц. Тонус мышц. Сила и работа скелетных мышц. Утомление мышц.

4. Физиологические свойства и особенности гладких мышц.

5. Механизм сокращения и расслабления гладких мышц. Тонус гладких мышц.

Вопросы для самоконтроля:

1. Длительность периода укорочения мышцы при одиночном сокращении равна 0,03 с, а период расслабления — 0,04 с. Определите вид сокращения этой мышцы при частоте сокращения 10 Гц.

2. В медицине используется 10%-ный раствор CaCl_2 , который вводят медленно внутривенно. Можно ли этот раствор ввести внутримышечно? Какие последствия вызовет такое введение?

3. В чем различие между процессами, происходящими в скелетной мышце при поддержании ее тонуса и при сокращении

4. Что является стимулом для сокращения скелетной мышцы? Какие факторы могут вызвать сокращение гладкой мышцы?

5. Что является источниками ионов кальция для сокращения скелетной и гладкой мышц?

6. Основные виды кальциевых каналов плазматической мембраны гладкомышечной клетки (ГМК) (1, 2, 3) и эндоплазматического ретикулула (ЭПР) ГМК (1, 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 82–94.
3. *Физиология человека* / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 2003. С. 74–93.
4. *Физиология человека* / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. С. 71–85, 89–91.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 8.1. ДИНАМОМЕТРИЯ РУЧНАЯ И СТАНОВАЯ

Ход работы. Силу правой и левой кисти рук определяют с помощью ручного динамометра. Динамометр держат на вытянутой руке. Измерение повторяют несколько раз и выбирают максимальную величину мышечной силы руки (в кг). Показатель силы руки (ПСР) рассчитывают по формуле:

$$\frac{\text{Сила мышц в кг} \cdot 100}{\text{Масса тела в кг}}.$$

Удовлетворительный показатель силы руки для мужчин составляет 55 ед., для женщин — 50 ед.

Становая динамометрия позволяет оценить силу мышц-разгибателей спины. Определение становой силы также проводят несколько раз и выбирают максимальную величину. Для оценки показателя становой силы

(ПСС) используют отношение силы мышц-разгибателей спины к массе испытуемого: $ПСС = \frac{\text{сила мышц разгибателей спины}}{\text{масса тела}}$ в кг.

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

Указания к оформлению протокола:

1. Запишите полученные данные в протокол.
2. Оцените силу мышц испытуемого и укажите, от чего она зависит.

ПРОТОКОЛ

Сила мышц левой руки (кг):

Показатель силы левой руки (ед.):

Сила мышц правой руки (кг):

Показатель силы правой руки (ед.):

Становая сила мышц-разгибателей спины (кг):

Показатель становой силы:

Вывод: _____

Работа 8.2. СОКРАЩЕНИЕ МОТОРНЫХ ЕДИНИЦ И МЫШЦЫ В ЦЕЛОМ

Работа выполняется с помощью компьютерной программы «**Muscular**». Разделы «Сокращение моторных единиц» (Contraction of Motor Units, 5) и «Сокращение целой мышцы» (Contraction of Whole Muscle, 6).

Резюме. Факторы, влияющие на развиваемое мышцей напряжение:

Частота стимуляции: увеличение частоты вызывает временную суммацию сокращений и увеличение напряжения мышцы.

Количество вовлеченных моторных единиц: стимуляция большего количества моторных единиц вызывает увеличение напряжения мышцы.

Исходная длина мышцы: оптимальная степень растяжения позволяет образовать максимальное число поперечных мостиков и развить максимальное напряжение мышцы.

Занятие 9. РОЛЬ И ФУНКЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ. ТОРМОЖЕНИЕ В ЦНС. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КООРДИНАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦНС

Основные вопросы:

1. Функции нервной системы, ее роль в обеспечении жизнедеятельности организма и его взаимоотношений с внешней средой.
2. Морфологические и биофизические особенности нейронов, обеспечивающие их функции (восприятие, передача информации, интеграция).
3. Объединение нейронов в нервные цепи. Виды и функции нейронных цепей. Понятие о проводящих путях и их функциях.

4. Морфологические и функциональные особенности центральных синапсов в сравнении с мионевральными. Нейромедиаторы центральных синапсов. Понятие о нейромедиаторных системах мозга.

5. Рефлекторный принцип функционирования нервной системы. Рефлекторная дуга, ее составные элементы. Виды рефлексов. Многоуровневая организация рефлекса.

6. Представление о структуре и функциях нервных центров и ядер. Свойства нервных центров; их тонус.

7. Процессы торможения в нервной системе. Формы проявления торможения. Тормозные нейромедиаторы. Механизмы функционирования тормозных синапсов (на примере ГАМК-ергического тормозного синапса).

8. Взаимодействие процессов возбуждения и торможения. Понятие об интегративной функции нейрона. Современные представления о механизмах центрального торможения.

9. Физиологические принципы и механизмы координации в ЦНС.

10. Функции нейроглии. Гематоэнцефалический барьер (ГЭБ). Особенности барьерной функции ГЭБ в различных отделах ЦНС.

11. Ликвор, его образование, состав и свойства.

12. Особенности метаболизма мозга и его обеспечение системой мозгового кровообращения. Продолжительность жизни нейронов в условиях аноксии. Возможности восстановления функций мозга. Время реанимации.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем сходство и различие анатомического и физиологического представления о нервном центре?

2. Как и почему изменится функциональная активность (тонус) нервного центра: при снижении поступления к нему афферентных нервных импульсов; гипоксии; действии токсических веществ, угнетающих метаболизм; усилении частоты афферентной импульсации?

3. Почему именно в мозге при высокой активности нейронов концентрация внеклеточного калия может существенно возрасти? К каким последствиям это может приводить и какой механизм предотвращает эти последствия в физиологических условиях?

4. Объясните причины основных функциональных различий нервно-мышечного и межнейронного синапсов.

5. В чем отличие первичного и вторичного торможения?

6. Почему время сухожильного рефлекса является самым коротким по сравнению со временем других рефлексов?

ЛИТЕРАТУРА

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.

2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 94–104, 107–113.
3. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / В. М. Покровский [и др.] ; под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. 447 с. С. 109–130.
4. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 97–111.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 9.1. ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕННОГО И АХИЛЛОВА РЕФЛЕКСОВ

Сухожильные рефлексы участвуют в регуляции тонуса мышц и поддержании позы тела. В клинической практике сухожильные рефлексы исследуются с целью определения функционального состояния различных звеньев рефлекторной дуги и топической диагностики некоторых заболеваний ЦНС.

Материалы и оборудование. Неврологический молоточек.

Ход работы.

А. Коленный рефлекс.

Обследуемый должен сесть на стул и положить ногу на ногу. Нанесите удар молоточком по сухожилию четырехглавой мышцы бедра ниже коленной чашечки. Пронаблюдайте характер разгибания ноги в коленном суставе. Сравните рефлекторную реакцию на обеих конечностях.

Б. Ахиллов рефлекс.

Обследуемый должен стать коленями на стул так, чтобы ступни ног свободно свисали. Нанесите удар молоточком по ахиллову сухожилию. Пронаблюдайте характер подошвенного сгибания стопы. Сравните рефлекторную реакцию на обеих конечностях.

Указания к оформлению протокола:

1. Оцените степень выраженности рефлексов, их симметричность.
2. Дайте заключение о состоянии рефлекторной реакции.

ПРОТОКОЛ

1. У испытуемого коленный и ахиллов рефлексы _____ (выражены, отсутствуют) на _____ (одной или обеих конечностях).
2. Вывод: состояние рефлекторной реакции _____ (в норме, асимметричны, отсутствуют).

Работа 9.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ АХИЛЛОВА РЕФЛЕКСА

Материалы и оборудование. Электромиорефлексометр ЭМР-1.

Ход работы. Для регистрации электромиограммы обследуемому накладывают электроды на кожу в области икроножной мышцы. Время рефлекса определяется от момента нанесения раздражения до появления биоэлектрического компонента ответной двигательной реакции.

Включение миллисекундомера рефлексометра осуществляется при замыкании контактов во время удара молоточком по ахиллову сухожилию, выключение — при появлении рефлекторно вызванных биопотенциалов в мышце.

Измерение времени рефлекса проводят 3 раза и находят среднее значение.

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите среднее значение времени сухожильного рефлекса.
2. Объясните, почему время сухожильного рефлекса самое короткое по сравнению с другими рефлексами.
3. Укажите уровни замыкания рефлекторных дуг коленного и ахиллова рефлексов в спинном мозге.

ПРОТОКОЛ
1. Среднее значение времени ахиллова рефлекса равно _____ мсек.
2. Время сухожильного рефлекса самое короткое, так как _____

3. Уровни замыкания в спинном мозге рефлекторных дуг коленного рефлекса: _____, ахиллова рефлекса: _____.

Работа 9.3. ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ

Электромиография — метод регистрации суммарной биоэлектрической активности мышцы. Электромиограмма (ЭМГ) отражает состояние тонуса мышцы в покое и ее функциональную активность при сокращении.

Во время бодрствования человека в состоянии покоя регистрируется ЭМГ, имеющая характер непрерывных частых осцилляций очень низкой амплитуды (от 5 до 10 мкВ). При слабом сокращении и напряжении мышцы наблюдается повышение электрической активности, достигающее максимума при произвольном сокращении (амплитуда колебаний может достигать 1000–2000 мкВ, частота колебаний — 100 Гц). Электромиографические исследования применяются в клинике, физиологии труда и спорта.

Материалы и оборудование. Поверхностные (кожные) электроды, электромиограф или электроэнцефалограф, позволяющий регистрировать ЭМГ, набор грузов в диапазоне 0,5–2 кг.

Ход работы. Испытуемому накладывают электроды (биполярно) на руку на поверхность кожи в области двухглавой мышцы и присоединяют электроды к электромиографу.

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

В последнем случае испытуемый стоит, свободно опустив руки вниз. Затем испытуемый сгибает локоть так, чтобы предплечье оказалось в горизонтальном положении. На ладонь испытуемого положите грузы, возрастающие по весу, например, 0,5, 1 и 2 кг, попросив испытуемого удерживать предплечье в горизонтальном положении.

Указания к оформлению протокола:

1. Результат исследования: сравните характер ЭМГ в различных условиях опыта (амплитуда и частота импульсов) визуальным способом. Нарисуйте ЭМГ, записанную в условиях опыта.

2. В выводе сделайте заключение о состоянии активности моторного центра, иннервирующего двуглавую мышцу плеча, в условиях опыта.

ПРОТОКОЛ			
1. Рисунок ЭМГ двуглавой мышцы в разных условиях			
Покой	Сгибание руки	Разгибание руки	При напряжении (удержании груза)
<p>2. Вывод: электрическая активность двуглавой мышцы плеча и активность нервных центров, ее иннервирующих, 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).</p>			

Работа 9.4. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЦИПРОКНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ

Материалы и оборудование. Поверхностные (кожные) электроды, электромиограф.

Ход работы. Испытуемому накладывают электроды (биполярно) на поверхность кожи руки в области двуглавой и трехглавой мышц и присоединяют электроды к электромиографу.

Записывают ЭМГ в различных условиях:

- а) покой;
- б) сгибание руки в локтевом суставе;
- в) разгибание руки;
- г) синергичное напряжение двуглавой и трехглавой мышц руки.

Указания к оформлению протокола:

- 1. Нарисуйте ЭМГ, записанную в различных условиях.
- 2. Дайте заключение о состоянии активности моторных центров, иннервирующих двуглавую и трехглавую мышцы плеча в условиях опыта.

ПРОТОКОЛ				
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 _____; при синергичном напряжении мышц плеча _____.

Занятие 10. РОЛЬ И ФУНКЦИИ СПИННОГО МОЗГА, ПРОДОЛГОВАТОГО И СРЕДНЕГО МОЗГА, МОЗЖЕЧКА, РЕТИКУЛЯРНОЙ ФОРМАЦИИ

Основные вопросы:

1. Морфофункциональная организация спинного мозга. Функции спинного мозга.
2. Тонус мышц. Спинальные механизмы регуляции мышечного тонуса.
3. Основные клинически важные спинальные рефлексы. Последствия повреждений спинного мозга, передних или задних корешков спинного мозга.
4. Продолговатый мозг. Центры регуляции важнейших функций организма. Интеграция вегетативных и соматических функций.
5. Средний мозг и мост. Наиболее важные центры. Зрачковые и другие рефлексы. Участие в осуществлении движений глаз.
6. Нервные центры ствола мозга, их роль в механизмах регуляции мышечного тонуса, позы и движений. Последствия повреждений ствола мозга.
7. Мозжечок, его морфофункциональная организации и функции. Участие мозжечка в механизмах регуляции мышечного тонуса, позы и осуществления движений. Основные симптомы нарушений функции мозжечка.
8. Ретикулярная формация ствола мозга, ее функции. Восходящие и нисходящие влияния на функции ЦНС. Участие ретикулярной формации в регуляции двигательных и других функций организма.

Вопросы для самоконтроля:

1. В каких сегментах спинного мозга расположены центры рефлексов: коленного, ахиллова, сухожильного рефлекса сгибателя верхней конечности.

сти, сухожильного рефлекса разгибателя верхней конечности? К какому виду рефлексов они относятся?

2. Каковы последствия полного разрыва спинного мозга на уровнях: а) между шейным отделом и продолговатым мозгом; б) между шейным и грудным отделами; в) между грудным и поясничным отделами?

3. Почему при перерезке задних корешков спинного мозга тонус мышц резко снижается?

4. Объясните основные причины децеребрационной ригидности.

5. Что такое спинальный шок? Когда он возникает?

6. Каковы основные функции нейронов бугров четверохолмия?

7. Какие симптомы возникают при нарушении функций мозжечка?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.*
2. *Физиология человека / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 114–128, 132–133.*
3. *Физиология человека : учебник. В 2 т. / В. М. Покровский [и др.] ; под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. 447 с. С. 134–157, 159–165.*
4. *Физиология человека : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 113–133, 160.*

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 10.1. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СУХОЖИЛЬНЫХ РЕФЛЕКСОВ У ЧЕЛОВЕКА (нижнечелюстной, рефлекс сгибателя верхней конечности, рефлекс разгибателя верхней конечности)

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

Материалы и оборудование. Неврологический молоточек.

Ход работы:

а) *нижнечелюстной рефлекс.* Нанесите легкий удар молоточком по подбородку при слегка открытом рте, наблюдайте сокращение жевательных мышц;

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

в) *сухожильный рефлекс разгибателя верхней конечности.* Станьте сбоку от обследуемого, отведите пассивно его плечо кнаружи до горизон-

тального уровня, поддерживая его левой рукой у локтевого сгиба так, чтобы предплечье свисало под прямым углом. Нанесите удар молоточком по сухожилию мышцы у самого локтевого сгиба. Пронаблюдайте разгибание предплечья.

Указания к оформлению протокола:

1. Оцените степень выраженности рефлексов.
2. Сделайте заключение о состоянии рефлекторных реакций и назовите отдел ЦНС, ответственный за осуществление рефлексов, описанных в пунктах «б» и «в».

ПРОТОКОЛ

1. Рефлексы _____ (выражены, отсутствуют, асимметричны).
2. Вывод: состояние рефлекторных реакций _____ (в норме, нарушено).
За осуществление рефлексов мышц верхних конечностей отвечает _____ (отдел ЦНС).

Работа 10.2. ЗРАЧКОВЫЕ РЕФЛЕКСЫ

Мышцы радужной оболочки, сокращаясь, способны изменять величину зрачка и таким образом регулировать поток света к сетчатке глаза. В норме зрачок суживается при освещении и расширяется при затемнении. Исследование реакции зрачков на свет используется в диагностике заболеваний нервной системы.

Ход работы: Прямая реакция зрачка на свет

Обследуемый должен сесть лицом к окну, закрыть один глаз рукой. Попеременно закрывайте второй глаз испытуемого экраном и открывайте его. Пронаблюдайте за изменением величины зрачка.

Содружественная реакция зрачка на свет

Закройте один глаз обследуемого и наблюдайте за зрачком открытого глаза.

Реакция зрачков при аккомодации и конвергенции

Реакция зрачков при аккомодации и конвергенции характеризуется сужением их при рассмотрении близлежащих предметов и расширением при взгляде вдаль.

Указания к оформлению протокола:

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

ПРОТОКОЛ

1. Зрачковые рефлексы _____ (выражены, нарушены).
2. Вывод: _____

Работа 10.3. 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 10.4. 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 произвольный движения.
2. Вывод: _____

Работа 10.5. ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ФУНКЦИЙ МОЗЖЕЧКА

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

Через указанные пути эфферентные сигналы из мозжечка регулируют силу мышечных сокращений, обеспечивают способность к длительному тоническому сокращению мышц, соотносить объем произвольного движения с расстоянием до цели этого движения, быстро переходить от сгибания к разгибанию и наоборот. Мозжечок обеспечивает синергию сокращений разных мышц при сложных движениях. При нарушениях функции мозжечка у человека наблюдаются расстройства двигательных функций, что проявляется: снижением силы сокращения мышц (**астения**); утратой способности к длительному сокращению мышц, что затрудняет стояние, сидение (**астазия**); непроизвольным изменением тонуса мышц (**дистония**); дрожанием пальцев рук в покое (**тремор**); расстройством движений в виде излишнего либо недостаточного движения (**дисметрия**); нарушением координации движения (**атаксия**), которая проявляется «пьяной» (шаткой) походкой и т. д.; расстройством организации речевой моторики (**дизартрия**); крупноразмашистым ритмическим подергиванием глазных яблок (**нистагм**); нарушением чередования противоположных движения (**адиадохокинез**) и др.

Материалы и оборудование: стакан, книга.

Ход работы. Испытуемый выполняет движения и упражнения, указанные в таблице 12.

Таблица 12

Исследование мозжечкового контроля двигательной активности скелетных мышц

Вид исследования	Методика
Поза Ромберга (оценка координации движений или проба на абазию)	Испытуемый должен стоять 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 абазию отрицательная)
Походка (оценка координации движений или проба на 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	Испытуемый должен взять со стола и затем поставить назад (в то же место) какой-либо предмет (книгу, стакан). В норме человек ставит предмет на то же место с ошибкой не более ± 2 см (т. е. проба на дисметрию отрицательная)
Речь (проба на дизартрию)	Испытуемый должен повторить несколько трудных для произношения слов (землетрясение, самолетостроение, администрирование или др.). Отмечайте, нет ли замедления, растянутости или толчкообразности речи
Пальценосовая проба (на дисметрию и тремор)	Испытуемый должен 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)

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите, смог ли испытуемый правильно (без нарушений) выполнить предлагаемые виды исследования.
2. Сделайте заключение о качестве мозжечкового контроля двигательной активности.

ПРОТОКОЛ

1. У испытуемого пробы на атаксию были _____ (+ или -), так как в позе Ромберга он _____ (сохранял или нет) равновесие, походка была _____ (нормальная или нарушенная); пробы на дисметрию и тремор были _____ (+ или -); дизартрия _____ (выявлена или нет).
2. Вывод. Мозжечковый контроль двигательной активности у испытуемого _____ (в норме или нарушен).

Занятие 11. РОЛЬ И ФУНКЦИИ ТАЛАМУСА, ГИПОТАЛАМУСА, БАЗАЛЬНЫХ ЯДЕР, ЛИМБИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И КОРЫ ПОЛУШАРИЙ МОЗГА. СИСТЕМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ТОНУСА МЫШЦ И ДВИЖЕНИЙ

Основные вопросы:

1. Электрофизиологические методы исследования ЦНС. ЭЭГ.
2. Таламус. Морфофункциональная организация, функции. Роль в формировании болевых ощущений, сенсорных и моторных функций.
3. Гипоталамус. Морфофункциональная организация, функции. Интеграция соматических, вегетативных, эндокринных функций. Участие гипоталамуса в механизмах формирования высших психических функций. Последствия повреждений структур гипоталамуса.
4. Базальные ядра. Морфофункциональная организация, функции. Участие в механизмах регуляции мышечного тонуса, позы и осуществления движений. Роль дофаминовых и ацетилхолиновых медиаторных систем. Последствия повреждений базальных ганглиев.
5. Лимбическая система. Морфофункциональная организация, функции. Участие в механизмах формирования мотиваций и эмоций. Последствия повреждений структур лимбической системы.
6. Кора больших полушарий головного мозга. Морфофункциональная организация. Сенсорные и моторные функции. Интеграция сенсорных, моторных и вегетативных функций организма.
7. Роль коры головного мозга в организации и осуществлении движений.

8. Современные представления о локализации функций в коре. Последствия повреждений различных зон коры больших полушарий.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как изменится пищевое поведение животного при повреждении латеральных или вентро-медиальных ядер гипоталамуса?
2. Перечислите, какие функции организует и регулирует гипоталамус.
3. В чем отличие афферентных проекций специфических и неспецифических ядер таламуса?
4. Перечислите основные симптомы нарушения базальных ганглиев.
5. Образование какого медиатора ЦНС нарушено при паркинсонизме?
6. Перечислите основные функции лимбической системы.
7. Какие отделы мозга и почему в условиях гипоксии и гипогликемии страдают в первую очередь?
8. При каком состоянии человека на ЭЭГ регистрируется бета-ритм?
9. При каком состоянии человека на ЭЭГ регистрируется альфа-ритм? Какова его частота?
10. На каких мотонейронах спинного мозга пирамидные клетки коры больших полушарий образуют больше всего синапсов?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 129–131, 135–154.
3. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / В. М. Покровский [и др.] ; под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. 447 с. С. 157–159, 165–206.
4. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 131–160.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 11.1. ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ

Электроэнцефалография — метод регистрации суммарной биоэлектрической активности головного мозга.

Ход работы. Для регистрации ЭЭГ обследуемого усаживают в кресло в экранированной, заземленной камере со световой и звуковой изоляцией. В точках наложения электродов кожу головы протирают смесью спирта с эфиром для обезжиривания. Четыре пары электродов 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 калиб-

ровочного сигнала, после чего регистрируют фоновую электрическую активность различных участков коры больших полушарий. Затем обследуемого просят открыть глаза и наблюдают изменения электрической активности мозга.

Обследуемого снова просят расслабить мышцы и закрыть глаза. Через несколько минут, когда на записи появится отчетливо выраженный альфа-ритм, внезапно включают звуковой раздражитель и наблюдают изменения ЭЭГ. 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. Результат исследования: вклейте в протокол фрагменты ЭЭГ, подсчитайте частоту колебаний потенциала в 1 с и амплитуду потенциалов, найдите участки с преобладанием альфа- и бета-ритма, отметьте реакцию активации.

2. Заполните таблицу:

ПРОТОКОЛ		
1. Фрагмент ЭЭГ.		
2. Характеристика ритмов ЭЭГ		
Ритм	Частота (Гц)	Амплитуда (мкВ)
Альфа		
Бета		
Тета		
Дельта		

Занятие 12. ФИЗИОЛОГИЯ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Основные вопросы:

1. Автономная нервная система. Общий план строения, функции. Эффекторные клетки, органы и ткани.
2. Понятие о высших центрах АНС, их связи с другими отделами ЦНС. Понятие о тоне центров АНС.
3. Симпатический и парасимпатический отделы автономной нервной системы, особенности их рефлекторных дуг.
4. Ганглии автономной нервной системы, их локализация и нейромедиаторные механизмы.
5. Влияние постганглионарных нейронов симпатической и парасимпатической систем на эффекторные клетки, их нейромедиаторные и рецепторные механизмы.

6. Характеристика влияния симпатического и парасимпатического отделов АНС на функции органов и систем. Относительный антагонизм и синергизм их влияний. Основные вегетативные рефлексy.

7. Понятие о принципах коррекции функций эффекторных клеток посредством воздействия на медиаторно-рецепторные механизмы в ганглиях АНС и на уровне эффекторных клеток.

8. Основные показатели, отражающие функциональное состояние различных отделов АНС.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем заключаются особенности иннервации мозгового вещества надпочечников автономной нервной системой?

2. В чем заключаются особенности иннервации потовых желез автономной нервной системой?

3. Каким образом симпатические нервы могут оказывать противоположные эффекты на тонус сосудов?

4. В чем заключаются метаболические эффекты симпатической нервной системы?

5. Какое действие оказывают симпатические нервы на: диаметр зрачка; работу сердца; тонус бронхов; тонус сфинктеров ЖКТ; сосуды кожи; сосуды скелетных мышц; секрецию желудочного сока; жировую ткань; потовые железы; активность ЦНС?

6. Какое действие оказывает парасимпатические нервы на: диаметр зрачка; работу сердца; тонус бронхов; моторику ЖКТ; тонус сфинктеров ЖКТ; сосуды скелетных мышц; секрецию желудочного сока; сфинктер мочевого пузыря; потовые железы?

7. Какие изменения функций организма вызывает антагонист мускариновых рецепторов атропин?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 155–179.
3. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / В. М. Покровский [и др.] ; под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. 448 с. С. 206–241.
4. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 171–187.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 12.1. СХЕМА СПИНАЛЬНЫХ РЕФЛЕКСОВ АВТОНОМНОЙ (СИМПАТИЧЕСКОЙ) И СОМАТИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

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

Указания к оформлению протокола:

1. Сделайте в центре рисунок среза спинного мозга и нарисуйте слева рефлекторную дугу соматического, а справа — симпатического рефлекса; укажите на них цифрами звенья рефлекторных дуг.

2. Заполните таблицу.

ПРОТОКОЛ	
Схема соматического рефлекса	Схема автономного (симпатического) рефлекса
Звенья рефлекторной дуги соматического рефлекса:	Звенья рефлекторной дуги вегетативного (симпатического) рефлекса:
1. Рецепторное звено представлено следующими рецепторами скелетных мышц 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.	3. Вставочное звено.
4. Эfferентное звено представлено _____ или _____ мотонейронами, которые находятся в _____.	4. Эfferентное звено представлено 2 нейронами, которые находятся в _____ и в _____ соответственно.
5. Рабочие органы. Ими являются _____ и _____ мышечные волокна скелетных мышц.	5. 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 нервно-мышечном синапсе является _____, который дей-	7. Главным нейромедиатором в нейроэф-

ствует на _____ тип _____ _____ рецепторов.	_____, который действует на _____ и _____ типы _____-рецепторов.
--	---

Работа 12.2. КЛИНОСТАТИЧЕСКИЙ РЕФЛЕКС

Исследование рефлекса 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 — учащение 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. Затем через 10–25 с после перехода испытуемого в положение лежа еще раз подсчитывают пульс.

Указания к оформлению протокола:

1. Запишите частоту пульса в положении стоя, затем 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 лёжа _____ уд/мин.
Разность пульса [ЧП лёжа- ЧП стоя] _____ уд/мин.
Вывод: _____

Работа 12.3. ОРТОСТАТИЧЕСКИЙ РЕФЛЕКС

Исследование рефлекса позволяет определить функциональное состояние симпатических и парасимпатических центров, регулирующих работу сердца. При переходе человека из положения лежа в положение стоя частота сердечных сокращений увеличивается в норме на 6–24 уд/мин. Учащение пульса более чем на 24 уд/мин свидетельствует о преобладании тонуса симпатического отдела АНС, менее чем на 6 уд/мин — парасимпатического отдела АНС.

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 сек. считают пульс повторно.

Указания к оформлению протокола:

1. Запишите частоту пульса (ЧП) в положении лежа и стоя, подсчитайте разность пульса.
2. Сделайте заключение о тоне симпатического и парасимпатического отделов АНС, регулирующих работу сердца у испытуемого.

ПРОТОКОЛ
Частота пульса в положении лёжа _____ уд/мин.
Частота пульса в положении стоя _____ уд/мин.
Разность пульса [ЧП стоя - ЧП лёжа] _____ уд/мин.
Вывод: _____

Работа 12.4. ДЫХАТЕЛЬНО-СЕРДЕЧНЫЙ РЕФЛЕКС ГЕРИНГА

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

Материалы и оборудование: секундомер.

Ход работы. У испытуемого, находящегося в положении сидя, подсчитывают пульс, затем просят его сделать глубокий вдох и задержать дыхание. В это время 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 тоне парасимпатического отдела ВНС, 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 12.5. АНАЛИЗ НЕЙРОМЕДИАТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВЛИЯНИЯ СИМПАТИЧЕСКОГО И ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛОВ АНС НА РАБОТУ СЕРДЦА (демонстрационная компьютерная работа)

Ход работы. Используется программа «Physiol 2», позволяющая выполнять виртуальные эксперименты на крысах.

Указания к оформлению протокола:

1. Заполните таблицу. Обозначения: HR — Heart Rate, BP_{syst} — Systolic Blood Pressure, BP_{diast} — Diastolic Blood Pressure, BP_{mean} — Mean Hemodynamic Blood Pressure.

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				
Стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁				
Введение noradrenaline, 5 mg/kg				
Phentolamine (α-адреноблокатор), 100 mg/kg + Стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁				
Propranolol (β-адреноблокатор), 100 mg/kg + Стимуляция Symp. Nerves to heart T ₁				
Стимуляция Vagus Nerve to heart				
Введение acetylcholine, 5mg/kg				
Atropine (M-холиноблокатор), 10.0 mg/kg + Стимуляция Vagus Nerve to heart				
Вывод: _____				
_____.				

Занятие 13. ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ 1

Основные вопросы:

1. Значение эндокринной системы для организма. Структуры эндокринной системы (железы внутренней секреции, диффузные элементы) и ее функции. Участие эндокринной системы в регуляции гомеостаза, роста и развития, репродукции, использования энергии.

2. Общая характеристика и механизмы действия гормонов. Понятие о клеточных рецепторах гормонов, первичных и вторичных посредниках передачи гормонального сигнала в клетку.

3. Основные пути внутриклеточной передачи сигналов, используемых различными группами гормонов, и физиологические эффекты гормон-рецепторного взаимодействия на уровне клетки.

4. Строение и функции гипофиза. Связи гипофиза с гипоталамусом. Гормоны гипофиза и гипоталамуса, их роль. Взаимодействие нервных и гуморальных механизмов регуляции функций на гипоталамическом уровне.

5. Регуляция секреции гормонов гипофиза и гипоталамуса. Наиболее частые проявления нарушений эндокринной функции гипофиза и гипоталамуса: несахарный диабет, акромегалия и др.

6. Функции эпифиза и его гормоны.

7. Эндокринная функция половых желез. Механизмы действия гормонов и вызываемые ими эффекты: характерные проявления избыточности и недостаточности гормонов. Возрастные особенности эндокринной функции половых желез. Эндокринная функция плаценты.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем заключается метаболический эффект гормонов? Анаболические и катаболические гормоны.

2. В чем заключается перmissive эффект гормонов?

3. Что такое первичные и вторичные посредники действия гормонов?

4. Какими способами можно оценить состояние функций эндокринной железы?

5. Каковы механизмы обратной связи для регуляции секреции гормонов гипофиза и гипоталамуса?

6. В чем заключается действие АКТГ? Чем тормозится его секреция?

7. Чем проявляется избыток и недостаток АКТГ в организме?

8. Как регулируется секреция ТТГ, в чем заключается его тиреоидное действие и как проявляется избыток и недостаток в организме ТТГ?

9. Что является стимулами для секреции вазопрессина (АДГ)?

10. Какие общие симптомы имеются при сахарном и несахарном диабете? Каковы причины этих двух разных болезней?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 33–37, 61–63, 180–187, 199–205.
3. *Физиология человека* / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. С. 242–274.

4. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 199–214, 226–228.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 13.1. 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, затем скорость роста значительно понижается. Некоторое повышение скорости роста отмечается у девочек с 9 до 14 лет и у мальчиков с 11 до 16 лет, затем скорость роста снова снижается. К 16 годам у девушек и к 18 годам у юношей рост тела в длину практически завершается и в норме не превышает 1 см/год. Полное окостенение наступает к 20–23 годам в женском организме и к 21–25 годам в мужском. Рост взрослого человека в пределах 130–200 см у мужчин и 120–190 см у женщин рассматривается как нормальный. Мужчины ростом менее 130 см и женщины менее 120 см называются карликами. Люди-гиганты имеют рост более 190 см женщины и более 200 см мужчины.

Рост — интегральный показатель влияния генетических, гормональных, тканевых и внешних факторов на кость и другие ткани организма. Генетическая программа роста реализуется через гуморальную эндокринную систему, включающую все известные гормоны (тиреоидные, инсулин, кальцийрегулирующие, надпочечниковые, половые), но особое значение имеет гипоталамо-гипофизарная регуляция роста, центральным звеном которой является соматотропин. **Соматотропин** (СТГ — соматотропный гормон, или 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. Эффекты СТГ опосредуются инсулиноподобными факторами роста (ИФР-I, ИФР-II), или соматомединами, которые под влиянием гормона синтезируются, главным образом, в печени и почках. Линейный рост человека завершается с закрытием зон роста под влиянием половых гормонов.

Наиболее простым и доступным методом исследования соматотропной функции является антропометрический, т. е. оценка роста человека по сравнению с его прогнозируемым ростом, рассчитанным на основании среднего роста его родителей. Для определения границ конечного роста используется следующая формула:

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

Прогнозируемый конечный рост женщины = (рост отца + рост матери - 13 см) : 2

Измеренный рост взрослого человека должен совпадать с прогнозируемым ростом или отклоняться от расчетной величины роста не более чем на 2 стандартных отклонения (СО), 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 таком случае для выяснения причины нарушения роста необходимо проводить детальные исследования соматотропной функции гипофиза, а также изучение состояния других желез (прежде всего, половых и щитовидной).

Материалы и оборудование: ростомер.

Для проведения работы необходимо знание *роста родителей*.

Ход работы. Измерение роста проводят в положении стоя с помощью ростомера. 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 до уровня головы испытуемого. Измерения проводят с точностью до 0,5 см.

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)
ПРИ = (рост отца + рост матери ± 13 см):2 = _____ 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.

Занятие 14. ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ 2

Основные вопросы:

1. Щитовидная железа: виды эндокринных клеток и их гормоны. Тиреоидные йодсодержащие гормоны, механизмы их действия и вызываемые ими эффекты. Регуляция секреции гормонов. Характерные проявления избыточного или недостаточного выделения гормонов.

2. Надпочечники. Гормоны коркового вещества надпочечников. Эффекты и механизмы действия гормонов. Регуляция секреции гормонов. Проявления недостаточной или избыточной секреции гормонов. Роль глюкокортикоидов в развитии стресса.

3. Гормоны мозгового вещества надпочечников. Эффекты и механизмы действия гормонов. Регуляция секреции гормонов.

4. Роль кальцитонина, паратгормона и кальцитриола в регуляции гомеостаза кальция и фосфора в организме. Потребности человека в кальции, факторы, влияющие на нее.

5. Гормоны поджелудочной железы и их роль в регуляции углеводного, жирового и белкового обмена. Регуляция секреции гормонов. Механизмы действия гормонов. Понятие о состояниях гипер- и гипогликемии.

6. Понятие о гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и симпатoadреналовой системах.

7. Участие желез внутренней секреции в приспособительной деятельности организма. Общий адаптационный синдром, стресс: нервные и гормональные механизмы их развития.

8. Вилочковая железа и ее гормоны. Понятие об APUD-системе кишечника. Эндокринная функция сердца, печени, почек.

9. Понятие об общих принципах использования гормонов для коррекции функций организма.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем проявляется избыток и недостаток тиреоидных гормонов?
2. Какие гормоны коры надпочечников являются жизненно важными?
3. Каким путем глюкокортикоиды повышают уровень глюкозы крови?
4. Какое действие оказывает инсулин на: уровень глюкозы в крови, потребление глюкозы тканями, гликогенолиз, глюконеогенез, синтез гликогена, обмен белков и жиров, уровень ионов K^+ в крови?
5. От каких процессов зависит концентрация кальция в крови?
6. Какие гормоны являются важнейшими для развития стресса?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.*
2. *Физиология человека / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 187–205.*
3. *Физиология человека : учебник. В 2 т. / В. М. Покровский [и др.] ; под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. 448 с. С. 242–275.*
4. *Физиология человека : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 199–214, 226–228.*

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 14.1. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ КАК ГОРМОНОВ (МОЗГОВОГО ВЕЩЕСТВА НАДПОЧЕЧНИКОВ) И КАК НЕЙРОМЕДИАТОРОВ (СИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛА АНС) НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ (демонстрационная компьютерная работа)

Ход работы. Используется программа «Physiol 2», позволяющая выполнять виртуальные эксперименты на крысах.

Указания к оформлению протокола:

1. Заполните таблицу. Обозначения: HR — Heart Rate, BP_{syst} — Systolic Blood Pressure, BP_{diast} — Diastolic Blood Pressure, BP_{mean} — Mean Hemodynamic Blood Pressure.

2. Сделайте вывод о том, чем отличается действие катехоламинов как медиаторов симпатических нервов и как гормонов мозгового вещества надпочечников. Укажите, через какие типы адренорецепторов преимущественно реализуется действие норадреналина и адреналина на сердечно-сосудистую систему.

ПРОТОКОЛ				
Воздействия на сердце	ЧСС	АД _с	АД _д	АД _{сгд}
Исходные показатели				
Стимуляция Symp. Nerves to heart T₁				
Стимуляция Symp. Nerves to adrenals T₆₋₈				
Phentolamine (α-адреноблокатор), 100 mg/kg + стимуляция Symp. Nerves to heart T₁				
Propranolol (β-адреноблокатор), 100 mg/kg + стимуляция Symp. Nerves to heart T₁				
Propranolol (β-адреноблокатор), 100 mg/kg + стимуляция Symp. Nerves to adrenals T₆₋₈				
Введение noradrenaline, 5 μg/kg				
Введение adrenaline, 5 μg/kg				
ВЫВОД:				

Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ»

Занятие 15. ОБЩИЕ СВОЙСТВА АНАЛИЗАТОРОВ. ЗРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Основные вопросы:

1. Понятие об органах чувств, анализаторах, сенсорных системах. Учение И. П. Павлова об анализаторах. Общие принципы строения анализаторов, их классификация.
2. Общие свойства и функции анализаторов. Значение анализаторов в развитии мозга и процессах познания.
3. Типы сенсорных рецепторов. Механизмы преобразования сигналов в сенсорных рецепторах.
4. Механизмы передачи и кодирования информации в афферентных путях. Понятие о строении и функциях специфических и неспецифических путей передачи информации.
5. Процессы высшего коркового анализа афферентных сигналов. Сенсорные поля и ядра, ассоциативные поля. Взаимодействие анализаторов.
6. Адаптация анализаторов, ее периферические и центральные механизмы.
7. Зрительная система. Строение, функции. Особенности строения и свойств глаза. Рефракция и аккомодация.
8. Строение и функции сетчатки глаза. Фотохимические процессы в рецепторах сетчатки при действии света. Функции пигментных, горизонтальных, биполярных и ганглиозных клеток сетчатки. Механизмы адаптации зрения.
9. Движения глаз и их роль в осуществлении зрения.
10. Проводниковый и корковый отделы зрительного анализатора. Формирование зрительных образов.
11. Теории цветоощущения. Основные формы нарушения цветового восприятия.

Вопросы для самоконтроля:

1. Чем отличаются первично-чувствующие рецепторы от вторично-чувствующих?
2. В чем проявляется адаптация рецепторов? Какие рецепторы относятся к быстро адаптирующимся и какие — к медленно адаптирующимся?
3. Какие механизмы обеспечивают четкое видение предметов, находящихся на разном расстоянии?
4. Что понимают под остротой зрения? Какая формула используется для определения остроты зрения?
5. В чем причины близорукости? Какие линзы нужны для ее коррекции?
6. Какие фоторецепторы обладают большей светочувствительностью?
7. Какие явления регистрируются на мембране фоторецептора при его освещении? Какими ионными механизмами они обусловлены?
8. При исследовании полей зрения пациента обнаружено выпадение левых половин полей зрения с обеих сторон. В какой части зрительных путей имеется повреждение?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.*
2. *Физиология человека / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 462–477, 498–499.*
3. *Физиология человека / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 2. С. 201–231.*
4. *Физиология человека : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 541–562.*

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 15.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ

Под остротой зрения понимают способность четко видеть окружающие предметы, расположенные на разном расстоянии. Оценивают остроту зрения по минимальному углу зрения, под которым глаз способен различать две точки как отдельные. Нормальный глаз способен различать две точки раздельно под углом зрения 1'. Это связано с тем, что для раздельного видения двух точек необходимо, чтобы между возбужденными колбочками сетчатки находилась минимум одна невозбужденная. Вследствие того, что диаметр колбочек равен 3 мкм, то для раздельного видения двух точек необходимо, чтобы расстояние между изображениями этих точек на сетчатке составляло не менее 4 мкм. Такая величина изображения получается именно при угле зрения 1'. Поэтому при рассматривании под углом зрения менее 1' две соседние точки пространства сливаются в одну.

Материалы и оборудование: специальные таблицы для определения остроты зрения Головина или Сивцева, указка, рулетка на 5 м.

Ход работы. Исследование проводится с помощью таблиц с буквами убывающих размеров. Рядом с каждой строкой букв указано расстояние, с которого нормальный глаз должен видеть буквы данной строки под углом зрения 1'. Таблицу вешают на хорошо освещенной стене. Испытуемого должен находиться на расстоянии 5 м от таблицы. Исследование проводится для каждого глаза отдельно. Один глаз испытуемый закрывает специальным щитком. Исследователь указкой показывает буквы на таблице, испытуемый должен 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 (т. е. расстояние, с которого испытуемый видит строку); D — расстояние, с которого нормальный глаз должен отчетливо видеть буквы данной строки.

Определите остроту зрения обоих глаз и сравните с нормой.

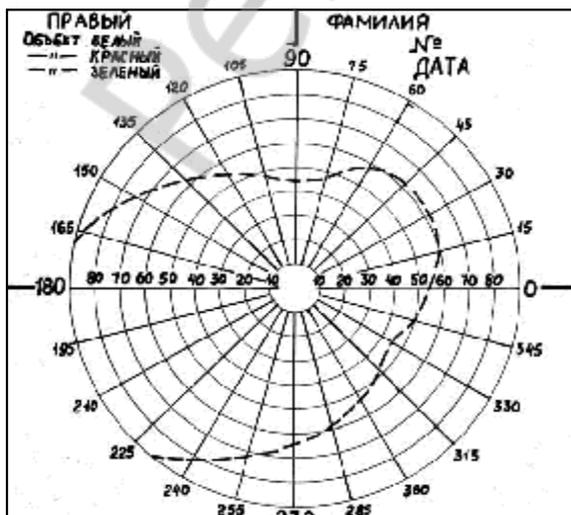
Острота зрения левого глаза:

правого глаза:

Вывод:

Работа 15.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ПОЛЯ ЗРЕНИЯ (ПЕРИМЕТРИЯ)

Поле зрения называется пространство, видимое глазом человека при фиксации взора в одной точке. Величина поля зрения неодинакова у различных людей и зависит от функционального состояния сетчатки глаза, глубины расположения глазного яблока, размеров и формы надбровных дуг и носа. Различают цветное (хроматическое) и бесцветное (ахроматическое) поле зрения. Ахроматическое поле зрения больше хроматического, так как оно обусловлено наличием палочек, расположенных преимущественно на периферии сетчатки. Для различных цветов поле зрения также



68



неодинаково: больше всего оно для желтого цвета, а самое узкое для зеленого. Примерные границы ахроматического поля зрения составляют кнаружи около 100° , кнутри и кверху — 60° и книзу — 65° .

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

Ход работы. Исследование проводится с помощью периметра Форстера, представляющего собой штатив с подвижной металлической дугой с делениями (в градусах) на боковой поверхности. Испытуемый должен сесть спиной к свету и установить подбородок на подставку штатива справа (при исследовании левого глаза) или слева (при исследовании правого глаза). Высоту подставки отрегулируйте так, чтобы нижний край глазницы находился на уровне визирной пластинки. На протяжении всего опыта взор обследуемого глаза остается фиксированным на белой точке периметра, другой глаз закрывается щитком. Начинайте исследование с горизонтального положения периметра. Медленно двигайте объект (белый квадрат или кружок диаметром 5–10 мм) по внутренней поверхности дуги от 90° к 0° ; испытуемый должен назвать момент появления объекта в поле зрения и указать его цвет. Повторите исследование при вертикальном и двух косых положениях периметра для объектов белого, зеленого или синего цветов. Результаты (в градусах) внесите в таблицу.

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

Таблица 13

Направления осей Направленность	Величина поля зрения глаза в градусах	
	для белого цвета	для зеленого или синего цвета
90° (кверху)		
270° (книзу)		
0° (кнаружи)		
180° (кнутри)		
45° (кнаружи вверху)		
45° (кнаружи внизу)		
45° (кнутри вверху)		
45° (кнутри внизу)		

Вывод:

Работа 15.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ СЕТЧАТКИ

Определение чувствительности центральных областей сетчатки имеет важное значение, так как она во многом определяет остроту зрения. Чув-

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

Работа выполняется после темновой адаптации зрения в полумрачной комнате. Ваши глаза должны находиться на расстоянии около 30 см от экрана на уровне его середины. Старайтесь держать голову максимально неподвижно.

Исследование проводится для каждого глаза отдельно. Один глаз нужно закрыть. В течение всего времени исследования взгляд должен быть фиксирован на крестике в центре экрана. Через некоторое время в поле зрения появляется светящаяся точка. Яркость точки постепенно возрастает, и в какой-то момент становится достаточной для того, чтобы различить 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 различ-

ных испытуемых можно сравнивать и при непродолжительном времени адаптации.

Для выхода из программы нажмите «Esc».

Результаты:

На экране преобладают точки _____ цветов.

Вывод: чувствительность сетчатки исследуемого глаза _____
(высокая, средняя или сниженная).

**Работа 15.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГЛАЗА
ПРИ ПОМОЩИ АДАПТОМЕТРА (демонстрация)**

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

Материалы и оборудование. Для выполнения работы необходимы адаптометр, стол, кресло, ватно-марлевые салфетки и 70%-ный раствор этанола.

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

Результаты: При исследовании абсолютного порога световой чувствительности суммарная плотность светофильтров и диафрагмы составила _____, яркость равна _____ асб.

При исследовании порога различения суммарная плотность светофильтров и диафрагмы составила _____, яркость равна _____ асб.

Разностный порог составляет _____ асб.

Выводы: (оцените светочувствительность сетчатки глаз испытуемого при 10-минутной темновой адаптации)

Как зависит светочувствительность от продолжительности адаптации?

Работа 15.5. 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 встречаются различные нарушения цветового восприятия. Полная цветовая слепота встречается крайне редко. Люди, страдающие этой формой расстройства цветового зрения, видят только различные оттенки серого цвета. Частичная цветовая слепота встречается чаще.

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 закрытия одного 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 обследуется отдельно, при этом второй глаз закрывается специальным щитком.

Указания к оформлению протокола:

1. Опишите результаты исследования цветовосприятия.
2. В случае выявления нарушений укажите, к какому виду они относятся.

Вывод: (имеются ли у испытуемого нарушения цветового зрения).

Работа 15.6. ОЦЕНКА ПОРОГОВ ЦВЕТОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЗРЕНИЯ

Работа выполняется с помощью программы «**Color test**» после темновой адаптации зрения в полузатемненной 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 ее цвет. Нажмите клавишу «Enter» и запишите условную пороговую величину восприятия 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 восприятия данного цвета. Повторите определение порогов восприятия для других цветов.

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

Значения порогов восприятия цветов составляют: красный _____; желтый _____; зеленый _____; синий _____.

Значение разностного порога восприятия _____ цвета составляет _____.

Работа 15.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПРОСТОЙ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ

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

Ход работы. Выберите программу «**Reaction test**», нажмите *Enter*. В центре экрана появляется яркий треугольный объект. Всякий раз после появления объекта как можно скорее нажимайте клавишу «Enter». После каждого предъявления объекта (кроме 1-го) компьютер показывает среднее значение скорости вашей сенсомоторной реакции.

Оформление протокола. Для характеристики полученных значений скорости вашей реакции сравните его со средним значением скорости реакции для студентов вашей группы. Внесите данные в протокол.

Средняя скорость сенсомоторной реакции (из 5–6 определений) _____

Средняя скорость сенсомоторной реакции у студентов группы _____

Занятие 16. ФИЗИОЛОГИЯ СЛУХОВОГО, ВЕСТИБУЛЯРНОГО, ВКУСОВОГО, ОБОНЯТЕЛЬНОГО И ТАКТИЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРОВ

Основные вопросы:

1. Слуховая система. Особенности строения и свойств звуковоспринимающего и звукопроводящего аппаратов. Механизмы восприятия и анализа звуков. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах слуховой системы.

2. Вестибулярная система. Особенности строения и свойств рецепторного отдела, обеспечивающие восприятие и оценку положения тела в статике и динамике. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах вестибулярной системы. Реакции организма на раздражение вестибулярного аппарата.

3. Вкусовая система. Вкусовая рецепция. Проводящие пути и центральные отделы вкусовой системы. Восприятие вкуса. Классификация вкусовых ощущений. Реакция организма на вкусовые раздражения.

4. Обонятельная система. Рецепция запахов. Проводящие пути и центральные отделы обонятельной системы. Восприятие и классификация запахов. Реакции организма на раздражение обонятельной системы. Защитные рефлексy.

5. Соматовисцеральная сенсорная система. Кожная чувствительность. Механорецепция. Виды рецепторов. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах.

6. Проприоцептивная чувствительность. Рецепторные механизмы. Особенности строения проводящих путей и центральных отделов. Роль в восприятии и оценке положения тела в пространстве, в формировании мышечного тонуса, позы и движений.

7. Интероцептивная чувствительность. Рецепторные механизмы. Виды интероцептивной чувствительности. Реакции организма на раздражение интероцепторов. Роль интероцепции в поддержании гомеостаза.

8. Ноцицепция. Рецепция болевых раздражений. Особенности строения и свойств проводящих путей и центральных отделов. Центральные механизмы боли. Антиноцицептивные системы. Нейрохимические механизмы антиноцицепции. Понятие о принципах обезболивания. Проекционные и отраженные боли.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как изменяется амплитуда, сила и частота звуковых колебаний при передаче их через структуры среднего уха?
2. В какой части улитки ширина основной (базиллярной) мембраны наибольшая? Какие частоты воспринимают волосковые клетки, расположенные в этой части основной мембраны?
3. Как с помощью камертона можно определить поражение звуковоспринимающего аппарата внутреннего уха у человека?
4. Благодаря чему на линейные ускорения и ускорения силы тяжести реагируют рецепторы отолитового аппарата и не реагируют рецепторы полукружных каналов?
5. Афферентные волокна какого анализатора не переключаются в таламусе и не переходят на противоположную сторону коры больших полушарий?
6. К каким вкусовым веществам чувствительность человека максимальна?
7. Какие участки кожи обладают наибольшей пространственно-различительной способностью?
8. Назовите антиноцицептивные системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 478–501.
3. *Физиология человека* / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. С. 231–260.
4. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 562–584.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 16.1. 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 (бинауральный 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 с закрытыми глазами должен определить направление источника звука, создаваемого постукиванием (например, карандашом о карандаш) справа, слева, спереди, сзади за спиной испытуемого. Затем вставьте в уши испытуемого оливы фонендоскопа, одна из трубок которого значительно длиннее другой. Фонендоскоп должен находиться у испытуемого за спиной. Повторите опыт с определением направления источника звука.

Результаты:

Вывод: (объясните, почему звук кажется смещенным в сторону более короткого пути прохождения звука).

Работа 16.2. ИССЛЕДОВАНИЕ КОСТНОЙ ПРОВОДИМОСТИ

Опыт Вебера

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

Материалы и оборудование: камертон, секундомер, ватные тампоны.

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. При поражении звуковоспринимающего аппарата наблюдается латерализация звука в сторону здорового уха, при поражении звукопроводящего аппарата звук латерализуется в сторону пораженного (плохо слышащего) уха. Повторите опыт, закрыв слуховой проход одного уха ватой.

Результаты:

Сила звука слева и справа в исходном состоянии: _____

После закрытия слухового прохода — _____

Вывод:

Причина латерализации звука при закрытии одного слухового прохода:

Опыт Ринне (сравнение воздушной и костной проводимости звуков).

Ход работы. Рукоятку звучащего камертона приставьте к сосцевидному отростку и измерьте время до исчезновения ощущения звука (время костной проводимости). Затем поднесите тот же камертон к наружному слуховому проходу. В норме испытуемый должен слышать звучание все еще колеблющегося камертона. Измерьте общее время, в течение которого слышен звук (время воздушной проводимости). В норме время воздушной проводимости больше времени костной проводимости (*положительный опыт Ринне*). При нарушении звукопроводящего аппарата время воздушной проводимости не превышает время костной (*отрицательный опыт Ринне*).

Время воздушной проводимости: слева — _____, справа — _____ .

Время костной проводимости: слева — _____, справа — _____ .

Вывод: **опыт Ринне** _____

Работа 16.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СЛУХОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ ЗВУКА

Ухо человека воспринимает звуковые колебания в диапазоне 16–20000 Гц. Наибольшая чувствительность к звуковым колебаниям находится в пределах 1–3 кГц, что совпадает с диапазоном частот человеческой речи.

Чувствительность слухового анализатора оценивают по минимальной величине звукового давления, 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 графическую зависимость порогов слышимости от частоты звука — аудиограмму.

Материалы и оборудование: аудиометр, наушники.

Ход работы. С помощью генератора звуков ЗГ-10 определите пороги абсолютной слуховой чувствительности (в децибелах) для различных частот для левого и правого уха.

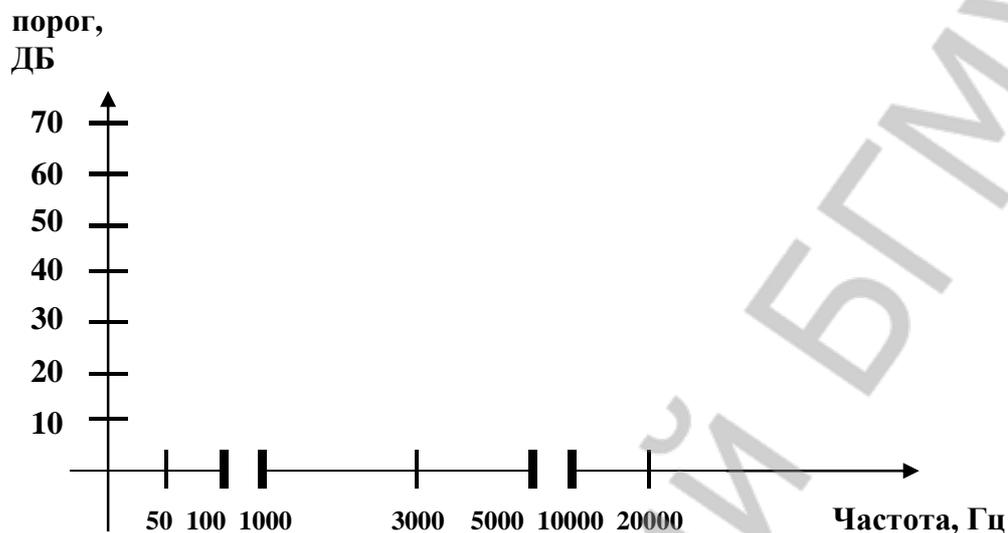
1. Результаты.

50 Гц – _____ 100 Гц – _____ 1000 Гц – _____

5000 Гц –

10000 Гц –

15000 Гц –



Аудиограмма испытуемого

Вывод: (укажите область частот наибольшей слуховой чувствительности)

Работа 16.4. 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. **Пространственный порог** тактильной чувствительности характеризуется тем *наименьшим расстоянием* между двумя точками кожи, при одновременном раздражении которых возникает *ощущение двух прикосновений*. Он характеризует пространственно-различительную способность кожи.

Материалы и оборудование: эстезиометр (циркуль Вебера).

Ход работы. Испытуемого должен сидеть с закрытыми глазами. 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 увеличивая расстояние между браншами

эстеziометра (каждый раз на 1 мм), и находят то минимальное расстояние, при котором возникает ощущение двух отдельных прикосновений. Это расстояние является пространственным порогом для данного участка кожи. Определите пространственный порог на участках кожной поверхности, указанных в таблице.

Заполните таблицу:

Таблица 14

Кожная поверхность	Пространственный порог (в мм)
Внутренняя сторона предплечья	
Наружная сторона предплечья	
Кончик указательного пальца	
Щека	
Лоб	
Губа	

Сравните пространственные пороги тактильной чувствительности исследованных участков кожи. Объясните причины их различия.

Работа 16.5. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АНАЛИЗАТОРА И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА СОМАТИЧЕСКИЕ И ВЕГЕТАТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ОРГАНИЗМА

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

Во время вращательного движения наблюдается нистагм головы, который характеризуется тем, что вначале голова медленно поворачивается в сторону, противоположную направлению вращения, а затем быстро возвращается в исходное положение. При вращении также наблюдается ритмический *глазной нистагм*. Он включает два компонента: медленный, являющийся проявлением статокINETического рефлекса на угловое ускорение, и сменяющий его более быстрый, который характеризуется движением глазного яблока (скачком) в обратном направлении. Медленный компонент нистагма возникает в начале движения, когда эндолимфа более медленно движется в сторону ампулы под влиянием ускорения, и всегда направлен в сторону, противоположную вращению. Во время самого вращения нистагма нет, так как эндолимфа движется с той же скоростью, что

и полукружные каналы. В момент остановки или замедления движения, т. е. при наличии отрицательного углового ускорения, эндолимфа по инерции перемещается, но уже в обратном направлении — возникает поствращательный нистагм. Глазной нистагм, возникающий при поворотах головы или при вращении, имеет важное приспособительное значение, так как обеспечивает сохранение нормальной зрительной ориентации и позволяет фиксировать изображение предметов на сетчатке в период изменения позы и положения головы.

Материалы и оборудование: кресло Барани, частотомер (ЧЗ-22), фотоплетизмограф (ФПГ-02), повязка для глаз, секундомер.

Ход работы.

1. Измерение длительности нистагма. Вращают испытуемого в кресле Барани со скоростью 10 оборотов за 20 с. Во время вращения глаза должны быть закрыты. После остановки испытуемый должен 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. Горизонтальный нистагм наблюдается при вращении с наклоном головы вперед на 15°, ротаторный нистагм — при наклоне головы вперед на 90°, вертикальный — при наклоне головы к левому или правому плечу. С помощью секундомера измеряют длительность нистагма (в норме — от 20 до 30 с). Полученные данные внесите в таблицу 15.

Таблица 15

Влияние стимуляции вестибулярных рецепторов центробежным ускорением на продолжительность послевращательного нистагма

Положение головы	Активация каналов вестибулярного аппарата	Вид нистагма	Длительность нистагма (с)
Наклон вперед на 15°	Горизонтальные каналы	Горизонтальный	
Наклон вперед на 90°	Вертикальные каналы	Ротаторный	
Наклон головы к плечу	Сагиттальные каналы	Вертикальный	

2. Влияние стимуляции вестибулярного аппарата на длительность сердечного цикла. Испытуемого усаживают в кресло Барани и определяют среднюю длительность сердечного цикла из 10 сокращений. Мгновенное значение частоты сердечных сокращений определяется по формуле: $ЧСС^{МГНОВ.} = 60000 \text{ мс} / \text{ср. длит. сердечного цикла}$. К частотомеру присоединен фотоплетизмограф, фотодатчик которого укрепляется на первой фаланге указательного пальца левой руки. Предварительно кисть левой руки нагревают в теплой воде для усиления кровотока. Перед вращением испытуемого фотодатчик отключается от плетизмографа, а после вращения его быстро подсоединяют к нему. После этого на протяжении

минуты с интервалами в 5 с измеряют длительность сердечного цикла. Для стимуляции вестибулярных рецепторов используют вращение вокруг оси со скоростью 10 оборотов за 20 с при наклоне голова вперед на 90°. Полученные данные внесите в таблицу 16.

Таблица 16

Влияние стимуляции вестибулярного аппарата на длительность сердечного цикла (ДСЦ)

Показатель	Покой			После вращения		
	горизонт	ротатор	вертикаль	горизонт	ротатор	вертикаль
ДСЦ средняя, мс						
ЧСС мгн						

Вывод: (объясните механизм нистагма и влияние вестибулярного аппарата на сердечно-сосудистую систему, перечислите другие раздражения, вызывающие нистагм).

Работа 16.6. ИССЛЕДОВАНИЕ ВКУСОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И СКОРОСТИ ВКУСОВОЙ АДАПТАЦИИ К ОСНОВНЫМ ВКУСОВЫМ ВЕЩЕСТВАМ

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

Ход работы. Испытуемому с помощью пипетки или в пробирке дают 2–3 мл раствора неизвестного ему вещества, начиная с минимальной его концентрации. Подержав раствор во рту 20–30 с (не глотая), он должен определить вкус раствора. Если испытуемый не может определить вкус, ему дают раствор с большей концентрацией вещества до тех пор, пока он уверенно не определит вкус. Концентрация раствора, в котором испытуемый правильно определил вкус вещества, является пороговой. Чем меньше эта концентрация, тем выше чувствительность к данному веществу.

Заполните таблицу:

Вещество	Пороговая концентрация
Горькое (хинин)	
Сладкое (сахар)	
Соленое (поваренная соль)	
Кислое (лимонная кислота)	

Вывод: (сравните пороги вкусовой чувствительности к различным веществам)

ТЕМЫ РАЗДЕЛА ЗАЧТЕНЫ _____

(подпись преподавателя)

Репозиторий БГМУ

Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ»

Занятие 17. ГЕМОДИНАМИКА. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Основные вопросы:

1. Роль системы кровообращения в обеспечении метаболизма. Круги кровообращения, их функциональная характеристика.
2. Морфологическая и функциональная классификация сосудов.
3. Факторы, обуславливающие движение крови по сосудам.
4. Основной закон гемодинамики — взаимосвязь между давлением крови, объемной скоростью кровотока и периферическим сопротивлением кровотоку. Факторы, определяющие сопротивление кровотоку.
5. Кровяное давление, его виды. Давление крови в различных участках сосудистого русла. Факторы, определяющие величину артериального давления (АД). Понятие о нормальных величинах АД, возрастные изменения АД.
6. Методики измерения кровяного давления.
7. Объемная и линейная скорости кровотока в различных отделах сосудистого русла. Основные показатели кровотока (давление крови, скорость кровотока, сопротивление) в артериальном, микроциркуляторном и венозном участках сосудистого русла.
8. Артериальный пульс, его происхождение и клинико-физиологические характеристики. Сфигмография, анализ сфигмограммы. Скорость распространения пульсовой волны.
9. Ток крови в венозных сосудах, венозный возврат крови. Давление крови в венах. Центральное венозное давление.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем основная причина возрастного увеличения систолического АД?
2. Как изменяется величина венозного возврата крови к сердцу при глубоком вдохе и глубоком выдохе?
3. Как изменится величина венозного возврата при веноконстрикции и венодилатации? Как это отразится на величине УО?
4. От каких факторов зависит наполнение и напряжение пульса?
5. В чем разница между понятиями «скорость пульса», «скорость распространения пульсовой волны» и «линейная скорость кровотока»?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / под ред. А. И. Кубарко. Минск : Выш. шк., 2011. Ч. 2. 623 с. С. 68–76, 84–102.
3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 271–273; 297–308, 327–331.
4. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 1. 448 с. С. 363–378, 396–400.
5. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 307–320, 342–346.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 17.1. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АРТЕРИАЛЬНОГО ПУЛЬСА МЕТОДОМ ПАЛЬПАЦИИ

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

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

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

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

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

3. **Наполнение** (амплитуда) пульса — субъективный показатель, оцениваемый пальпаторно по высоте подъема артериальной стенки во время прохождения пульсовой волны.

Наполнение пульса зависит от **систолического объема крови, эластичности стенок артерий, объема циркулирующей крови.**

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

5. **Скорость** пульса — субъективный показатель, определяемый пальпаторно по скорости достижения артериальной стенкой максимальной амплитуды колебаний. Скорость пульса зависит от скорости прироста давления в артериальной системе в течение систолы, что в свою очередь зависит от **пульсового давления, ударного объема крови и сопротивления артерий**. Если во время систолы в аорту выбрасывается большой объем крови и давление в ней быстро возрастает, то наблюдается более быстрое достижение наибольшей амплитуды растяжения артерии. Такой пульс называется быстрым и встречается при недостаточности клапанов аорты. При медленном приросте давления в артериальной системе во время систолы определяется медленный пульс, наблюдаемый, в частности, при стенозе аорты.

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

Внесите в таблицу показатели своего пульса, а также минимальные, максимальные и средние значения частоты пульса у студентов группы.

Таблица 17

Свойство пульса	Норма	Варианты отклонения	Данные обследования
Ритм	Ритмичный	Аритмичный	
Частота	60–80	Редкий (брадикардия), частый (тахикардия)	
Наполнение	Хорошее	Слабое, нитевидный пульс	
Напряжение	Умеренное	Мягкий пульс, твердый пульс	
Скорость	Нормальная	Быстрый пульс, медленный пульс	
Частота пульса у студентов группы: минимальная ____, максимальная ____, средняя ____.			

Вывод: (сравните результаты с нормой) _____

Работа 17.2. ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ

Принцип определения скорости распространения пульсовой волны основан на том, что начало возникновения пульсовой волны на лучевой

артерии отстает от ее начала на плечевой артерии. Зная расстояние между датчиками (L) и разницу во времени прохождения пульсовой волны под каждым из них (t), можно рассчитать скорость распространения пульсовой волны.

В норме у взрослых людей скорость распространения пульсовой волны в сосудах эластического типа равна 5–8 м/с, в сосудах мышечного типа — 6–8 м/с.

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

Результаты. $L =$ м; $t =$ сек.

Скорость распространения пульсовой волны = м/с.

Вывод: (сравните результаты с нормой) _____

Работа 17.3. 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». Обратите внимание на временные соотношения I и II тонов сердца и основных элементов сфигмограммы: анакроты, катакроты, инцизуры, дикротического зубца. Отметьте, как изменяется характер сфигмограммы при недостаточности аортальных клапанов и регургитации крови, а также при аортальном стенозе. Сравните продолжительность периода систолического изгнания крови и скорость пульса при недостаточности аортальных клапанов и при аортальном стенозе.

На основании наблюдений заполните следующие 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 _____.

Работа 17.4. ИЗМЕРЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ АУСКУЛЬТАТИВНЫМ МЕТОДОМ КОРОТКОВА

Обследуемый должен сидеть, его рука должна быть расслаблена, предплечье должно лежать на столе ладонью вверх. На плечо обследуемому накладывают манжету так, чтобы она охватывала плечо плотно, но не сдавливала ткани. Нижний край манжеты должен быть выше локтевой ямки на 2–3 см. В локтевой ямке пальпируют пульсирующую плечевую артерию, на место ее проекции помещают фонендоскоп. В манжете создают давление примерно на 30 мм рт. ст. выше, чем ожидаемое давление в артерии, при этом пульс на лучевой артерии должен исчезнуть. При постепенном снижении давления в манжете выслушивают сосудистые тоны в плечевой артерии. Появление тонов соответствует моменту, когда давление в манжете примерно сравнялось по величине с систолическим давлением крови в плечевой артерии. При дальнейшем снижении давления в манжете тоны нарастают, затем ослабевают и исчезают. Исчезновение тонов соответствует моменту, когда давление в манжете примерно сравнивается по величине с минимальным или диастолическим давлением крови в плечевой артерии. Не снимая манжеты, через 2–3 мин повторите измерение артериального давления. Время, в течение которого измеряется артериальное давление, не должно превышать 1 мин, в противном случае в дистальной части конечности отмечаются признаки нарушения кровообращения.

Результаты:

Систолическое (максимальное) давление — _____
(норма — 110–140 мм рт. ст.).

Диастолическое (минимальное) давление — _____
(норма — 60–90 мм рт. ст.).

Вывод: (сравните результаты с нормой) _____

Работа 17.5. АНАЛИЗ КРИВОЙ ИЗМЕНЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ, ИЗМЕРЕННОГО ПРЯМЫМ МЕТОДОМ

Для выполнения работы используется компьютерная программа «Prat». Схема опыта на экспериментальной крысе: Help → Preparation. На экране регистрируется давление крови (BP — Blood Pressure) и частота сокращений сердца (HR — Heart Rate). Опыт заключается во введении адреналина и норадреналина в дозе 20 мкг/кг.

Заполните таблицу:

Показатель	Исходное значение	Адреналин 20 мкг/кг	Норадреналин 20 мкг/кг
ЧСС			
АД сист., мм рт. ст.			
АД диаст., мм рт. ст.			
АД средн., мм рт. ст.			
Пульсовое давление, мм рт. ст.			

Нарисуйте графики изменения артериального давления при действии адреналина и норадреналина:

Норадреналин	Адреналин

Сделайте заключение: в чем заключаются различия влияния адреналина и норадреналина на основные показатели гемодинамики

Занятие 18. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ОСОБЕННОСТИ МИОКАРДА

Основные вопросы:

1. Функции предсердий, желудочков и клапанов сердца. Направление потоков крови в сердце. Связь большого и малого кругов кровообращения.
2. Особенности метаболизма и кровоснабжения миокарда в состоянии относительного покоя и при физической нагрузке. Коронарный кровоток в миокарде правого и левого желудочков в систолу и диастолу.
3. Строение и функции проводящей системы сердца. Ход распространения возбуждения по проводящей системе сердца. Механизмы автоматии. Потенциал действия пейсмекерных клеток, его фазы и ионные механизмы. Градиент автоматии.
4. Физиологические свойства сократительного миокарда. Потенциал действия клеток сократительного миокарда, его фазы и ионные механизмы.

мы. Электромеханическое сопряжение, роль ионов Ca^{2+} . Распространение возбуждения по сократительному миокарду.

5. Временные соотношения возбуждения, возбудимости и сокращения миокарда. Реакция сердечной мышцы на дополнительное раздражение. Понятие об экстрасистоле.

6. Законы сокращения сердца. Понятие о пред- и постнагрузке. Работа желудочков сердца.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие вещества использует сердечная мышца в качестве субстратов для окисления в покое и при нагрузке?

2. Почему сердечная мышца подчиняется закону «все или ничего»? Что такое функциональный синцитий?

3. Почему возбуждение от предсердий к желудочкам проводится только через атрио-вентрикулярный узел?

4. Какая фаза потенциала действия клеток водителя ритма лежит в основе автоматии сердца?

5. Как изменяется способность к автоматии клеток проводящей системы сердца по мере удаления от синоатриального узла?

6. В чем заключается основной закон сердца?

7. Что такое пред- и постнагрузка, какое влияние оказывает повышение пред- и постнагрузки на сокращения миокарда?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.*
2. *Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. / под ред. А. И. Кубарко. Минск : Выш. шк., 2011. Ч. 2. 623 с. С. 6–27.*
3. *Физиология человека : учебник / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 275–281.*
4. *Физиология человека : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 1. 448 с. С. 326–332.*
5. *Физиология человека : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 274–279.*

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 18.1. 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. Демонстрация учебного видеофильма «Автоматия сердца».

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 атриовентрикулярным узлом? _____

_____.

Как изменится работа сердца, если водителем ритма сердца станет пучок Гиса? _____
волокна 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: как изменяется частота ПД пейсмекерных клеток при охлаждении: _____ и при согревании _____ пейсмекера сердца?

Следовательно, при гипотермии у человека можно ожидать _____ ЧСС, и при гипертермии (лихорадке) — _____ ЧСС.

Работа 18.2. МЕХАНИЗМЫ ГЕНЕРАЦИИ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЕЙСТВИЯ (ПД) КЛЕТОК СИНОАТРИАЛЬНОГО УЗЛА И КЛЕТОК СОКРАТИТЕЛЬНОГО МИОКАРДА ЖЕЛУДОЧКОВ

Ход работы. Работы выполняются на основе просмотра учебного видеофильма «Автоматия сердца», а также компьютерной программы «12 Leads».

На основании материалов лекции, фильма и программы «12 Lead» нарисуйте потенциал клеток проводящей системы (синусового узла) — слева, потенциал действия клеток сократительного миокарда, вместе с изменением возбудимости кардиомиоцитов в ходе возбуждения (параллельно ниже) — справа. Обозначьте фазы ПД и фазы возбудимости.

ПД пейсмекерной клетки

ПД и состояние возбудимости
сократительного кардиомио-
цита

Занятие 19. СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные вопросы:

1. Последовательность фаз и периодов сердечного цикла. Положение клапанов, изменение давления и объемов крови в полостях сердца в различные фазы сердечного цикла. Сравнительная характеристика насосной функции правого и левого желудочков.

2. Систолический (ударный) и минутный объемы кровотока в условиях покоя и при физической нагрузке. Методы определения МОК и УО. Показатели сократимости миокарда.

3. Электрокардиография. Виды электрокардиографических отведений. Калибровка. Формирование различных компонентов ЭКГ. Общий план анализа, основные нормативы, диагностическое значение ЭКГ.

4. Тоны сердца, их происхождение. Аускультация и фонокардиография (ФКГ), их диагностическое значение.

5. Механические проявления сердечной деятельности. Верхушечный толчок, артериальный пульс. Сфигмография (СГ), ее диагностическое значение.

6. Поликардиография. Сопоставление во времени периодов и фаз сердечного цикла, электрических (ЭКГ), звуковых (ФКГ) и механических (СГ) проявлений сердечной деятельности.

Вопросы для самоконтроля:

1. При каком давлении в левом желудочке начинается период изгнания крови, если артериальное давление составляет 115/70 мм рт. ст.?

2. Чему равны значения конечно-диастолического, ударного и конечно-систолического объемов крови? Рассчитайте фракцию выброса левого желудочка, используя эти нормы.

3. Рассчитайте величину МОК при потреблении кислорода 400 мл/мин, содержании O_2 в артериальной крови 20 об.% и в венозной 12 об.%.

4. При катетеризации полости сердца измерение давления крови показало колебания от 0 до 25 мм рт. ст., содержание оксигемоглобина в крови составило 60 % HbO_2 . Какая полость сердца была катетеризирована?

5. Какой интервал (комплекс) ЭКГ отражает длительность «электрической систолы» желудочков и как зависит его продолжительность от частоты сердечных сокращений?

6. Как оценить ритм сердечных сокращений по ЭКГ? Рассчитайте длительность интервала RR при ЧСС 70/мин и правильном ритме. Рассчитайте ЧСС, если $RR = 0,8$ с.

Важнейшие гемодинамические показатели работы сердца в покое

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| • КДО — 90–150 мл | • УО — 55–90 мл |
| • КСО — 50–60 мл | • ФВ — 50–75 % |
| • КДД ЛЖ — 4–12 мм рт. ст. | • КДД ПЖ — 0–8 мм рт. ст. |
| • КСД ЛЖ — 90–140 мм рт. ст. | • КСД ПЖ — 15–30 мм рт. ст. |

Средние пределы изменения давления крови в предсердиях:

- | | |
|------------------|-----------------|
| • ЛП — +4 – +12. | • ПП — -1 – +8. |
|------------------|-----------------|

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / под ред. А. И. Кубарко. Минск : Выш. шк., 2011. Ч. 2. 623 с. С. 27–56.
3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 273–275; 282–290.

4. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 1. 448 с. С. 332–349.
5. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 280–293.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 19.1. РЕГИСТРАЦИЯ И АНАЛИЗ ЭКГ

Ход работы. При регистрации ЭКГ пациент находится в положении лежа. Электроды на конечности накладывают в соответствии с принятой цветовой маркировкой проводов: правая рука — красный цвет; левая рука — желтый цвет; левая нога — зеленый цвет; правая нога (заземление пациента) — черный цвет. При наложении грудных электродов используются специальные резиновые груши для фиксации электродов.

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.

Вначале записывают калибровочный сигнал, амплитуда которого равна 1 мВ. Стандартное усиление сигнала на записи должно соответствовать отклонению линии на 10 мм. Стандартная скорость протяжки ленты составляет 50 мм/с (иногда 25 мм/с). Затем записывают ЭКГ в 12 стандартных отведениях.

Электрокардиограмма (II стандартное отведение)

Анализ ЭКГ

Рассмотрение ЭКГ начинают с оценки правильности ее регистрации:

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

Если помехи значительны, необходимо заново записать ЭКГ;

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

Если его амплитуда отличается от стандартной более чем на 1 мм, то амплитуду измеряемых зубцов подсчитывают по формуле: $X = 10U/K$, где X — действительная амплитуда зубца в мм; U — измеренная амплитуда зубца в мм; K — амплитуда калибровочного сигнала в мм;

3) оценивают скорость движения бумаги во время регистрации ЭКГ. При записи ЭКГ со скоростью 50 мм/с 1 мм (по горизонтали) на бумажной ленте соответствует 0,02 с. При записи со скоростью 25 мм/с 1 мм = 0,04 с.

Задание: запишите характеристики ЭКГ, предназначенной для анализа:

калибровочный сигнал — 1 мВ = _____ мм;

скорость движения бумаги _____ мм/с;

1 мм = _____ с.

Дальнейший анализ ЭКГ проводят по следующим показателям:

1. Определение источника сердечного ритма (синусовый или не-синусовый ритм).

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

Задание: определите наличие на ЭКГ зубцов Р _____, их форму _____; направление _____; расположение относительно комплексов QRS _____; длительность PQ _____; переменность длительности PQ _____; другие особенности _____; заключение — источник ритма: _____.

2. Определение характера ритма (правильный, неправильный).

Анализ характера ритма обычно проводится по II стандартному отведению. Измеряют длительность 5–6 последовательно зарегистрированных интервалов RR. Если длительности этих интервалов равны или отличаются друг от друга не более чем на $\pm 10\%$ от средней величины (или $< 0,16$ с), ритм считается правильным.

У здоровых молодых людей встречается синусовая дыхательная аритмия, при которой наблюдается периодическое постепенное укорочение интервалов RR на вдохе и удлинение интервала R–R на выдохе.

Задание: определите длительность пяти интервалов RR: _____ ; _____ ; _____ ; _____ ; _____ . Среднее значение RR _____ ; отклонение от среднего значения _____ %. Заключение: характер ритма _____.

3. Определение частоты сердечных сокращений (ЧСС).

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

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

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

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

ЧСС =

Вывод:

4. Оценка проводимости.

Для оценки проводимости измеряют длительность зубца P, которая характеризует время проведения возбуждения **по предсердиям** (в норме 0,08–0,1 сек.), длительность интервала PQ или PR (время проведения по предсердиям, атриовентрикулярному соединению и пучку Гиса, т. е. время проведения возбуждения **от предсердий к желудочкам**) (в норме 0,12–0,2 сек.) и общую длительность желудочкового комплекса QRS (проведение возбуждения **по желудочкам**) (в норме 0,06–0,1 сек.). Если время проведения превышает верхнюю границу нормы, проводимость снижена.

Продолжительность зубцов и интервалов измеряют во II стандартном отведении.

Задание: Длительность зубца P: _____

интервал PQ: _____

длительность комплекса QRS: _____

Сравните с нормой и сделайте заключение о проводимости в различных отделах сердца:

5. Оценка амплитуды зубцов ЭКГ во II стандартном отведении.

Таблица 18

Зубцы ЭКГ	Норма (в мм)		Получено при измерении
	мин.	макс.	
P	0,5	2	
Q	0	3	

R	10	20	
S	0	6	
T	2	5	

6. Оценка длительности зубцов и интервалов ЭКГ во II отведении.

Таблица 19

Зубцы и интервалы	Норма (в секундах)		Получено при измерении
	мин.	макс.	
P	0,08	0,1	
Q	0	0,03	
R	0,03	0,09	
S	0	0,03	
T	0,05	0,25	
PQ	0,12	0,20	
QRS	0,06	0,10	
QT	0,30	0,40	
RR	0,8	1,0	

7. Оценка направления зубцов ЭКГ во II отведении:

зубцы _____ направлены вверх (положительны),
зубцы _____ направлены вниз (отрицательны),
зубцы _____ отсутствуют.

8. Оценка формы зубцов ЭКГ во II отведении:

зубцы _____ острые,
зубцы _____ уплощенные,
наличие других форм зубцов _____ (двухфазные и др.).

9. Анализ сегмента ST:

Отклонение сегмента ST от изоэлектрической линии является одним из основных признаков ишемии (недостаточного кровоснабжения) миокарда. В норме смещение сегмента ST от изоэлектрической линии вверх или вниз не превышает 1 мм.

Измеренное отклонение сегмента ST от изолинии составляет (+ или -):
_____ мм.

Заключение (наличие или отсутствие признаков ишемии миокарда):

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ по анализу ЭКГ _____

_____.

Работа 19.2. ОСНОВЫ ФОНОКАРДИОГРАФИИ

Для изучения основ фонокардиографии используется компьютерная программа «**Heart Sounds and Murmurs**».

1. Heart Sounds → General Tutorials → Introduction of Auscultation → Introduction to the Phonocardiogram. Прослушайте и отметьте различия между звуками низкой, высокой частоты и шумом.

2. Раздел **Listening Areas**. С помощью курсора найдите основные точки выслушивания тонов сердца на грудной клетке:

- в 5-м межреберье слева, по среднеключичной линии, в области верхушки сердца (*Apex*), находится точка выслушивания I и II тонов;
- во 2-м межреберье по правому краю грудины (*Aortic Area*), выслушивается II тон (аортальный компонент);
- во 2-м межреберье по левому краю грудины (*Pulmonic Area*), выслушивается II тон (компонент *a. pulmonalis*);
- по нижнему левому краю грудины, в области проекции трехстворчатого клапана правого желудочка (*Lower Left Sternal Border*), выслушиваются звуки закрытия трехстворчатого клапана и изгнания крови в *a. pulmonalis*.

3. Introduction of Auscultation → Normal First and Second Sounds at Apex and Base → First Sound — Mitral and Tricuspid Valve Closure. Просмотрите изображение систолы и диастолы сердца, динамику закрытия митрального и трикуспидального клапанов и их вклад в формирование I тона сердца, который выслушивают на верхушке.

Затем: Second Sound — Aortic and Pulmonary Valve Closure. Просмотрите изображение систолы и диастолы сердца, динамику закрытия клапанов сосудов и их главный вклад в формирование II тона, который выслушивают во 2-м межреберье около грудины (парастернально).

Задание: заполните пробелы.

1. I тон сердца возникает во время фазы _____ и периода _____ сердечного цикла. Основной причиной возникновения I тона сердца является _____.

Возникновение I тона совпадает по времени с _____ на ЭКГ и с _____ на сфигмограмме.

2. II тон сердца возникает во время _____ фазы сердечного цикла и совпадает с возникновением _____ на сфигмограмме. Основной причиной возникновения II тона сердца является _____.

3. Как изменяется объем желудочков и давление крови в них в промежутке между I и II тонами сердца _____, II и III тонами _____?

Работа 19.3. РЕГИСТРАЦИЯ И АНАЛИЗ ФОНОКАРДИОГРАММЫ (ЗАПИСАННОЙ СОВМЕСТНО С ЭКГ)

Ход работы. Помещение, в котором производят запись ФКГ, должно быть изолировано от шумов. Фонокардиограмму записывают на одном из каналов электрокардиографа с помощью микрофона и фонокардиографической приставки. Микрофон укрепляют на грудной клетке лежащего пациента в области верхушечного толчка. Накладывают электроды для регистрации ЭКГ, записывают калибровочный сигнал (1 мВ = 10 мм). ФКГ и ЭКГ регистрируют при задержке дыхания на выдохе. Скорость движения ленты электрокардиографа обычно равна 50 мм/с.

Фонокардиограмма и электрокардиограмма (рисунок).

Анализ ФКГ:

1. Наличие тонов и шумов —
2. Длительность I тона — (норма 0,07–0,13 с).
3. Длительность II тона — (норма 0,06–0,10 с).

Вывод (сравните полученные данные с нормой):

Работа 19.4. ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СЕРДЦА (УЗИ) (демонстрация)

Изучение основ УЗИ проводится с помощью компьютерной программы «Heart Sounds».

Задание: приведите уравнение для расчета и рассчитайте фракцию выброса по следующим данным УЗИ-исследования:

Ответьте на следующие вопросы:

1. Как изменяются во время систолы желудочков:

толщина межжелудочковой перегородки _____;

длина сосочковых мышц _____;

объем желудочков в фазу изометрического сокращения _____?

2. При УЗИ сердца у двух пациентов получены результаты:

1-й пациент	2-й пациент
КДО = 130 мл УО = 80 мл ФВ = Вывод:	КДО = 135 мл УО = 55 мл ФВ = Вывод:

(Рассчитайте и оцените фракцию выброса)

3. Ультразвуковое исследование сердца позволяет оценить:

Занятие 20. РЕГУЛЯЦИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ-1

(регуляция работы сердца)

Основные вопросы:

1. Важнейшие показатели работы сердца (ЧСС, УО, сократимость). Зависимость МОК, давления крови и органного кровотока от работы сердца.

2. Классификация механизмов регуляции деятельности сердца. Интракардиальные механизмы регуляции сердечной деятельности.

3. Экстракардиальные механизмы регуляции сердечной деятельности. Эффекты влияния парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы на работу сердца.

4. Рецепторные, ионные и молекулярные механизмы влияния нейромедиаторов и гормонов на частоту и силу сокращений сердца.

5. Механизмы рефлекторной регуляции сердечной деятельности. Тонус нервных центров, влияющих на работу сердца.

6. Характеристика основных рефлекторных реакций сердца на раздражение сосудистых и внесосудистых рефлексогенных зон.

7. Гуморальные механизмы регуляции: влияние катехоламинов, ангиотензина II, электролитов и метаболитов на работу сердца.

8. Характеристика работы сердца в условиях физических и психоэмоциональных нагрузок (ЧСС, УО, МОК, сократимость, коронарный кровоток, метаболизм).

Вопросы для самоконтроля:

1. Приведите уравнение, отражающее связь между АД крови, сопротивлением кровотоку, ЧСС и УО сердца.

2. Как изменятся следующие показатели: выход K^+ , возбудимость кардиомиоцитов, ЧСС, длительность интервалов PQ, RR, величина КСО, сократимость миокарда, энергозатраты миокарда, МОК, АД крови при усилении парасимпатических влияний на сердце?

3. Как и почему изменятся вышеперечисленные показатели при воздействии на сердце: антагонистов Н-холинорецепторов (например, миорелаксанта d-тубокурарина), антагонистов M_2 -холинорецепторов (например, атропина)?

4. Как изменятся следующие показатели: активность аденилатциклазы кардиомиоцитов, вход Ca^{2+} в клетку, возбудимость кардиомиоцитов, ЧСС, длительность интервалов PQ, RR, величина КСО, сократимость миокарда, энергозатраты и потребление кислорода миокардом, МОК, АД крови при усилении симпатических влияний на сердце?

5. Как и почему изменятся перечисленные в вопросе 4 показатели при воздействии на сердце блокаторов β -адренорецепторов?

6. Как рефлекторно изменится работа сердца в ответ на быстрое повышение системного АД? Опишите звенья рефлекторной дуги.

7. Как рефлекторно изменится работа сердца при быстром повышении АД в легочной артерии?

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

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

10. Как и почему изменится работа сердца под влиянием: значительного избытка ионов K^+ ; избытка ионов Ca^{2+} ; передозировки блокаторов кальциевых каналов; ангиотензина II?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / под ред. А. И. Кубарко. Минск : Выш. шк., 2011. Ч. 2. 623 с. С. 56–68.
3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 290–297.
4. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 1. 448 с. С. 349–362.
5. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 293–307.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 20.1. КЛИНОСТАТИЧЕСКИЙ РЕФЛЕКС

Работа проводилась ранее на занятии «Физиология автономной нервной системы».

При переходе человека из положения стоя в положение лежа частота сердечных сокращений уменьшается, что проявляется в норме замедлением пульса на 4–6 уд/мин.

Ход работы. У испытуемого в положении стоя определяют пульс. Затем через 10–25 с после перехода испытуемого в положение лежа еще раз подсчитывают пульс.

Результаты. Частота пульса (ЧП) составила:

в положении стоя _____ уд/мин;

в положении лежа _____ уд/мин; разность ЧП _____ уд/мин.

Объясните механизм изменения ЧП у испытуемого.

Переход в положение лежа → ...

Вывод (сделайте заключение о тоне симпатического и парасимпатического отделов АНС, регулирующих работу сердца у испытуемого).

Работа 20.2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ НА РЕАКТИВНОСТЬ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ, ПРОВОДИМЫЕ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ

Функциональные пробы в сочетании с электрокардиографией позволяют выявлять скрытые нарушения в деятельности сердца, незаметные в условиях физиологического покоя.

Проба Данини–Ашнера.

Ход работы. У испытуемого в положении лежа после 5-минутного периода покоя регистрируйте ЭКГ. Затем большими пальцами в течение 20–30 с осторожно (чтобы не вызвать неприятных ощущений и боли у испытуемого) надавливайте на глазные яблоки. Через 10 секунд после начала надавливания повторно регистрируйте ЭКГ. Прекратите надавливание на глазные яблоки и через 10 секунд вновь регистрируйте ЭКГ. Для анализа используйте средние значения интервалов RR.

В норме при надавливании на глазные яблоки ЧСС у человека снижается на 4–10 уд/мин.

Снижение ЧСС более чем на 10 уд/мин указывает на повышение возбудимости парасимпатической части автономной нервной системы. Снижение ЧСС менее чем на 4 удара или увеличение ЧСС (извращенная реакция) указывают на преобладание тонуса симпатической части АНС.

Результаты.

Изменения ЭКГ у испытуемого при надавливании на глазные яблоки:

	Исходная	В процессе надавливания	Разность	После прекращения надавливания
RR, с				
ЧСС/мин				

Сделайте заключение о состоянии тонуса симпатического и парасимпатического отделов АНС у испытуемого во время исследования

_____.

Какие изменения ЭКГ могут произойти при осторожном надавливании на точки проекции каротидного синуса на шее _____

_____?

Холодовая проба

Ход работы. У испытуемого в положении лежа после 5-минутного отдыха после предыдущей работы зарегистрируйте ЭКГ. Затем попросите испытуемого погрузить руку в холодную воду. Через 10 секунд после начала воздействия повторно зарегистрируйте ЭКГ. Прекратите охлаждение руки и через 10 секунд вновь зарегистрируйте ЭКГ.

Результаты.

Изменения ЭКГ у испытуемого при холодной пробе:

	Исходная	В процессе воздействия	Разность	После прекращения воздействия
RR, с				
ЧСС/мин				

Объясните изменения на ЭКГ, полученные при охлаждении руки

_____.

Дыхательная проба

Ход работы. У испытуемого в положении лежа после 5-минутного отдыха после предыдущей работы зарегистрируйте ЭКГ. Затем попросите испытуемого сделать глубокий вдох и задержать дыхание. Через 10 секунд после начала задержки повторно зарегистрируйте ЭКГ. Дайте испытуемому команду восстановить дыхание и через 10 секунд вновь зарегистрируйте ЭКГ.

Результаты.

Изменения ЭКГ у испытуемого при задержке дыхания:

	Исходная	В процессе задержки	Разность	После прекращения задержки
RR, с				
ЧСС/мин				

Объясните изменения на ЭКГ, полученные при задержке дыхания

Работа 20.3. ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ НА РАБОТУ ИЗОЛИРОВАННОГО СЕРДЦА ЛЯГУШКИ
(демонстрация учебных видеофильмов)

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

Результаты. Нарисуйте механокардиограмму сердца лягушки, перфузируемого раствором Рингера, отражающую влияние на работу сердца ацетилхолина (1), адреналина (2), избытка ионов калия (3), кальция (4).

Механокардиограмма.

Ответьте на следующие вопросы:

1. Как изменяется работа сердца под влиянием: умеренного повышения уровня кальция во внеклеточной среде _____; значительного избытка ионов кальция _____?

2. Как влияет блокатор медленных кальциевых каналов на проницаемость медленных кальциевых каналов клеток синусового узла _____; автоматию синусового узла _____; проводимость миокарда _____; длительность интервалов PQ _____, RR _____, ЧСС _____?

3. Как изменяются при усилении симпатических влияний на сердце: активность аденилатциклазы кардиомиоцитов _____, проницаемость медленных кальциевых каналов _____, вход Ca^{2+} в клетку _____, возбудимость кардиомиоцитов _____, ЧСС _____, длительность интервалов PQ _____, RR _____, величина КСО _____, сократимость миокарда _____, МОК, АД крови _____, энергозатраты миокарда _____, потребность миокарда в кислороде _____?

Работа 20.4. ВЛИЯНИЕ ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО И СИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛОВ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НА РАБОТУ СЕРДЦА (заполните пропуски)

Парасимпатическая иннервация

1. Преганглионарный нейрон — локализация _____
2. Медиатор преганглионарных волокон _____
3. Тип рецепторов на мембране постганглионарного нейрона _____
4. Медиатор постганглионарных волокон _____
5. Преимущественно иннервируемые структуры миокарда _____
6. Тип клеточных рецепторов в миокарде _____
7. Вероятные посредники передачи сигнала _____
8. Основные изменения в клетке при стимуляции рецепторов _____

Симпатическая иннервация сердца

1. Преганглионарный нейрон — локализация _____
2. Медиатор преганглионарных волокон _____
3. Тип рецепторов на мембране постганглионарного нейрона _____
4. Медиатор постганглионарных волокон _____
5. Преимущественно иннервируемые структуры миокарда _____
6. Тип клеточных рецепторов в миокарде _____
7. Внутриклеточный посредник передачи сигнала _____
8. Основные изменения в клетке при стимуляции рецепторов _____

9. Влияние на основные показатели работы сердца: ЧСС _____; УО _____; возбудимость _____; сократимость _____; проводимость _____; МОК _____

9. Влияние на основные показатели работы сердца: ЧСС _____; УО _____; МОК _____; сократимость _____; возбудимость _____; проводимость _____

Занятие 21. РЕГУЛЯЦИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ-2

Основные вопросы:

1. Сосудистый тонус и его роль в механизмах регуляции системного АД крови и регионарного кровотока. Природа сосудистого тонуса. Механизмы его поддержания.

2. Рефлекторные механизмы регуляции кровообращения. Сосудодвигательный центр, его афферентные и эфферентные связи. Важнейшие рефлексогенные зоны.

3. Кратковременные (быстрые) рефлекторные механизмы регуляции АД крови посредством изменения работы сердца и периферического сопротивления кровотоку.

4. Среднесрочные (промежуточные) и долговременные нейрогуморальные механизмы регуляции АД крови. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система (РААС). Роль выделительных органов в долговременной регуляции объема циркулирующей крови и АД крови.

5. Гуморальная регуляция кровообращения. Рецепторные механизмы регуляции тонуса гладкомышечных клеток сосудов нейромедиаторами, гормонами и другими сосудоактивными веществами.

6. Понятие о функциональной системе регуляции АД.

7. Теоретические основы способов коррекции сдвигов уровня АД крови.

Вопросы для самоконтроля:

1. Опишите последовательность артериального барорецепторного рефлекса, возникающего в ответ на быстрое снижение АД крови.

2. Как изменится тонус прессорного и депрессорного отделов СДЦ в ответ на быстрое повышение системного АД крови; уменьшение pO_2 , увеличение pCO_2 , увеличение pH крови?

3. Как изменится АД, ЧСС и тонус сосудов при увеличении давления в легочной артерии?

4. Что является стимулами для увеличения выделения ренина? Вызывает ли ренин сужение сосудов? Какой из компонентов РААС вызывает вазоконстрикцию? Перечислите основные эффекты активации РААС.

5. Чем отличается базальный тонус сосудов от тонуса покоя?

6. Как изменится тонус ГМК сосудов при уменьшении кальциевой проницаемости плазматической мембраны?

7. Каковы стимулы для секреции предсердного натрийуретического фактора, какое действие он оказывает на тонус сосудов и на функцию почек.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / под ред. А. И. Кубарко. Минск : Выш. шк., 2011. Ч. 2. 623 с. С. 102–129.
3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 308–327.
4. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 1. 448 с. С. 378–396.
5. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 320–342.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 21.1. ОРТОСТАТИЧЕСКАЯ ПРОБА

У обследуемого, лежащего на спине в расслабленном состоянии в термонеutralных условиях, в течение 6 мин 3 раза измерьте АД, подсчитайте ЧСС и возьмите средние значения этих показателей. После перехода обследуемого в положение стоя каждые 2 мин измеряйте его АД и подсчитывайте ЧСС. Полученные данные внесите в таблицу 20.

Таблица 20

Время	ЧСС уд./мин	% откл.	АД _{сист} мм рт. ст.	% откл.	АД _{диаст} мм рт. ст.	ΔАД _{диаст} мм рт. ст.
В положении лежа (средн. значение)						
В вертикальном положении: 1-я мин						
3-я мин						
5-я мин						
7-я мин						
9-я мин						

$$\% \text{ отклонения} = \frac{(\text{ЧСС стоя} - \text{ЧСС лежа}) \times 100 \%}{\text{ЧСС лежа}}; \Delta \text{АД} = \text{АД}_{\text{стоя}} - \text{АД}_{\text{лежа}}$$

Оценка результатов:

Гемодинамические реакции считаются нормальными, если через 10 мин после перехода в вертикальное положение диастолическое давление снижается не более, чем на 5 мм рт. ст., систолическое — изменяется в пределах $\pm 5\%$, ЧСС увеличивается в среднем на 20 %, а ударный объем умеренно уменьшается.

При гипердиастолическом типе реакции (80–85 % всех патологических отклонений) диастолическое давление повышается больше, чем на 5 мм рт. ст., а систолическое снижается на еще большую величину. В результате пульсовое давление существенно уменьшается. ЧСС значительно увеличивается, а ударный объем уменьшается. Повышение АД_{диаст.} и ЧСС при таком типе реакции связано со значительным увеличением тонуса симпатической нервной системы.

При гиподиастолическом типе реакции снижаются как систолическое, так и диастолическое давление, пульсовое давление изменяется незначительно, ЧСС почти не увеличивается, а ударный объем понижается умеренно. Изменения АД и ЧСС при таком типе реакции обусловлены слабо выраженным повышением тонуса симпатической нервной системы

Вывод: (сделайте заключение о типе гемодинамических реакций на ортостатическую пробу у испытуемого) _____

Работа 21.2. АНАЛИЗ РЕЦЕПТОРНЫХ И ИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ И РАБОТЫ СЕРДЦА (проводится студентами самостоятельно под контролем преподавателя)

Работа проводится с использованием компьютерной программы «Prat», позволяющей моделировать виртуальный эксперимент на животном.

Внесите полученные данные в протокол (табл. 21).

Таблица 21

Влияние некоторых сосудоактивных веществ на артериальное давление крови и работу сердца

Воздействия на сердце	ЧСС	АД _{сисг}	АД _{диаст}	АД _{средн}
Исходные показатели				
Введение нифедипина (блокатор Ca ²⁺ каналов) 2 мг/кг				
Введение нифедипина (блокатор Ca ²⁺ каналов) 10 мг/кг				
Введение нифедипина (блокатор Ca ²⁺ каналов) 20 мг/кг				

Введение изосорбида динитрата (источник образования оксида азота) 100 мг/кг				
---	--	--	--	--

Вывод: блокада Ca^{2+} каналов нифедипином _____ ($\uparrow\downarrow$) ЧСС путем _____ Ca^{2+} каналов проводящей системы сердца. _____ ($\uparrow\downarrow$) АД_{сист.}, АД_{диаст.} и АД_{средн.} происходит благодаря _____ Ca^{2+} каналов кардиомиоцитов и ГМК сосудов. Изосорбида динитрат (источник образования NO) вызывает _____ ($\uparrow\downarrow$) АД_{сист.}, АД_{диаст.} и АД_{средн.} вследствие _____ ($\uparrow\downarrow$) тонуса сосудов.

Заполните пропуски в ответах на вопросы по особенностям иннервации и влияния парасимпатического и симпатического отделов автономной нервной системы на тонус сосудов:

Парасимпатическая иннервация

1. Медиатор преганглионарных волокон _____.
2. Тип рецепторов на мембране постганглионарного нейрона _____.
3. Медиатор постганглионарных волокон _____.
4. Иннервируемые сосуды _____.
5. Тип клеточных рецепторов в ГМК сосудов _____.
6. Внутриклеточный посредник передачи сигнала _____.
7. Изменения состояния ГМК при стимуляции М-холинорецепторов _____.

Симпатическая иннервация

1. Медиатор преганглионарных волокон _____.
2. Тип рецепторов на мембране постганглионарного нейрона _____.
3. Медиатор постганглионарных волокон _____.
4. Иннервируемые сосуды _____.
5. Тип клеточных рецепторов в ГМК сосудов _____.
6. Внутриклеточный посредник передачи сигнала _____.
7. Изменения состояния ГМК при стимуляции α -адренорецепторов _____, β -адренорецепторов _____.

Заполните пропуски в тексте:

При увеличении проницаемости плазматической мембраны мышечных клеток для кальция тонус ГМК сосудов _____, при уменьшении — _____. При увеличении проницаемости для кальция мембран эндоплазматического ретикулума тонус ГМК сосудов _____.

Источниками ионов кальция для сокращения ГМК являются:

Основные рецепторы и внутриклеточные посредники, участвующие в регуляции уровня внутриклеточного кальция:

Напишите последовательность внутриклеточной передачи сигнала при активации альфа- и бета-адренорецепторов гладкомышечных клеток сосудов:

Норадреналин + альфа-адренорецептор → ...

Адреналин + бета-адренорецептор → ...

Заполните таблицу (включая гормоны, медиаторы и др.):

Сосудосуживающие вещества	Сосудорасширяющие вещества

Занятие 22. РЕГИОНАРНЫЙ КРОВОТОК

Основные вопросы:

1. Структурно-функциональная характеристика основных компонентов микроциркуляторного русла. Механизмы трансапиллярного обмена жидкости и различных веществ между кровью и тканями.

2. Уравнение Старлинга. Фильтрация и реабсорбция жидкости в капиллярах. Факторы, влияющие на трансапиллярный обмен.

3. Функции лимфатической системы. Механизмы образования и оттока лимфы.

4. Механизмы регуляции регионарного кровотока. Влияние нервных, гормональных, метаболических, миогенных механизмов и факторов, секретруемых эндотелием, на тонус гладкомышечных клеток стенки сосудов.

5. Особенности метаболизма миокарда и головного мозга. Кровообращение миокарда левого и правого желудочков в систолу и диастолу. Кровоток в коронарных и церебральных сосудах и особенности его регуляции.

6. Кровоток в легочных, почечных, чревных и кожных сосудах и его регуляция.

Вопросы для самоконтроля:

1. В каких органах и тканях органный кровоток в покое пропорционален их метаболическим потребностям, в каких он выше? Почему?

2. Во сколько раз изменится кровоток в миокарде при уменьшении диаметра коронарной артерии в 2 раза?

3. Какой вид транспорта через стенку капилляра характерен для кислорода, углекислого газа, воды, липо- и гидрофильных низкомолекулярных веществ, для высокомолекулярных соединений?

4. Гидростатическое давление крови в капилляре — 30 мм Нг, гидростатическое давление интерстициальной жидкости — 2 мм Нг, коллоидно-осмотическое давление крови — 25 мм Нг, коллоидно-осмотическое давление интерстициальной жидкости — 2 мм Нг. Рассчитайте результирующую разность давлений, обеспечивающую фильтрацию (или реабсорбцию).

5. Перечислите основные факторы, которые могут привести к интерстициальному отеку.

6. Какое действие оказывает норадреналин на артериальные сосуды миокарда и на сосуды кишечника? Через какие рецепторы осуществляется это влияние?

7. Как изменяется тонус артериальных сосудов скелетных мышц, кожи, миокарда, органов пищеварения при физической нагрузке?

8. Перечислите образуемые эндотелием сосудов сосудорасширяющие и сосудосуживающие факторы.

9. В чем заключается миогенный механизм ауторегуляции органныго кровотока? Каково физиологическое значение этого механизма?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / под ред. А. И. Кубарко. Минск : Выш. шк., 2011. Ч. 2. 623 с. С. 55–56, 77–84, 117–129, 136–140.
3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 308–327.
4. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 1. 448 с. С. 378–396.
5. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 320–342.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 22.1. ПРОСМОТР УЧЕБНОГО ВИДЕОФИЛЬМА «МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯ»

Заполните пробелы:

1. В артериолах кровь течет _____, чем в венолах.

2. Внесите нормативные данные: средняя линейная скорость кровотока в капиллярах _____; давление крови в артериальном капилляре _____; венозном капилляре _____.

3. Перечислите механизмы транскапиллярного обмена веществ на уровне микроциркуляторного русла: 1) _____; 2) _____; 3) _____; 4) _____.

4. Давления, способствующие фильтрации (выходу жидкости) из капилляра: _____; давления, способствующие реабсорбции (возврату жидкости) в капилляр: _____.

5. Какой преимущественный вид транспорта через стенку капилляра характерен для кислорода _____; углекислого газа _____; воды _____; глюкозы _____; липофильных веществ _____; высокомолекулярных соединений _____.

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

7. Основными факторами, которые могут привести к развитию интерстициального отека, являются: _____.

Работа 22.2. НАБЛЮДЕНИЕ ЗА КРОВОТОКОМ В КАПИЛЛЯРАХ НОГТЕВОГО ЛОЖА ЧЕЛОВЕКА (КАПИЛЛЯРОСКОПИЯ)

Капилляроскопия — метод прижизненного изучения осмотром (под увеличением) капилляров эпителиальных или эндотелиальных покровов животных и человека (кожа, слизистые оболочки и др.). У человека, как правило, исследуют капилляры кожной складки ногтевого ложа и капилляры бульбарной конъюнктивы глаз, где они наиболее доступны наблюдению. По состоянию сосудов микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы глаз можно судить о сосудах головного мозга, т. к. эти сосуды являются конечными веточками магистральных сосудов (внутренняя сонная и позвоночная артерии), которые питают головной мозг.

При капилляроскопии ногтевого ложа наблюдается группа капиллярных петель, состоящих из артериол, венул малого диаметра и собственно капилляров. Количество видимых капилляров составляет 10–30 мм².

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

На ноготь нанесите каплю иммерсионного масла. Сфокусируйте бинокулярную лупу ($\times 20$) на петлях капилляров. Выберите петлю для наблю-

дения. Определите, постоянен ли диаметр петли, происходит ли иногда полное закрытие капилляров? Можно ли различить отдельные эритроциты? Если да, проследите, как происходит их перемещение (обычно эритроциты проходят в один ряд равномерно, без разрывов, как бы «протискиваясь» сквозь капилляр). Наденьте на руку манжету сфигмоманометра и повысьте в ней давление до 50 мм рт. ст., чтобы сдавить вены. Отметьте изменения, происходящие на уровне капилляров. Ненадолго понизьте давление (чтобы восстановить нормальное кровообращение), а затем установите его уровень примерно на 100 мм рт. ст. Отметьте, как ведут себя капилляры. Опустите на несколько минут давление до нуля, а затем быстро доведите его до 150 мм рт. ст., полностью пережав артерии. Опишите, что произошло, и заметьте, через какое время прекратится ток крови. Ослабьте давление и снимите манжету.

Указания к оформлению протокола. Зарисуйте и опишите кровоток в капиллярной петле при нормальном давлении (без пережатия сосудов предплечья). Зарисуйте и опишите отмеченные изменения после полного перекрытия оттока и разной степени перекрытия притока крови к исследуемой капиллярной сети. Зафиксируйте результаты исследования в протоколе.

Протокол

Изменения кровотока в капиллярной сети при разных уровнях ее кровенаполнения:

Состояние капиллярной сети	Давление в манжете сфигмоманометра, мм рт. ст.		
	50	100	150
Диаметр капиллярной петли			
Характер движения эритроцитов			
Уровень кровотока			

Работа 22.3. РАСЧЕТ МИНУТНОГО ОБЪЕМА КОРОНАРНОГО КРОВОТОКА

Минутный объем коронарного кровотока сложно измерить прямыми методами, поэтому для его оценки можно использовать несложные расчеты. Для этого достаточно знать показатели артериального давления крови, частоты сердечных сокращений и ударного объема сердца.

Ход работы.

А. Расчет минутного объема коронарного кровотока в покое.

1. Измерьте и запишите АД и ЧСС:

АД_{сисст} = _____ мм рт. ст., АД_{диаст} = _____ мм рт. ст.,
ЧСС = _____ уд/мин.

2. Рассчитайте величину Вашего УО по формуле:

$$\frac{(АД_{сисст} - АД_{диаст}) * 200}{АД_{сисст} + 0,3 * (АД_{сисст} - АД_{диаст})} = \frac{\quad}{\quad} = \text{мл}$$

3. Рассчитайте работу (А) левого и правого желудочков сердца, исходя из полученных Вами значений АД в большом круге, ЧСС и УО.

Примите АД в малом круге кровообращения равным 25/10 мм рт. ст.

Для справки: 1 мм рт. ст. = 133 Н/м²; 1 мл = 10⁻⁶ м³.

$$A = \text{АД}_{\text{срд}} * \text{УО}$$

$$A_{\text{БКК}} = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{10em}} \text{ Н*м}$$

$$A_{\text{МКК}} = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{10em}} \text{ Н*м}$$

$$A_{\text{сердца}} = A_{\text{БКК}} + A_{\text{МКК}} = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{10em}} \text{ Н*м}$$

4. Рассчитайте суммарное количество метаболической энергии (в кал), затрачиваемой на работу миокарда в течение одного сердечного цикла с учетом того, что 1 Н*м = 1 Дж = 0,239 кал.

$$E_{\text{мет}} = A_{\text{сердца}} * 0,239 \text{ кал} = \underline{\hspace{10em}} \text{ кал.}$$

КПД миокарда составляет 15–40 %. Рассчитайте количество энергии, которую необходимо запастись в виде макроэргических связей для работы миокарда. КПД примите равным 30 %:

$$E_{\text{АТФ}} = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{10em}} \text{ кал.}$$

5. Рассчитайте необходимый объем кислорода для образования АТФ, учитывая, что при использовании 1 л кислорода в процессе окисления в миокарде высвобождается около 4,9 ккал энергии.

6. Рассчитайте с помощью способа Фика минутный объем коронарного кровотока, необходимый для доставки миокарду рассчитанного объема кислорода в течение одного сердечного цикла.

Особенностью миокарда является то, что энергия, затраченная на сокращение в систолу, восполняется в течение всего сердечного цикла и при расчете в единицу времени необходимо использовать не общую длительность сердечного цикла, а время, в течение которого развивается напряжение миокарда и осуществляется изгнание крови. Поэтому для правильной оценки МОК необходимо в расчете в знаменателе использовать среднее время систолы в покое (0,3 с). Примите КУК равным 65 %.

$$V_{\text{коронарного кровотока в покое}} = \underline{\hspace{10em}} \text{ мл/мин.}$$

Выразите минутный объем коронарного кровотока в процентах от МОК: _____

Б. Расчет минутного объема коронарного кровотока при физической нагрузке.

Рассчитайте минутный объем коронарного кровотока при физической нагрузке по аналогии с предыдущим расчетом, исходя из значений АД в большом круге = 160/80 мм рт. ст.; АД в малом круге = 30/10 мм рт. ст.; УО = 120 мл, ЧСС = 120 уд/мин (длительность систолы — 0,25 с), КПД = 15 %, КУК = 75 %.

Сделайте вывод о резервах коронарного кровотока:

ТЕМЫ РАЗДЕЛА ЗАЧТЕНЫ _____
(подпись преподавателя)

Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ»

Занятие 23. ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЕЕ НАРУШЕНИЙ

Основные вопросы:

1. Значение дыхания для организма. Основные этапы процесса дыхания.
2. Физиологическая роль дыхательных путей и легких.
3. Иннервация дыхательных мышц. Биомеханика вдоха и выдоха.
4. Эластические свойства легочной ткани и грудной клетки. Эластическая тяга легких. Функции сурфактанта.
5. Давление в плевральной полости, его изменения при дыхании.
6. Объемные показатели вентиляции легких. Спирометрия, спирография. Основные легочные объемы и емкости.
7. Поточные показатели вентиляции легких. Тест (индекс) Тиффно. Кривая «поток–объем».
8. Обструктивные и рестриктивные нарушения вентиляции легких, их причины и показатели, их характеризующие.
9. Кровоток в легких. Взаимосвязь между легочным кровотоком, вентиляцией и гравитацией (изменение отношения вентиляция/перфузия в легких по вертикали).

Вопросы для самоконтроля:

1. Чем отличаются объемы анатомического и физиологического мертвого пространства? За счет чего возникает альвеолярное мертвое пространство?
2. Рассчитайте альвеолярную вентиляцию при $DO = 450$ мл и $ЧД = 10$ /мин.
3. Как частота дыхания влияет на альвеолярную вентиляцию?
4. Рассчитайте остаточный объем легких и функциональную остаточную емкость (ФОЕ), если общая емкость легких равна 7 л, $PO_{ВД} = 3,5$ л, $DO = 0,5$ л, $PO_{ВЫД} = 1,5$ л.
5. Как изменится поверхностное натяжение жидкости в альвеолах, эластическая тяга легких и плевральное давление при недостатке сурфактанта?
6. Каким станет давление в плевральной полости при открытом пневмотораксе?
7. Объем форсированного выдоха за 1-ю секунду ($ОФВ_1$) составляет 1,9 л, ФЖЕЛ — 2,1 л. Рассчитайте индекс Тиффно и сделайте заключение.
8. Сделайте заключение по следующим показателям дыхания:

ЖЕЛ = 92 %, ПОС = 84 % от нормы;
 МОС₂₅ = 93 %, МОС₅₀ = 81 %, МОС₇₅ = 62 % от нормы;
 Тест Тиффно = 63 %.

Нормативы

ЖЕЛ (жизненная емкость легких)	мужчины — 4–7 л женщины — 3–5 л
ДО (дыхательный объем) в покое	300–800 мл
ЧД (частота дыхания) в покое	9–20 /мин
ПОС (пиковая объемная скорость выдоха) Должная величина ПОС = 1,25 × ЖЕЛ.	мужчины — 5–10 л/с женщины — 4–8 л/с
Тест Тиффно	70–85 %

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* : учебник для высших учебных заведений. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. 448 с. С. 401–442.
3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 347–358, 378–385.
4. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 598 с. С. 238–271.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 23.1. СПИРОМЕТРИЯ

Материалы и оборудование. Водный пирометр, разовые или повторно стерилизуемые мундштуки (загубники, маски), соединительные шланги. Для полного перекрытия выдоха через нос перед измерением показателей легочных объемов лучше использовать специальный носовой зажим.

1. Определение жизненной емкости легких.

После максимального вдоха делают медленный максимально глубокий выдох в трубку спирометра, захватив губами мундштук.

Одним из способов расчета ДЖЕЛ (должной ЖЕЛ) является определение ее с использованием таблиц Гаррис–Бенедикта. По таблицам на основании данных роста, массы тела и возраста определяется величина должного основного обмена, которая затем умножается на коэффициент 2,6 — для мужчин или 2,2 — для женщин. Различие между измеренной ЖЕЛ и ДЖЕЛ не должно превышать 20 %.

Результаты: ЖЕЛ = _____, ДЖЕЛ = _____ мл.

ДЖЕЛ – ЖЕЛ = _____, что составляет _____ % от ЖЕЛ.

2. Влияние положения тела на величину ЖЕЛ.

Определите величину ЖЕЛ в положении стоя, сидя и лежа.

Полученные результаты:

ЖЕЛ в положении стоя _____, сидя _____, лежа _____.

Вывод (влияние положения тела на величину ЖЕЛ):

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

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

Полученные результаты:

ЖЕЛ = _____, ФЖЕЛ = _____, ЖЕЛ – ФЖЕЛ = _____.

Вывод:

4. Определение легочных объемов.

Испытуемый должен сделать 5 спокойных выдохов в спирометр.

Для определения среднего дыхательного объема (ДО) полученный общий объем воздуха нужно разделить на 5.

Для определения резервного объема выдоха (РОВ_{вд}) испытуемый после спокойного выдоха выдыхает оставшийся воздух в спирометр.

Прямое определение резервного объема вдоха (РОВ_в) с помощью спирометра невозможно, так как прибор предназначен только для выдоха в измерительную емкость. Чтобы найти РОВ_в, от ЖЕЛ нужно отнять ДО и РОВ_{вд}.

Результаты:

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

РОВ_{вд} = _____ (норма 20–33 % от ЖЕЛ).

РОВ_в = ЖЕЛ – РОВ_{вд} – ДО _____ (норма 55–66 % от ЖЕЛ).

Вывод (сравните полученные данные с нормой):

Работа 23.2. СПИРОГРАФИЯ (демонстрация учебного видеofilьма)

Спирография — метод графической регистрации объемов вдыхаемого и выдыхаемого воздуха.

Для определения важнейших дыхательных объемов и емкостей при спирографии обычно вначале записывают спокойное дыхание, затем испытуемый должен сделать максимально глубокий вдох и сразу после него максимальный выдох — для определения ЖЕЛ. Затем снова записывают спокойное дыхание. В

конце исследования испытуемый должен сделать максимальную гипервентиляцию в течение 12–15 с. В пересчете на 1 минуту это позволяет определить максимальную вентиляцию легких (МВЛ).

Спирограмма (рисунок). Обозначьте ДО, РОВд, РОВвд, ЖЕЛ, ФОЕ.

Таблица 22

Анализ спирограммы

Показатель	Результат измерения	Норма показателя
1. Частота дыхания	12 /мин	9–20 /мин
2. Ритмичность дыхания	ритмичное	ритмичное
3. Дыхательный объем	500 мл	300–800 мл
4. Резервный объем вдоха	1500 мл	55–66 % от ЖЕЛ
5. Резервный объем выдоха	1200 мл	20–33 % от ЖЕЛ
6. Жизненная емкость легких	3–7 л
8. Функция остат. емкость	33–46 % от ЖЕЛ
9. Минутный объем дыхания	4–9 л/мин
10. Альвеолярная вентиляция	АВ = 80–65 % от МОД

Вывод (сравните полученные данные с нормой):

Работа 23.3. ПНЕВМОТАХОМЕТРИЯ (ПИКФЛОУМЕТРИЯ)

Пневмотахометрией или пикфлоуметрией называют методику измерения объемной скорости потока воздуха на вдохе или выдохе. Наиболее распространены пикфлоуметры, измеряющие максимальную (пиковую) объемную скорость (ПОС) выдоха.

Ход работы. Переключатель прибора должен быть установлен в положение «выдох». Испытуемый, плотно обхватив трубку пикфлоуметра губами, делает максимальный форсированный выдох через рот. Результат определяют по максимальному отклонению стрелки манометра.

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

Пиковая (максимальная) объемная скорость выдоха у взрослых составляет 4–10 л/сек. Для нахождения должной пиковой объемной скорости выдоха (ДПОС) фактическую жизненную емкость легких умножают на 1,25:

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

Допустимое отклонение ПОС от ДПОС не должно превышать $\pm 20\%$.

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

Пневмотахометрия имеет большое значение в диагностике нарушений, вызванных снижением проходимости бронхов — обструктивных нарушений дыхания. При выраженном нарушении проходимости бронхов ПОС выдоха резко снижается.

Полученные результаты:

Пиковая объемная скорость выдоха =

Должная величина пиковой объемной скорости выдоха =

Пиковая объемная скорость вдоха =

Заключение (выявлены ли признаки обструктивных нарушений):

Работа 23.4. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ КАРДИОВИТ ЦС-100

Таблица 23

Названия основных показателей внешнего дыхания и их сокращения, применяемые в исследованиях внешнего дыхания

Символы		Ед.	Полное название показателя
англоязычн	русскоязычн		
VC	ЖЕЛ	л	Жизненная емкость легких
FVC	ФЖЕЛ	л	Форсированная жизненная емкость легких
TV	ДО	л	Дыхательный объем
FEV ₁	ОФВ ₁	л	Объем форсированного выдоха за 1-ю секунду
FEV ₁ /FVC	ОФВ ₁ /ФЖЕЛ	%	Тест Тиффно = индекс Тиффно
PEF	ПОС	л	Пиковая объемная скорость выдоха
MEF ₂₅	МОС ₂₅	л	Максимальная (мгновенная) объемная скорость в момент выдоха 25 % ФЖЕЛ
MEF ₅₀	МОС ₅₀	л	----- в момент выдоха 50 % ФЖЕЛ
MEF ₇₅	МОС ₇₅	л	----- в момент выдоха 75 % ФЖЕЛ
MEF ₂₅₋₇₅	МОС ₂₅₋₇₅	л	Средняя объемная скорость выдоха от 25 % до 75 % ФЖЕЛ
MEF ₇₅₋₈₅	МОС ₇₅₋₈₅	л	----- от 75 % до 85 % ФЖЕЛ
MV	МОД	л/м	Минутный объем дыхания
MVV	МВЛ	л/м	Максимальная вентиляция легких

Выполнение теста: После появления на экране компьютера сигнала готовности испытуемый делает максимально глубокий вдох, затем производит форсированный максимально глубокий выдох в трубку или маску, подсоединенные к прибору, затем сразу же — форсированный максимально глубокий вдох. При этом прибор отслеживает величину объемной скорости потока воздуха в каждое мгновение дыхательного цикла и выдает графики объемной скорости выдоха и вдоха, ряд расчетных показателей и заключение о состоянии внешнего дыхания испытуемого.

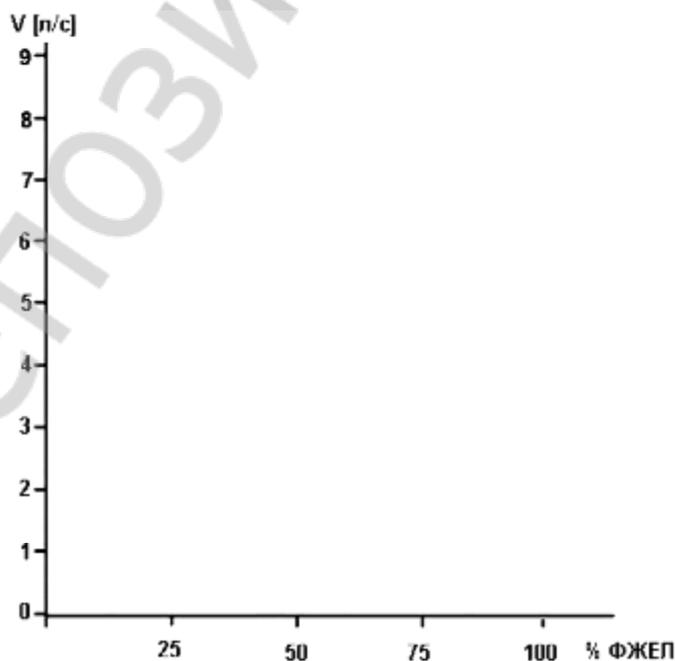
Для анализа приводятся результаты теста у одного из обследованных.

Таблица 24

Показатели	Величина показателя		
	Измеренная	Должная	% от нормы
ФЖЕЛ	4,63 л	5,25 л	88
ОФВ ₁	3,94 л	4,16 л	71
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ	63,5%	81,4%	78
ПОС	7,21 л/с	9,47 л/с	76
МОС ₂₅	4,74 л/с	8,21 л/с	58
МОС ₅₀	1,96 л/с	5,27 л/с	37
МОС ₇₅	0,53 л/с	2,03 л/с	26
МОС ₂₅₋₇₅	1,52 л/с	4,26 л/с	36
МОС ₇₅₋₈₅	0,36 л/с	1,00 л/с	36

На основании приведенных результатов (МОС₂₅, МОС₅₀ и МОС₇₅) постройте кривые «поток–объем» — одну кривую для измеренных величин объемной скорости потока воздуха, и другую — для должных (нормальных) значений объемной скорости. Учтите, что в начале и к концу выдоха (100 % ФЖЕЛ) объемная скорость выдоха равна 0.

Кривая «поток–объем»



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

Вывод:

Занятие 24. ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ И ТКАНЯХ. ТРАНСПОРТ ГАЗОВ КРОВЬЮ

Основные вопросы:

1. Состав атмосферного, выдыхаемого и альвеолярного воздуха.
2. Парциальное давление кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе и напряжение их в крови.
3. Факторы, влияющие на процесс диффузии кислорода и углекислого газа между альвеолярным воздухом и кровью. Диффузионная способность легких по кислороду.
4. Транспорт кровью кислорода. Соединения гемоглобина с газами. Кислородная емкость крови.
5. Кривая диссоциации оксигемоглобина. Факторы, влияющие на сродство гемоглобина к кислороду.
6. Транспорт кровью углекислого газа. Роль карбоангидразы.
7. Газообмен между кровью и тканями.
8. Коэффициент утилизации кислорода тканями в покое и при физической нагрузке.

Вопросы для самоконтроля:

1. Почему выдыхаемый воздух содержит больше кислорода, чем альвеолярный?
2. Чему равно парциальное давление кислорода (pO_2) в альвеолярном воздухе у альпиниста при подъеме на гору, где $P_{атм} = 547$ мм рт. ст., если содержание кислорода в альвеолярном воздухе составляет 15 %.
3. Определите кислородную емкость крови, если содержание гемоглобина в крови составляет 120 г/л.
4. Как изменится сродство гемоглобина к O_2 и диссоциация оксигемоглобина: при ацидозе; при повышении pCO_2 ; при снижении температуры?
5. Чему в среднем равно pO_2 венозной крови? Сколько % оксигемоглобина содержит венозная кровь при таком значении pO_2 ?
6. При pO_2 , равном 60 мм рт. ст., в крови содержится 95 % оксигемоглобина. Соответствует ли это норме или является признаком сдвига кривой диссоциации оксигемоглобина вправо или влево?
7. У испытуемого потребление кислорода составляет 250 мл/мин, объем крови 5 л, содержание Hb 150 г/л. Рассчитайте количество O_2 , кото-

рое содержится в крови этого человека. На какое время ему хватит этого количества кислорода при указанном уровне его потребления?

8. Рассчитайте МОК, если потребление кислорода у человека составляет 750 мл/мин, содержание гемоглобина в крови 90 г/л, содержание кислорода в венозной крови 5 об.%.

Нормативы

Диффузионная способность легких по кислороду (в покое)	15–30 мл/мин/мм рт. ст.	
Напряжение кислорода в артериальной крови, pO_2	85–100 мм рт. ст.	
Напряжение CO_2 в артериальной крови, pCO_2	35–45 мм рт. ст.	
Оксигенация гемоглобина в артериальной крови	95–98 %	
Коэффициент утилизации кислорода (КУК)	в покое	30–40 %
	при физической нагрузке	50–60 %
Объем кислорода, связываемый 1 г гемоглобина	1,34 мл	

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* : учебник для высших учебных заведений. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. 448 с. С. 401–442.
3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 358–366.
4. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 598 с. С. 238–271.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 24.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА АЛЬВЕОЛЯРНОГО И ВЫДЫХАЕМОГО ВОЗДУХА. РАСЧЕТ ОБЪЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МЕРТВОГО ПРОСТРАНСТВА (демонстрация учебного видеофильма)

Для выполнения работы необходим высокоточный анализатор углекислого газа, спирометр, спирограф, камера для сбора альвеолярного воздуха.

Метод расчета объема физиологического мертвого пространства (ФМП) основан на определении разности содержания CO_2 в выдыхаемом и альвеолярном воздухе. Так как это различие обусловлено наличием мертвого пространства, его величина должна быть прямо пропорциональна разности содержания CO_2 . Если принять содержание CO_2 в атмосферном воздухе равным нулю, то предложенная Бором формула для расчета мертвого пространства принимает вид:

$$\text{ФМП} = \frac{\text{ДО} \cdot (\% \text{CO}_2_{\text{альв}} - \% \text{CO}_2_{\text{выд}})}{\% \text{CO}_2_{\text{альв}}},$$

где ДО — дыхательный объем, % $\text{CO}_2_{\text{альв}}$ и % $\text{CO}_2_{\text{выд}}$ — процентное содержание углекислого газа в альвеолярном и выдыхаемом воздухе, соответственно.

Ход работы. Для получения выдыхаемого воздуха обследуемый должен сделать 5 спокойных выдохов в спирометр. Для расчета частоты дыхания по секундомеру определяют время выполнения этих 5 дыхательных циклов. Среднюю величину дыхательного объема (ДО) вычисляют путем деления полученного объема на 5. Затем определяют содержание CO_2 (% $\text{CO}_2_{\text{выд}}$) в собранном выдыхаемом воздухе.

Для определения содержания углекислого газа в альвеолярном воздухе (% $\text{CO}_2_{\text{альв}}$) обследуемый должен выдохнуть в специальную камеру только последнюю порцию (300–400 мл) резервного объема выдоха. Затем полученный альвеолярный воздух пропускают через газоанализатор и определяют в нем содержание CO_2 .

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

Полученные результаты:

ДО = _____ мл, ЧД = _____, МОД = _____ мл.

% $\text{CO}_2_{\text{выд}}$ = _____, % $\text{CO}_2_{\text{альв}}$ = _____, ФМП = _____ мл.

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

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

Заключение (оцените величину ФМП испытуемого и запишите определение физиологического мертвого пространства):

Работа 24.2. ОКСИГЕМОМЕТРИЯ, ОКСИГЕМОГРАФИЯ, ПУЛЬСОКСИМЕТРИЯ (демонстрация учебного видеофильма)

Перечисленные методы основаны на измерении поглощения (или отражения) света волн определенной длины гемоглобином крови при просвечивании тканей (уха, пальцев и т. д.). Эти методы позволяют непрерывно наблюдать за изменением насыщения крови кислородом.

Влияние задержки дыхания на насыщение крови кислородом

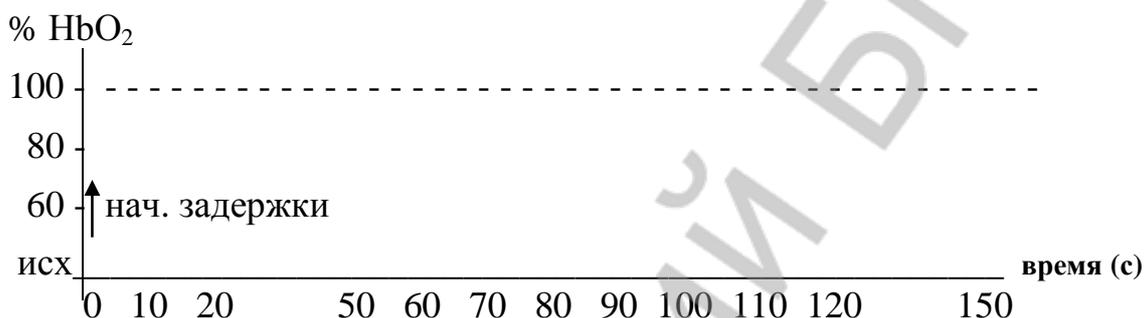
Исследование проводят на здоровых людях. При проведении пробы необходим тщательный контроль за состоянием обследуемого. При резком

учащении или ослаблении пульса, появлении аритмии, побледнении или изменении цвета кожных покровов и губ пробу прекращают. Задержка дыхания длится 90 с (1,5 мин). Оксигенация крови регистрируется во время проведения пробы и на протяжении минуты после окончания задержки дыхания.

Результаты (пример):

Время, с	Задержка дыхания								Прекращение задержки			
	0	10	20	50	60	70	80	90	100	110	120	150
% НbO ₂	96	96	95	92	88	75	70	60	85	90	92	94

Полученные результаты представьте в виде графика:



Вывод: (Как изменяется % НbO₂ по ходу задержки дыхания? Как быстро восстанавливается насыщение крови кислородом после возобновления дыхания?)

Работа 24.3. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССОГЛАСОВАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ И КРОВОТОКА В ЛЕГКИХ, ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ГАЗООБМЕНА И ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

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

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

Показатели, используемые в работе 21.3:

РАO₂ — рO₂ альвеолярного воздуха, 105–110 mmHg.

РаO₂ — рO₂ артериальной крови, 90–100 mmHg.

SaO₂ — насыщение гемоглобина кислородом, 95–99 %.

РАСО₂ — рСО₂ альвеолярного воздуха, 36–40 mmHg.

РаСО₂ — рO₂ артериальной крови, 35–45 mmHg.

РаСО₂–РАСО₂ — разность артериального и альвеол. рСО₂, до 4 mmHg.

Vd/VT — отношение ФМП к ДО, до 35 %.

RR — частота дыхания = 9–20 /min, TV — дыхательный объем, 0,3–0,9 л.

MV — (в данной программе) — альвеолярная вентиляция.

V:Q — отношение вентиляция / кровотока.

Возрастание отношения вентиляция/кровотока ($\uparrow V/Q$) в легких может происходить как вследствие увеличения вентиляции ($\uparrow V$), так и в результате снижения кровотока ($\downarrow Q$).

Моделирование гипервентиляции легких ($\uparrow V$). В рубрике **Respiratory** щелчком мыши замените слово **Variable** на **Fixed**. Затем левой клавишей мыши измените нормальную величину альвеолярной вентиляции (MV), равную 5–5,0 L/min, на большую — 12 L/min. Через 30 с прекратите гипервентиляцию (**File, Pause**). Внесите в таблицу показатели газового состава альвеолярного воздуха и крови, изменившиеся при гипервентиляции.

Моделирование снижения легочного кровотока ($\downarrow Q$) в верхних долях легких. Снова откройте программу **PhysioLogy**. С помощью мыши постепенно уменьшите кровоток в верхней доле легких от значения 25 до 0, что соответствует прекращению кровотока в верхней доле легких. Такая ситуация может возникать при резко выраженной гиповолемии, при кровопотере, тромбоэмболии легочной артерии и т. д. Остановите процесс через 2 минуты (**File, Pause**). (Необходимые показатели уже внесены в таблицу.)

Таблица 25

Показатель	В норме	При гипервентиляции через 30 с	При ост. кровотока в легочной артерии через 2 мин
PAO ₂	107,9 mmHg		123,6 mmHg
PaO ₂	100,7 mmHg		106,1 mmHg
SaO ₂	96,3 %		96,7 %
PACO ₂	36,5 mmHg		22,8 mmHg
PaCO ₂	37,0 mmHg		37,6 mmHg
PaCO ₂ – PACO ₂	0,5 mmHg		14,6 mmHg
Vd/VT	25,2 %		50,8 %
pH	7,4		7,37
RR=Част. дых.	10 /min		12 /min
TV=ДО	0,62		0,80 L
MV=Альв. В.	4,7 L/min		7,66 L/min

Ответьте на вопросы:

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

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

3. Какие из вышеприведенных показателей наиболее информативны для выявления рассогласования вентиляции и легочного кровотока?

4. По каким показателям можно установить, что уменьшение альвеолярного $p\text{CO}_2$ вызвано гипервентиляцией, а не снижением кровотока в легких?

Занятие 25. РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

Основные вопросы:

1. Дыхательный центр, его отделы. Механизмы, обеспечивающие дыхательную периодику.

2. Центральные и периферические рецепторы $p\text{H}$, CO_2 и O_2 в организме, их роль. Факторы, стимулирующие дыхательный центр продолговатого мозга.

3. Рецепторы дыхательных путей, легких и дыхательных мышц. Рефлекторные реакции на их раздражение. Рефлексы Геринга–Брейера.

4. Взаимосвязь между газообменом и кислотно-щелочным равновесием.

5. Нервные и гуморальные механизмы регуляции просвета дыхательных путей.

6. Дыхание при мышечной работе, повышенном и пониженном атмосферном давлении.

7. Механизмы первого вдоха новорожденного.

8. Гипоксия и ее признаки. Теоретические основы искусственного дыхания.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие последствия для дыхания и других функций будет иметь разрыв спинного мозга на уровне $\text{C}_1\text{--C}_2$? $\text{C}_8\text{--Th}_1$?

2. Почему в реанимации применяется не чистый кислород, а карбоген — смесь 93–95 % O_2 и 5–7 % CO_2 ?

3. Рассчитайте объем крови, протекающей через малый круг кровообращения, если содержание кислорода в артериальной крови 20 об%, в смешанной венозной — 15 об%, а потребление $\text{O}_2 = 300$ мл/мин.

4. Как изменится дыхание при следующих показателях артериальной крови: $p\text{O}_2$ — 82 мм рт. ст., $p\text{CO}_2$ — 51 мм рт. ст., $p\text{H}$ — 7,30?

5. Как изменится $p\text{H}$ крови при гипервентиляции? Как изменится дыхание при алкалозе?

6. Как изменится дыхание при стимуляции j -рецепторов (юкстакапиллярных)? Что стимулирует эти рецепторы?

7. Какое действие на дыхательные пути оказывают ацетилхолин, гистамин, адреналин?

8. Какие факторы вызывают увеличение вентиляции легких при физической нагрузке?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* : учебник для высших учебных заведений. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. 448 с. С. 401–442.
3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 366–378.
4. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 598 с. С. 238–271.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 25.1. ТЕСТИРОВАНИЕ СИЛЫ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ (демонстрация учебного видефильма)

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

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

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

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

Норма МДВyd для мужчин составляет 120–230 см вод. ст. (12–23 кПа, 85–170 мм рт. ст.), для женщин — 80–150 см вод. ст. (8–15 кПа, 55–110 мм рт. ст.). Норма МДВд для мужчин составляет 40–130 см вод. ст. (4–13 кПа, 30–95 мм рт. ст.), для женщин — 30–90 см вод. ст. (3–9 кПа, 20–65 мм рт. ст.).

Результаты измерения:

МДВд = _____, МДВyd = _____.

Вывод:

Ответьте на вопрос: У пациента величина ЖЕЛ составляет 70 % от нормы, МДВд = 20 см вод. ст., МДВыд = 40 см вод. ст., индекс Тиффно = 70 %. Можно ли на основании этих показателей сделать вывод о наличии у больного рестриктивных нарушений? Почему?

Работа 25.2. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕДИАТОРНЫХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕДАЧИ ВОЗБУЖДЕНИЯ С ДИАФРАГМАЛЬНОГО НЕРВА НА МЫШЦУ (компьютерная программа Twitch)

Откройте программу «**Twitch**», представляющую модель препарата участка диафрагмальной мышцы («полудиафрагмы») и подходящей к нему ветви диафрагмального нерва. Рассмотрите схему препарата и установки для его инкубации и стимуляции (вывод на экран через Help).

Через метку Continue вернитесь к началу записи сокращений диафрагмы и стимулируйте эти сокращения через нерв или мышцу (метки в верхней части экрана — **Stimulator**, затем **Nerve** или **Muscle**). Запишите силу, развиваемую полоской диафрагмы (= грамм). Затем с помощью меток **Drugs** (препараты) поочередно введите перечисленные ниже препараты. Алгоритм введения препарата: **Drugs** — название препарата — **None** (выбор дозы) — **Apply Drug** (введение препарата в перфузионный раствор). Пронаблюдайте влияние введенного препарата на сокращение диафрагмы при ее не прямой (через нерв) и прямой стимуляции. Запишите и проанализируйте результат. Затем устраните действие препарата отмытием (метки **Wash** и **Normal Krebs**). Через 30–60 с произойдет восстановление силы сокращений, и на этом фоне можно вводить новый препарат. Показатели силы сокращения полоски диафрагмы при введении препаратов внесены в таблицу. Впишите в нее и полученные вами данные.

Таблица 26

Препараты для введения, их характеристика и рекомендуемые дозы

Препарат	Рекомендуемая доза	Характер действия
Тубокурарин	5.0 Е – 6 М	Антагонист никотиновых рецепторов
Суксаметоний	2.0 Е – 5 М	Деполаризующий блокатор (стойкая деполяризация концевой пластинки)
Тетродотоксин	5.0 Е – 6 М	Блокатор натриевых каналов
Дантролен	2.0 Е – 3 М	Прямой мышечный релаксант (блок сократительного механизма саркомера)
Неостигмин	5.0 Е – 6 М	Ингибитор холинэстеразы

Характеристика сокращений диафрагмы после введения препаратов

Препарат	Сила сокращения диафрагмы (г)	
	при непрямо́й стимуляции мышцы	при прямо́й стимуляции мышцы
Тубокурарин	0,7	60
Суксаметоний	0,6	60
Тетродотоксин	0,0	0,02
Дантролен	13	13
Неостигмин	83	60
Р-р Кребса с Са	60	60
Р-р Кребса без Са	0,0	60

На основании полученных результатов ответьте на вопросы:

Почему исчезает передача возбуждения с нерва на диафрагму при инкубации ее в растворе, не содержащем кальция? _____

Какой медиатор осуществляет передачу возбуждения в нервно-мышечных синапсах диафрагмы? _____ Какие рецепторы постсинаптической мембраны воспринимают действие этого медиатора? _____ Каков механизм устранения действия ацетилхолина на постсинаптическую мембрану? _____ Что произойдет при стойкой деполяризации постсинаптической мембраны? _____

Чем опасна для больного передозировка миорелаксантов и почему? _____

Работа 25.3. Влияние увеличения напряжения CO_2

В АЛЬВЕОЛЯРНОМ ВОЗДУХЕ НА ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ

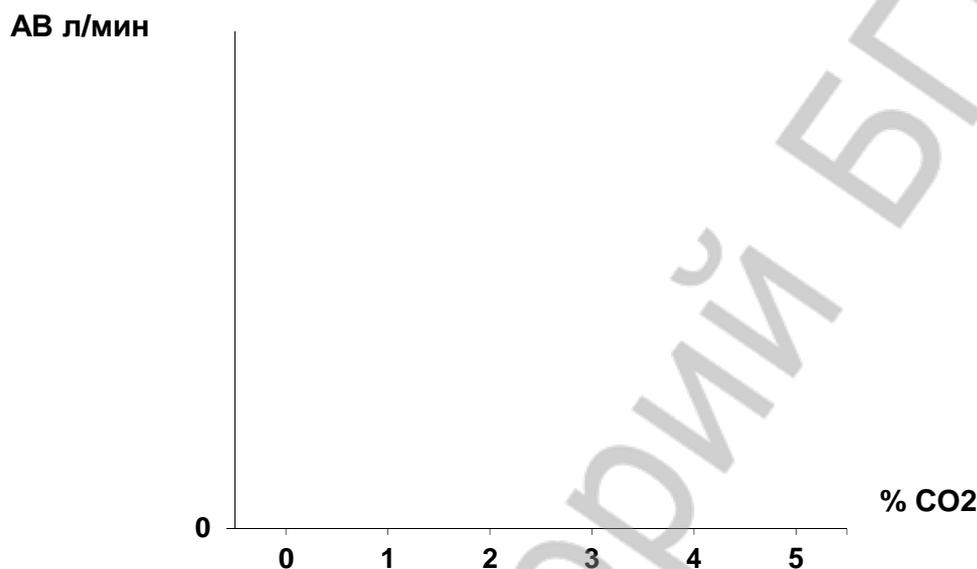
Для работы используется компьютерная программа PhysioLogy. Полные названия показателей приведены в работе 21.3.

Моделирование увеличения $p\text{CO}_2$ альвеолярного воздуха: установите показатель FiCO_2 % в разделе **Inspired gas** на 30–40 с на 3 %, затем на 4 % и 5 %. (Исходные значения показателей и их изменения при повышении $p\text{CO}_2$ уже внесены в таблицу.)

Постройте график зависимости величины альвеолярной вентиляции (строка выделена жирным шрифтом) от содержания CO_2 во вдыхаемом воздухе.

Таблица 28

Показатель	Содержание CO ₂ во вдыхаемом воздухе			
	0 %	3 %	4 %	5 %
РАСО ₂	36,5 мм Hg	37,2	38,8	39,4
РаСО ₂	37 мм Hg	37,8	39,3	39,7
MV = AV	4,71 л/мин	13,1	18,5	51,1
RR- частота	10 /мин	15	18	29
TV = ДО	0,62 л	1,02	1,20	1,93
pH	7,41	7,40	7,39	7,38



Вывод: (как влияет повышение содержания CO₂ в альвеолярном воздухе на вентиляцию легких /по графику/ и pH крови /по данным таблицы/)

Занятие 26. ТЕСТИРОВАНИЕ РЕЗЕРВОВ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ

Основные вопросы:

1. Расчет функциональных резервов системы внешнего дыхания в доставке кислорода в легкие у здорового человека.
2. Расчет величины диффузии кислорода в легких в покое и при максимальной физической нагрузке.
3. Расчет резервов транспорта кислорода кровью у здорового человека.
4. Показатели функциональных резервов сердца. Кровоснабжение миокарда как лимитирующий фактор резервов кардиореспираторной системы у здорового человека. Показатели, по которым можно судить о достаточности кровоснабжения сердца.
5. Максимальное потребление кислорода. Его расчет, способы определения, клинико-физиологическая оценка.

6. Порог анаэробного обмена. Его определение и оценка.
7. Кислородный долг. Его фракции, определение и оценка.
8. Коэффициент утилизации кислорода организмом и различными органами в покое и при физической нагрузке.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какое количество кислорода доставляется в легочные альвеолы при МВЛ = 83 л/мин и частоте дыхания 20/мин?
2. В каком физиологическом состоянии (покой, легкая, средняя, тяжелая нагрузка) находится человек, величина МОК которого составляет 26 л/мин?
3. Чему равна кислородная емкость крови при Нб 100 г/л? 140 г/л?
4. Сколько кислорода транспортируется артериальной кровью за минуту при Нб 150 г/л и МОК 5 л/мин?
5. Содержание Нб 150 г/л, МОК 25 л/мин, КУК 60 %. Рассчитайте МПК.
6. Рассчитайте потребление кислорода миокардом, если коронарный кровоток составляет 500 мл/мин, Нб — 150 г/л, КУК миокарда — 75 %.

Нормативы

Удельная величина МПК (максимальное потребление кислорода) в мл/мин/кг и его оценка (для нетренированных людей):

Величина МПК:	Мужчины (до 25 лет)	Женщины (до 25 лет)
Высокая	49–54	38–44
Средняя	39–48	31–37
Низкая	33–38	24–30

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* : учебник для высших учебных заведений. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1997. Т. 1. 448 с. С. 401–442.
3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 329–331, 375–378.
4. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 598 с. С. 238–271.
5. *Семенович, А. А.* Определение и расчет резервов организма в осуществлении газообмена : учеб.-метод. разраб. / А. А. Семенович. Минск, 1990. 12 с.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 26.1. ТЕСТ 6-ТИ МИНУТ ХОДЬБЫ

Тест основан на измерении максимального расстояния, которое испытуемый может пройти за 6 минут интенсивной ходьбы. При этом функциональный класс кровообращения (ФК) ориентировочно оценивается по табл. 29.

Таблица 29

Расстояние (в метрах), пройденное за 6 мин	Функциональный класс кровообращения
426–550	ФК 1
300–425	ФК 2
150–300	ФК 3
менее 150	ФК 4

Работа 26.2. ТЕСТ PWC₁₇₀

Тест PWC₁₇₀ (Physical Working Capacity) был предложен Шестрандом (Швеция) для определения физической работоспособности спортсменов. Физическая работоспособность обследуемого выражается в величине той мощности физической нагрузки, при которой частота сердечных сокращений (ЧСС) достигает 170 уд/мин. Выбор данной частоты основан на следующем:

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

2. Между мощностью нагрузки и ЧСС имеется линейная зависимость до достижения ЧСС 170 уд/мин; при более высокой частоте эта зависимость утрачивается. Чем больше мощность нагрузки, при которой ЧСС достигает 170 уд/мин, тем больше резервы сердечно-сосудистой системы. Однако благодаря линейной зависимости между мощностью нагрузки и ЧСС не требуется давать испытуемому нагрузку, приводящую к возрастанию пульса до такой величины. Достаточно определить ЧСС при двух возрастающих нагрузках; величину нагрузки, при которой пульс достигнет 170 уд/мин, рассчитывают по формуле.

Тест проводится на велоэргометре.

У обследуемого в состоянии покоя и в положении сидя определяют ЧСС. В течение 5 мин он выполняет первую нагрузку (N1), величина которой зависит от его массы (см. табл. 30). Частота вращения педалей сохраняется постоянной и равна 60 об/мин. В последние 30 с выполняемой нагрузки подсчитывают ЧСС в уд/мин (F₁). Затем после 3-минутного от-

дыха обследуемый в течение 5 минут выполняет вторую нагрузку (N_2), величина которой зависит от F_1 (см. табл. 31). Вторая нагрузка, как правило, в два раза превышает первую. В последние 30 с выполнения пробы у обследуемого определяют ЧСС в уд/мин — F_2 . В норме при 1-й и 2-й нагрузке пульс у обследуемого не достигает 170 уд/мин.

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

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

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).

У здоровых нетренированных мужчин величина PWC_{170} составляет 700–1100 кгм/мин, у женщин — 450–750 кгм/мин. Относительная величина PWC_{170} на 1 кг массы тела у нетренированных людей составляет в среднем: 15,5 кгм/мин — у мужчин и 10,5 кгм/мин — у женщин. У спортсменов величина PWC_{170} может достигать 1500–1700 кгм/мин.

Таблица 30

Мощность первой нагрузки N_1 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 величину в кгм/мин делят на 6.

Таблица 31

Мощность второй нагрузки N_2 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

Результаты:

N_1 — кгм/мин, N_2 — кгм/мин,
 F_1 — уд/мин, F_2 — уд/мин,

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

Масса тела испытуемого:

Относительная величина PWC_{170} на 1 кг массы тела =

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

Работа 26.3. ВЫЯВЛЕНИЕ ИЕРАРХИИ ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЫХАНИЯ И КРОВООБРАЩЕНИЯ (демонстрация видеофильма)

Для выполнения работы использован комплекс приборов, позволяющий давать дозированную физическую нагрузку и следить за параметрами кровообращения и дыхания (велозергометр, Cardiovit CS-100, «Спиролит», пульсоксиметр, оксигеомограф, пневмотахограф, электрокардиограф, тонометр, фонендоскоп, анализатор электрокардиограммы и др.).

Допуск испытуемого к выполнению тестов с максимальной физической нагрузкой производится при условии отсутствия противопоказаний. Пульс испытуемого должен быть ритмичным, ЧСС 60–80 в мин, систолическое артериальное давление не должно превышать 130, диастолическое — 90 мм рт. ст., оксигенация артериальной крови — в пределах 95–98 %, на ЭКГ не должно быть признаков ишемии миокарда, частота дыхания не более 20 в минуту, $DO \leq 900$ мл, самочувствие испытуемого должно быть хорошим. Только после получения этих данных испытуемый может приступить к выполнению ступенчато нарастающей физической нагрузки.

Нагрузка проводится в 3 ступени, каждая продолжительностью 4 минуты. Мощность 1-й ступени нагрузки равна 50 Вт, 2-й — 100 Вт и 3-й — 150 Вт. Исследование продолжают в течение 3 минут после окончания нагрузки.

В табл. 32 приведены данные, полученные при велозергометрическом тестировании.

Таблица 32

Показатели дыхания и кровообращения испытуемого при физической нагрузке
(возраст — 19 лет, масса тела — 60 кг)

Регистрируемый показатель	Величина регистрируемого показателя						
	исходная	нагрузка (Вт)			время после нагрузки (мин)		
		50	100	150	1	2	3
ЧД	11 100%	17 155%	19 173%	25 227%	22 200%	20 182%	10 91%
ДО	0,6 100%	0,7 117%	1,1 183%	1,2 200%	0,9 150%	0,8 133%	0,7 117%
ЧСС (сокр/мин)	82 100%	118 144%	148 180%	176 215%	168 205%	124 151%	95 116%

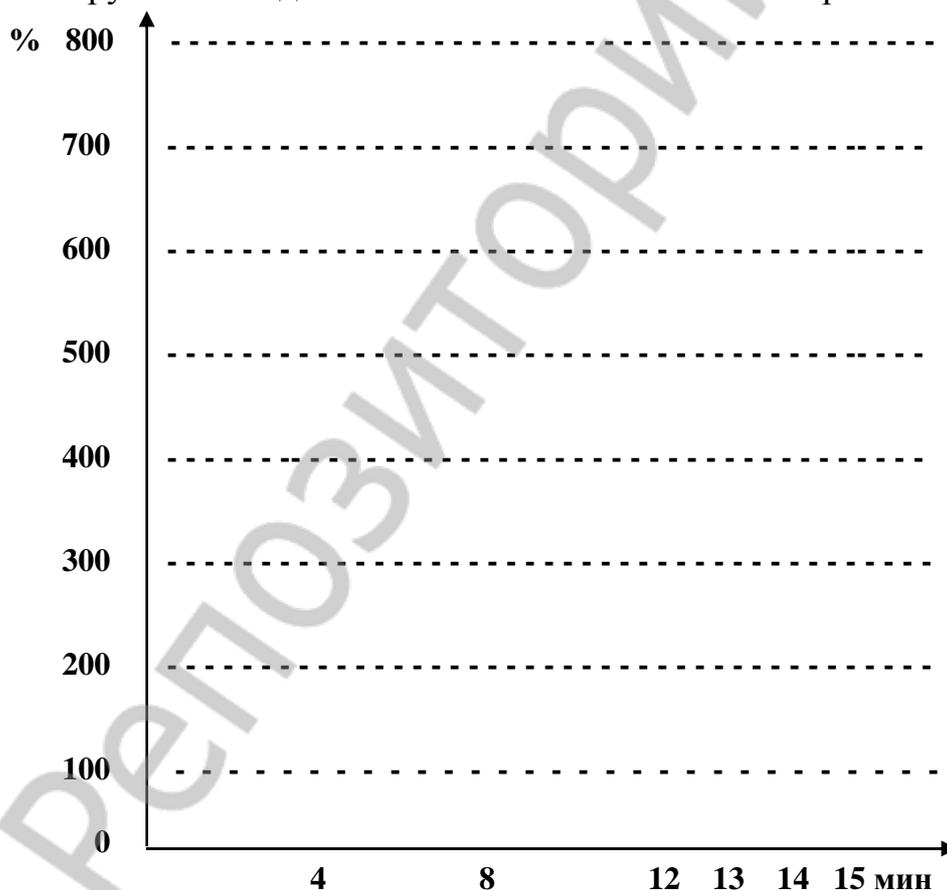
АД сист/диаст (мм рт. ст.)	130 / 80 100%	140 / 80 108%	150 / 80 115%	170 / 80 131%	165 / 80 127%	150 / 80 115%	135 / 80 104%
-------------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Окончание табл. 32

Регистрируемый показатель	Величина регистрируемого показателя						
	исходная	нагрузка (Вт)			время после нагрузки (мин)		
		50	100	150	1	2	3
VO ₂ (л/мин)	0,3 100%	1,1 367%	2,0 667%	2,5 833%	0,9 300%	0,6 200%	0,3 100%
HbO ₂ (%)	96 100%	94 98%	95 99%	95 99%	96 100%	96 100%	96 100%
pO ₂ (мм рт. ст.)	95 100%	90 95%	93 98%	93 98%	95 100%	95 100%	95 100%

Сокращения: ЧД — частота дыхания; ДО — дыхательный объем; VO₂ — потребление кислорода; HbO₂% — содержание оксигемоглобина в крови; pO₂ — напряжение кислорода в артериальной крови (определяется по HbO₂% и кривой диссоциации оксигемоглобина); ЧСС — частота сердечных сокращений; АД — артериальное давление.

По данным таблицы постройте графики, отражающие динамику изменения исследуемых показателей (в % к исходным значениям) под влиянием нагрузки. Исходная величина всех показателей принимается за 100 %.



На основе анализа полученных данных ответьте на вопросы:

1. Какие из исследованных физиологических показателей в наибольшей степени изменяются при физической нагрузке?

2. Какой из исследованных показателей менее всего изменяется при нагрузке?

3. За счет сдвигов каких показателей поддерживается постоянство величины данного показателя?

4. Какой из исследованных показателей является важнейшим для организма при выполнении интенсивной нагрузки?

Работа 26.4. РАСЧЕТ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗЕРВОВ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ

Имеются два пути исследования резервов кардиореспираторной системы. Первый из них — это проведение тестов с выполнением предельных физических нагрузок и определение максимального потребления кислорода, минутного объема кровотока и т. д. Такой метод дает достоверные данные о резервах исследуемых систем. Однако даже для здоровых людей такие нагрузки небезопасны, для больных же они недопустимы. Поэтому в клинической практике преимущественно применяются тесты, использующие второй, расчетный путь, который при минимальных физических нагрузках позволяет с достаточной точностью вычислять резервы дыхания и кровообращения.

При велоэргометрическом тестировании, выполненном в предыдущей работе, применена умеренная, щадящая физическая нагрузка. По полученным в этой работе данным рассчитаем ряд показателей, характеризующих функциональные возможности кардиореспираторной системы испытуемого.

Определение максимального кислородного пульса

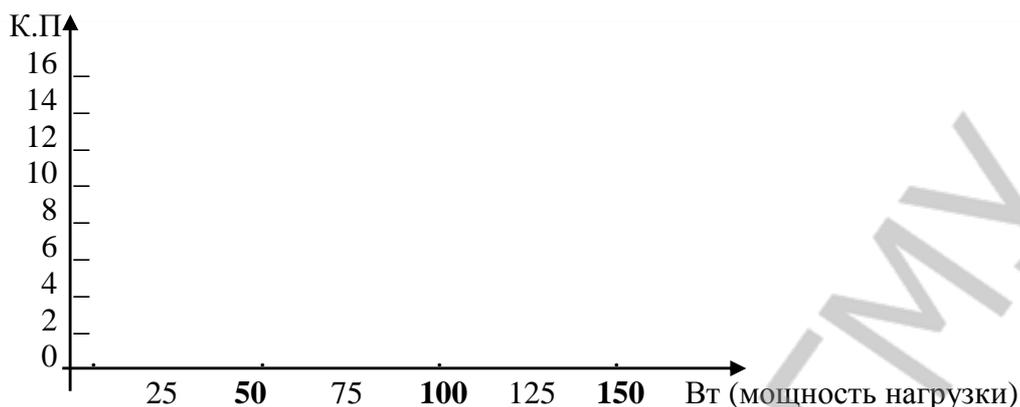
Показатель кислородного пульса (КП) характеризует объем кислорода, потребляемый из систолического (ударного) объема крови.

$$\text{КП (мл/удар)} = V_{O_2} / \text{ЧСС},$$

где V_{O_2} — объем кислорода, потребляемого организмом в минуту; ЧСС — частота сердечных сокращений.

Рассчитайте кислородный пульс при нагрузке и постройте график:

	До нагрузки	1-я ступень	2-я ступень	3-я ступень
V_{O_2} , л/мин	0,3 (300 мл/мин)	1,1 (1100 мл/мин)	2,0 (2000 мл/мин)	2,5 (2500 мл/мин)
ЧСС, уд/мин	82	118	148	176
КП, мл/уд				



Аппроксимируя кривую нарастания кислородного пульса (до перехода в горизонталь), определите величину **максимального** кислородного пульса.

$$\text{КП}^{\max} = \quad (\text{мл/удар}).$$

Таблица 33

Нормальные величины максимального кислородного пульса

Возраст (лет)	КП (мл/удар)
18–19	17,1
20–40	16,8
41–50	15,6
51–60	13
Старше 60	11
У спортсменов	До 26
У больных ИБС	Менее 10

Заключение о максимальном КП испытуемого:

Расчет максимального потребления кислорода (МПК)

Для расчета МПК используем формулу:

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

где КП^{\max} — максимальный кислородный пульс (определен выше); ЧСС^{\max} — частота сокращения сердца, при которой достигается предел насосной функции сердца. Для мужчин в возрасте 20–29 лет — это 195 сокр/мин, для женщин — 198 сокр/мин.

$$\text{МПК испытуемого} = \text{КП}^{\max} \cdot 195 =$$

Определите удельное МПК на килограмм массы тела испытуемого:

$$\text{МПК мл/кг/мин} = \text{МПК} : 60 \text{ кг} =$$

МПК оценивают с помощью таблиц, разработанных для спортсменов, здоровых нетренированных и больных людей.

Таблица 34

*МПК и его оценка у нетренированных здоровых людей
(по В. Л. Карпману и соавт., 1988)*

Оценка МПК	Величина МПК (мл/кг/мин)	
	мужчины до 25 лет	женщины 20–29 лет
Очень высокое	55	44
Высокое	49–54	38–44
Среднее	39–48	31–37
Низкое	33–38	24–30
Очень низкое	33	24

Для оценки степени снижения резервов сердечно-сосудистой системы в клинике введено понятие функциональных классов 1–4.

Таблица 35

Функциональный класс сердечно-сосудистой системы по тесту МПК

Функциональный класс	Потребление O ₂ (мл/кг/мин)	Потребление O ₂ (мет)	Работоспособность
1	больше 21	7–16	практически без ограничений
2	больше 14–21	5–7	умеренные ограничения
3	больше 7–15	2–5	значительно ограничена
4	меньше 7	1–2	полная нетрудоспособность

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

Заключение (дайте оценку МПК испытуемого):

ТЕМА ЗАЧТЕНА _____
подпись преподавателя

Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ»

Занятие 27. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ. ПИЩЕВАРЕНИЕ В ПОЛОСТИ РТА И ЖЕЛУДКА

Основные вопросы:

1. Общая характеристика функциональной системы питания, роль и место в ней процессов пищеварения.
2. Пищевые мотивации. Физиологические механизмы голода и насыщения. Аппетит.
3. Типы пищеварения в зависимости от особенностей гидролиза и его локализации.
4. Экспериментальные и важнейшие клинические методы исследования функций желудочно-кишечного тракта.
5. Пищеварительные и непщеварительные функции системы пищеварения.
6. Особенности регуляции функций пищеварительной системы.
7. Пищеварение в полости рта. Слюноотделение (состав и свойства слюны), жевание, глотание. Механизмы их регуляции.
8. Пищеварение в желудке. Состав и свойства желудочного сока. Роль соляной кислоты желудочного сока. Физиологические механизмы защиты слизистой оболочки желудка от действия повреждающих факторов.
9. Механизмы регуляции секреции желудочного сока. Роль гастроинтестинальных пептидов.
10. Моторная и эвакуаторная функции желудка натощак и после приема пищи.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое булимия и анорексия?
2. К каким последствиям приведет разрушение центра голода в гипоталамусе?
3. Какие гастроинтестинальные пептиды являются гормонами?
4. К каким последствиям приведет длительная недостаточность выделения слюны?
5. Как изменяется желудочная секреция HCl при действии антагонистов гистаминовых H₂-рецепторов?
6. Почему после удаления пилорической части желудка резко снижается секреция желудочного сока?
7. Назовите факторы, усиливающие выделение гастрина в желудке.
8. Почему нестероидные противовоспалительные средства могут вызывать повреждения слизистой оболочки желудка?

Нормативы

Слюна:

- Количество в сутки — 500–2000 мл.
- Удельный вес — 1,002–1,020.
- $pH = 5,6–7,6$.

Желудочный сок:

- Объем желудочного сока натощак не более 50 мл.
- Натощак: общая кислотность — до 40 ммоль/л, свободная HCl — до 20 ммоль/л.
- Базальная секреция желудка: общая кислотность — 40–60 ммоль/л, свободная HCl — 20–40 ммоль/л.
- Количество желудочного сока, вырабатываемого в сутки — 2–3 л.
- Удельный вес желудочного сока — 1,004–1,010.
- pH чистого желудочного сока — 1,49–1,8.
- pH желудочного содержимого — 6,0 и более.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. Физиология человека : учебник / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 337–371.
3. Физиология человека : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 2. 447 с. С. 4–56.
4. Физиология человека : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 386–422, 446–450.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 27.1. ПЕРЕВАРИВАНИЕ КРАХМАЛА ФЕРМЕНТАМИ СЛЮНЫ ЧЕЛОВЕКА

В слюне содержатся амилолитические ферменты — амилаза и мальтаза. Оптимум их действия находится в пределах нейтральной реакции среды при нормальной температуре тела (при 37 °С).

Материалы и оборудование: термостат или водяная баня с температурой 37–38 °С, спиртовка, штатив с пробирками, пипетки, маленькая воронка, слюна человека, 1%-ный раствор вареного крахмала, 1%-ный раствор сырого крахмала, растворы 3%-ный йода или Люголя, 0,5%-ный раствор HCl, лакмусовая бумага, стеклограф, лед или холодильник, дистиллированная вода.

Ход работы. Слюну (примерно 5 мл) собирают в пробирку с помощью воронки. Нумеруют пробирки, ставят их в штатив и в каждую пробирку добавляют по 1 мл слюны. Затем в 1-ю пробирку добавляют 3 мл

1%-ного раствора вареного крахмала; 2-ю пробирку осторожно нагревают на спиртовке до кипения, охлаждают и добавляют 3 мл 1%-ного раствора вареного крахмала; в 3-ю добавляют 0,5%-ный раствор HCl до появления стойкого окрашивания лакмусовой бумаги и 3 мл 1%-ного раствора вареного крахмала; в 4-ю — 3 мл 1%-ного раствора сырого крахмала; в 5-ю — 3 мл 1%-ного раствора вареного крахмала.

Первые четыре пробирки помещают в термостат или водяную баню при температуре 37–38 °С; 5-ю пробирку ставят в холодильник или стакан со льдом. Через 30 мин содержимое всех пробирок исследуют на наличие крахмала. Содержимое пробирок, в которых присутствует крахмал, при добавлении 1–2 капель раствора Люголя приобретает синий цвет.

Результаты работы и их оформление:

1. По результатам эксперимента заполните табл. 36.
2. На основании цвета содержимого пробирок при добавлении раствора Люголя сделайте вывод о том, произошло ли переваривание крахмала в пробирках.

Таблица 36

№ пробирки	Содержимое пробирки	Цвет содержимого пробирки после добавления раствора Люголя	Результаты опытов
1	1 мл слюны + 3 мл вареного крахмала		
2	1 мл прокипяченной слюны + 3 мл вареного крахмала		
3	1 мл слюны + 0,5%-ный раствор HCl + 3 мл вареного крахмала		
4	1 мл слюны + 3 мл сырого крахмала		
5	1 мл слюны + 3 мл вареного крахмала		

3. Ответьте на вопросы.

Как повлияло на ферментативные свойства слюны:

- кипячение слюны: _____
- сдвиг pH слюны в кислую сторону: _____
- охлаждение слюны: _____

Работа 27.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ СВОЙСТВ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА

Материалы и оборудование: водяная баня или термостат, спиртовка, штатив с пробирками, пинцет, натуральный желудочный сок, фибрин, 0,5%-ный раствор HCl, 0,5%-ный раствор NaHCO₃, стеклогграф, лакмусовая бумага.

Ход работы. Нумеруют четыре пробирки и наливают: в 1-ю пробирку 2 мл желудочного сока; во 2-ю — 2 мл желудочного сока и кипятят его на спиртовке; в 3-ю — 2 мл желудочного сока и добавляют раствор соды до получения слабощелочной реакции (до синеватого окрашивания красной лакмусовой бумаги); в 4-ую — 2 мл 0,5%-ного раствора HCl. Во все пробирки добавляют одинаковое количество фибрина (0,1–0,3 г) и помещают их на 30–40 мин в водяную баню или термостат при температуре 38 °С.

Результаты работы и их оформление. Через 30–40 мин пробирки извлеките из термостата и определите, как изменились кусочки фибрина во всех пробирках. Результаты опыта внесите в табл. 37.

Таблица 37

пробирки	Содержимое пробирки	Состояние кусочков фибрина	Причины изменения фибрина в пробирках
	2 мл желудочного сока + фибрин 2 мл кипяченого желудочного сока + фибрин 2 мл желудочного сока + раствор NaHCO ₃ + фибрин 2 мл 0,5%-ного раствора HCl + фибрин		

Работа 27.3. ИССЛЕДОВАНИЕ МОТОРНОЙ ФУНКЦИИ ЖЕЛУДКА У ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОГАСТРОГРАФИИ (демонстрационная работа)

Электрогастрография позволяет регистрировать электрическую активность мышц желудка с помощью поверхностных электродов и оценить состояние моторной и эвакуаторной функций желудка в норме и при заболеваниях желудочно-кишечного тракта.

В наполненном пищей желудке возникают три основных вида движений: перистальтические волны, быстрые монофазные высокоамплитудные сокращения антральной зоны и тонические сокращения большой амплиту-

ды и длительности от 1 до 5 минут. Характер моторики желудка обусловлен видом пищи, степенью предварительной обработки, тщательностью пережевывания, сроком после приема пищи, быстротой опорожнения кишечника от химуса, рефлекторными и гуморальными влияниями на пейсмейкер желудка. У большинства здоровых людей регистрируется *нормокинетический* тип перистальтических волн желудка (частота биопотенциалов (n) = 3 импульс/мин, средняя амплитуда (A_{cp}) = 0,2–0,4 мВ). При некоторых заболеваниях, когда наблюдается повышение тонуса гладких мышц и увеличение секреции HCl, отмечается *гиперкинетический* тип ЭГГ ($n \geq 4$ импульс/мин, $A_{cp} > 0,4$ мВ), а при понижении тонуса мышц и секреции HCl — *гипокинетический* тип ($n < 2$ импульс/мин, $A_{cp} < 0,2$ мВ).

Указания к оформлению протокола:

1. Нарисуйте электрогастрограмму или вклейте ее отрезок.

2. Проанализируйте ЭГГ. Калибровка: 1 деление на диаграмме по вертикали (4 мм) = 0,1 мВ, по горизонтали (10 мм) = 1 мин.

Частота перистальтических волн = _____ импульс/мин, а средняя амплитуда $A_{cp} = (A_1 + A_2 + \dots + A_n) / n =$ _____ мкВ.

3. Сопоставьте полученную ЭГГ с образцами ЭГГ, записанными через различные сроки после приема пищи (табл. 38).

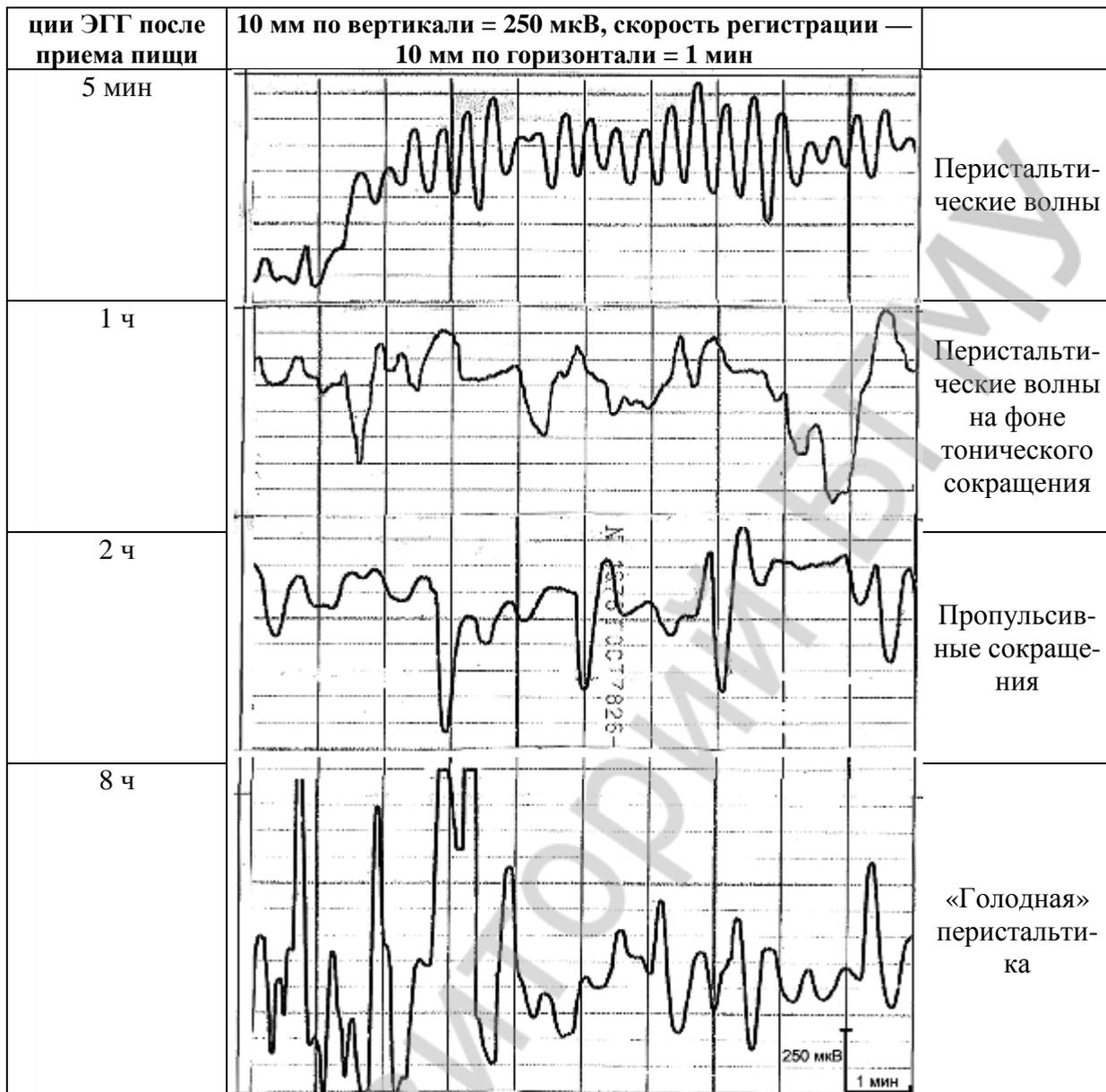
Результаты. В покое при частоте импульсов _____ в мин средняя амплитуда потенциалов мышц (перистальтических волн) желудка равна _____.

Вывод. Тип перистальтики желудка: нормо-, гипер- или гипокинетический (нужное подчеркнуть).

Таблица 38

Примеры электрогастрограмм у здоровых людей в возрасте 20 лет в различные сроки после приема пищи

Время регистра-	Электрогастрограммы. Калибровка: амплитуда —	Примечание
-----------------	--	------------



Занятие 28. ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОНКОМ И ТОЛСТОМ КИШЕЧНИКЕ. РОЛЬ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И ПЕЧЕНИ В ПИЩЕВАРЕНИИ

Основные вопросы:

1. Пищеварение в 12-перстной кишке. Роль поджелудочной железы в пищеварении. Состав и свойства сока поджелудочной железы.
2. Механизмы регуляции секреции сока поджелудочной железы.
3. Состав и свойства желчи, ее участие в процессах пищеварения.
4. Механизмы регуляции желчеобразования и желчевыделения.
5. Пищеварение в тощей и подвздошной кишке. Состав и свойства кишечного сока.
6. Механизмы регуляции кишечной секреции.

7. Полостной и мембранный гидролиз питательных веществ.
8. Всасывание продуктов гидролиза жиров, белков и углеводов в различных отделах пищеварительного тракта, его механизмы. Сопряжение гидролиза и всасывания.
9. Моторная функция тонкого кишечника и ее регуляция.
10. Пищеварение в толстом кишечнике. Значение для организма микрофлоры толстого кишечника.
11. Моторная функция толстого кишечника. Дефекация.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каким образом в кишечнике происходит нейтрализация кислого химуса, поступающего из желудка?
2. Какие ферменты сока поджелудочной железы выделяются в неактивном виде?
3. Что является фактором, активирующим трипсиноген? проэластазу?
4. Как изменяется секреция сока поджелудочной железы при питании преимущественно пищей, богатой: 1) белками; 2) жирами; 3) углеводами?
5. Какие факторы (гуморальные, пищевые и др.) стимулируют образование и выделение желчи?
6. К каким последствиям приводит прекращение поступления желчи в кишечник?
7. Почему при поступлении жирной пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку тормозится эвакуация химуса из желудка?
8. В каком отделе кишечника происходит всасывание витамина В₁₂?
9. Какой общий механизм транспорта используется для всасывания в тонком кишечнике аминокислот, глюкозы, галактозы, желчных кислот?

Нормативы

Желчь пузырная:

- Количество в сутки — 500–1200 мл.
- Удельный вес — 1,011–1,032.
- рН = 5,6–8,0.

Желчь печеночная:

- Удельный вес — 1,008–1,015.
- рН = 6,2–8,5.

Сок тонкого кишечника:

- Количество в сутки — около 1000 мл.
- рН = 5,05–7,07.

Сок толстого кишечника:

- Кол-во в сутки — 270–1550 мл.
- рН = 6,1–7,31.

Сок поджелудочной железы:

- Количество в сутки — 1500–2500 мл.
- рН = 7,5–8,8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.

2. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 371–398.
3. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 2. 447 с. С. 56–93.
4. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 422–446.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 28.1. ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЧИ НА ЖИРЫ

Материалы и оборудование: предметные стекла, лупа, стеклянные палочки, желчь, растительное масло, дистиллированная вода.

Ход работы. На предметное стекло нанесите каплю воды и каплю желчи. К каждой капле добавьте по 2–3 капли растительного масла, перемешайте и рассмотрите содержимое обеих капель под лупой.

Результаты работы и их оформление. Нарисуйте, как распределяется жир в капле воды и в капле желчи.

Выводы: (механизм влияния желчи на состояние жира).

Работа 28.2. ПРИСТЕНОЧНОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ

Материалы и оборудование: полоска тонкой кишки крысы, пробирки, штатив, стеклянные палочки, нитки, водяная баня, раствор Рингера, раствор Люголя.

Ход работы. В две пробирки налейте по 1 мл раствора Рингера и раствора крахмала. В одну из пробирок погрузите привязанный лигатурой к стеклянной палочке вывернутый участок тонкого кишечника крысы. Обе пробирки поставьте в водяную баню на 20 мин при температуре 38 °С, по окончании инкубации извлеките кишку из пробирки, а затем в обе пробирки внесите по 1 капле раствора Люголя.

Результаты работы. Отметьте, в какой пробирке произошло переваривание крахмала.

Вывод: (объясните механизм переваривания крахмала в данном опыте).

Работа 28.3. АМИЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПЛАЗМЫ КРОВИ

Определение активности амилазы в плазме крови имеет важное диагностическое значение и используется в клинике для оценки функции поджелудочной железы.

Материалы и оборудование: пробирки, штатив, стеклянные палочки, водяная баня, плазма крови крысы, раствор крахмала, раствор Люголя.

Ход работы. К 1–2 мл плазмы крови добавьте 1 мл раствора крахмала и инкубируйте в водяной бане 20 мин при температуре 38 °С. По окончании инкубации добавьте каплю раствора Люголя.

Результаты работы.

Отметьте, что произошло с крахмалом в плазме крови:

Вывод:

ТЕМЫ РАЗДЕЛА ЗАЧТЕНЫ _____

(подпись преподавателя)

Раздел «ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ»

Занятие 29. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Основные вопросы:

1. Обмен веществ и энергии в организме. Процессы анаболизма и катаболизма, их соотношение при различных функциональных состояниях организма. Пластическая и энергетическая роль питательных веществ. Незаменимые для организма вещества. Азотистый баланс и виды его нарушений.

2. Основной обмен и факторы, определяющие его величину. Энергозатраты организма в условиях основного обмена. Методы исследования основного обмена.

3. Общий обмен. Энергозатраты организма при различных видах трудовой деятельности (в соответствии со степенью тяжести физического труда). Специфически-динамическое действие пищи.

4. Питание. Физиологические основы и принципы здорового питания. Нормы питания в зависимости от возраста, вида труда и состояния организма. Понятие о пищевых и непищевых факторах риска для здоровья человека.

5. Терморегуляция. Понятие о гомойотермии, пойкилотермии и гетеротермии. Температура тела человека и ее суточные колебания. Температура различных участков кожных покровов и внутренних органов. Понятие о гипо- и гипертермии, лихорадке.

6. Теплопродукция организма. Источники теплопродукции в организме. Сократительный и несократительный термогенез. Метаболические процессы в бурой жировой ткани. Регуляция процессов теплопродукции.

7. Теплоотдача организма. Понятие о теплопередаче внутри организма. Физические процессы и физиологические механизмы, обеспечивающие теплоотдачу. Регуляция процессов теплоотдачи.

8. Нервные и гуморальные механизмы терморегуляции. Периферические и центральные терморцепторы. Центры терморегуляции. Функциональная система, обеспечивающая поддержание постоянства температуры внутренней среды организма.

Вопросы для самоконтроля:

1. Почему, используя данные об объемах потребленного организмом O_2 , можно оценить величину энергетических затрат?

2. Что такое калорический эквивалент кислорода ($КЭ_{O_2}$)? Какие вещества имеют наибольший $КЭ_{O_2}$?

3. Для чего определяют дыхательный коэффициент?
4. Рассчитайте калорийность продукта, содержащего 3 г белка, 3 г жира и 6 г углеводов на 100 г массы.
5. Что такое белковый минимум? Какое оптимальное количество белка должен получать организм человека в сутки?
6. Оцените массу тела человека, если его индекс массы тела равен 29.
7. Вентиляция легких человека в покое составляет 5 л/мин. Содержание O_2 в выдыхаемом воздухе — 16 %. Рассчитайте суточные энергозатраты человека при питании смешанной пищей ($KЭ_{O_2} = 4,86$ Ккал/л O_2).
8. Изменится ли температура тела человека при повышении его теплопродукции?
9. За счет каких механизмов человек поддерживает постоянную температуру тела при повышении теплоотдачи, связанном с внешним охлаждением?
10. Какой способ теплоотдачи не требует наличия положительной разности температур между поверхностью кожи человека и окружающей средой?
11. Почему высокая температура воздуха (30 °С) при высокой влажности тяжелее переносится, чем при низкой?
12. Что является основным способом регуляции теплоотдачи с поверхности тела человека?
13. Чем отличаются механизмы повышения температуры тела при физической гипертермии и при лихорадке?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.*
2. *Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. / под ред. А. И. Кубарко. Минск : Выш. шк., 2011. Ч. 2. 623 с. С. 280–350.*
3. *Физиология человека : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 2. 368 с. С. 94–140.*
4. *Физиология человека : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 451–489.*
5. *Физиология человека : учебник / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 398–430.*

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 29.1. 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** (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 ее специфически динамического действия); 4) при внешней «**температуре комфорта**» (18–20 °С для легко одетого человека), не вызывающей ощущения холода или жары. Энергия основного обмена расходуется на 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. 39.

Таблица 39

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

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

Одним из наиболее широко используемых методов определения должной величины основного обмена является метод определения основного обмена по **таблицам Гарриса–Бенедикта**. 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.

Еще одним широко применяемым методом определения должного ОО является **метод Дюбуа**. Он основан на правиле поверхности тела, согласно которому затраты энергии теплокровного организма пропорциональны площади поверхности тела. Установлено, что теплопродукция на 1 м^2 поверхности тела человека зависит от возраста и пола. Для вычисления должного ОО найденную по табл. 40 величину продукции тепла в $\text{ккал/м}^2 \cdot \text{час}$ следует умножить на площадь поверхности тела (в м^2) и на

24 часа в сутках. Площадь поверхности тела находят по номограмме в зависимости от массы тела и роста.

Таблица 40

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 Гарриса–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; МТ= _____ кг; возраст _____ лет.
- Должный ОО = $1,0 (0,9) \cdot МТ \cdot 24 =$ _____ ккал/сутки;
 Должный ОО = _____ $\cdot МТ +$ _____ = _____ ккал/сутки;
 (по формуле из таблицы 35)
 Должный ОО = $A + B =$ _____ ккал/сутки.
 (по таблице Гарриса–Бенедикта)
 Площадь поверхности тела (S) по номограмме = _____ м²,
 Продукция тепла (E) на м² в час (из таблицы 36) = _____ ккал/м²·час
 Должный ОО = $E_{\text{ккал/м}^2 \cdot \text{час}} \cdot S_{\text{м}^2} \cdot 24_{\text{час}} =$ _____ ккал/сутки
 (по Дюбуа)

Работа 29.2. 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 заболе-

ваний. Ее понижение также является фактором риска потери здоровья, и нередко является симптомом уже начавшегося заболевания.

Рекомендуется периодически контролировать МТ. В случае увеличения или снижения ее у здорового человека необходимо вносить соответствующую поправку в количество поступающих в организм с пищей калорий или изменить физическую активность. Незначительные колебания массы тела отражают в основном изменения водного баланса.

Материалы и оборудование: весы, ростомер.

Ход работы. Определите массу тела.

Сравните величины определенной МТ и рассчитанной должной МТ (ДМТ). 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 Бока–Бругша (1):

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

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

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

Формулы для расчета ДМТ в зависимости от роста и пола человека (2):

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

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

При *астеническом* типе сложения ДМТ может быть уменьшена на 10 %, при *гиперстеническом* телосложении — может быть увеличена на 10 %. 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;
- более чем на 100 % — свидетельствует об ожирении IV степени.

Снижение МТ человека по сравнению с ДМТ:

- на 10–20 % — может отражать слабую степень,
- на 21–30 % — умеренную степень,
- на 31–40 % — тяжелую степень белково-энергетической недостаточности рациона;

- более чем на 40 % — отражает наличие кахексии (истощения).

Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывается по формуле:

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

На основании индекса массы тела можно оценить степень риска развития некоторых заболеваний.

Масса тела, индекс массы тела, риск потери здоровья

	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	Изменить режим питания и физической активности так, чтобы поступление энергии с пищей превышало ее расход	Сохранять существующий режим питания и активности	Изменить режим питания и физической активности так, чтобы поступление энергии с пищей стало меньше ее расхода

Указания к оформлению протокола:

1. Укажите вашу измеренную массу тела (МТ) _____ кг.
2. Рассчитайте и оцените ваши ДМТ, МТ и ИМТ.

ДМТ₁ =
(по формуле 1)

ДМТ₂ =
(по формуле 2)

ИМТ =

Работа 29.3. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА В ПОДМЫШЕЧНОЙ ВПАДИНЕ

Температура тела — важный показатель состояния здоровья человека. Нормальной температурой тела для взрослых в состоянии бодрствования и физиологического покоя (при измерении в подмышечной впадине) считается температура от 36 °С до 36,9 °С. Однако следует учитывать, что во время сна с 3 до 5 ч утра температура тела может достигать минимальных значений: 35,1–36,0 °С. Таким образом, норма температуры тела при измерении в подмышечной впадине составляет $36 \pm 0,9$ °С (35,1–36,9 °С). Температура 37 °С и выше рассматривается как повышенная (*гипертермия*), а 35 °С и ниже — как пониженная (*гипотермия*). При измерении в глубоких областях тела (прямой кишке, пищеводе) ее нормальные значения на 0,5 °С выше, чем в подмышечной ямке.

Цель работы — определение минимального времени, необходимого для точного измерения аксиллярной температуры ртутными или электронными медицинскими термометрами в подмышечной впадине.

Материалы и оборудование: максимальный ртутный термометр, секундомер, 70%-ный спирт, вата.

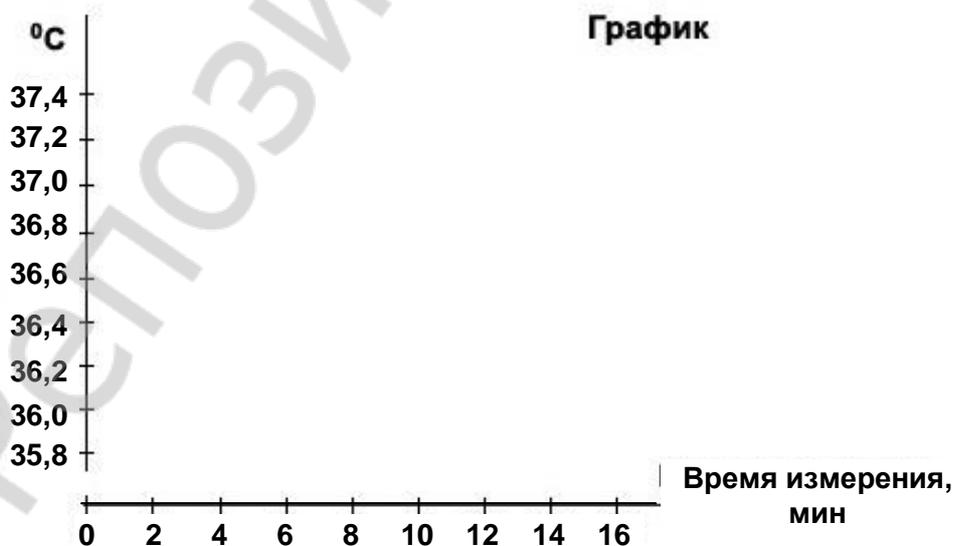
Ход работы. Кожа подмышечной ямки должна быть сухой, так как при влажной коже термометр будет показывать более низкие значения температур из-за испарения влаги с поверхности ртутного резервуара. Обследуемый должен удерживать термометр в течение всего времени измерения, плотно прижав плечо к туловищу. Во время измерения температуры человек должен находиться в состоянии бодрствования и полного покоя.

Осмотрите медицинский термометр, убедитесь в его целости и протрите спиртом. Встряхните термометр до температуры 35 °С. Поместите термометр в подмышечную впадину. Запишите показания термометра через 3, 5, 8, 10, 15 мин. Затем проведите термометрию с помощью электронного термометра, записывая показания шкалы прибора через 30 с, 1, 2, 3, 5, 8, 10, 15 мин. При выполнении работы необходимо следить, чтобы головка ртутного и кончик датчика электрического термометров удерживались по среднеаксиллярной линии.

По результатам опытов постройте графики показаний ртутного и электронного термометров в зависимости от времени измерения температуры.

Результаты:

Показания термометра через:	30 с	1 мин	2 мин	3 мин	5 мин	8 мин	10 мин	15 мин
Ртутный термометр	–	–	–					
Электронный термометр								



Вывод: у испытуемого температура тела, измеренная в подмышечной впадине _____, длительность ее измерения ртутным должна быть не менее _____ мин.

Работа 29.4. 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 изменению окраски термографического состава (от черного цвета к красному, затем сине-зеленому). Изменение окраски состава происходило строго по ходу поверхностных вен, что свидетельствует о 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.

ТЕМЫ РАЗДЕЛА ЗАЧТЕНЫ _____
(подпись преподавателя)

Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ»

Занятие 30. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

Основные вопросы:

1. Сущность процессов выделения. Органы и системы выделения организма. Характеристика процессов выделения в коже, дыхательной системе, желудочно-кишечном тракте.

2. Строение почки. Нефрон как морфофункциональная единица почки, виды нефронов, их структура, функции. Особенности кровообращения в почке.

3. Основные процессы мочеобразования.

4. Механизм клубочковой фильтрации. Состав первичной мочи.

5. Реабсорбция в канальцах нефрона и собирательных трубках. Особенности и механизмы реабсорбции различных веществ.

6. Поворотно-противоточная система и ее механизмы.

7. Секреторные процессы в канальцах.

8. Методы исследования функции почек. Оценка величины фильтрации, секреции, реабсорбции. Клиренс.

9. Регуляция мочеобразования.

10. Невыделительные функции почки: роль почек в регуляции системного артериального давления, поддержании осмотического давления, регуляции объема крови, поддержании кислотно-основного состояния, в поддержании ионного состава крови, кроветворении, участие в обменных процессах.

Вопросы для самоконтроля:

1. Чему равно эффективное фильтрационное давление, если давление в капиллярах клубочка равно 45 мм рт. ст., гидростатическое давление в капсуле — 10 мм рт. ст., онкотическое давление крови — 27 мм рт. ст.?

2. Что такое порог выведения и какие вещества относят к пороговым?

3. В каких случаях в конечной моче здорового человека можно обнаружить глюкозу и почему?

4. Как изменяется диурез при выключении реабсорбции ионов Na^+ , K^+ и Cl^- в восходящей части петли Генле?

5. К каким изменениям в организме приводит гипо- и гиперсекреция альдостерона?

6. Каков механизм реабсорбции воды в дистальных канальцах нефрона и собирательных трубках?

7. Какие факторы увеличивают выделение ренина клетками юкстагломерулярного аппарата почки?

Показатели анализа мочи в норме

Физические свойства:

цвет — соломенно-желтый;
прозрачность — прозрачная;
плотность — 1,008–1,025;
суточное количество — 0,8–1,5 л/сут.

Химический состав:

реакция — pH 5,0–8,0;
белок — 10–100 мг/сут;
глюкоза — 0,72 ммоль/сут;
кетоновые тела — 20–50 мг/сут;
уробилин — не более 6 мг/сут;
желчные пигменты — отсутствуют;
хлориды — 141–310 ммоль/сут.

Микроскопия осадка:

– эритроциты — не встречаются, либо единичные в препарате;
– лейкоциты — не встречаются, либо единичные в препарате;
– эпителиальные клетки — клетки плоского и переходного эпителия — от единичных в препарате до единичных в поле зрения;
– цилиндры (белковые слепки канальцев) — единичные (1–2 в препарате) гиалиновые

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.
2. *Физиология человека* / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с. С. 431–461.
3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 490–522.
4. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 2. 368 с. С. 88, 141–181.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 30.1. ПРОВЕДЕНИЕ ОБЩЕГО АНАЛИЗА МОЧИ

Исследование мочи имеет большое практическое значение, так как полученные результаты позволяют оценить функцию почек и некоторые стороны обмена веществ в организме.

Общий анализ мочи позволяет оценить ее физические (цвет, прозрачность, запах, количество, удельный вес, реакция мочи), физико-химические свойства (определение неорганических веществ, уробилиногена, билирубина), наличие патологических составных частей мочи (белка, глюкозы, ацетоновых тел, форменных элементов крови), а также выявить содержание случайных элементов в моче (нитритов, ртути, висмута, мышьяка, брома и бромистых препаратов и т. д.).

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 мочу в стакан (9–10 мл) и перелить ее 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. 42.
2. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

Таблица 42

Тест		Единицы измерения	Результат
1. Лейкоциты	WBC		
2. Нитриты	NIT		
3. Уробилиноген	URO	E.U./dL	
4. Белок	PRO	mg/dL	
5. pH	PH		
6. Скрытая кровь	OB		
7. Удельный вес	SG		
8. Кетоновые тела	KET		
9. Билирубин	BIL		
10. Глюкоза	GLU	g/dL	

Вывод (сравните результаты с нормой): _____

Работа 30.2. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИЙ ПОЧКИ НА МОДЕЛИ

Работа проводится с использованием компьютерной программы «Kidney», раздел «Петля Генле», Механизмы концентрирования мочи (поворотнo-противоточная система).

Ответьте на следующие вопросы:

1. Какие процессы происходят в нисходящем колене петли Генле?
2. Какие процессы происходят в восходящем колене петли Генле?
3. Как и почему изменится объем и осмолярность конечной мочи:
а) при гипергликемии _____

б) при приеме большого количества солей _____

в) при водной депривации _____

г) при избыточной водной нагрузке _____

д) при приеме фуросемида — ингибитора реабсорбции Na^+ , K^+ и Cl^- в восходящем колене петли Генле _____

е) при гиперсекреции АДГ _____

ж) при гипосекреции АДГ _____

ТЕМЫ РАЗДЕЛА ЗАЧТЕНЫ _____
(подпись преподавателя)

Раздел «ИНТЕГРАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОЗГА»

Занятие 31. ВРОЖДЕННЫЕ И ПРИОБРЕТЕННЫЕ ФОРМЫ ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА К ИЗМЕНЕНИЮ УСЛОВИЙ СУЩЕСТВОВАНИЯ. ПАМЯТЬ. ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ВНД)

Основные вопросы:

1. Безусловные рефлексы и инстинкты: классификация, условия проявления, биологическая роль.
2. Условные рефлексы. Условия, структурно-функциональная основа и нейрофизиологические механизмы выработки и проявления условных рефлексов. Временная связь, механизмы ее замыкания.
3. Приспособительная роль условных рефлексов. Торможение условных рефлексов.
4. Понятие о динамическом стереотипе и его значении для обучения и приобретения трудовых навыков.
5. Память. Классификация видов памяти. Представления о нейрофизиологических механизмах кратковременной и долговременной памяти.
6. Роль различных отделов мозга в реализации врожденных и приобретенных форм поведения, процессах запоминания и научения.
7. Учение И. П. Павлова о ВНД и ее типах.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем заключаются общие черты и различия между безусловными и условными рефлексами? между безусловными и условными видами торможения?
2. Какой раздражитель — условный или безусловный — должен действовать первым при выработке классического условного рефлекса?
3. Какой вид торможения выработанного условного рефлекса наблюдается при прекращении его подкрепления?
4. Какие структуры мозга являются важнейшими для процессов памяти?
5. В чем заключается отличие механизмов, лежащих в основе процессов кратковременной и долговременной памяти?
6. Какие общие черты имеются у сангвиника и флегматика? Какие черты отличают их друг от друга (по Павлову)?
7. Какие общие черты имеются у сангвиника и холерика? Какие черты отличают их друг от друга (по Павлову)?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.*
2. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. С. 502–503, 507–520.
3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 585–598.
4. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 2. 368 с. С. 260–277.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 31.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА АССОЦИАТИВНОЙ ПАМЯТИ

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

Материалы: ручки, чистые листы бумаги.

Ход работы. Студентам предлагается ряд слов (словосочетаний), которые они должны запомнить, прослушав один раз (при медленном зачитывании). Для облегчения запоминания нужно фиксировать вызванные словами ассоциации, делая на бумаге пометки – символы или рисунки, но *не слова*. Количество словосочетаний — 18–20; интервал времени между ними должен быть достаточным для фиксации ассоциаций. Затем рисунки следует убрать и не возвращаться к ним в течение 30–60 мин. Через указанное время каждый студент должен самостоятельно с помощью своих пометок вспомнить и записать все словосочетания. Затем проверяют правильность воспроизведения и подсчитывают количество ошибок. Ошибкой считается любое отклонение от исходного словосочетания (замена слова, предлога, падежа и т. д.). За каждое правильно воспроизведенное словосочетание дается по 1 баллу. Оцените результат по шкале:

Оценка уровня развития ассоциативной (смысловой) памяти:

20 баллов — очень высоко развитая ассоциативная память;

16–19 баллов — высоко развитая ассоциативная память;

8–15 баллов — средне развитая ассоциативная память;

4–7 баллов — низко развитая ассоциативная память;

0–3 балла — слабо развитая ассоциативная память.

Результаты:

Количество ошибок —

Баллы —

Заключение:

Определение предположительного типа мышления

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

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

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

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

Заключение:

Работа 31.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА КРАТКОВРЕМЕННОЙ СЛУХОВОЙ ПАМЯТИ С ПОМОЩЬЮ БУКВЕННЫХ И ЦИФРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ У ЧЕЛОВЕКА

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 запомнить (на слух или глядя на табло) и воспроизвести с одного предъявления.

Материалы: таблицы с цифровыми или буквенными комплексами.

Ход работы. В работе используются две равноценные таблицы (43 и 44) с последовательными комплексами из букв или цифр. В каждой таблице имеется 8 таких рядов; число знаков в каждом ряду возрастает от 3 в первом ряду до 10 знаков в последнем. Работа выполняется в парах студентов. Один студент зачитывает другому строки из первой таблицы, начиная с самой короткой (например, 9, 7, 2 или А, Ы, О) со скоростью примерно 3 знака в 2 с. После каждого комплекса следует делать интервал в 5–7 с. Испытуемый должен сразу же повторить по памяти услышанный ряд в той же последовательности. Если ряд цифр (или букв) назван без ошибок, ему зачитывают следующую строку, в которой число элементов на 1 знак больше. После ошибки (пропуска или замены знака, или изменения последовательности их воспроизведения) зачитывают испытуемому новый комплекс с тем же числом элементов, теперь уже из второй таблицы. В случае успешного запоминания этого комплекса переходят к следующему комплексу с большим числом элементов. Если же ошибка допущена снова, то число знаков

в последнем комплексе, воспроизведенном правильно, является верхним пределом объема кратковременной памяти испытуемого.

С одного предъявления взрослый человек запоминает в среднем 7 ± 2 знака. Аналогичные результаты получены при последовательном предъявлении геометрических фигур, изображений предметов или слов, не имеющих смысловой связи; при этом цифры и слова запоминаются лучше, чем буквы.

Таблица 43

9 7 2
1 4 5 6
3 9 3 1 8
4 7 6 2 8 5
3 1 5 6 2 9 7
3 8 3 9 1 2 7 4
7 6 4 5 8 3 1 2 9
2 1 6 4 3 8 9 5 7 3
А Ы О
Е Ю У Ы
О У Ю Е А
Ы О Е А Ю У
У Е Ю А Ы О Е
Ю А Е У О Ы А Ю
А Ю Ы О У А Е Ы О
Е У А Ы Е У Ю О А Ы

Таблица 44

6 4 1
2 7 3 5
8 5 9 4 3
7 6 5 2 9 4
1 5 3 8 7 9 6
2 9 6 8 1 3 5 7
3 4 2 8 6 5 1 2 9
4 7 9 5 3 8 8 2 1 5
Ю 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

Объем кратковременной слуховой памяти:
цифры — _____ знаков, буквы — _____ знаков.

Вывод:

Занятие 32. ВЫСШИЕ ИНТЕГРАТИВНЫЕ ФУНКЦИИ МОЗГА КАК ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

Основные вопросы:

1. Состояния сна и бодрствования и их нейрофизиологические механизмы. Цикл сон-бодрствование. Фазы сна. Состояние функций ЦНС, соматических и вегетативных функций организма во время сна и бодрствования.

2. Локализация функций в коре больших полушарий и других структурах мозга. Функциональные особенности деятельности полушарий головного мозга: асимметрия и доминантность.

3. Первая и вторая сигнальные системы. Речь, ее виды. Роль сенсорного (Вернике) и моторного (Брока) центров в речевой функции. Понятие об афазиях.

4. Внимание и его нейрофизиологические механизмы. Роль внимания в процессах восприятия, запоминания и обучения.

5. Физиологические потребности организма, мотивации и доминанты. Виды мотиваций, понятие о механизмах их формирования и значении в жизнедеятельности.

6. Эмоции, виды. Понятие о нейрофизиологических механизмах формирования эмоций. Роль коры больших полушарий, лимбической системы. Состояние функций ЦНС, соматических, вегетативных, эндокринных функций организма при различных эмоциях.

7. Системный анализ целенаправленного поведения с позиции теории функциональных систем П. К. Анохина. Структура поведенческого акта.

8. Понятие о мышлении, состояниях сознания и подсознания. Основные медицинские критерии состояния сознания.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как отличаются показатели ЭЭГ в состоянии бодрствования и сна человека?

2. В какую из фаз сна отмечается минимальный тонус скелетных мышц?

3. Какая частота ЭЭГ характерна для фазы быстрого сна?

4. Где локализуется моторная область коры?

5. Где локализуется слуховая кора?

6. В чем выражается функциональная асимметрия полушарий?

7. При каком виде афазии у человека нарушены понимание и смысл речи при сохранении способности бегло говорить?

8. При каком виде афазии у человека нарушены произнесение слов и построение фраз при сохранении понимания речи?

9. Как называется совокупность возбуждений, возникающих при удовлетворении потребности?

10. Что является компонентами стадии афферентного синтеза по Анохину?

11. На какой стадии поведенческого акта формируется акцептор результата действия?

12. По каким признакам можно оценить наличие или отсутствие сознания у человека?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лекционный материал* кафедры нормальной физиологии и смежных дисциплин. Учебные материалы компьютерного класса к занятию, а также обучающие компьютерные программы.

2. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. С. 521–545.

3. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с. С. 26–31, 598–626.
4. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. Т. 2 / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. 368 с. С. 277–312.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 32.1. ОЦЕНКА ЛАТЕНТНОГО ПЕРИОДА ПРОСТОЙ И СЛОЖНОЙ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ (компьютерная программа)

Работа выполняется в программе «**Reaction test**». На темном экране появится светлый треугольник. Через 2–3 с он исчезнет. При его повторном появлении необходимо максимально быстро нажимать клавишу *Enter*. В верхней части экрана появится значение латентного периода вашей простой сенсомоторной реакции в миллисекундах.

Повторите тест с начала. При этом после сразу исчезновения треугольника начните в уме последовательно отнимать число 7 от 200 ($200 - 7 = 193$, $193 - 7 = 186$ и т. д.) с максимальной скоростью. Не прерывая счета, при появлении второго треугольника также максимально быстро нажмите клавишу *Enter*. Запишите полученное значение латентного периода сложной сенсомоторной реакции.

На основании латентных периодов сравните скорости простой и сложной сенсомоторных реакций.

Результаты:

Латентный период простой сенсомоторной реакции _____ мс.

Латентный период сложной сенсомоторной реакции _____ мс.

Вывод:

Работа 32.2. ПРОЯВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ПОЛУШАРИЙ

Для оценки соотношения функций правого и левого полушария у человека используются множество тестов различного уровня сложности. В работе предлагается один из наиболее простых тестов.

Материалы и оборудование: бумага, калькулятор.

Ход работы. Ответьте на следующие вопросы, пользуясь 11-балльной системой. Категоричному отрицанию соответствует 0 баллов, безоговорочному согласию — 10. Но если, например, первый же вопрос поставит вас в тупик, поскольку вы не относите себя к мрачным личностям, но в то же время не торопитесь пополнить ряды счастливых оптимистов, то в вашем распоряжении баллы от 1 до 9. Постарайтесь поставить себе справедливую оценку «за настроение».

1. У меня преобладает хорошее настроение.
2. Я помню то, чему учился (училась) несколько лет назад.
3. Прослушав раз-другой мелодию, я могу правильно воспроизвести 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.

Сумма баллов по пунктам 1, 2, 5, 8, 9 (Л) = _____

Значение Л характеризует левое полушарие.

Сумма баллов по пунктам 3, 4, 6, 7, 10 (П) = _____

Значение П характеризует правое полушарие.

Анализ результатов:

1. Л больше П. Если различие превышает 5 баллов, то у Вас предположительно преобладает логический тип мышления.

2. П больше Л. Вероятно, что у Вас преобладает художественный тип мышления.

3. П равно Л. Наиболее вероятно, что у вас в равной степени сочетаются логический и художественный типы мышления.

Вывод:

Работа 32.3. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНИМАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ КОРРЕКТУРНОЙ ПРОБЫ

Внимание — один из главных психологических процессов, от характеристик которого зависит состояние 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 ряд разнородных событий;

— *переключение* — свойство, которое характеризуется скоростью переключения внимания с одного объекта или события на другие, способность отвлекаться от первого и сосредоточиваться на втором;

— *объем внимания* — это количество объектов или событий, которые одновременно могут находиться в сфере внимания человека.

Корректурная проба, впервые предложенная В. Bourdon в 1895 г., позволяет оценить способность к концентрации и устойчивости внимания.

Исследование проводится при помощи специальных корректурных таблиц — бланков с рядами расположенных в случайном порядке колец Ландольта, букв, цифр, фигур и т. д. В работе предлагается буквенный вариант таблиц.

Материалы и оборудование: секундомер, карандаш, стандартные корректурные таблицы с рядами строчных букв, расположенных в случайном порядке без интервалов.

Ход работы. Работа выполняется индивидуально либо всей группой студентов. Стандартные корректурные таблицы содержат 1600 знаков. Время выполнения работы — 5 мин.

Инструкция для испытуемых. По сигналу вы должны начать внимательно просматривать каждый ряд таблицы 43 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».

После окончания корректуры:

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

2. Определите количество ошибок (пропущенные и неправильно зачеркнутые буквы), допущенных за каждую минуту, и за все 5 мин.

3. Рассчитайте показатели внимания за каждую минуту работы и за 5 мин в целом:

Объем внимания оценивается по количеству просмотренных за 5 мин знаков (в норме 850 и более букв).

Концентрация внимания оценивается по количеству допущенных за 5 мин ошибок (в норме 5 и менее).

Показатель переключения внимания высчитывается по формуле:

$$C = (O_S : K_S) \times 100 \%,$$

где O_S — количество ошибочно просмотренных строк; K_S — общее количество строк в просмотренной части таблицы.

Показатель продуктивности и устойчивости внимания рассчитывается по формуле:

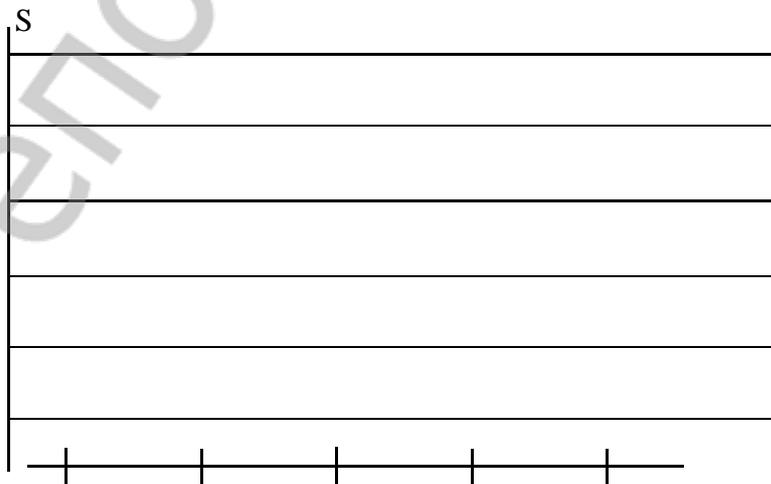
$$S = (0.5 N - 2.8 n) : t,$$

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, с.

Оценка результатов:

S	Баллы	Продуктивность и устойчивость внимания
Выше 1,25	10 баллов	Очень высокие
1.0–1.25	8–9 баллов	Высокие
0.5–1.0	4–7 баллов	Средние
0.2–0.5	2–3 балла	Низкие
0.0–0.2	0–1 балл	Очень низкие

По всем показателям продуктивности и устойчивости внимания (S), полученным в процессе выполнения задания, постройте график, отражающий динамику изменения продуктивности и устойчивости внимания во время выполнения пробы.



1 2 3 4 5 t (мин)

Заполните протокол и сделайте вывод об объеме, концентрации, переключаемости, продуктивности и устойчивости внимания.

ПРОТОКОЛ

1-я мин — N = _____; n= _____; S = _____;
2-я мин — N = _____; n= _____; S = _____;
3-я мин — N = _____; n= _____; S = _____;
4-я мин — N = _____; n= _____; S = _____;
5-я мин — N = _____; n= _____; S = _____;
За все 5 мин — N = _____; n= _____; S = _____;

Вывод: _____

Стандартная буквенная таблица для корректурной пробы

СХАВСХЕВИХНИСХНВХВКМНАИСЕМВХЕНАИСНПУКСОВ
 ВЕНХИВСНАВВСАВСАЕКМАХВКЕОРУМЛПНАВЫВАМПРИ
 НХСРОВНВОТКНЛМЧАМОЛТВНЛМИСМГУБВВНСМЛОТЛБ
 ХАКИТОНВММБЛЧСХНГХАИХКМИНГСБЧХФИСБЛМОГНХ
 АХВСТМОНЕУБСТГАХЫЧНАТНВЛСМНГАХВВЛГМВЕМНМ
 СОРНВУЛОНСМСЛНХЧССИОЛКОМГИСМВЛХТСИМНЕПСМ
 УХРАОПНИСМИОТУХНГВЛБЯШГВИМТСНУХЛОГНЦСИМУ
 ИКНГАЕПВОРСМИТУХЫЖБСИНУХТЯДЛАНТСИМХВУМОЛ
 БВАПМИСРОКНЕОЛЭТФОЕУБВОАЖМБНАОПМЮЭХЦШАМ
 СИТНЫДАОРЕГСМИТАНЦХЭОАЛСЬМАЫЖЧТСНМКЕАВЭХ
 ВАПУЕКАЧМСИТВДЛМТИНФЭЧБГГКПБЯЕХЮЩАНСМВАТ
 ЕКНМСИТВДЮБСЕГОВЧБЯЕХЮТГМИОУЕАВСБЮОХЦТМА
 МНГАЕЛИЬЮМПВЕХФЛУЕАСМОЛВГОИБЧСМКЕНГОВМАЕ
 ХВАМСИРНКЕГОМЛЭЮБСМИХВАНЕГЛХУЫМСОЛЭТЕТМГ
 НГМИТГОЛХИНАПМТИНГОЛЭСВАИНРХВАЛЭЮМИНЕРПМ
 АПРВМИСНКМГОАМИВТХИНВЕАПРОЛАИСЕНВХАЭВММА
 БВМИЕНКЛОВМАБХМКЕНГИТМАБЛОМНГЕОЭЛАВТММБМ
 УИМЕВАРПОТИМТИГОХЮБТИСМУЛОАНЕГИАУФВАСМИА
 ТНГОРАМИСПАРВЭМТСАШНКТОВМНГАРМИСТЭХВМИМТ
 ВАПНСИМОЛХЭВТОЕНГАМИСВДЛАРПНМГМИТСЮБВАХЭ
 ЛНХЧССИОЛКОДЛМТИНБТИСМУЛПРОИСМЕАЛОВБИТЮМ
 ОРЕГСМИТАМКМАХВКЕОРУМФЭЧБГГКОРМГСММИИРША
 УКЕНАПМСИРВШОРОАПМУЕКНГТСОЭВКЕНВУАЕПИСФМ
 БЯЕХЮСМВПАЕВКБЛВРАНГЕИМТБДЮАПОРАОШУОВЛФЕ
 МТОНАПСМИВПРАОЭХШКНЕВАСМИФАВКЕНСИАРЕОТИВ
 КХАПРСМИТОВПНАКМГОДЛАТСИВПАМКЕГНХЛОЫВАПК
 СМММИВПАЕАНКГАРОАИПТСМСВПАЕНУГКНРИМИМЕАТ
 ИТОСМШВАЕАУКГНВДЛАОПЭБТСИМПВАМБЛЧСМИВАЭХ
 ХВАПРСМИТСФШВХАПКЕНУИТСОЛЭВАТИСРЕВШЛАОЭМ
 ЕНГАРПСМИВАПРОИТИСМПВАЕУХЭДВАПРСШМИАПКНВ
 ГОВРПАШКНСИТВОГАЭШДАРСМИВАКМНЦГСИТЛВОАРО
 АБСРПВАМКЕНГМТИБЛВЭСИВАЕНВЛОАРШАМИАХУФАП
 ВОЛСМИАПНШУХЭВТСИАПАМНЕВРЛЕЧСАВКАИСМРАЕВ
 РОВНВШТЛМТИРОТИМРШНЭХВАПСРТИМКМПВГКНЕПРА
 БВАЕКУМИЦФЭЕАПРСИМХБВАЛОКЕНГМИБЭЛАЮВСМИЕ
 АУКШНМИСМАВОРИТБЭВОРАМНКГЛОМИСТЦЯХЭЛАОРС
 КНАЕВПСМИМРЛЭЯБСМИКШВПОЛЭХУНВЕКПРВСМИТОР
 ИМАКЕНВАЭОЛМТИСПЕАНВШГФХВПАРУЛОСИМТРОАХЕ
 ХКЕНИСМПВАМЧСИТВАРПОЛХГНКЕЭФЫВУКЕСИМАПХА
 ТОРВМСИПЕУКНВГЛОЭХФЦУЕМСИТМОАРПНЕКХНКШАГ

ТЕМЫ РАЗДЕЛА ЗАЧТЕНЫ _____

(подпись преподавателя)

ЛИТЕРАТУРА

1. Блум, Ф. Мозг, разум, поведение / Ф. Блум, А. Лейзерсон, Л. Хофстедтер. М. : Мир, 1988. 246 с.
2. *Болезни сердца и сосудов* : рук. для врачей. В 4 т. / под ред. Е. И. Чазова. М. : Медицина, 1992. Т. 1. 496 с.
3. *Вандер, А. Физиология почек* / А. Вандер. СПб. : Питер, 2000. 256 с.
4. *Гершелл, Р. Секреты физиологии* / Р. Гершелл. М.–СПб, 2001.
5. *Гриппи, М. А. Патофизиология легких* / М. А. Гриппи. М.–СПб. : БИНОМ, 1999. 344 с. С. 13–80.
6. *Детская спортивная медицина* : рук. для врачей / под ред. С. Б. Тихвинского, С. В. Хрущева. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 1991. 560 с.
7. *Дубровский, В. И. Спортивная медицина* / В. И. Дубровский. М. : ВЛАДОС, 1999. 479 с.
8. *Зильбер, А. П. Дыхательная недостаточность* : рук. для врачей / А. П. Зильбер. М. : Медицина, 1989. 512 с.
9. *Иванов, К. П. Основы энергетики организма* / К. П. Иванов. СПб., 2001. Т. 3. 278 с.
10. *Мурашко, В. В. Электрокардиография* / В. В. Мурашко, А. В. Струтынский. М. : Медицина, 1987. 256 с.
11. *Наточин, Ю. В. Основы физиологии почки* / Ю. В. Наточин. Л. : Медицина, 1982. 208 с.
12. *Нормальная физиология* : учебник / под ред. А. В. Завьялова, В. М. Смирнова. М. : МЕДпресс-информ, 2009. 816 с.
13. *Основы физиологии человека* : учебник для высших учебных заведений. В 2 т. / под ред. акад. РАМН Б. И. Ткаченко. СПб., 1994.
14. *Потребности в энергии и белке. Доклад объединенного консультативного совещания экспертов ФАО/ВОЗ/УООН. Женева, 1987.*
15. *Практикум по физиологии* / под ред. К. М. Кулланды. М., 1970. С. 216–222.
16. *Практикум по физиологии* / под ред. Н. А. Агаджаняна. М., 1983. С. 209–212.
17. *Руководство к практическим занятиям по физиологии* / под ред. Г. И. Косицкого, В. А. Полянцева. М., 1988. С. 228–233.
18. *Семенович, А. А. Определение и расчет резервов организма в осуществлении газообмена* : учеб.-метод. разработка / А. А. Семенович. Минск, 1990. 12 с.
19. *Семенович, А. А. Терминологический справочник по разделу «Физиология дыхания»* / А. А. Семенович, А. И. Кубарко. Минск, 1999. 7 с.
20. *Справочник по пульмонологии* / под ред. Н. В. Путова [и др.]. Л. : Медицина, 1987. 224 с.
21. *Уэст, Дж. Физиология дыхания. Основы* / Дж. Уэст. М., 1988. 110 с.
22. *Физиологические особенности организма детей различного возраста* / под ред. Ф. Н. Серкова [и др.]. Киев, 1989. 131 с.
23. *Физиология плода и детей* / под ред. В. Д. Глебовского. М., 1988. 50 с.
24. *Физиология человека* : пер. с англ. / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. В 3 т. Т. 2, 3. М. : Мир, 1996.
25. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Смирнова. М. : Медицина, 2001. 608 с.
26. *Физиология человека* : учебник / под ред. Н. А. Агаджаняна, В. И. Циркина. СПб. : СОТИС, 1998. 526 с.

27. *Физиология человека* : учебник. В 2 т. / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. М. : Медицина, 1998. Т. 2. 447 с.
28. *Физиология человека* : учебник для высших учебных заведений / под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. 560 с.
29. *Физиология человека* : учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2003. 656 с.
30. *Физиология человека* : учеб. пособие. В 2 ч. / под ред. А. И. Кубарко. Минск : Выш. шк., 2011.
31. *Функциональная нагрузочная электрокардиография* : рук. / под ред. В. В. Мирончика, А. В. Фролова. Минск, 1998. 122 с.
32. *Хендерсон, Д. М.* Патофизиология органов пищеварения / М. Д. Хендерсон. М.–СПб., 1999.
33. *Хьюбелл, Д.* Глаз, мозг, зрение / Д. Хьюбелл. М. : Мир, 1990. 230 с.
34. *Шейман, Дж. А.* Патофизиология почки / А. Дж. Шейман. СПб.: БИНОМ–Невский диалект, 1999. 206 с.
35. *Шурыгин, И. А.* Мониторинг дыхания. СПб. : Невский Диалект, 2000. 301 с.
36. *Bercov, R.* The Merck Manual of Diagnosis and Therapy / R. Bercov, A. J. Fletcher. Merck and Co., Inc., 1992. 1597 p.
37. *Berne, R. M.* Cardiovascular physiology / R. M. Berne, M. N. Levy. Mosby, 7nd ed., 1997. 324 p.
38. *Brodal, Per.* Центральная нервная система / Per Brodal. Оксфорд, 1998.
39. *Costanzo, L. S.* Physiology / S. L. Costanzo. 1995.
40. *Exercise Standards for Testing and Training* / G. F. Fletcher [et al.] // *Circulation*. 2001. P. 104, 1694–1740.
41. *Hurst, J. W.* The Heart / J. W. Hurst. Mc-Graw-Hill, Inc, 5th ed., 1982.
42. *James, W. P. T.* Здоровое питание / W. P. T. James. Копенгаген, 1990.
43. *Little, R. C.* Physiology of the heart and circulation. Year book medical publishers / R. C. Little, W. C. Little. Inc, 4th ed., 1989. 379 p.
44. *Malcolm, S. Thaler.* The only ECG book you`ll ever need / S. Malcolm Thaler. Lippincott-Raven, 2nd ed., 1997. 294 p.
45. *Robnson, L. R.* Regulation Peptides of the gastrointestinael Tract / R. L. Robnson. 5-е изд. США, 1997.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ».....	4
Занятие 1. Вступительное занятие. Техника безопасности в практикумах и лабораториях кафедры. Предмет и задачи нормальной физиологии. Физико-химические свойства крови.....	4
Занятие 2. Основы информационного обмена клетки с окружающей средой: химическая сигнализация. Гемопоз.....	9
Занятие 3. Физиологические функции эритроцитов и тромбоцитов. Эритроцитопоз, тромбоцитопоз. Гемостаз	12
Занятие 4. Физиологические функции лейкоцитов. Лейкопоз. Неспецифическая и специфическая резистентность организма. Физиологическая оценка результатов общего анализа крови	21
Занятие 5. Группы крови. Система АВО; резус (RH). Физиологическое обоснование подбора донорской крови.	26
Основные физиологические показатели жидких сред организма человека	35
Раздел «ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ».....	37
Занятие 6. Электрическая сигнализация. Законы реагирования возбудимых тканей. Биологические потенциалы. Изменение возбудимости при возбуждении	37
Занятие 7. Проведение возбуждения по нервным волокнам. Синаптическая передача.....	39
Занятие 8. Физиология мышц.....	41
Занятие 9. Роль и функции нервной системы и ее структурных элементов. Торможение в ЦНС. Общие принципы координационной деятельности ЦНС.....	43
Занятие 10. Роль и функции спинного мозга, продолговатого и среднего мозга, мозжечка, ретикулярной формации	48
Занятие 11. Роль и функции таламуса, гипоталамуса, базальных ядер, лимбической системы и коры полушарий мозга. Системные механизмы регуляции тонуса мышц и движений.....	53
Занятие 12. Физиология автономной нервной системы	55
Занятие 13. Физиология эндокринной системы 1	60
Занятие 14. Физиология эндокринной системы 2	64

Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ»	66
Занятие 15. Общие свойства анализаторов. Зрительная система	66
Занятие 16. Физиология слухового, вестибулярного, вкусового, обонятельного и тактильного анализаторов.....	74
Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ»	82
Занятие 17. Гемодинамика. Функциональные показатели кровообращения	82
Занятие 18. Физиологические свойства и особенности миокарда.....	87
Занятие 19. Сердечный цикл. Методы исследования сердечной деятельности.....	90
Занятие 20. Регуляция кровообращения-1	98
Занятие 21. Регуляция кровообращения-2	104
Занятие 22. Регионарный кровоток.....	108
Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ»	114
Занятие 23. Вентиляция легких и основные виды ее нарушений.....	114
Занятие 24. Газообмен в легких и тканях. Транспорт газов кровью	120
Занятие 25. Регуляция дыхания.....	125
Занятие 26. Тестирование резервов кардиореспираторной системы	129
Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ»	138
Занятие 27. Функциональная система питания. Пищеварение в полости рта и желудка	138
Занятие 28. Пищеварение в тонком и толстом кишечнике. Роль поджелудочной железы и печени в пищеварении	143
Раздел «ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ»	147
Занятие 29. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция	147
Раздел «ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ»	155
Занятие 30. Физиология выделения	155
Раздел «ИНТЕГРАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОЗГА»	159
Занятие 31. Врожденные и приобретенные формы приспособительных реакций организма к изменению условий существования. Память. Типы высшей нервной деятельности (ВНД)	159
Занятие 32. Высшие интегративные функции мозга как физиологическая основа психических функций человека	163
ЛИТЕРАТУРА	170

Учебное издание

Кубарко Алексей Иванович
Переверзев Владимир Алексеевич
Белорыбкина Людмила Ивановна и др.

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Практикум

4-е издание

Ответственный за выпуск А. И. Кубарко

В авторской редакции

Компьютерная верстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 31.05.12. Формат 60×84/16. Бумага писчая.

Печать ризографическая. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 10,23. Уч.-изд. л. 8,26. Тираж 886 экз. Заказ 440.

Издатель и полиграфическое исполнение:

учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».

ЛИ № 02330/0494330 от 16.03.2009.

ЛП № 02330/0150484 от 25.02.2009.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

Репозиторий БГМУ