**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВРАЧЕБНЫХ ФАКУЛЬТЕТОВ

Учебное пособие

Под редакцией академика РАН, профессора М.А. Медведева

3-е издание, исправленное и дополненное

**Томск
Издательство СибГМУ
2017**

УДК 612.0
ББК 28.073
П 69

Авторы:
М.А. Медведев, И.Р. Князева, В.Б. Студницкий, М.В. Егорова, М.В. Кусков, А.Н. Байков, И.П. Полякова, Н.М. Кротенко, Ю.А. Коноваленко, В.Ю. Бармин, Ю.А. Погудин, О.И. Антонов, А.В. Кольцов

П 69 **Практикум по физиологии**: учебное пособие / под ред. М. А. Медведева, 3-е изд., испр. и доп. // М. А. Медведев, И. Р. Князева, В. Б. Студницкий и др. – Томск : СибГМУ, 2017. – 350 с.

«Практикум по физиологии» подготовлен по дисциплине «Нормальная физиология» и «Нейрофизиология и клиническая физиология» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования для студентов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело» и «Педиатрия».

В настоящем практикуме изложены основные разделы физиологии: физиология возбудимых тканей, центральной нервной системы, системы крови, сердечно-сосудистой системы, дыхательной системы, пищеварительной системы и энергообмена, выделительной системы и высшей нервной деятельности.

Работы распределены по темам с учетом 4-часовых занятий в соответствии с тематическим планом практических занятий по дисциплинам «Нормальная физиология» и «Нейрофизиология и клиническая физиология» для студентов лечебного и педиатрического факультетов.

Предыдущее издание вышло в 2006 году.

УДК 612.0
ББК 28.073

Рецензенты:
И.В. Ковалев – д-р мед. наук, профессор кафедры биофизики и функциональной диагностики ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.
Ю.В. Бушов – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии человека и животных ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Утверждено и рекомендовано к печати Учебно-методической комиссией педиатрического факультета ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (протокол № 3 от 15.11.2016).

© М.А. Медведев, И.Р. Князева, В.Б. Студницкий и др., 2017
© Издательство СибГМУ, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 5

ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ 6

Занятие № 1. Современные представления о структурно-функциональной организации клеточной мембраны и ее функциях 6
Занятие № 2. Понятие о возбудимости. Процесс возбуждения. Механизмы возбудимости. Мембранный потенциал покоя возбудимых клеток..10
Занятие № 3. Мебранно-ионные механизмы возникновения потенциала действия....17
Занятие № 4. Физиология нервного волокна. Исследование механизмов электрического раздражения и проведения возбуждения по нервным волокнам и через синапс. Законы действия постоянного тока. Строение и классификация синапсов в центральной нервной системе. Физиология синаптической передачи....30
Занятие № 5. Физиологические свойства мышц. Утомление 40
Занятие № 6. Итоговое занятие по разделу «Физиология возбудимых тканей» ...49
Приложение. Возрастные особенности электрогенеза 51

ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ 55

Занятие № 1. Общая характеристика центральной нервной системы. Нейрон. Аксонный транспорт. Глия. Рефлекс. Рефлекторная дуга....55
Занятие № 2. Свойства нервных центров. Принципы координированной деятельности ЦНС. Торможение в ЦНС 61
Занятие № 3. Физиология спинного, продолговатого, среднего мозга, ретикулярной формации и мозжечка. Физиология промежуточного мозга. Подкорковые образования. Локализация функций в коре....65
Занятие № 4. Общая концепция организации движений и целевых функций двигательной системы 81
Занятие № 5. Рефлекторная регуляция вегетативных функций....90
Занятие № 6. Итоговое занятие по разделу «Физиология ЦНС»....97
Приложение. Возрастные особенности ЦНС....100

ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ 110

Занятие № 1. Физиология желез внутренней секреции 110
Приложение. Возрастные особенности эндокринной системы 115

ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ....117

Занятие № 1. Кровь как часть внутренней среды организма. Функции крови. Состав и свойства плазмы. Физиологические константы крови 117
Занятие № 2. Форменные элементы крови. Свертывание крови. Функциональные системы 125
Занятие № 3. Серологические свойства крови 136
Занятие № 4. Итоговое занятие по разделу «Физиология системы крови»....142
Приложение. Возрастные особенности параметров крови 143

ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ....147

Занятие № 1. Физиологические свойства и особенности сердечной мышцы ..147
Занятие № 2. Клинические методы изучения кардиореспираторной системы (ЭКГ) ..155
Занятие № 3. Регуляция деятельности сердца ..173
Занятие № 4. Сосуды. Регуляция тонуса сосудов. Параметры гемодинамики и методы их определения ..179
Занятие № 5. Итоговое занятие по разделу «Физиология сердечно-сосудистой системы» ..189
Приложение. Возрастные особенности сердечно-сосудистой системы ..190

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ..196

Занятие № 1. Внешнее дыхание и методы его исследования ..196
Занятие № 2. Регуляция дыхания. Дыхание при различных состояниях организма ..210
Занятие № 3. Итоговое занятие по разделу «Физиология дыхательной системы» ..219
Приложение. Возрастные особенности дыхания ..220

ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ ..226

Занятие № 1. Пищеварение в полости рта и желудка ..226
Занятие № 2. Пищеварение в кишечнике, всасывание ..234
Занятие № 3. Обмен веществ и энергии ..239
Занятие № 4. Итоговое занятие по разделу «Физиология пищеварения, обмена веществ и энергии, терморегуляция» ..258
Приложение. Возрастные особенности пищеварения ..260

ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ..265

Занятие № 1. Процессы мочеобразования и мочевыделения ..265
Приложение. Возрастные особенности мочеобразования ..268

ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ..270

Занятие № 1. Безусловные и условные рефлексы. Общие закономерности деятельности высшей нервной деятельности. Физиологические основы поведения. Торможение условных рефлексов ..270
Занятие № 2. Типы высшей нервной деятельности. Функциональная асимметрия коры больших полушарий. 1-я и 2-я сигнальные системы. Основные психические процессы. Функциональные системы. Экспериментальные неврозы ..276
Приложение. Возрастные особенности высшей нервной деятельности ..288

ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ ..296

Занятие № 1. Зрительная, слуховая, вестибулярная, обонятельная и вкусовая сенсорные системы ..296
Занятие № 2. Физиология ноцицептивной и антиноцицептивной систем ..305
Приложение. Возрастные особенности деятельности анализаторов ..312

Итоговое занятие «Сдача облигатных мануальных и вербальных практических навыков» ..320

Эталоны ответов на тестовые задания и ситуационные задачи ..321

Рекомендуемая литература ..348

ПРЕДИСЛОВИЕ

Физиология – наука экспериментальная и изучение этой дисциплины предполагает как усвоение теоретических знаний, так и овладение навыками экспериментальной работы. Настоящее учебное пособие создано для обеспечения подготовки студентов врачебных факультетов медицинских вузов к самостоятельному проведению опытов и систематизации усвоения материала по дисциплине «Нормальная физиология».

Представленное издание практикума является третьим, исправленным и дополненным. Два предыдущих издания 2001 и 2006 гг. оказались востребованными не только в Сибирском государственном медицинском университете, но и в ряде других медицинских вузов России. Настоящий практикум соответствует новым образовательным стандартами и рабочим программам по дисциплине «Нормальная физиология» для подготовки по специальностям «Лечебное дело» и «Педиатрия».

В практикум введены новые работы, проводимые на человеке и работы, предусматривающие использование компьютерной техники для обучения и контроля знаний студентов, моделирования известных физиологических феноменов, демонстрации современных клинических методов исследования физиологических функций, отработки навыков оценки состояния различных систем организма. Следует отметить, что использование специальных компьютерных программ и проведение исследований на человеке являются достойной альтернативой экспериментов на животных и обеспечивают гуманизацию учебного процесса.

Практикум включает информацию по всем разделам изучаемой дисциплины. Каждый раздел содержит информационную часть, вопросы для самоподготовки, практическую часть занятия с подробным описанием лабораторных работ, вопросы для самоконтроля, тесты и задачи, необходимые для самостоятельной подготовки. Все разделы практикума описаны по единой схеме, что обеспечивает четкость и краткость изложения и существенно упрощает самостоятельное выполнение практических работ, проведение анализа результатов исследований и формулирование заключения с теоретическим обоснованием механизмов регуляции функций органов и систем

Данное пособие будет полезно преподавателям в организации и проведении занятий, а студентам – в усвоении знаний и выработке умений.

Авторы будут благодарны за предложения, которые поступят от заинтересованных лиц.

Заведующий кафедрой нормальной физиологии СибГМУ,
академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, профессор,
доктор медицинских наук ***М.А. Медведев***

ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

В этот раздел практикума входят работы, которые должны быть освоены в ходе изучения, выполняемые на возбудимых клетках – нервных и мышечных. Основными функциями этих структур являются: восприятие нервного возбуждения через синаптические структуры, собственное возбуждение, распространение возбуждения по клетке, передача возбуждения на соседние клетки, сокращение. Эти процессы являются основополагающими в выполнении важнейших физиологических явлений в организме: управляющей и координирующей деятельности центральной и вегетативной нервной системы, работы двигательного аппарата скелетных мышц, сердца, системы кровообращения и желудочно-кишечного тракта, а также других органов.

При этом многообразие свойств возбудимых клеток объединено общностью ряда основных свойств, благодаря чему закономерности, выявленные на каком-либо конкретном объекте, могут быть распространены на другие возбудимые клетки. Изолированные от организма нервные и мышечные волокна могут длительное время сохранять свои свойства при условии содержания их в солевом растворе, по составу и онкотическому давлению близком к межклеточной жидкости соответствующего животного. Основные явления в физиологии возбудимых клеток – **возникновение и распространение возбуждения** – неразрывно связаны с электрическими процессами на плазматической мембране клеток. Поэтому можно исследовать общие закономерности возбуждения, его распространения, синаптической передачи и сокращения на изолированных объектах и в равнодопустимой степени переносить их на органы и системы целого организма.

ЗАНЯТИЕ № 1
Современные представления о структурно-функциональной организации клеточной мембраны и ее функциях

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить роль и строение плазматической мембраны клеток.
2. Изучить физиологическую роль и виды транспорта веществ через плазматическую мембрану.

Вопросы для самоподготовки

1. Роль, значение и функции плазматической мембраны клеток.
2. Молекулярный состав клеточных мембран.
3. Классификация, строение и роль липидов, входящих в состав

бимолекулярного слоя.
4. Процесс самосборки бимолекулярного слоя плазматических мембран.
5. Образование и роль лизоформ фосфолипидов в формировании бислоя.
6. Классификация и функция белков плазматической мембраны.
7. Классификация и функция углеводов плазматической мембраны.
8. Модели организации плазматических мембран.
9. Обмен веществ в плазматической мембране. Нарушение обмена веществ в клеточной мембране.
10. Классификация и виды транспорта веществ через плазматическую мембрану.
11. Активный и пассивный транспорт веществ через мембраны.
12. Роль транспорта веществ через плазматическую мембрану в функции клеток.
13. Роль и характеристика прямого транспорта веществ. Механизм транспорта H_2O.
14. Роль и характеристика облегченной диффузии.
15. Роль и характеристика активного и вторично-активного транспорта.
16. Роль и значение эндо- и экзоцитоза.
17. Моделирование ионной проницаемости биомембран.
18. Нарушение транспорта веществ через плазматическую мембрану.

ДЕМОНСТРАЦИИ
Учебные видеофильмы: «Натрий-калиевый насос», «Транспорт веществ».
Работа с электронным учебником: «Клеточная мембрана». **«**Мембранный транспорт».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Виртуальный физиологический эксперимент. Транспорт веществ через мембрану

Необходимо: персональный компьютер, программа PhysioEx 6.0 for Human Physiology, методические указания по теме: «Транспорт веществ через плазматическую мембрану».

Учебно-исследовательская цель работы:
1. Понять функцию селективной проницаемости плазматической мембраны.
2. Уметь описывать различные механизмы, посредством которых молекулы вещества могут пассивно пересекать плазматическую

мембрану.

3. Уметь описывать различные механизмы, посредством которых молекулы вещества могут активно транспортироваться через плазматическую мембрану.
4. Понять и уметь объяснить различия между работой мембранных транспортеров с расходом энергии клеток и без нее.
5. Дать определение пассивному и активному транспорту, простой и облегченной диффузии, осмосу и транспорту веществ между гипотоническими, изотоническими и гипертоническими растворами.

Ход работы

1. Изучение механизмов простой диффузии.
2. Моделирование диализа.
3. Облегченная диффузия.
4. Осмос.
5. Фильтрация.
6. Активный транспорт.

Вопросы для самоконтроля

1. Роль и значение плазматической мембраны клеток для выполнения ее функций.
2. Классификация, строение и роль липидов, белков, углеводов, входящих в состав клеточных мембран.
3. Процесс самосборки бислоя мембран.
4. Различные модели строения плазматических мембран.
5. Роль и значение обмена веществ в плазматической мембране. Регуляция обмена веществ в мембране.
6. Классификация, виды и роль транспорта веществ через плазматическую мембрану.
7. Роль пассивного и активного транспорта веществ в поддержании внутриклеточного постоянства.
8. Строение и функция основных ионтранспортирующих систем мембраны клеток (обменников, насосов, каналов).
9. Значение и виды эндо- и экзоцитоза.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ЖИДКОСТНО-МОЗАИЧНУЮ МОДЕЛЬ СТРОЕНИЯ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ ПРЕДЛОЖИЛ(И)
   1) И.П. Павлов
   2) Дж. Робертсон
   3) Дж. Даниэлли и Г. Доусон
   4) С. Сингер и Г. Николсон
   5) Э. Гортер и Ф. Грендель

2. НАТРИЙ-КАЛИЕВЫЙ НАСОС ПЕРЕМЕЩАЕТ ИОНЫ NA^+ И K^+ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ КЛЕТКИ
    1) по их концентрационным градиентам
    2) без учета их концентрационных градиентов
    3) против их концентрационных градиентов
    4) по осмотическому градиенту
3. МЕХАНИЗМ ДВИЖЕНИЯ ИОНОВ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ ПО ГРАДИЕНТУ КОНЦЕНТРАЦИИ, НЕ ТРЕБУЮЩИЙ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ, НАЗЫВАЕТСЯ
    1) пассивным транспортом
    2) пиноцитозом
    3) эндоцитозом
    4) активным транспортом
4. МЕХАНИЗМ ДВИЖЕНИЯ ИОНОВ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ ПРОТИВ КОНЦЕНТРАЦИОННОГО ГРАДИЕНТА, ТРЕБУЮЩИЙ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ, ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ
    1) пассивным транспортом
    2) пиноцитозом
    3) эндоцитозом
    4) активным транспортом
5. АКТИВНЫЙ МЕХАНИЗМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ ВЫВЕДЕНИЕ ИЗ КЛЕТКИ ИОНОВ НАТРИЯ И ВВЕДЕНИЕ В НЕЕ ИОНОВ КАЛИЯ, НАЗЫВАЕТСЯ
    1) натриевым селективным насосом
    2) мембранным потенциалом действия
    3) критическим уровнем деполяризации
    4) натрий-калиевым насосом

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. У человека повысилась температура тела до 39 °С.
Определить, изменится ли скорость перемещения липидов в бислое плазматических мембран клеток тканей организма?

Задача № 2. Больному в лечебных целях внутривенно назначен комплекс липофильных препаратов.
Указать, будут ли данные вещества поступать внутрь клеток организма?

Задача № 3. В эксперименте созданы условия гипотермии (снижение температуры тела ниже 30 °С).
Определить, будут ли способны к перемещению интегральные белки в бислое плазматических мембран в условиях гипотермии?

Задача № 4. Известно, что диффузия веществ через мембрану

может идти с помощью разных механизмов.

Указать, в чём основное отличие транспорта веществ через плазматическую мембрану клеток посредством облегчённой диффузии от простой диффузии?

Задача № 5. Известно, что опосредованный перенос веществ через мембрану может происходить с участием различных структурных компонентов мембраны.

Указать основные отличительные признаки активного транспорта веществ через плазматическую мембрану клеток от облегчённой диффузии.

ЗАНЯТИЕ № 2
Понятие о возбудимости. Процесс возбуждения. Механизмы возбудимости. Мембранный потенциал покоя возбудимых клеток

Учебно-исследовательская цель занятия: на основе общебиологических представлений изучить физиологические механизмы возбудимости, возбуждения, возникновения мембранного потенциала покоя.

Вопросы для самоподготовки

1. Электрические явления в возбудимых тканях.
2. История изучения электрических процессов в возбудимых тканях (Л. Гальвани, А. Вольта, К. Маттеуччи, Э. Дюбуа-Реймон, Ю. Бернштейн, В.Г. Нернст).
3. Общие свойства возбудимых тканей.
4. Современное представление о процессе возбуждения. Местное и распространяющееся возбуждение.
5. Неравномерное распределение ионов натрия, калия, хлора, кальция внутри и снаружи клетки.
6. Потенциал покоя нервных и мышечных клеток.
7. Мембранно-ионные механизмы происхождения, методы регистрации, физические характеристики и физиологическая роль потенциала покоя.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Приготовление нервно-мышечного препарата лягушки», «Опыты Гальвани», «Опыт Маттеуччи», «Физиологические свойства мышечной и нервной ткани», «Потенциал действия», «Наблюдение за процессами возбуждения».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Приготовление нервно-мышечного препарата лягушки (просмотр видеофильма)

Необходимо: телевизор, DVD-плеер, видеофильм «Приготовление нервно-мышечного препарата».

Учебно-исследовательская цель работы: ознакомиться с методикой приготовления нервно-мышечного препарата лягушки.

Ход работы

1. Обездвиживают лягушку декапитацией и разрушением спинного мозга. Для этого вводят браншу ножниц в полость рта, одним движением производят декапитацию. В обнажившийся разрез центральной нервной системы вводят разрушитель и разрушают спинной мозг. Качество разрушения центральной нервной системы контролируют по отсутствию тонуса конечностей.
2. Берут лягушку за задние лапки спинкой вверх. Перерезают позвоночник примерно посередине туловища (рис. 1). Отвисшую вниз верхнюю часть туловища и внутренности убирают, сделав разрезы справа и слева сверху вниз вдоль позвоночника до лонного сочленения, и, захватив одной рукой позвоночник, а другой – край кожи, снимают кожу с обеих лапок.

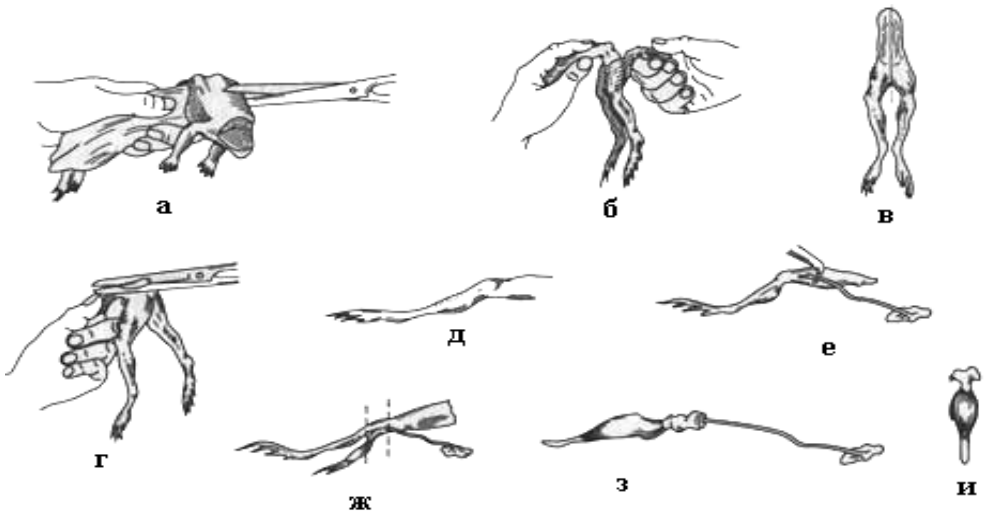

Рис. 1. *Этапы приготовления нервно-мышечного препарата (икроножная мышца с седалищным нервом) и изолированной мышцы: а – перерезка позвоночника; б – снятие кожи с лапок; в – препарат задних лапок; г – отрезание уростиля; д – расположение бедра; е – препарирование седалищного нерва; ж – места перерезки лапки (показаны пунктиром); з – нервно-мышечный препарат икроножной мышцы («реоскопическая лапка»); и – препарат изолированной мышцы*

3. Берут препарат за остаток позвоночника так, чтобы задние лапки свисали вниз, и вырезают копчиковую кость – уростиль. При этом

бранши ножниц проводят вдоль копчиковой кости так, чтобы не задеть нервные стволики. Разрезают продольным разрезом позвоночник и лонное сочленение. Из получившихся двух препаратов задних лапок лягушки один помещают в раствор Рингера, другой используют для дальнейшей препаровки.

4. Располагают бедро задней поверхностью вверх. Препаровальными крючками раздвигают мышцы и обнажают седалищный нерв. Взявшись за остаток позвоночника, выделяют нервный пучок, в составе которого идет седалищный нерв, а затем и сам седалищный нерв.

5. Вылущивают головку бедра из тазобедренного сустава и убирают мышцы бедра. В результате этих операций получается препарат «реоскопической лапки».

6. Для приготовления нервно-мышечного препарата пересекают ахиллово сухожилие и, взяв за него, отделяют икроножную мышцу до коленного сустава. Оставшиеся кости и мышцы голени убирают. В результате получается нервно-мышечный препарат, состоящий из седалищного нерва, икроножной мышцы и бедренной косточки.

РАБОТА № 2
Опыты Гальвани (просмотр видеофильма)

Необходимо: телевизор, DVD-плеер, видеофильм «Приготовление нервно-мышечного препарата».

Учебно-исследовательская цель работы: познакомиться с методикой проведения первого и второго опытов Л. Гальвани и объяснить происхождение «токов повреждения».

Ход работы

1. Готовят «реоскопическую лапку».
2. Воспроизводят первый опыт Гальвани. Для этого прикасаются вилочкой Гальвани, состоящей из медной и цинковой пластинок, к нерву. Наблюдают ответную реакцию.
3. Воспроизводят второй опыт Гальвани (рис. 2). Для этого делают разрез на икроножной мышце и осторожно набрасывают нерв на мышцу так, чтобы он попал одновременно на поврежденный и неповрежденный участки мышцы. Наблюдают ответную реакцию.
4. В отчетах зарисовывают схему первого и второго опытов Л. Гальвани и делают выводы.

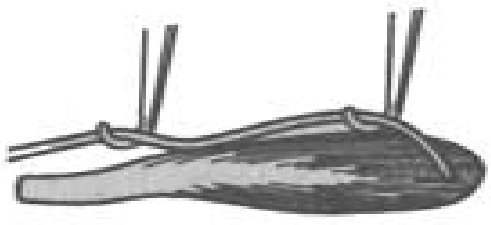

Рис. 2. *Второй опыт Гальвани (в участке соприкосновения нерва и мышцы сделан разрез, нерв «соединяет» разрезанный и неповрежденный участки)*

РАБОТА № 3
Опыт вторичного тетануса (опыт К. Маттеуччи) (просмотр видеофильма)

Необходимо: телевизор, DVD-плеер, видеофильм «Приготовление нервно-мышечного препарата».

Учебно-исследовательская цель работы: ознакомиться с методикой проведения опыта К. Маттеуччи (рис. 3) и объяснить происхождение «токов действия» в мышце.

Ход работы

1. Готовят две «реоскопические лапки».
2. Накладывают нерв второй лапки на икроножную мышцу первой.

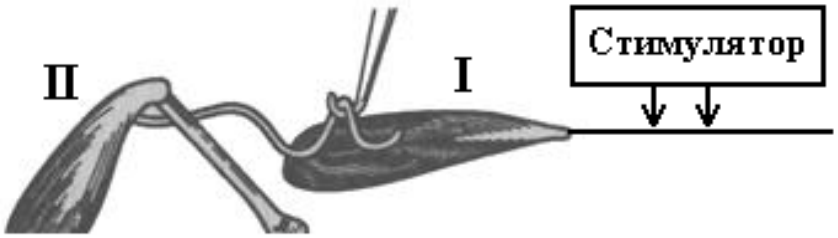

Рис. 3. *Опыт Маттеуччи*

3. Собирают схему для раздражения индукционным током.
4. Раздражают нерв первого препарата индукционным током сверхпороговой величины. Наблюдают ответную реакцию первой и второй лапок.
5. В отчетах зарисовывают схему опыта и делают заключение.

РАБОТА № 4
Виртуальный физиологический эксперимент. Определение возбудимости и величины мембранного потенциала покоя

Необходимо: персональный компьютер, обучающая программа LuPraFi-Sim (раздел «Физиология мышечной системы»).

Учебно-исследовательская цель работы: изучить методы регистрации потенциалов покоя.

Ход работы

С помощью персонального компьютера и обучающей программы LuPraFi-Sim выполнить работу «Мембранный потенциал покоя».

РАБОТА № 5
Компьютерное моделирование расчета величины потенциала покоя аксона кальмара с помощью математической модели

Необходимо: персональный компьютер с установленной программой «xx-new».

Учебно-исследовательская цель работы: изучить на компью-

терной модели условия, необходимые для формирования потенциала покоя.

Примечание:

1. Загрузите программу «**xx-new**» двойным щелчком мышки, затем пользуйтесь только клавишами «**Esc**», «**Enter**» и стрелками «↑», «↓».

2. Во избежание ошибки, не забывайте после каждого выполненного задания возвращать параметры к исходному состоянию.

3. Прежде чем написать цифру, клавишей «**Backspace**» сотрите предыдущую цифру; эту клавишу нажимайте столько раз, сколько знаков нужно поставить. Например, перед написанием 0.75 нажмите 4 раза. При написании дробных чисел используйте точку, запятую программа не воспринимает.

4. Проверяйте задаваемые параметры («Условия», «Параметры потенциала», «Параметры экрана»), пороговые, сверхпороговые или подпороговые значения стимула задаете Вы в каждом новом задании.

Задание № 1. Моделирование расчета величины потенциала покоя

Учебно-исследовательская цель задания: смоделировать условия возникновения потенциала покоя при стандартных условиях ионного состава вне- и внутриклеточной среды и температуры.

Ход работы

1. В окне «Условия» посмотрите и зарегистрируйте у себя в отчетах исходные стандартные параметры (температура и распределение ионов калия и натрия).
2. Клавишей «Esc**»** перейдите к окну расчета «V_K», «V_{Na}» и начального значения потенциала. Полученные результаты зарегистрируйте у себя в отчетах.
3. Клавишей «Esc**»** перейдите к графическому отображению заданного мембранного потенциала (ПП) при исходных условиях и зарисуйте полученный график в своих отчетах.
4. Двойным нажатием клавиши «Enter» вернитесь к исходным условиям.

Задание № 2. Влияние температуры на величину потенциала покоя при стандартных условиях

Учебно-исследовательская цель задания: изучить влияние изменения температуры на величину потенциала покоя при стандартном ионном составе среды.

Ход работы

1. В окне «Условия» изменяя температуру от 15 до 40 °С с интервалом 5 °С, определите величину потенциала покоя.
2. Зарегистрируйте полученные результаты величины начального

потенциала в таблице 1 и постройте график зависимости ПП от температуры.

Таблица 1

Температура (^{o}C)	15	20	25	30	35	40
Начальное значение потенциала (мВ)						

3. Сделайте выводы.

Задание № 3. Влияние содержания внеклеточного калия («$K^{+}_{вне}$») на величину потенциала покоя

Учебно-исследовательская цель задания: изучить влияние содержания внеклеточного калия на величину потенциала покоя.

Ход работы

1. В окне «Условия» изменяя содержание калия снаружи: 5, 10, 20, 40, 60, 80 и 100 мМоль, определите величину потенциала покоя.

2. Зарегистрируйте полученные результаты величины потенциала покоя в таблице 2 и постройте график зависимости ПП от содержания внеклеточного калия.

Таблица 2

Внеклеточный калий (мМоль)	5	10	20	40	60	80	100
Начальное значение потенциала (мВ)							

3. Сделайте выводы.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие ткани относятся к возбудимым и почему?
2. Перечислите общие свойства возбудимых тканей и дайте им определение.
3. Дайте определение потенциала покоя.
4. Какова физиологическая роль потенциала покоя?
5. Каковы мембранно-ионные механизмы происхождения и физические характеристики потенциала покоя?
6. Какое соотношение содержания ионов натрия, калия и хлора вне и внутри клетки в состоянии покоя?
7. Объясните, как рассчитывается величина мембранного потенциала с помощью уравнения Нернста и Гольдмана.
8. Перечислите основные методы регистрации потенциала покоя.
9. Дайте определение возбудимости.
10. Перечислите и дайте определение мер возбудимости (хронаксия, реобаза, полезное время), используя кривую «силы-времени».
11. Нарисуйте кривую «силы-времени» Гоорвега-Вейса-Лапика.
12. Каково представление об эквивалентной электрической схеме

плазматической мембраны и роли емкости, сопротивления и источников тока в происхождении потенциала покоя?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. В СОСТОЯНИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОКОЯ ВНУТРЕННЯЯ ПОВЕРХНОСТЬ МЕМБРАНЫ ВОЗБУДИМОЙ КЛЕТКИ ПО ОТНОШЕНИЮ К НАРУЖНОЙ
    1) заряжена положительно
    2) не имеет заряда
    3) заряжена отрицательно
    4) заряжена так же, как наружная поверхность мембраны
2. В ЦИТОПЛАЗМЕ КЛЕТОК ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ ПО СРАВНЕНИЮ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ ВЫШЕ КОНЦЕНТРАЦИЯ ИОНОВ
    1) калия
    2) натрия
    3) кальция
    4) хлора
3. В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ МЕМБРАНА КЛЕТКИ ПРОНИЦАЕМА В ОСНОВНОМ ДЛЯ ИОНОВ
    1) калия
    2) натрия
    3) кальция
4. МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОЗБУДИМЫХ КЛЕТОК СОСТАВЛЯЕТ
    1) от -30 до -60 мВ
    2) от -50 до -90 мВ
    3) от 70 до 90 мВ
    4) от 90 до 120 мВ
5. ФУНКЦИЯ ИОННЫХ НАСОСОВ В МЕМБРАНЕ ВОЗБУДИМЫХ КЛЕТОК ЗАКЛЮЧАЕТСЯ
    1) в пассивном движении ионов
    2) в активном перемещении ионов
    3) в создании возможности облегченной диффузии
    4) в изменении проницаемости мембраны под действием биологически активных веществ

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. В эксперименте искусственно снижена на 30% концентрация ионов калия внутри нервного волокна.

Указать, изменится ли при этом величина потенциала покоя?

Задача № 2. В экперименте на аксоне кальмара с помошью блокаторов были закрыты натриевые каналы.

Указать, как изменится мембранный потенциал нервного волокна?

Задача № 3. Больному назначены препараты наперстянки, в состав которой входит алкалоид, блокирующий работу Na-K-АТФазы.

Определить, как изменится величина мембранного потенциала покоя возбудимых клеток?

Задача № 4. Под влиянием гуморальных факторов проницаемость мембраны клетки для ионов натрия увеличилась.

Объяснить, как это скажется на потенциал покоя клетки и почему?

Задача № 5. В тканевой жидкости, окружающей клетки, повысилась концентрация ионов калия.

Объяснить, как это скажется на значении потенциала покоя этой клетки и почему?

ЗАНЯТИЕ № 3
Мебранно-ионные механизмы возникновения потенциала действия

Учебно-исследовательская цель занятия: на основе общебиологических представлений изучить физиологические механизмы возникновения потенциала действия и основных законов раздражений.

Вопросы для самоподготовки

1. История изучения природы биопотенциалов (Ю. Бернштейн, В.Г. Нернст, Д. Гольдман, А.Л. Ходжкин, А.Ф. Хаксли, Дж.К. Эклс, Э. Неер и Б. Сакман).
2. Понятие о деполяризации и гиперполяризации клеточной мембраны.
3. Мембранно-ионные механизмы происхождения ПД, роль и работа ионных каналов при возбуждении, следовые потенциалы.
4. Методы регистрации ПД и его физические характеристики.
5. Динамика ионных токов при возбуждении, методы их регистрации.
6. Основные физиологические характеристики ПД, изменение возбудимости при возбуждении. Закон «всё или ничего».

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебный видеофильм: «Потенциал действия».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Виртуальный физиологический эксперимент. Определение величины мембранного потенциала действия

Необходимо: персональный компьютер, обучающая программа LuPraFi-Sim (разделы «Физиология нервной системы», «Физиология мышечной системы»).

Учебно-исследовательская цель работы: изучить методы регистрации потенциалов действия.

Ход работы

1. Мембранный потенциал действия.
2. Демонстрация воздействия анестезирующих веществ и низкой температуры на потенциал действия.

РАБОТА № 2
Компьютерное моделирование потенциала действия аксона кальмара с помощью математической модели

Необходимо: персональный компьютер с установленной программой «xx-new».

Учебно-исследовательская цель работы: научиться моделировать потенциала действия с помощью математической модели

Примечание:

1. Загрузите программу «**xx-new**» двойным щелчком мышки, затем пользуйтесь только клавишами «**Esc**», «**Enter**» и стрелками «↑», «↓».
2. Во избежание ошибки, не забывайте после каждого выполненного задания возвращать параметры к исходному состоянию.
3. Прежде чем написать цифру, клавишей «**Backspace**» сотрите предыдущую цифру; эту клавишу нажимайте столько раз, сколько знаков нужно поставить. Например, перед написанием 0.75 нажмите 4 раза. При написании дробных чисел используйте точку, запятую программа не воспринимает.
4. Проверяйте задаваемые параметры («Условия», «Параметры потенциала», «Параметры экрана»), пороговые, сверхпороговые или подпороговые значения стимула задаете Вы в каждом новом задании.

Задание № 1. Моделирование генерации потенциала действия аксона кальмара при нанесении раздражения электрическим током

Учебно-исследовательская цель задания: убедиться в том, что представлена модель возбудимой клетки.

Ход работы

1. В окне «Параметры потенциала» задать:
   - Амплитуда стимула 1–1 (мкА).
   - Продолжительность стимула 1–5 (мсек).
2. В окне «Параметры экрана» задать:
   - MAX значение времени – 25 мсек.
3. Двойным нажатием «Esc» перейти к графическому отображению полученного потенциала действия (ПД).
4. Зарисовать в своих отчетах ПД и обозначить его фазы.
5. Сделать вывод.

Задание № 2. Моделирование влияния содержания внеклеточного натрия («$Na^+_{вне}$») на параметры потенциала действия

Учебно-исследовательская цель задания: изучить влияние содержания внеклеточного натрия на величину потенциала покоя и потенциала действия.

Ход работы

1. В окне «Условия» меняя содержание внеклеточного натрия от 140 до 40 с интервалом 20 мМоль, проследите за изменениями величины ПД и времени его возникновения по пику овершута. Полученные результаты («V_K», «V_{Na}», начальное значение потенциала и время возникновения) занесите в таблицу 3.

Таблица 3

Внеклеточный натрий (мМоль)	140	120	100	80	60	40
V_{Na}						
V_K						
Начальное значение потенциала (мВ)						
Время возникновения (мсек)						
Величина амплитуды стимула (мВ)						

2. В окне «Условия» изменяя содержание внеклеточного натрия (40, 30, 20, 10, 5, 2.5 и 2 мМоль), меняя величину амплитуды стимула 1 до 5 мкА (при исчезновении генерации ПД), проследите за изменениями величины ПД и времени его возникновения по пику овершута. Полученные результаты («V_K», «V_{Na}», начальное значение потенциала и время возникновения) занесите в таблицу 4.

Таблица 4

Внеклеточный натрий (мМоль)	40	30	20	10	5	2,5	2
V_{Na}							
V_K							
Начальное значение потенциала (мВ)							
Время возникновения							

3. Сделайте выводы.

Задание № 3. Моделирование влияния изменения соотношения внутриклеточного калия («$K^+_{внут}$») и внеклеточного натрия («$Na^+_{вне}$») на параметры потенциала действия

Учебно-исследовательская цель задания: изучить влияние изменения соотношения основных потенциалобразующих ионов на величину потенциала покоя и потенциала действия.

Ход работы

1. В окне «Условия» пропорционально снижая содержание внеклеточного натрия и внутриклеточного калия (до 110, 100, 90, 80 и 70 мМоль), при величине амплитуды стимула 1 в 1 мкА проследите за изменениями величины ПД и времени его возникновения по пику овершута. Полученные результаты («V_K», «V_{Na}», начальное значение потенциала и время возникновения) занесите в таблицу 5.

Таблица 5

Внеклеточный натрий (мМоль)	70	80	90	100	110
Внутриклеточный калий (мМоль)	70	80	90	100	110
V_{Na}					
V_K					
Начальное значение потенциала (мВ)					
Время возникновения (мсек)					

2. В окне «Условия» пропорционально снижая содержание внеклеточного натрия и внутриклеточного калия (до 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10 и 5 мМоль), меняя величину амплитуды стимула 1 до 10 мкА (при условии исчезновения генерации ПД), проследите за изменениями величины ПД и времени его возникновения по пику овершута. Полученные результаты (V_K», «V_{Na}», начальное значение потенциала и время возникновения) занесите в таблицу 6.

Таблица 6

Внеклеточный натрий (мМоль)	5	10	20	30	40	50	60	70
Внутриклеточный калий (мМоль)	5	10	20	30	40	50	60	70
V_{Na}								
V_K								
Начальное значение потенциала (мВ)								
Время возникновения (мсек)								
Величина амплитуды стимула (мВ)								

3. Сделайте выводы.

РАБОТА № 3
Компьютерное моделирование кривой Гоорвега-Вейса-Лапика

Необходимо: персональный компьютер с установленной программой «xx-new».

Учебно-исследовательская цель работы: научиться моделировать кривую Гоорвега-Вейса-Лапика

Примечание:

1. Загрузите программу «**xx-new**» двойным щелчком мышки, затем пользуйтесь только клавишами «**Esc**», «**Enter**» и стрелками «↑», «↓».
2. Во избежание ошибки, не забывайте после каждого выполненного задания возвращать параметры к исходному состоянию.
3. Прежде чем написать цифру, клавишей «**Backspace**» сотрите предыдущую цифру; эту клавишу нажимайте столько раз, сколько знаков нужно поставить. Например, перед написанием 0.75 нажмите 4 раза. При написании дробных чисел используйте точку, запятую программа не воспринимает.
4. Проверяйте задаваемые параметры («Условия», «Параметры потенциала», «Параметры экрана»), пороговые, сверхпороговые или подпороговые значения стимула задаете Вы в каждом новом задании.

Краткая теоретическая часть

Закон «крутизны раздражения» (или закон «градиента») – для того чтобы деполяризующий ток вызвал возбуждение, он должен нарастать достаточно быстро. В условиях, когда деполяризующие импульсы тока усиливаются от нуля постепенно (пилообразно), потенциал действия может не возникнуть вследствие разлития **аккомодации**, обусловленной смещением КУД в позитивную (положи-

тельную) сторону по типу «катодической депрессии», а изменяющийся в том же направлении мембранный потенциал его «не догоняет». По этой же причине для возникновения возбуждения величина постепенно нарастающего деполяризующего стимула должна быть выше, чем если бы он нарастал мгновенно (прямоугольные импульсы тока, у которых фронт нарастания очень высокий – бесконечно быстрый), т. е. происходит своеобразное приспособление ткани к действию раздражения.

Зависимость величины пороговой силы раздражителя от скорости его нарастания носит гиперболический характер, т. е. имеет обратно пропорциональную зависимость. Аккомодационную способность измеряют величиной критического наклона нарастания раздражителя или критического градиента линейно нарастающего стимула (т. е. деполяризации). **Минимальный градиент** – это минимальная скорость нарастания раздражителя, при которой ткань еще способна ответить возбуждением.

Для определения минимального градиента, характеризующего свойство аккомодации, используются пилообразные импульсы тока, где наклон пилы регулируется, и это позволяет определить минимальный градиент как характеристику возбудимости ткани. Нерв обладает более высокой возбудимостью, чем скелетная мышца, а следовательно, быстрее аккомодирует, и поэтому минимальный градиент у него выше (≈10 мА/с), чем у мышцы (≈2 мА/с). Явление аккомодации объясняется частичной **инактивацией** натриевых и активацией **калиевых** каналов.

Закон порога (или закон силы раздражения) – это минимальная сила раздражения, необходимая для возникновения возбуждения. Является мерой возбудимости ткани. Этот закон рассматривает также зависимость амплитуды (величины) ответа возбудимой ткани от силы раздражителя (подпороговый, пороговый и сверхпороговый). Для единичных образований (нейрон, аксон, нервное волокно и отдельное мышечное волокно) эта зависимость носит название правила «**всё или ничего**». Если речь идет о целом образовании (нервный ствол, содержащий отдельные нервные волокна, и скелетная мышца как совокупность отдельных мышечных волокон), то амплитуда ответа в определенном диапазоне находится в градуальной зависимости от силы раздражителя: **чем больше сила раздражителя, тем больше ответ**. Определение «порога раздражения» позволяет оценить возбудимость ткани или оценивать изменение возбудимости во времени, например при оценке длительности абсолютной рефрактерной фазы потенциала действия.

Закон времени (или закон длительности раздражения). Этот закон утверждает, что раздражитель, вызывающий возбуждение, должен быть **достаточно длительным по времени**, чтобы вызвать возбуждение. Каждому напряжению тока соответствует минималь-

ная длительность его воздействия на ткань, необходимая для того, чтобы ток при данном напряжении мог вызвать возбуждение. Если при данном напряжении удлинять время прохождения тока через ткань сверх минимальной длительности, то никакого изменения в наступлении эффекта возбуждения не происходит (т. е. не происходит второй вспышки возбуждения в нервном волокне).

Взаимосвязь закона порога и закона времени. Оказалось, что в определенном диапазоне зависимость пороговой силы раздражителя (**закон силы**) от пороговой длительности его действия (**закон времени**) носит характер обратной зависимости и представляет собой обрезок гиперболы, ветви которой асимптотичны к линиям, параллельным осям соответствующих координат. Т. е. чем меньше по времени действует на ткань раздражитель, тем выше требуется его сила для инициации возбуждения. В физиологии эта зависимость носит название **кривой Гоорвега-Вейса-Лапика**.

Данная зависимость свидетельствует, что даже очень сильные раздражители, но малой длительности, не способны вызвать возбуждение, равно как и слабые (подпороговые) раздражители не эффективны при сколь угодно длительном воздействии на ткань.

В определенной области промежуточных значений этой зависимости пороговая сила раздражителя зависит от времени его действия на ткань. То есть то минимальное напряжение, которого едва достаточно, чтобы вызвать возбуждение при неограниченно долгом действии постоянного тока на ткань, носит название «**реобазы**». Реобаза обычно выражается в вольтах.

Минимальное время, в течении которого ток при напряжении в одну реобазу, должен действовать на ткань, чтобы вызвать возбуждение, называется **полезным временем реобазного тока**, или просто **полезным временем**.

В силу того, что полезное время является весьма вариабельной величиной, зависящей от функционального состояния ткани, в физиологии и клинической практике используется понятие «**хронаксии**», т. е. полезного времени действия раздражителя, сила которого равна 2 реобазам. Величина хронаксии определяется скоростью реакции ткани на действие постоянного тока: **чем быстрее реагирует ткань, тем короче хронаксия**. Также хронаксия связана со скоростью распространения возбуждения – медленно проводящие нервные волокна имеют большую хронаксию.

Возбудимые ткани существенно отличаются друг от друга по показателям хронаксии (обычно выражается в миллисекундах). В экспериментальной физиологии и клинической практике используется специальный прибор – хронаксиметр, позволяющий определить хронаксию и реобазу мышц (двигательная хронаксия), чувствительных нервных волокон (чувствительная хронаксия), вестибулярного аппарата (при раздражении сосцевидного отростка), сетчатки

глаза (вспышки света при ее электрической стимуляции).

Второе важное следствие взаимодействия этих двух законов – слишком короткие по длительности импульсы не способны вызвать возбуждение, какими бы сильными они не были. Это применяется в физиотерапии: используют токи высокой частоты для получения калорического эффекта (теплового прогрева тканей).

Если хронаксия характеризует **скорость возникновения** возбуждения, то **скорость протекания** всех процессов, обеспечивающих возбуждение, характеризует **функциональная лабильность** (подвижность), или **лабильность** возбудимых тканей. Это понятие ввел Н.Е. Введенский. Лабильность определяется максимальным числом отдельных волн возбуждения, которое живая ткань способна воспроизводить в единицу времени в полном соответствии с ритмом подаваемых на нее раздражений.

Величина лабильности и величина хронаксии, рассматриваемые с общебиологической точки зрения, оказываются тесно связаны между собой, так как быстропротекающие процессы возбуждения характеризуются обычно и быстрым возникновением; и наоборот, медленное протекание возбуждения сочетается обычно с длительным его возникновением. По этой причине показатель хронаксии нередко используется для характеристики лабильности, причем **малая величина хронаксии** принимается как показатель **высокой лабильности**, а **большая ее величина** – как показатель **низкой лабильности**.

В дальнейшем все эти положения о механизме действия постоянного тока на возбудимые ткани были объединены в ряд фундаментальных законов – **законов Пфлюгера**, истинная причина которых на клеточно-молекулярном уровне остается до настоящего времени открытым вопросом.

Задание № 1. Определение порога возбуждения мембраны нервного волокна. Определение реобазы

Учебно-исследовательская цель задания: определение порога возбуждения нервного волокна.

Ход работы

1. В окне «Условия» установите исходные стандартные параметры (температура и распределение ионов калия и натрия).
2. В окне «Параметры потенциала» задайте:
   - Продолжительность стимула 1–5 (мсек).
3. Изменяя значение амплитуды стимула 1 от 0.1 мВ с интервалом в 0.1 мВ до появления ПД, проследите развитие электротонического потенциала, локального ответа и ПД. Увеличивая амплитуду стимула 1 выше порога возникновения ПД в 2, 3 и т. д. раз, проследите время возникновения ПД.
4. Постройте график зависимости амплитуды ответа от величины

стимула, определите порог возникновения ПД и зону действии правила «всё или ничего».

5. Сделайте выводы.

Задание № 2. Определение полезного времени

Учебно-исследовательская цель задания: определение полезного времени при силе тока в одну реобазу.

Ход работы

1. В окне «Условия» установите исходные стандартные параметры (температура и распределение ионов калия и натрия).
2. В окне «Параметры потенциала» задайте:
   - Амплитуда стимула 1 – величина пороговой силы возникновения ПД (задание № 1).
   - Продолжительность стимула 1 изменяем от 1 мсек до момента генерации ПД с интервалом 0.25 мсек.
3. Зарегистрируйте значение полезного времени у себя в отчетах.
4. Сделайте выводы.

Задание № 3. Построение кривой зависимости «сила-длительность»

Учебно-исследовательская цель задания: исследовать зависимость между силой раздражения и продолжительностью его действия для возникновения возбуждения в нервных волокнах.

Ход работы

1. В окне «Условия» установите исходные стандартные параметры (температура и распределение ионов калия и натрия).
2. В окне «Параметры потенциала» задайте:
   - Продолжительность стимула 1 поочередно устанавливайте равным 0.05; 0.08; 0.1; 0.15; 0.2; 0.35; 0.5; 0.7: 1; 2.5; 5; 7; 10; 15 мсек.
   - Амплитуда стимула 1 определяется для каждого значения «Продолжительность стимула 1» порогом возникновения ПД.
3. В окне «Параметры экрана» задайте:
   - Введите MAX значение времени – 50 мсек.
4. Занесите данные в таблицу и постройте в тетради кривую зависимости «сила-длительность» (горизонтально откладывая время, вертикально – силу), определите значения реобазы и хронаксии, сделайте соответствующие выводы.
5. Проверьте методом подбора, что хронаксия вычислена правильно, путем задания в окне «Параметры потенциала»:
   - Амплитуда стимула 1 равная значению 2 реобазы,
   - Продолжительность стимула 1 равная значению хронаксии.
6. Сделайте выводы.

Задание № 4. Исследование абсолютной и относительной рефрактерности

Учебно-исследовательская цель задания: оценить продолжительность фаз абсолютной и относительной рефрактерности при возбуждении.

Ход работы

1. В окне «Параметры потенциала» задать:
   - Амплитуда стимула 1–50 мВ.
   - Амплитуда стимула 2–50 мВ.
   - Продолжительность стимула 1–0.8 мсек.
   - Продолжительность стимула 2–0.8 мсек.
   - Продолжительность между стимулами 1 и 2 устанавливайте через равные промежутки времени (от 1 до 20 мсек с интервалом 1 мсек).
2. Определите длительность периодов абсолютной и относительной рефрактерности.
3. Варьируя амплитуду стимула 2 от 5 до 50 мВ, уточните границы относительной рефрактерности.
4. Зарегистрируйте значение абсолютной и относительной рефрактерности у себя в отчете.
5. Сделайте выводы.

РАБОТА № 4

Виртуальный физиологический эксперимент. Измерение ионных токов методом фиксации потенциала на клетке при возбуждении

Необходимо: компьютер, компьютерная программа «Ионные токи».

Учебно-исследовательская цель работы: изучить на компьютерной модели динамику ионных токов в условиях фиксации мембранного потенциала при возбуждении мембраны нервного волокна.

Ход работы

1. Запустите программу.
2. После запуска программа запрашивает температуру раствора – «T?». Рекомендуемая температура 37 ^{o}C. Набрав значение температуры, нажмите клавишу «Enter». В определенных пределах ($37 \pm 5\,^{o}$C) температуру можно варьировать, что будет отражаться на значении потенциала покоя. Однако за указанные пределы выходить не следует – программа будет действовать согласно уравнению Нернста, не учитывая фазовых переходов мембраны и денатурации белков, и Вы получите неверные результаты.
3. Далее программа запрашивает концентрации основных потенциалов образующих ионов (калий и натрий) внутри клетки (i) и во внеклеточной жидкости (e). После каждого запроса вводите величину концентрации в миллимолях и нажимайте клавишу «Enter». Ре-

комендуемые величины:

- Ck_i – 120.
- Ck_e – 5.9 (после этого на экран будет выведено значение равновесного потенциала для калия).
- CNa_i – 2.5.
- CNa_e – 120.4 (после этого на экран будут выведены значения равновесного потенциала для натрия и потенциала покоя).

4. Программа запросит, будут ли заданы параметры фиксации потенциала («Y/N»). Следует ввести «Y».
5. Программа запросит значение потенциала фиксации (в мВ). Введите значение потенциала фиксации – 30 мВ.
6. После ввода значения программа начнет работу. На экран выводятся координатные оси и динамика ионного тока во времени. Можно зафиксировать его пиковое значение, оценить кинетику активации и инактивации, инактивирующуюся и неинактивирующуюся компоненты.
7. Закончив регистрацию, зарисуйте в отчетах результаты эксперимента и нажмите любую буквенную клавишу или пробел. Следующий эксперимент начните с выполнения пункта 1.

Задание № 1. Исследование кинетики ионного тока при возбуждении

Учебно-исследовательская цель задания: изучить кинетику ионных токов в зависимости от величины потенциала фиксации.

Ход работы

1. Температуру раствора установите на 37 ^oC.
2. Значение внутри- и внеклеточных концентраций ионов установите, как указано в пункте 3 выполнения работы.
3. Значение потенциала фиксации устанавливайте на уровне от -30 до +10 мВ (с интервалом 10 мВ).
4. Зарисуйте динамику ионных токов при данных величинах фиксации. Оцените амплитуду и длительность фаз, скорость активации и инактивации, вклад инактивирующейся и неинактивирующейся компонент.
5. Сделайте выводы.

Задание № 2. Снятие вольт-амперной характеристики мембраны

Учебно-исследовательская цель задания: изучить выпрямляющие свойства мембраны нервного волокна в условиях фиксации мембранного потенциала.

Ход работы

1. Выполните пункты 1 и 2 первого задания.
2. Увеличивая амплитуду фиксации от значения потенциала покоя, измерьте максимальные значения ионного тока. Рекомендуе-

мая градация значений потенциала фиксации: -54, -34, -14, -4, +1, 2.5, 3, 3.5, 10, 20, 25, 45, 65, 80, 100 мВ.

3. Постройте вольт-амперную характеристику. Исследуйте выпрямляющие свойства мембраны. Зарегистрируйте в своих отчетах инверсию входящего тока при значительной деполяризации мембраны. Оцените выявленные изменения и постройте график.
4. Сделайте соответствующие выводы.

Задание № 3. Изучение роли калиевой и натриевой проводимости мембраны при возбуждении

Учебно-исследовательская цель задания: изучить роль ионов внеклеточного натрия и внутриклеточного калия в динамике ионных токов при возбуждении.

Ход работы

1. Температуру раствора установите на 37 °С.
2. Значение внутри- и внеклеточных концентраций калия установите, как указано в пункте 2; концентрацию натрия во внешнем растворе уравняйте с внутриклеточной концентрацией (в этих условиях Вы регистрируете только калиевый ток).
3. Выполните пункты 2 и 3 второго задания.
4. Значение внутри- и внеклеточных концентраций натрия установите, как указано в пункте 2; концентрацию калия внутри клетки уравняйте с внеклеточной концентрацией (в этих условиях Вы регистрируете только натриевый ток).
5. Выполните пункты 2 и 3 второго задания.
6. Сделайте выводы.

Задание № 4. Исследование влияния температуры на ионный ток

Учебно-исследовательская цель задания: изучить роль температуры в кинетике ионных токов при возбуждении.

Ход работы

1. Значение температуры варьируйте от 32 до 42 °С (с интервалом 2 °С).
2. Значение внутри- и внеклеточных концентраций ионов установите, как указано в пункте 2 первого задания.
3. Оцените зависимость потенциала покоя от температуры.
4. Значение фиксации потенциала установите на уровне +10 мВ.
5. Зарегистрируйте динамику ионного тока при различных температурах в своих отчетах. Оцените выявленные изменения.
6. Сделайте соответствующие выводы.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные методы регистрации потенциала действия.
2. Объясните механизм потенциала действия и динамику ионных токов при возбуждении с точки зрения ионно-мембранной теории.
3. Нарисуйте схему потенциала действия и обозначьте его фазы.

4. Зависит ли величина потенциала действия от силы раздражения?
5. Какова роль калий-натриевого насоса в генерации биоэлектрических явлений на уровне клеток? Механизм его функционирования.
6. Перечислите фазы возбуждения. Как изменяется возбудимость в различные фазы потенциала действия?
7. Что такое аккомодация ткани?
8. Что такое локальный ответ, чем он обусловлен, каковы его свойства?
9. Сравните локальный ответ с импульсным возбуждением.
10. Что такое следовой потенциал? Какова зависимость от вида следового потенциала?
11. Поясните физиологический смысл закона «всё или ничего».

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ФАЗА РЕПОЛЯРИЗАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ В ВОЗБУДИМЫХ КЛЕТКАХ СОЗДАЕТСЯ ПОТОКОМ
    1) ионов калия из клетки
    2) ионов натрия из клетки
    3) ионов кальция в клетку
    4) ионов хлора из клетки
    5) органических анионов из клетки
2. КРИТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ МЕМБРАНЫ ВОЗБУДИМОЙ КЛЕТКИ
    1) определяется силой раздражителя
    2) зависит от места расположения раздражающих электродов
    3) это уровень заряда мембраны, от которого начинается генерация локального ответа
    4) это потенциал мембраны, от которого начинается генерация потенциала действия
3. ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ СОСТАВЛЯЕТ
    1) около 1 мс
    2) менее 0,01 мс
    3) 100 мс
4. ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ ВО ВРЕМЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО РЕФРАКТЕРНОГО ПЕРИОДА НЕОБХОДИМ
    1) стимул большей амплитуды по сравнению с нормой
    2) стимул меньшей амплитуды по сравнению с нормой
    3) длительный подпороговый стимул
5. В ФАЗУ СЛЕДОВОЙ ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ ПОРОГ РАЗДРАЖЕНИЯ
    1) не изменен
    2) повышен
    3) понижен

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Известно, что ионные каналы мембраны возбудимой клетки регулируют амплитуду мембранных потенциалов. Экспериментально было обнаружено, что яд тетродотоксин блокирует натриевые каналы мембраны возбудимой клетки.

Указать, как изменится при этом потенциал действия нервного волокна?

Задача № 2. Под влиянием клинических факторов в мембране клеток увеличилось число калиевых каналов, которые могут активироваться при генерации потенциала действия клетки.

Объяснить, как и почему это скажется на параметрах потенциала действия клетки?

Задача № 3. У больного наблюдается значительное понижение количества ионов натрия в крови.

Объяснить, как по вашему мнению это отразится на величине потенциала действия нервных волокон?

Задача № 4. Под влиянием местного анестетика в мембране клетки увеличилось число инактивированных натриевых каналов.

Определить, как и почему это скажется на параметрах потенциалов действия, возникающих в клетке?

Задача № 5. При ухудшении кровоснабжения миокарда в межклеточной жидкости повышается концентрация ионов калия.

Определить, как и почему это скажется на генерации потенциалов действия в клетках миокарда?

ЗАНЯТИЕ № 4

Физиология нервного волокна. Исследование механизмов электрического раздражения и проведения возбуждения по нервным волокнам и через синапс. Законы действия постоянного тока. Строение и классификация синапсов в центральной нервной системе. Физиология синаптической передачи

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Исследование механизмов электрического раздражения и проведения возбуждения по нервным и мышечным волокнам и через синапс.
2. Проведение возбуждения по нервным волокнам.
3. Действие постоянного тока на возбудимые ткани.
4. Парабиоз.
5. Синапс и синаптическая передача.

Вопросы для самоподготовки

1. Механизмы проведения возбуждения по нервным и мышечным волокнам. Особенности проведения возбуждения по миелинизированным нервным волокнам.
2. Факторы, определяющие скорость проведения возбуждения. Фактор надежности.
3. Классификация нервных волокон в зависимости от диаметра.
4. Законы проведения возбуждения по нервным и мышечным волокнам, их значение для передачи информации.
5. Потенциал действия нервного ствола и мышцы, механизм их формирования, отличительные физические и физиологические характеристики. Представление об электромиограмме и электронейрограмме.
6. Электрический ток как адекватный раздражитель возбудимых клеток. Параметры электрических импульсов.
7. Электротонические потенциалы и локальный ответ.
8. Значение параметров электрических импульсов для возникновения в клетке распространяющегося возбуждения. Явление аккомодации.
9. Парабиоз нерва, его фазы и причины возникновения.
10. Измерение возбудимости клеток, нервов и мышц по пороговой силе или пороговому напряжению раздражающего тока.
11. Механизмы и закономерности проведения возбуждения через нервно-мышечный синапс. Медиаторы, мембранные циторецепторы и блокаторы нервно-мышечных синапсов.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Оптимум частоты и силы раздражения», «Синапс».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1

Виртуальный физиологический эксперимент. Механизм проведения возбуждения по нервным волокнам

Необходимо: персональный компьютер, программа LuPraFiSim (раздел: «Физиология нервной системы»).

Учебно-исследовательская цель работы: применение нескольких подпороговых стимулов высокой частоты приводит к появлению потенциала действия кумулятивного эффекта. Оценить влияние некоторых анестетиков и воздействия температуры на возбудимость и способность проводимости нерва. Изучить скорости проведения по нервам разного диаметра.

Ход работы

С помощью персонального компьютера и обучающей программы LuPraFi-Sim выполнить следующую работу: «определение скорости проводимости и ее зависимости от диаметра аксона, а также от наличия или отсутствия миелина».

РАБОТА № 2
Виртуальный физиологический эксперимент. Проведение возбуждения через нервно-мышечный синапс

Необходимо: персональный компьютер, программа LuPraFi-Sim (раздел: «Физиология мышечной системы»).

Учебно-исследовательская цель работы: продемонстрировать, что нейромышечный синапс утомляется быстрее, чем мышечное волокно.

Ход работы

С помощью персонального компьютера и обучающей программы LuPraFi-Sim выполнить следующую работу: «Роль нервно-мышечного синапса в возникновении утомления».

РАБОТА № 3
Виртуальный физиологический эксперимент. Исследование механизмов раздражения и законов проведения возбуждения по нервным волокнам

Необходимо: персональный компьютер, программа PhysioEx 6.0 for Human Physiology (тема «Neurophysiology and Nerve Impulses»), методические указания по теме «Физиология нервных волокон».

Учебно-исследовательская цель работы:

1. Усвоить и дать определения следующим понятиям: возбудимость, проводимость, мембранный потенциал покоя, натрий-калиевый насос, пороговый стимул, деполяризация, потенциал действия, реполяризация, гиперполяризация, потенциал действия, абсолютный и относительный рефрактерный период, нервный импульс, синаптическая щель, смешанный потенциал действия, скорость проведения.
2. Определить по крайней мере два агента, способные ингибировать потенциал действия.
3. Определить четыре разных стимула, способные вызвать генерацию потенциала действия.
4. Описать взаимоотношение между диаметром нерва и скоростью проведения возбуждения.
5. Описать взаимоотношение между миелинизацией нерва и скоростью проведения.

Ход работы

1. Электрическая стимуляция.
2. Механическая стимуляция.
3. Температурная стимуляция.
4. Химическая стимуляция.
5. Тестирование эффектов эфира.
6. Тестирование эффектов кураре.
7. Тестирование эффектов лидокаина.

РАБОТА № 4

Виртуальный физиологический эксперимент. Механизмы и законы действия постоянного тока на возбудимые ткани

Учебно-исследовательская цель работы: изучить механизмы и законы действия постоянного тока на возбудимые ткани

Краткая теоретическая часть.

В 1859 г. немецкий физиолог Э. Пфлюгер сформулировал основной закон в механизме действия постоянного тока на нерве нервно-мышечного препарата лягушки – «закон полярности раздражения».

Согласно этому закону:

– в момент замыкания раздражающего тока (или возрастания его силы) возбуждение возникает в области отрицательного полюса (**катода**);

– в момент размыкания тока (или его ослабления) возбуждение возникает в области положительного полюса (**анода**);

– при одной и той же силе тока раздражающее действие «**замыкания**» выражено сильнее, чем действие «**размыкания**».

В случае приложения к нерву двух внешних раздражающих электродов от источника постоянного тока полярный закон гласит: «При включении тока раздражение возникает в области катода (здесь ток имеет «**входящее**» направление), а при выключении тока – в области анода (здесь ток имеет «**выходящее**» направление)».

Суммируя приведенные выше размышления о механизме формирования мембранных потенциалов в области анода и катода, можно заключить, что:

1. Электрический ток постоянной силы действует раздражающим образом на возбудимые структуры (нерв или мышцу) только в момент замыкания или размыкания.

2. Такое же действие оказывает быстрое увеличение или ослабление тока (т. е. его градиента).

3. Возбуждение возникает только при деполяризующих воздействиях внешнего тока, которое сопровождается снижением величины мембранного потенциала (т. е. деполяризация мембраны от исходного уровня).

На базе приведенных выше выводов сформированы основные

законы раздражающего действия постоянного тока на возбудимые ткани (нервную и мышечную), позволяющие описать их основные физиологические свойства: возбудимость, проводимость, лабильность и аккомодацию.

Закон электротона – изменения величины мембранного потенциала под катодом и анодом. Различают две разновидности этого закона – физический и физиологический.

Физический электротон – пассивное перераспределение зарядов на мембране под катодом (катэлектротон) и анодом (анэлектротон). Под катодом происходят разрядка мембранной емкости и, как следствие, деполяризация мембраны – возникает **катэлектротонический потенциал** (КЭП). Под анодом происходят дозарядка мембранной емкости и, как следствие, гиперполяризация мембраны – **анэлектротонический потенциал** (АЭП).

Физиологический электротон – изменение возбудимости и проводимости мембраны вследствие изменения ее ионной проницаемости в результате формирования КЭП или АЭП.

Физиологический катэлектротон сопровождается повышением возбудимости и проводимости мембраны, а **физиологический анэлектротон** сопровождается падением возбудимости и проводимости мембраны.

Обратный физиологический электротон – противоположное изменение возбудимости и проводимости мембраны при достаточно длительном (или достаточно сильном) действии постоянного тока под катодом и анодом.

Обратный физиологический катэлектротон – снижение возбудимости и проводимости мембраны вследствие увеличения **критического уровня деполяризации (КУД)**, связанного с инактивацией натриевой и увеличением калиевой проводимости мембраны. Впервые описано Пермским физиологом Б.Ф. Вериго (вслед за включением тока возбудимость под катодом начинает падать) – **катодическая депрессия по Вериго**.

Обратный физиологический анэлектротон – повышение возбудимости и проводимости мембраны вследствие снижения величины КУД, связанного с повышением потенциалочувствительности натриевых каналов и снижением калиевой проводимости. Такое повышение возбудимости под анодом получило название **«анодоразмыкательного ответа» (АРО)**.

Задание № 1. I закон Пфлюгера (правило Дюбуа-Реймона) (просмотр видеофильма)

Необходимо: телевизор, DVD-плеер.

Учебно-исследовательская цель задания: изучить правило Дюбуа-Реймона, согласно которому возбуждение возникает как при замыкании, так и при размыкании тока или при быстром изменении

силы (градиента) постоянного тока.

Ход работы

1. Исследование проводится на препарате лапок лягушки, который отличается тем, что позвоночник не рассекается на две части, а также тем, что не удаляются голени.
2. К нерву первой лапки прикладывается анод, второй – катод.
3. Для работы используется препарат, позволяющий с помощью реостата менять силу тока в цепи.
4. Замыкая и размыкая цепь тумблером, отмечают, когда та или иная лапка реагирует сокращением.

Задание № 2. II закон Пфлюгера (закон полярного действия постоянного тока) (просмотр видеофильма)

Необходимо: телевизор, DVD-плеер, компьютер.

Учебно-исследовательская цель задания: изучить закон полярного действия постоянного тока, согласно которому возбуждение возникает под катодом при замыкании и под анодом при размыкании цепи постоянного тока.

Ход работы

1. Опыт проводится на том же препарате и с помощью того же прибора.
2. Замыкая и размыкая тумблером цепь, отмечают моменты возбуждающего действия катода и анода постоянного тока.

Задание № 3. III закон Пфлюгера (закон сокращения мышц) (просмотр видеофильма)

Необходимо: телевизор, DVD-плеер.

Учебно-исследовательская цель задания: изучить зависимость между направлением тока, его силой и сокращением мышцы.

Ход работы

1. Опыт проводится на том же препарате.
2. Меняя силу раздражителя, определяют порог для катод-замыкательного и анод-размыкательного действия электрического тока. Результаты закона Пфлюгера представлены в таблице 7.

Таблица 7

Сила тока	нисходящий		восходящий	
	замыкание	размыкание	замыкание	размыкание
слабый	+	-	+	-
средний	+	+	+	+
сильный	+	-	-	+

«+» – сокращение, «-» – отсутствие сокращения

3. В отчете дать объяснение механизмов раздражающего действия постоянного тока при замыкании и размыкании цепи в зависимости от силы тока и его направления.

РАБОТА № 5
Компьютерное моделирование законов действия постоянного тока на аксоне кальмара

Задание № 1. Моделирование влияния катода на возбудимость аксона

Необходимо: компьютер, компьютерная программа «xx-new».

Учебно-исследовательская цель работы: убедиться, что при действии постоянного тока возбуждение под катодом возникает при замыкании цепи и сменяется катодической депрессией.

Примечание:

1. Загрузите программу «**xx-new**» двойным щелчком мышки, затем пользуйтесь только клавишами «**Esc**», «**Enter**» и стрелками «↑», «↓».
2. Во избежание ошибки, не забывайте после каждого выполненного задания возвращать параметры к исходному состоянию.
3. Прежде чем написать цифру, клавишей «**Backspace**» сотрите предыдущую цифру; эту клавишу нажимайте столько раз, сколько знаков нужно поставить. Например, перед написанием 0.75 нажмите 4 раза. При написании дробных чисел используйте точку, запятую программа не воспринимает.
4. Проверяйте задаваемые параметры («Условия», «Параметры потенциала», «Параметры экрана»), пороговые, сверхпороговые или подпороговые значения стимула задаете Вы в каждом новом задании.

Ход работы

1. В «Параметрах экрана» изменить размер временного интервала с 15 мсек на 50 мсек.
2. Задать параметры потенциала:
   - Амплитуда стимула 1–0.7.
   - Продолжительность стимула 1–30.

Получили ПД вследствие увеличения возбудимости под катодом (сближение Ек и Ео привело к генерации ПД без дополнительного стимула).

3. Задать дополнительно параметры второго стимула сверхпороговой величины:
   - Амплитуда стимула 1–0.5.
   - Продолжительность стимула 1–40.
   - Амплитуда стимула 2–10.
   - Продолжительность стимула 2–5.
   - Время между 1 и 2 стимулами – 30.

   На второй стимул ответа не будет.
4. Для проверки задать дополнительно другие параметры потенциала:
   - Амплитуда стимула 1–0.9.

- Продолжительность стимула 1–5.
- Амплитуда стимула 2–0.9.
- Продолжительность стимула 2–5.
- Время между 1 и 2 стимулами – 1.

Ответа на второй стимул не будет.

5. Объяснить данный эффект и сделать выводы.

Задание № 2. Моделирование влияния анода на возбудимость аксона

Учебно-исследовательская цель задания: убедиться, что при размыкании цепи постоянного тока возникает анод-размыкательный эффект, убедиться, что данный эффект отсутствует при кратковременном воздействии, убедиться, что на стимул пороговой и сверхпороговой величины при действии анода ответная реакция не возникает.

Ход работы

1. Задать параметры потенциала:
   - Амплитуда стимула 1– -10.
   - Продолжительность стимула 1–30.

На экране должен появиться потенциал действия после временного интервала, соответствующего продолжительности стимула (в «Параметрах экрана» поставить 50 мсек!).

2. Задать при той же амплитуде потенциала продолжительность стимула 0 или 3–5 мсек.
3. Задать параметры потенциала:
   - Амплитуда стимула 1– -5.
   - Продолжительность стимула 1–30.
   - Амплитуда стимула 2–1.
   - Продолжительность стимула 2–5.
   - Время между 1 и 2 стимулами – 1.

Ответа на сверхпороговый стимул не будет.

4. Объяснить данный эффект и сделать выводы.

РАБОТА № 6
Явление парабиоза (просмотр видеофильма)

Необходимо: телевизор, DVD-плеер, видеофильм «Парабиоз».

Учебно-исследовательская цель работы: изучить фазовый характер развития парабиоза.

Ход работы

1. Готовят нервно-мышечный препарат и закрепляют его в лапке штатива. Нерв набрасывают на 2 пары раздражающих электродов, а мышцу соединяют с миографом.
2. С помощью электростимулятора находят силу тока, вызывающую слабую и максимальную ответные реакции мышцы. Записыва-

ют фоновую реакцию на слабое и сильное раздражения мышцы.
3. Нерв между раздражающими электродами смачивают раствором аммиака.
4. Через каждые 15 сек проверяют ответную реакцию мышцы на сильное и слабое раздражение. Убеждаются в искажении величины ответной реакции в процессе развития парабиоза.
5. После достижения тормозной фазы парабиоза отмывают нерв раствором Рингера и проверяют ответную реакцию мышцы на раздражение в процессе восстановления исходной лабильности.
6. В отчетах зарисовывают миограммы реакции мышцы на слабое и сильное раздражения в процессе развития парабиоза.
7. Сделайте выводы.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте физиологическую классификацию нервных волокон.
2. Каково соотношение скорости проведения возбуждения и диаметра у безмиелиновых и миелиновых нервных волокон?
3. Каковы механизмы распространения возбуждения по нервным волокнам?
4. Раскройте механизм сальтаторного проведения возбуждения с позиции ионно-мембранной теории.
5. Сформулируйте законы проведения возбуждения по нервам.
6. Каковы механизм электрического раздражения клеток и значение параметров электрических импульсов, действующих на клетку, необходимые для возникновения потенциала действия?
7. Перечислите условия возникновения потенциала действия в аксонах при электрическом раздражении.
8. Каково значение параметров электрических импульсов, действующих на клетку, необходимое для возникновения в ней потенциала действия?
9. Перечислите пассивные и активные механизмы, происходящие под катодом и анодом при действии постоянного тока.
10. Перечислите законы действия постоянного тока.
11. Что такое синапс? Схематично изобразите его строение.
12. Что такое медиатор? Где он находится в синапсе?
13. Приведите морфофункциональную классификацию синапсов и механизмы передачи информации через синапсы.
14. Опишите процесс передачи возбуждения в синапсе.
15. Назовите признаки, характерные для процесса синаптической передачи.
16. Перечислите характерные особенности в проведении возбуждения в синапсе. Чем они обусловлены?
17. Что вы понимаете под «нейросекрецией»?
18. Какую роль выполняют ионы кальция в механизме нейросекреции?
19. Перечислите факторы, которые могут вызвать нарушение си-

наптической передачи.

20. Что такое парабиоз Введенского?
21. Назовите и дайте определение фазам парабиоза, в чем заключается биологическое значение учения о парабиозе?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО МИЕЛИНОВЫМ НЕРВНЫМ ВОЛОКНАМ ПО СРАВНЕНИЮ С БЕЗМИЕЛИНОВЫМИ
    1) меньше
    2) больше
    3) одинаковая
2. НА ПОСТСИНАПТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЕ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО СИНАПСА ПОД ВЛИЯНИЕМ АЦЕТИЛХОЛИНА ПРОИСХОДИТ
    1) возникновение тормозного постсинаптического потенциала
    2) возникновение возбуждающего постсинаптического потенциала
    3) торможение возбуждающего постсинаптического потенциала
3. ОДНОСТОРОННЕЕ ПРОВЕДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ, СИНАПТИЧЕСКАЯ ЗАДЕРЖКА, НИЗКАЯ ЛАБИЛЬНОСТЬ, ПОВЫШЕННАЯ УТОМЛЯЕМОСТЬ, ТРАНСФОРМАЦИЯ РИТМА ВОЗБУЖДЕНИЯ, ВЫСОКАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ЛЕКАРСТВАМ И ЯДАМ ХАРАКТЕРНЫ ДЛЯ
    1) электрического синапса
    2) химического синапса
    3) смешанного синапса
4. ЯД КУРАРЕ В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СИНАПСЕ ВЫЗЫВАЕТ
    1) облегчение взаимодействия медиатора с холинорецепторами постсинаптической мембраны
    2) блокаду холинорецепторов постсинаптической мембраны
5. РАНЬШЕ ВСЕГО РАЗВИВАЮТСЯ ПРОЦЕССЫ УТОМЛЕНИЯ
    1) в синапсе
    2) в скелетной мышце
    3) в нервном волокне

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. В ходе обследования испытуемого было установлено, что блокатор ацетилхолинергической передачи возбуждения в синапсах – атропин не влияет на сократительную функцию скелетной мускулатуры.

Объяснить механизм действия атропина в нервно-мышечных синапсах соматической нервной системы.

Задача № 2. В процессе стоматологической манипуляции с целью местного обезболивания было применено воздействие постоянным током.

Объяснить механизм данного вида обезболивания.

Задача № 3. В клинике для местного прогревания тканей используются высокочастотные переменные токи высокого напряжения (диатерлинии).

Объяснить, почему эти токи проходят через клетки, не вызывая их возбуждения.

Задача № 4. При действии лекарственных препаратов произошло увеличение проницаемости мембраны нервного волокна для ионов калия.

Указать, как и почему изменится скорость проведения нервных импульсов?

Задача № 5. При заболевании нервной системы человека, называемом миастенией, каждый нервный импульс, поступающий к нервно-мышечному синапсу, вызывает выделение необычно малого количества ацетилхолина.

Указать, какая закономерность нервно-мышечной передачи окажется нарушенной в результате этого явления?

ЗАНЯТИЕ № 5
Физиологические свойства мышц. Утомление

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. На основе общебиологических представлений изучить физиологический механизм мышечного сокращения и электромеханического сопряжения.
2. Сформировать представления о необходимости мышечной активности как одного из важных элементов здорового образа жизни.

Вопросы для самоподготовки

1. Строение мышечной ткани и источники развития.
2. Ультрамикроскопическое строение скелетных мышц.
3. Физиологические и физические свойства мышечной ткани.
4. Виды и режимы сокращения мышц.
5. Суммация мышечных сокращений. Тетанус.
6. Механизм электромеханического сопряжения.
7. Строение сократительных и регуляторных белков.
8. Двигательные единицы.
9. Энергетика скелетно-мышечной ткани.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Мышцы человека», «Физиологические свойства мышечной и нервной ткани», «Строение мышцы», «Мышечное сокращение», «Почему мышцы утомляются».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1

Виртуальный физиологический эксперимент. Физиология мышечного сокращения

Необходимо: персональный компьютер, программа «**Musc3**».

Учебно-исследовательская цель работы: изучить основные понятия и сущность механизмов мышечного сокращения. Визуализировать электромеханическое сопряжение.

Ход работы

Загрузить программу «**Musc3**» (для продолжения нажмите «**Enter**»).

РАБОТА № 2

Виртуальный физиологический эксперимент. Физиология мышечного сокращения

Необходимо: персональный компьютер, программа LuPraFi-Sim (раздел «Физиология мышечной системы»).

Учебно-исследовательская цель работы: визуализировать и измерить фазы простого мышечного сокращения, проследить связи между силой стимула и силой мышечного сокращения. Изучить виды сложного сокращения поперечно-полосатой мускулатуры и проанализировать получившиеся миограммы.

Ход работы

1. Простое сокращение скелетных мышц.
2. Сокращение скелетных мышц в результате действия нескольких стимулов.

РАБОТА № 3

Виртуальный физиологический эксперимент. Физиология скелетных мышц

Необходимо: персональный компьютер, программа PhysioEx 6.0 for Human Physiology (тема «Skeletal muscle physiology»), методические указания по теме: «Физиология скелетных мышц».

Учебно-исследовательская цель работы:

1. Дать определения: моторной единице, растяжению, латентному периоду, фазе сокращения, фазе расслабления, порогу раз-

дражения, суммации, тетанусу, утомлению, изометрическому и изотоническому сокращению.
2. Понять, как нервные импульсы запускают сокращение мышц.
3. Описать фазы одиночного мышечного сокращения.
4. Идентифицировать порог и максимальный стимул.
5. Понять зависимость увеличения интенсивности стимула и силы сокращения мышцы.
6. Понять эффект увеличения частоты стимуляции на силу сокращения мышц.
7. Объяснить механизмы мышечного утомления.
8. Объяснить различия между изометрическим и изотоническим мышечным сокращением.

Ход работы

1. Определение латентного периода.
2. Определение пороговой силы раздражения.
3. Эффект увеличения интенсивности стимула.
4. Феномен лестницы.
5. Суммация мышечных сокращений.
6. Тетанус.
7. Утомление.
8. Изометрическое сокращение.
9. Изотоническое сокращение.

РАБОТА № 4
Динамометрия

Сила мышц является важным показателем функционального состояния скелетной мускулатуры. Динамометрия применяется в ортопедических и неврологических клиниках, в кабинетах лечебной физкультуры, в спортивных учреждениях, научно-исследовательских, медицинских и спортивных лабораториях.

Необходимо: испытуемый, кистевой динамометр, становой динамометр, секундомер.

Учебно-исследовательская цель работы: научиться измерять силу мышечного сокращения у человека.

Задание № 1. Ручная динамометрия

Необходимо: испытуемый, кистевой динамометр, секундомер.

Учебно-исследовательская цель задания: определить функциональное состояние и физические возможности мышц-сгибателей кисти руки с помощью измерения силы сокращения этих мышц.

Ход работы

Определяют силу правой, а затем левой руки на сжатие с помощью ручного динамометра Матье-Коллена, состоящего из эллипсоидной стальной пружины, которая подвергается сжатию или рас-

тяжению. Шкала с двумя рядами делений и стрелка показывают мышечную силу в килограммах.

1. Испытуемый в положении стоя отводит вытянутую руку с динамометром в сторону под прямым углом к туловищу и сжимает его с максимальной силой. После измерения стрелку возвращают на нулевое положение, и прибор снова готов к работе.
2. Повторите измерение 3 раза и на основании трех значений вычислите среднюю величину мышечной силы руки (в килограммах).
3. Рассчитайте показатель отношения мышечной силы руки к массе тела по формуле:

$$\frac{\text{Средняя сила мышц руки (кг)}}{\text{Вес тела (кг)}} \cdot 100$$

Удовлетворительный показатель силы руки составляет: у женщин 50 ед., у мужчин 55 ед.

Показатель сильнейшей руки в среднем составляет: у мужчин 65–80 ед., у женщин 48–50 ед.

4. Полученные результаты занесите в отчет:
   средняя сила мышц левой руки – ……. кг;
   показатель силы левой руки – …… ед.;
   средняя сила мышц правой руки – …… кг;
   показатель силы правой руки – ……. ед.
5. Сравните мышечную силу правой и левой рук и сделайте вывод о степени выраженности право- или леворукости у испытуемого. Сравните результаты исследования со средними результатами в группе у мужчин и женщин и сделайте выводы.

Задание № 2. Становая динамометрия

Необходимо: испытуемый, становой динамометр, секундомер.

Учебно-исследовательская цель задания: определить функциональное состояние и физические возможности мышц-разгибателей туловища человека с помощью измерения максимальной силы и статической выносливости этих мышц.

Ход работы

Становая динамометрия позволяет оценить силу мышц-разгибателей спины с помощью станового динамометра.

1. Определение становой силы проводят 3 раза и вычисляют среднюю величину (в килограммах).
2. Рассчитайте показатель силы мышц-разгибателей спины к весу испытуемого подобно заданию № 1.

Удовлетворительным показателем силы мышц-разгибателей спины принято считать для мужчин величину становой силы, превышающую собственный вес в 2 раза, для женщин – 1,5 раза.

3. Полученные результаты занесите в отчет:

средняя сила мышц-разгибателей спины …… кг;
становая сила больше веса испытуемого в …….. раза.

4. Проведите сравнительный анализ средних показателей полученных результатов у мужчин и женщин в группе и сделайте выводы.

Задание № 3. Расчет сило-росто-весового коэффициента

1. Рассчитайте этот коэффициент (в относительных единицах) по формуле:

$$\frac{\text{Средняя сила сильнейшей руки (кг)}}{\text{Рост (см)} \cdot \text{Вес (кг)}} \times 100$$

2. Проведите сравнительный анализ средних показателей полученных результатов у мужчин и женщин в группе и сделайте выводы.

Задание № 4. Оценка силовой выносливости по данным динамометрии

Учебно-исследовательская цель задания: определить силу и работоспособность мышц предплечья пациента.

Ход работы

Оценка силовой выносливости проводится по двум показателям: уровню работоспособности и снижению работоспособности мышц.

1. Испытуемый на вытянутой руке сжимает кистевой динамометр с наибольшей возможной силой и отмечает максимальную силу мышц предплечья (A_{max}).
2. Затем испытуемый выполняет 10 сжатий динамометра с частотой 1 раз в 5 сек с регистрацией получаемых результатов: A_1 = …. кг, A_2 = …. кг и т. д. до A_{10} = …. кг.
3. Определите уровень работоспособности мышц по формуле:

$$P = \frac{A_1 + A_2 + ... + A_{10}}{n},$$

где P – уровень работоспособности; A_1, A_2, … , A_{10} – показатели динамометра при отдельных мышечных сокращениях; n – количество измерений (в данном случае n = 10).

4. Нарисуйте график снижения работоспособности: на оси абсцисс расположите порядковые номера усилий, на оси ординат – показатели динамометра при каждом усилии (рис. 4).

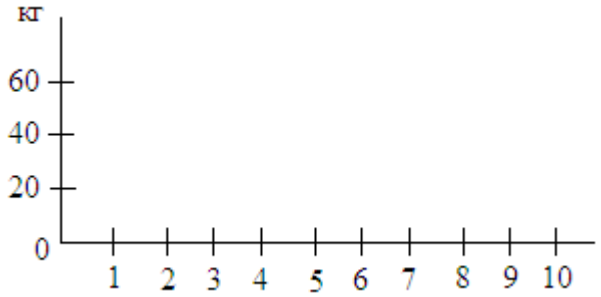

Рис. 4. *График снижения работоспособности*

5. Результаты, полученные выше, используйте для определения показателя снижения работоспособности мышц по формуле:

$$S = \frac{A_1 - A_{МИН}}{A_{MAX}},$$

где S – показатель снижения работоспособности мышц, A_1 – величина начального мышечного усилия, $A_{мин}$ – минимальная величина мышечного усилия, A_{max} – максимальная величина усилия.

6. Сравните результаты у нескольких испытуемых в группе, в том числе между женщинами и мужчинами, и сделайте соответствующие выводы.

РАБОТА № 5
Утомление

Необходимо: испытуемый, велотренажер или велоэргометр.

Учебно-исследовательская цель работы: исследование процесса утомления при физической работе.

Ход работы

Утомление – функциональное состояние организма, наступающее вследствие выполнения какой-либо работы и выражающееся во временном снижении работоспособности. При чрезмерном утомлении без должного восстановления может наступить переутомление. Утомление различают умственное и физическое. При умственном утомлении снижаются внимание, память, замедляется мышление. При физическом утомлении снижаются сила, выносливость мышц, быстрота и точность движений. Несмотря на различия в эффектах физиологические механизмы утомления во всех случаях имеют много общего. Основоположником теории утомления является И.М. Сеченов. «Источник ощущения усталости, – говорил он, – помещают обыкновенно в работающие мышцы, а я же помещаю его <...> исключительно в центральную нервную систему». А.А. Ухтомский, развивая взгляды И.М. Сеченова, считал «центральным местом» нарушений центральную нервную систему, где по мере утомления торможение становится преобладающим. Таких же взглядов на природу утомления придерживался и И.П. Павлов. Он говорил, что торможение, наступающее в результате деятельности, «не будучи само утомлением, является охранителем клетки, предупреждая дальнейшее чрезмерное, опасное разрушение <...> этой клетки». Такой вид торможения И.П. Павлов назвал запредельным, имеющим охранительное, защитное значение для нервных клеток. Причинами развития этого торможения являются биохимические изменения во всем организме, снижающие лабильность нервных клеток.

В данной работе для получения кривой утомления используется велотренажер или велоэргометр, регистрируется изменение рабо-

тоспособности при постоянной нагрузке во времени. Мерой работоспособности является частота вращения педалей велотренажера или велоэргометра.

1. Удобно разместить обследуемого на велоэргометре или велотренажере.
2. Установить следующую нагрузку:

на велотренажере: мужчины – 25–40 ватт, женщины – 20–30 ватт;
на велоэргометре: мужчины – 140–260 ватт, женщины – 100–200 ватт.

3. Регистрировать частоту вращения педалей, начиная с нулевой отметки времени, каждые 10 сек.
4. Построить график в системе координат «частота вращения/время» (рис. 5):

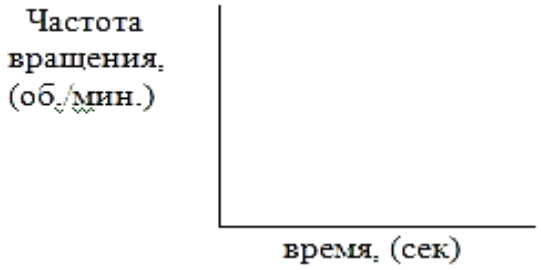

Рис. 5. *График зависимости частоты вращения велоэргометра от времени нагрузки*

5. Построить кривые по данным, полученным при разных нагрузках и для нескольких студентов. Сравнить кривые и сделать выводы.

РАБОТА № 6
Запись кривой утомления нервно-мышечного препарата (просмотр видеофильма)

Необходимо: лягушка, препаровальный набор, препаровальная дощечка, физиологический раствор Рингера, миограф с серфином и одноканальным самописцем, электростимулятор, штатив.

Учебно-исследовательская цель работы: выявить место локализации утомления в нервно-мышечном препарате.

Ход работы

1. Готовят нервно-мышечный препарат. Закрепляют его в штативе. Мышцу соединяют с миографом.
2. Собирают схему для раздражения индукционным током. Находят сверхпороговую величину тока.
3. Накладывают электроды на нерв и производят непрерывное раздражение до полного утомления (о чем свидетельствует отсутствие сокращений).
4. Производят прямое раздражение мышцы (рис. 6).

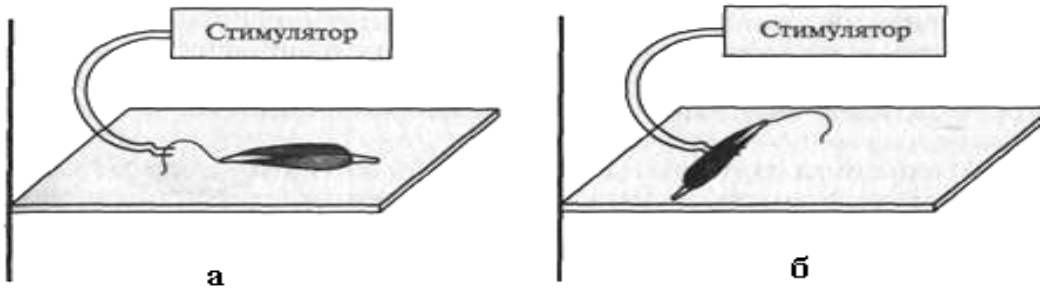

Рис. 6. *Проведение эксперимента при прямом и опосредованном раздражении мышцы: а – при непрямом раздражении; б – при прямом раздражении мышцы*

5. Исходя из результатов прямого и непрямого раздражения мышцы, делают вывод о локализации утомления в нервно-мышечном препарате. В отчетах зарисовывают миограмму опыта.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите классификацию мышечной ткани в организме. Опишите морфологические особенности скелетной и гладкой мускулатуры.
2. Перечислите физические характеристики скелетной мышечной ткани.
3. Назовите функции скелетной мышечной ткани в организме.
4. Перечислите и дайте определение физиологическим свойствам скелетной мышечной ткани.
5. Какие виды сокращения скелетных мышц в зависимости от их режимов, нагрузки и раздражения вы знаете?
6. Какие из этих видов сокращения свойственны мышцам при их естественной деятельности в организме?
7. Дайте определение двигательной единицы.
8. Что такое одиночное мышечное сокращение? Его фазы?
9. Как соотносятся фазы возбудимости мышечного волокна с фазами потенциала действия?
10. Назовите и графически представьте виды суммации мышечных сокращений. Каковы условия их возникновения?
11. Дайте определение тетануса. Виды тетануса, условия их возникновения.
12. Перечислите факторы, определяющие силу и работоспособность скелетных мышц.
13. Дайте морфо-функциональную характеристику компонентов саркомера, миозиновых и актиновых нитей, тропомиозина и тропонина.
14. Перечислите механизмы сопряжения возбуждения с сокращением в скелетных мышцах и динамику их активного состояния.
15. Объясните механизм мышечного сокращения и расслабления, факторы, определяющие степень укорочения, напряжения и расслабления скелетных мышц.

16. Дайте определение «оптимума» и «пессимума». Что такое оптимальная и пессимальная частота?
17. Каковы метаболизм и энергетика мышечного сокращения?
18. Что понимается под работоспособностью и утомлением скелетных мышц?
19. Перечислите физиологические свойства гладкой мускулатуры.
20. В чем проявляется пластичность гладкой мускулатуры? Физиологический смысл этого свойства?
21. Что вы понимаете под функциональным синцитием гладкой мускулатуры?
22. Какие характерные функциональные особенности отличают гладкую мышцу от скелетной?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЕДИНИЦЕЙ МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА ЯВЛЯЕТСЯ
    1) актин
    2) миозин
    3) саркомер
    4) тропонин
    5) тропомиозин
2. МЕДИАТОРОМ В СИНАПСАХ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ ЯВЛЯЕТСЯ
    1) адреналин
    2) норадреналин
    3) глицин
    4) γ-аминомасляная кислота
    5) ацетилхолин
3. ПРИ ОДИНОЧНОМ МЫШЕЧНОМ СОКРАЩЕНИИ ГЛАДКИЙ ТЕТАНУС МОЖНО ПОЛУЧИТЬ ПРИ НАНЕСЕНИИ РАЗДРАЖЕНИЯ
    1) в латентный период
    2) в период укорочения
    3) в период расслабления
4. ПРИ ОДИНОЧНОМ МЫШЕЧНОМ СОКРАЩЕНИИ ЗУБЧАТЫЙ ТЕТАНУС МОЖНО ПОЛУЧИТЬ ПРИ НАНЕСЕНИИ РАЗДРАЖЕНИЯ
    1) в латентный период
    2) в период укорочения
    3) в период расслабления
5. СВОЙСТВО ГЛАДКИХ МЫШЦ, ОТСУТСТВУЮЩЕЕ У СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ, НАЗЫВАЕТСЯ
    1) проводимостью
    2) сократимостью
    3) лабильностью
    4) пластичностью
    5) возбудимостью

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Известно, что одиночное мышечное сокращение состоит из трех основных фаз: латентного периода, фазы укорочения и фазы расслабления.

Указать, какие процессы протекают в мышце во время латентного периода при непрямом раздражении?

Задача № 2. У пациента при повреждении седалищного нерва, наблюдается атрофия мышц нижней конечности.

Объяснить проявление атрофии в данном случае.

Задача № 3. Мышцу нервно-мышечного препарата подвергают непрямому раздражению. Она сокращается тетанически.

Определить, как изменится ритм сокращения, если в перфузируемый раствор вести d-тубокурарин.

Задача № 4. В эксперименте к покоящейся мышце подвесили груз.

Определить, как при этом изменится ширина Н - зоны саркомера.

Задача № 5. В эксперименте обнаружено, что быстрые мышцы при сокращении потребляют в единицу времени больше энергии АТФ, чем медленные.

Объяснить, почему наблюдается такая разница.

ЗАНЯТИЕ № 6
Итоговое занятие по разделу «Физиология возбудимых тканей»

Учебно-исследовательская цель занятия: контроль знаний по разделу «Физиология возбудимых тканей».

Контрольные вопросы для устного собеседования на итоговом занятии

1. Современное представление о строении и функции биологических мембран. Роль, значение и классификация плазматических мембран.
2. Транспорт веществ через биологические мембраны. Активный и пассивный транспорт, его виды.
3. Общие свойства возбудимых тканей. Определение возбудимости. Критерии оценки возбудимости. Соотношение между силой раздражителя и временем его действия на возбудимую ткань. Хронаксия. Реобаза. Полезное время. Лабильность. Аккомодация. Классификация раздражителей.
4. Мембранно-ионная теория происхождения потенциала покоя. Ионные каналы. Ионный градиент и причины его возникновения. Величина и способы регистрации потенциала покоя. Уравнения Нернста и Гольдмана.

5. Потенциал действия. Фазы потенциала действия. Его величина, способы регистрации, ионные механизмы происхождения фаз потенциала действия. Следовые потенциалы. Цикл Ходжкина-Хаксли.
6. Фазовые изменения возбудимости при возбуждении. Закон «всё или ничего».
7. Локальный ответ в сравнении с импульсным возбуждением.
8. Изменение физиологических свойств возбудимых тканей при прохождении постоянного электрического тока. Законы действия постоянного электрического тока и их использование в практической медицине. Явление аккомодации.
9. Парабиоз нерва, его фазы и причины возникновения. Значение учения о парабиозе для практической медицины. Относительная неутомляемость нерва.
10. Функции нервов. Классификация нервных волокон. Законы проведения возбуждения по нервам и их доказательства (опыты В. Кюне, А.И. Бабухина, Н.Е. Введенского). Механизмы проведения возбуждения по нервным волокнам.
11. Физиологические свойства мышечной ткани. Двигательные единицы. Изометрическое, изотоническое и ауксотоническое сокращения.
12. Одиночное мышечное сокращение и его фазы. Полная и неполная суммация сокращений. Тетанус. Механизмы возникновения тетануса (Р. Гельмгольц, Е.Б. Бабский, Н.Е. Введенский). Факторы, влияющие на величину тетануса. Контрактура и причины ее возникновения.
13. Оптимум и пессимум частоты и силы раздражения по методу Н.Е. Введенского.
14. Ультрамикроскопическое строение скелетной мышцы. Теория скользящих нитей. Электромеханическое сопряжение в скелетных мышцах. Роль АТФ, кальция, сократительных и регуляторных белков в мышечном сокращении.
15. Работа и сила мышц. Зависимость работы от величины нагрузки и ритма мышечных сокращений. Закон средних нагрузок и средних скоростей.
16. Физиологические основы утомления. Теории утомления. Локализация утомления в нервно-мышечном препарате и в организме. Механизмы развития утомления. Активный отдых по И.М. Сеченову.
17. Классификация синапсов. Строение и механизм передачи возбуждения через электрический синапс. Нексус и его роль в формировании функционального синцития. Особенности проведения возбуждения через электрический синапс.
18. Строение и механизм передачи возбуждения через нервно-мышечный синапс (ацетилхолин, холинэстераза). Особенности

проведения возбуждения через данный вид синапса. Электромеханическое сопряжение. Миорелаксанты. Механизмы нарушения проведения возбуждения через синапс.

19. Физиологические свойства и особенности гладких мышц. Механизмы электро- и фармакомеханического сопряжения в гладких мышцах.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОГЕНЕЗА

В ходе эмбриогенеза и в неонатальный период наблюдается рост величины мембранного потенциала покоя в нервных клетках за счет уменьшения проницаемости клеточных мембран и основных потенциалобразующих ионов, а также увеличения активности Na, К-АТФ-азы. В отличие от взрослого человека, у новорожденных меньше амплитуда потенциала действия, часто отсутствует овершут и увеличена его продолжительность. По мере созревания нейронов увеличивается не только количество, но и плотность потенциалзависимых натриевых каналов, а в соме и пресинаптичских окончаниях увеличивается количество потенциалзависимых кальциевых каналов.

По мере роста величины потенциала покоя увеличивается амплитуда потенциала действия, уменьшаются его продолжительность и длительность рефрактерной фазы. Хронаксия нервной ткани снижается, а возбудимость, проводимость и лабильность увеличиваются.

Электровозбудимость нервно-мышечного аппарата у детей первых недель жизни меньше, чем у детей более старших. У детей первых недель жизни при пороговой силе тока сокращение возникает только при замыкании катода, у более старших детей – как при замыкании катода, так и при размыкании анода. Гальваническая возбудимость с 1,5–2-месячного возраста почти сравнивается с таковой у взрослых.

Абсолютные и средние величины хронаксии у детей значительно выше, чем у взрослых. Так у детей в возрасте до 3 месяцев мышцы и нервы обнаруживают наиболее низкую возбудимость (значения реобазы выше, чем у взрослых), что обусловлено незаконченностью формирования морфологической структуры нервно-мышечного аппарата. Величины хронаксии у детей в возрасте около 10 лет приближаются к показателям взрослых.

К моменту рождения примерно 1/3 нервных волокон миелинизирована, при этом диаметр и расстояние между перехватами Ранвье значительно меньше, чем у взрослых. По этой причине скорость проведения возбуждения у новорожденных медленнее (примерно в 2 раза меньше, чем у взрослых) и не полностью изолирова-

на по сравнению со взрослыми, но по мере миелинизации нервных волокон, роста их диаметра и увеличения расстояния между перехватами Ранвье, а также увеличения амплитуды потенциала действия и увеличения силы местных (локальных) токов происходит увеличение скорости проведения возбуждения, которая к 5 годам становится примерно равной взрослой. Также происходит увеличение плотности натриевых и калиевых каналов в перехватах Ранвье, что ведет к увеличению фактора надежности

$$\left(ФН = \frac{V_{ПД}}{F_{КУД}} \right)$$ проведения возбуждения.

Нервно-мышечный синапс к моменту рождения сформирован не полностью и представляет собой примитивный синапс, когда на поверхности миотубы имеется выемка, в которой расположено окончание аксона. В дальнейшем происходят увеличение количества и рост терминальных ветвей аксона с увеличением содержания в них ацетилхолина. Это ведет к увеличению выхода медиатора в синаптическую щель при возбуждении терминалей и увеличению амплитуды потенциала концевой пластинки (постсинаптического потенциала). По мере созревания мионеврального синапса происходят увеличение образования складок на постсинаптической мембране, увеличение плотности холинорецепторов на ней и появляется ацетилхолинэстераза. Время синаптической задержки у новорожденных значительно больше, чем у взрослых (в 7–10 раз), но по мере созревания синапса происходит улучшение передачи возбуждения в нем (более чем в 4 раза), к 7–8 годам заканчивается его созревание, и он по своим функциональным свойствам приближается к таковым у взрослого человека.

Формирование мышечной ткани и ее последующая дифференцировка – сложный многоэтапный процесс, в котором уровень конечной организации достигается только после завершения полового созревания. В процессе онтогенеза развиваются не только отдельные мышечные волокна, но и их объединения – двигательные единицы, в которых состояние мышечных волокон определяется развитием соответствующих мотонейронов.

В эмбриональном периоде формирование мышечной ткани начинается на 4–6-й неделе внутриутробного развития и характеризуется образованием первичных мышечных веретен (миотрубки), к которым в последующем прирастают отростки мотонейронов спинного мозга. С этой стадии процесс формирования мышечных волокон связан в первую очередь с развитием мотонейронов спинного мозга. Это происходит на 6–7-м месяце внутриутробного развития, и ребенок рождается с мышцами, уже частично прошедшими этот этап первичной дифференцировки – примерно на 53%.

К морфологическим особенностям мышечной системы у детей

надо отнести меньшую толщину мышечных волокон (относительно большее количество интерстициальной ткани и большее количество округлой формы ядер как в клетках самих мышц, так и в межуточной соединительной ткани). Во внеутробный период рост мышечной массы происходит не за счет нарастания числа мышечных волокон, а почти исключительно за счет их утолщения.

У новорожденных мышечные волокна расположены рыхло, их толщина составляет 4–22 мкм. В постнатальном периоде рост мышечной массы происходит в основном за счет утолщения мышечных волокон, и к 18–20 годам их диаметр достигает 20–90 мкм. В целом мышцы у детей раннего возраста более тонкие и слабые, а мышечный рельеф сглажен и становится отчетливым обычно к 5–7 годам жизни. Фасции у новорожденного тонкие, рыхлые и легко отделяются от мышц. Их созревание начинается с первых месяцев жизни ребенка и связано с функциональной активностью мышц.

Для детей периода новорожденности и первых месяцев грудного возраста характерна значительная гипертония мышц, наиболее резко выраженная со стороны сгибателей конечностей. Эта гипертония мышц верхних конечностей проходит к 2–2,5 месяцам, а мышц нижних конечностей – к 3–4 месяцам.

У новорожденных мышечная масса составляет 20–22% от массы тела. К 2 годам относительная масса мышц несколько уменьшается (до 16–17%), а затем в связи с нарастанием двигательной активности ребенка вновь увеличивается и к 6 годам достигает 22–23%, к 8 годам – 27–28%, а к 15 годам – 32–33%. У взрослых она составляет в среднем 40–44%. В общей сложности масса мышц за период детства увеличивается в 37 раз. Скелетные мышцы у новорожденного характеризуются меньшим содержанием сократительных белков (у новорожденных их в 2 раза меньше, чем у детей старшего возраста), наличием фетальной формы миозина, обладающего небольшой АТФ-азной активностью. По мере роста ребенка фетальный миозин замещается дефинитивными миозинами, увеличивается содержание тропомиозина и саркоплазматических белков, уменьшается количество гликогена, молочной кислоты и воды.

В возрасте от 1 до 2 лет дифференцировочные процессы резко усиливаются и уже можно выделить волокна с «быстрым» (тип D II B), «медленным» (тип DE I) и «промежуточным» (тип DE II A) миозином.К моменту рождения мышцы плода обладают всеми свойствами, характерными для мышц взрослого: возбудимостью, проводимостью, сократимостью, эластичностью и растяжимостью. С возрастом эластичность уменьшается, а такие показатели, как упругость, прочность, возбудимость, проводимость, сократимость, утомляемость, время сокращения и расслабления, лабильность, увеличиваются. Так, величина потенциала покоя мышечных клеток новорожденных составляет в среднем всего 20–40 мВ (у взрослых 80–

90 мВ), что связано с высокой ионной проницаемостью мембраны мышечных волокон и меньшими концентрационными градиентами основных потенциалобразующих ионов. По этой причине потенциалы действия имеют невысокую амплитуду, более высокую продолжительность, и часто отсутствует овершут. По мере созревания мышечных клеток происходит увеличение их диаметра, увеличивается величина потенциала покоя и потенциала действия, увеличивается скорость проведения возбуждения.

Мышечная сила у детей с возрастом отчетливо нарастает. Как правило, правая рука у них сильнее левой, а сила мышц у мальчиков и девочек одинакова до 7–8-летнего возраста, в 10–12 лет – больше у девочек, в 15–18 лет – больше у мальчиков. Необходимо отметить, что максимальная выносливость к физическим нагрузкам отмечается в возрасте 20–29 лет, а эффективность отдыха после физического утомления наибольшая в 7–12 лет, в 13–15 лет резко снижается и несколько увеличивается в 16–18 лет.

В возрасте от 5 до 10 лет в соотношении между мышечными волокнами различного типа устанавливается относительная стабильность, но затем в возрасте 11–12 лет наступает резкое увеличение числа волокон с быстрым миозином. В возрасте 14 лет наблюдается увеличение количества волокон типа DE I. На этом этапе наблюдается резкое увеличение темпа роста мышечной ткани. К 17–18 годам устанавливается характерное для взрослых соотношение мышечных волокон разного типа и их поперечных размеров.

В биохимическом отношении мышцы у детей характеризуются низким содержанием миофибриллярных белков, сниженной АТФазной и высокой холинэстеразной активностью. По мере роста ребенка эти отличия сглаживаются с показателями детей старшего возраста и взрослыми. Растет содержание миозина и актина, тропомиозина и тропонина, белков саркоплазматического ретикулума. С возрастом уменьшается количество гликогена, молочной кислоты, нуклеиновых кислот и воды относительно массы мышечной ткани.

В функциональном отношении мышцы новорожденного характеризуются повышенной чувствительностью к некоторым гуморальным агентам, в том числе и к ацетилхолину. Отмечается низкая чувствительность к действию электрического тока при внутриутробном развитии, которая сохраняется и после рождения, имея высокие показатели хронаксии. В этот период мышцы воспроизводят лишь 3–4 сокращения в секунду. С возрастом число сокращений доходит до 60–80 с последующей способностью к формированию тетанических сокращений. При этом созревание мионеврального синапса приводит к лучшей передаче возбуждения (более чем в 4 раза) с нерва на мышцу.

ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

ЗАНЯТИЕ № 1
Общая характеристика центральной нервной системы. Нейрон. Аксонный транспорт. Глия. Рефлекс. Рефлекторная дуга

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить строение нейрона.
2. Рассмотреть строение рефлекторной дуги в ЦНС.
3. Доказать значение всех звеньев рефлекторной дуги для осуществления рефлексов.
4. Освоить методы оценки состояния спинальных и некоторых стволовых рефлекторных дуг у человека.
5. Уметь определять время рефлекса на примере двигательной реакции на визуальный стимул у человека.

Вопросы для самоподготовки

1. Нейрон как основа структурно-функциональной единицы ЦНС. Классификация и функции.
2. Аксонный транспорт, классификация и виды.
3. Нейросекреция и пиноцитоз.
4. Развитие и регенерация отростков нейрона.
5. Особенности возникновения возбуждения в нейроне.
6. Интеграция синаптических процессов на нейроне.
7. Гематоэнцефалический барьер.
8. Глия, ее функции.
9. Рефлекторная дуга.
10. Рефлекторный принцип деятельности нервной системы.
11. Развитие рефлекторной теории (Декарт Р., Сеченов И.М., Прохазка Н., Павлов И.П., Анохин П.К. и другие) и теория невризма.
12. Принципы рефлекторной теории (детерминизм, анализ и синтез, единство структуры и функции).
13. Классификация рефлексов: центральные и периферические, соматические и вегетативные, аксон-рефлекс.
14. Рефлекторный путь.
15. Рефлекторное кольцо.
16. Отличие соматической рефлекторной дуги от вегетативной.
17. Медиаторы.
18. Методы исследования ЦНС.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Анализ рефлекторной дуги лягушки и человека», «Рецептивные поля спинномозговых рефлексов», «Воз-

будимость различных элементов рефлекторной дуги».
Плакаты: Сложная рефлекторная дуга. Строение нервной ткани. Схема 2-нейронной дуги. Схема 3-нейронной дуги. Коленный рефлекс.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Исследование безусловных рефлексов у человека

Необходимо: испытуемый, неврологический молоточек, ватка.

Учебно-исследовательская цель работы: исследовать безусловные рефлексы у человека.

Ход работы

1. ***Надбровный рефлекс.*** Данный рефлекс возникает при ударе неврологическим молоточком по краю надбровной дуги. Рефлекторная дуга: глазной нерв (I ветвь тройничного нерва), чувствительное ядро тройничного нерва, двигательное ядро лицевого нерва, лицевой нерв. Ответная реакция – смыкание век.
2. ***Корнеальный рефлекс (конъюнктивальный и роговичный).*** Возникает при осторожном прикосновении ваткой либо мягкой бумагой к роговице над радужной оболочкой или конъюнктиве. Рефлекторная дуга та же, что и у надбровного рефлекса. Ответная реакция – смыкание век.

Рефлексы сокращения круговой мышцы глаза – биологически целесообразные механизмы организма, обеспечивающие защиту глаза от внешних вредящих воздействий. У новорожденных эти рефлексы вызываются и проявляются ярко. Начиная со второго года жизни, эти рефлексы снижаются. У здоровых детей старшего возраста и у взрослых людей конъюнктивальный рефлекс в единичных случаях не обнаруживается.

Данные рефлексы ослабевают или исчезают при поражении тройничного или лицевого нервов, варолиева моста, полушарий головного мозга; при вовлечении в процесс образований выше варолиева моста они повышаются.

3. ***Нижнечелюстной рефлекс.*** Возникает при постукивании молоточком по подбородку при слегка открытом рте. Ответная реакция – сокращение жевательных мышц. Рефлекторная дуга: чувствительные волокна нижнечелюстного нерва (III ветвь тройничного нерва), чувствительное ядро тройничного нерва, двигательное его ядро в мосту, двигательные ветви III ветви тройничного нерва. У новорожденных этот рефлекс вызывается в 100% случаев и в большинстве случаев проявляется ярко. В дальнейшем он постоянно снижается. У детей старше 10 лет и у взрослых людей в единичных случаях этот рефлекс может отсутствовать.

При двустороннем поражении тройничного нерва он снижается или

отсутствует, при поражении коры головного мозга или кортико-нуклеарных путей рефлекс повышается.

РАБОТА № 2
Исследование времени реакции на визуальный стимул у человека

Необходимо: испытуемый, линейка.

Учебно-исследовательская цель работы: определить у человека время реакции на визуальный стимул.

Ход работы

1. Каждая пара студентов должна получить измеритель времени реакции и поручить одному студенту выполнять роль исследователя, а другому студенту – роль испытуемого. Измерителем может быть длинная линейка, имеющая деления в см или в миллисекундах.
2. Войти в нужное положение. Испытуемый должен сидеть на стуле, в то время как исследователь должен быть напротив испытуемого.
3. Исследователь должен держать линейку за конец, и испытуемый должен поместить большой палец и указательный палец доминирующей руки с обеих сторон измерителя напротив линии начального отсчета приблизительно на расстоянии один дюйм. То есть метка первой линии на линейке должна быть между большим пальцем испытуемого и указательным пальцем (рис. 7).
4. Испытуемый должен указать, когда он готов начать, и исследователь должен в любое время в пределах следующих 10 секунд выпустить измеритель из пальцев, предоставив ему возможность свободно падать вниз между пальцами испытуемого.

Исследователь не должен смотреть на испытуемого или давать любой знак о том, когда он собирается освобождать измеритель.

5. Испытуемый должен пробовать поймать измеритель между большим пальцем и указательным, как только он начинает падать.
6. Проделайте 10 таких проб и затем повторите это упражнение еще раз. Запишите результаты 10 измерений в протоколе.

***Рис. 7**. Расположение линейки и руки испытуемого во время проведения исследования времени реакции на визуальный стимул у человека*

Число миллисекунд, которые требуется для испытуемого, чтобы поймать измеритель, читается по значениям на измерителе; используйте величину, находящуюся под центром большого пальца. Для перевода сантиметров в миллисекунды используйте таблицу 8.

Таблица 8

Расстояние	Время реакции	Расстояние	Время реакции
5 см	0,10 сек	30,5 см	0,25 сек
10 см	0,14 сек	43 см	0,30 сек
15 см	0,17 сек	61 см	0,35 сек
20 см	0,20 сек	79 см	0,40 сек
25,5 см	0,23 сек	99 см	0,45 сек

или, чтобы быть более точными, используйте следующую формулу:

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}},$$

где t = время (в секундах); y = расстояние (в см); g = 980 см/сек^2 (ускорение свободного падения).

Запишите результаты эксперимента. Поменяйте местами испытуемого и исследователя и повторите исследование.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы преимущества нервной регуляции в сравнении с гуморальной?
2. Какие принципы лежат в основе деятельности ЦНС?
3. Что такое нейрон?
4. Каково его строение?
5. В чем заключается функциональное назначение отростков нейрона?
6. Как проводится возбуждение от нейрона к нейрону в ЦНС?

7. Что такое синапс?
8. Раскройте подходы к классификации синапсов.
9. Дайте характеристику типов нейронов.
10. Охарактеризуйте нервное волокно.
11. Дайте характеристику физиологических свойств нервного волокна.
12. Что такое глия, и каково ее функциональное назначение?
13. Почему время рефлекса зависит от числа вставочных нейронов?
14. Сформулируйте понятие рефлекса.
15. Когда и кем был установлен принцип рефлекторной деятельности ЦНС?
16. Что называется рефлекторной дугой?
17. Что называется временем рефлекса?
18. В каком направлении проводится возбуждение через синапс?
19. Что такое постсинаптическая мембрана?
20. Каковы функции дендритов и аксонов нервных клеток?
21. Что называют синаптической задержкой?
22. Какие медиаторы Вы знаете?
23. Как влияет возбуждающий медиатор на постсинаптическую мембрану?
24. Почему возбуждение по рефлекторной дуге проводится медленнее, чем по нервному волокну?
25. В каких участках рефлекторной дуги происходит задержка проведения возбуждения?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ДЕНДРИТЫ НЕЙРОНОВ
   1) передают возбуждение от нейрона к другим рядом расположенным нейронам
   2) являются наиболее возбудимой частью нейрона, в результате первично на них генерируются ПД
   3) значительно увеличивают поверхность нервной клетки, что создает возможность образования на ней большого числа синапсов
   4) в их цитоплазме синтезируются предшественники медиатора данного нейрона

2. НЕРВНАЯ КЛЕТКА ВЫПОЛНЯЕТ ВСЕ ФУНКЦИИ, КРОМЕ
   1) приема информации
   2) хранения информации
   3) кодирования информации
   4) выработки медиатора

5) непосредственного участия в образовании гематоэнцефалического барьера

4. В РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГЕ ОБЫЧНО НАИБОЛЬШЕЕ ВРЕМЯ ЗАДЕРЖКИ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ НАБЛЮДАЕТСЯ
   1) в афферентном звене
   2) в эфферентном звене
   3) в центральном звене
   4) в звене обратной афферентации
   5) задержка проведения возбуждения не наблюдается
5. НЕЙРОНЫ ИМЕЮТ САМЫЙ НИЗКИЙ ПОРОГ РАЗДРАЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ
   1) начального сегмента короткого дендрита
   2) разветвления длинных дендритов
   3) начального сегмента аксона
   4) сомы
6. РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА – ЭТО
   1) структурно-функциональная единица ЦНС, состоящая из рецепторов и исполнительного органа
   2) путь, связывающий между собой центральную нервную систему и исполнительный орган
   3) комплекс специфически организованных нервных клеток, взаимодействие которых необходимо для осуществления рефлекса
   4) путь, связывающий между собой нейроны ЦНС

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. При измерении возбудимости сомы, дендритов и аксонного холмика нейрона получены следующие цифры: реобаза разных отделов клетки оказалась равной 100 мв, 30 мв., 10 мв.

Указать, каким отделам клетки соответствует каждый из параметров?

Задача № 2. Во время проведения операции для продления продолжительности периода клинической смерти произвели охлаждение мозга.

Объяснить, почему это возможно?

Задача № 3. Рефлекторные дуги соматической и вегетативной нервной систем существенно различаются.

Указать, в чем морфологические различия рефлекторных дуг вегетативной и соматической нервных систем?

Задача № 4. Известно, что колхицин блокирует ток аксоплазмы в нервных волокнах, но не нарушает проведение возбуждения.

Экспериментатор воздействовал кохицином на мотонейрон иннервирующий мышцу.

Определить, как это повлият на мышцу?

Задача № 5. Для проведения возбуждения по рефлекторной дуге требуется время.

1. *Определить, в каком компоненте рефлекторной дуги протекают процессы, приводящие к изменению времени рефлекторной реакции?*
2. *Указать, от чего зависит время рефлекторной реакции?*

ЗАНЯТИЕ № 2
Свойства нервных центров. Принципы координированной деятельности ЦНС. Торможение в ЦНС

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить свойства нервных центров.
2. Рассмотреть виды, механизмы и физиологическое значение центрального торможения.
3. Определить закономерности проведения возбуждения в нервных сетях.
4. Изучить принципы координационной деятельности центральной нервной системы.
5. Ознакомиться с методами исследования ЦНС.

Вопросы для самоподготовки

1. Понятие о нервных цепях и центрах. Особенности обработки информации в нервных цепях.
2. Свойства нервных центров: суммация, последействие, тонус, трансформация, пластичность и другие.
3. Принципы распространения возбуждения в ЦНС: дивергенция, конвергенция, одностороннее проведение возбуждения, центральная задержка, реверберация и другие.
4. Торможение в ЦНС. Основные виды торможения и их механизмы.
5. Принципы координированной деятельности ЦНС. Принципы переключения, реципрокности, облегчения, обратной связи, проторения пути, общего «конечного пути», доминанты, субординации.
6. Взаимодействие между процессами возбуждения и торможения.
7. Взаимодействие между различными уровнями ЦНС в процессе регуляции соматических и вегетативных функций.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Методы исследования ЦНС», «Свойства нервных центров», «Торможение рефлексов спинного мозга», «Периферическое торможение», «Центральное торможение», «Парабиотическое торможение», «Нарушение функций ЦНС под действи-

ем стрихнина», «Иррадиация возбуждения», «Суммация возбуждения».
Плакаты: Свойства нервных центров. Свойства облегчения и торможения (схема). Сеченовский разрез мозга. Схема общего конечного пути (по Шеррингтону). Механизм торможения мотонейронов спинного мозга.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Исследование механизма общего конечного пути

Необходимо: испытуемый, неврологический молоточек.

Учебно-исследовательская цель работы: доказать механизм общего конечного пути человека на базе коленного рефлекса.

Ход работы

1. Посадите испытуемого на стул в положении нога на ногу (в области коленного сустава), нога расслаблена.
2. Испытуемому предложите разгибать ногу в коленном суставе. Эта реакция осуществляется через механизм второй сигнальной системы, т. е. по словесному указанию.
3. Ударьте неврологическим молоточком по сухожилию четырехглавой мышцы испытуемого и наблюдайте аналогичное разгибание ноги в коленном суставе.
4. Испытуемого попросите медленно разгибать ногу в коленном суставе и во время движения ноги быстро ударьте неврологическим молоточком по сухожилию четырехглавой мышцы. Если нога еще не полностью разогнута, происходит усиление движения. (Обе рефлекторные реакции имеют разные чувствительные пути и один общий двигательный путь. При одновременном действии обоих механизмов может произойти суммация эффектов, т. е. усиление движения по разгибанию ноги в коленном суставе.)
5. Заполните таблицу 9 и схематически изобразите рефлекторные дуги, объясняющие механизм общего конечного пути.

Таблица 9

Вид воздействия	Ответная реакция

РАБОТА № 2
Роль обратной афферентации в координации движений человека

Необходимо: испытуемый, линейка.

Учебно-исследовательская цель работы: изучение роли различных видов обратной афферентации в координации движений человека.

Ход работы

1. На листе бумаги начертить прямую линию длиной примерно 10 см. Установить руку с карандашом в точку, соответствующую началу линий, на 1–2 см ниже, закрыть глаза и начертить линию, как можно в большей степени совпадающую с первой по направлению и длине.
2. Определить, насколько вторая линия отличается от первой по длине и под каким углом она расположена к первой линии.
3. Аналогичный опыт поставить с вычерчиванием фигуры равнобедренного треугольника и квадрата.
4. Оформить результаты работы и выводы.

РАБОТА № 3
Исследование тонических рефлексов мышц-разгибателей верхних конечностей у человека (по А.А. Ухтомскому)

Необходимо: испытуемый, секундомер, линейка.

Учебно-исследовательская цель работы: доказать существование тонуса нервных центров на примере тонических рефлексов мышц.

Ход работы

1. Испытуемый с опущенными руками становится к стене. Он должен закрыть глаза и давить тылом кисти правой руки на стену с максимальной силой в течение 20 сек.
2. Затем, не открывая глаз, сделать шаг в сторону, держать руки свободно, чтобы мышцы были расслаблены. Определить, сколько секунд будет продолжаться подъем правой руки, зависящий от рефлекторного тонического сокращения.
3. Определить приблизительно (в градусах) отклонение руки от вертикали. Произвести опыт 2 раза: один раз ориентировочно, второй – учесть длительность рефлекса в сек, величину рефлекса в градусах угла отклонения.
4. Проделать опыт на другой руке. Обратить внимание на повышенный тонус мышц-разгибателей, связанный с повышением тонуса соответствующих нервных центров.
5. Оформить результаты работы и выводы.

Вопросы для самоконтроля

1. Как действует доминантный очаг на другие нервные центры?
2. Какое явление в ЦНС называется доминантным, и кем оно было открыто?
3. Что такое пресинаптическое торможение нейрона?
4. Что называется последействием?
5. Какое торможение в ЦНС называют реципрокным?
6. Что такое нервный центр?

7. Что такое «общий конечный путь»?
8. Что такое постсинаптическое торможение нейрона?
9. В чем заключается явление облегчения в ЦНС?
10. Какие нейроны спинного мозга называются клетками Реншоу?
11. В чем заключается явление окклюзии?
12. Какой процесс называют иррадиацией возбуждения в ЦНС?
13. Что происходит с мембранным потенциалом нейрона при постсинаптическом торможении?
14. Какими свойствами обладает доминантный очаг?
15. Что такое торможение в ЦНС?
16. Что называют пресинаптическим торможением?
17. Чем объяснить явление последействия в ЦНС?
18. В чем заключается явление облегчения?
19. Какие механизмы торможения существуют?
20. Какие блокаторы нарушают пресинаптическое торможение, а какие – постсинаптическое?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ВТОРИЧНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ ВОЗНИКАЕТ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОЦЕССА
    1) возникающего в тормозных нейронах и для тормозимой клетки являющийся первичным
    2) возникающего в той же самой клетке, в которой первично наблюдалось возбуждение
    3) торможения возникающего повторно
2. ПРОЦЕСС, В РЕЗУЛЬТАТЕ КОТОРОГО ОДИН МОТОНЕЙРОН МОЖЕТ ПОЛУЧАТЬ ИМПУЛЬСЫ ОТ НЕСКОЛЬКИХ АФФЕРЕНТНЫХ НЕЙРОНОВ, НАЗЫВАЕТСЯ
    1) дивергенция
    2) конвергенция
    3) пространственная суммация
    4) трансформация
3. КОНВЕРГЕНЦИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ В НЕРВНЫХ ЦЕНТРАХ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ
    1) схождением возбуждающих влияний от нескольких нейронов к одному
    2) расхождением возбуждающих или тормозных влияний от одного нейрона к нескольким
    3) увеличением площади постсинаптических мембран
4. ЦЕНТРАЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ ОТКРЫТО И.М. СЕЧЕНОВЫМ ПРИ РАЗДРАЖЕНИИ
    1) спинного мозга
    2) продолговатого мозга

3) мозжечка
4) зрительных бугров
5) коры больших полушарий

5. НЕРВНЫМ ЦЕНТРАМ НЕ СВОЙСТВЕННА(О)
1) трансформация
2) суммация
3) пластичность
4) двухстороннее проведение возбуждения
5) последействие

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Экпериментатор к нейрону по нескольким аксонам одновременно подает подпороговые стимулы.

Указать, произойдет ли возбуждение нейона?

Задача № 2. Экпериментатор подпороговыми раздражениями вызвал возбуждение нейрона.

Указать, какова должна быть частота раздражающих стимулов? Дать ответ в общем виде.

Задача № 3. В опыте И.М. Сеченова доказательством наличия центрального торможения является увеличение времени защитной оборонительной реакции после помещения кристалла соли в область зрительных бугров мозга лягушки.

Указать, какие клеточные механизмы лежат в основе этого явления?

Задача № 4. Известно, что безусловные рефлексы, присутствующие у новорожденных и грудных детей (например, хватательный, сосательный, хоботковый рефлексы), при взрослении исчезают.

Объяснить механизм этой утраты.

Задача № 5. Когда коленный рефлекс у пациента выражен слабо, для его усиления иногда предлагают больному сцепить руки перед грудью и тянуть их в разные стороны.

Объяснить, почему это приводит к усилению рефлекса?

ЗАНЯТИЕ № 3
Физиология спинного, продолговатого, среднего мозга, ретикулярной формации и мозжечка. Физиология промежуточного мозга. Подкорковые образования. Локализация функций в коре

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить строение головного мозга, функцию его отделов.
2. Изучить строение коры больших полушарий, промежуточного мозга, лимбической системы.

3. Разобрать методы исследования различных отделов ЦНС.
4. Наблюдать разные типы волн на электроэнцефалограмме человека в покое и бодрствовании.

Вопросы для самоподготовки

1. Физиология спинного мозга. Функции передних и задних корешков. Сегментарный и межсегментарный принципы работы спинного мозга. Проводниковая функция спинного мозга. Центры спинного мозга.
2. Рефлексы спинного мозга. Спинальные механизмы регуляции мышечного тонуса и фазных движений. Механизм шагательного рефлекса. Спинальный шок и его фазы. Синдром Броун-Секара.
3. Продолговатый мозг и мост. Роль продолговатого мозга в организации мышечного тонуса. Вестибулярные ядра и их роль в регуляции мышечной активности. Рефлексы позы (лабиринтные, шейные, фиксации взора).
4. Средний мозг. Рефлекторная деятельность и функции четверохолмия, красных ядер, черного вещества, ядер III и IV пар черепных нервов, голубого пятна. Установочные рефлексы: статические и статокинетические (Р. Магнус). Рефлексы настораживания и ориентировочные. Механизм поддержания равновесия тела.
5. Мозжечок, его структурно-функциональная организация, афферентные и эфферентные связи. Функции мозжечка. Участие в организации двигательных программ. Последствия повреждения мозжечка.
6. Ретикулярная формация. Нисходящие влияния ретикулярной формации (тормозящие и облегчающие) на рефлекторную деятельность спинного мозга и ее участие в поддержании и перераспределении мышечного тонуса. Восходящие активирующие влияния ретикулярной формации.
7. Таламус. Характеристики специфических (релейных и ассоциативных) и неспецифических ядер таламуса. Участие ядер таламуса в формировании болевых ощущений и «отраженной чувствительности».
8. Лимбическая система и ее роль в формировании мотиваций, эмоций, организации памяти. Участие лимбических структур в интегративной деятельности ЦНС.
9. Базальные ганглии. Функции полосатого тела, его взаимодействие с черным веществом и другими структурами экстрапирамидной системы. Двухсторонние связи хвостатого ядра с корой больших полушарий. Роль в формировании тонуса и сложных двигательных актов, в организации и реализации двигательных программ.
10. Кора больших полушарий. Современные представления о ло-

кализации функций в коре. Пластичность коры, корково-подкорковые и кортико-висцеральные взаимоотношения. Функциональная асимметрия у человека.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Рефлексы спинного мозга», «Частная ЦНС».

Плакаты: Нервная система человека. Общая схема нервной системы. Продольный разрез головного мозга. Корешки спинного мозга. Механизм торможения мотонейронов спинного мозга. Мозжечок. Проводящие пути спинного мозга. Продолговатый мозг. Ретикулярная формация ствола мозга. Рефлекторные дуги и тормозные пути спинного мозга. Рефлекторные дуги сухожильных рефлексов. Связи мозжечка. Спинной мозг (схема иннервации внутренних органов). Спинной мозг на разрезе. Схема нисходящих влияний ретикулярной формации. Схема проводящих путей спинного мозга. Биоэлектрические явления в коре. Влияние коры головного мозга на трофику организма. Лимбическая система. Представительство чувствительных и двигательных функций в коре. Представительство чувствительных функций в задней центральной извилине. Представительство чувствительных центров в коре. Ритмы ЭЭГ, ЭЭГ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Сухожильные рефлексы у человека

Необходимо: неврологический молоточек, испытуемый.

Учебно-исследовательская цель работы: воспроизвести сухожильные рефлексы человека, имеющие клиническое значение.

Ход работы

1. Коленный рефлекс

Испытуемый сидит, положив ногу на ногу. Мышцы исследуемой конечности должны быть расслаблены. Производят отдельные удары молоточком по связке прямой мышцы бедра ниже коленной чашечки (рис. 8). Наблюдаются сокращения четырехглавой мышцы бедра, вызывающие разгибание в коленном суставе (бедренный нерв, сегмент L2-L4).

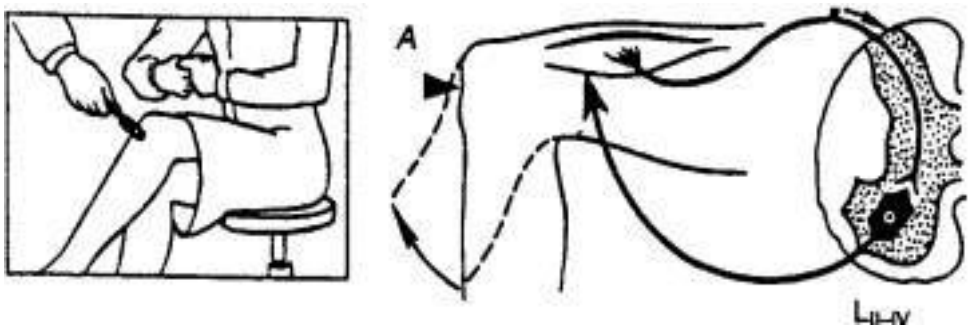

Рис. 8. *Коленный рефлекс*

Если коленный рефлекс ослаблен, испытуемый должен, прочно сцепив пальцы обеих рук, сильно растягивать их в стороны. При этом коленный рефлекс значительно усиливается (феномен Иендрассика).

2. Ахиллов рефлекс

Испытуемый встает на колени на стул, держась руками за спинку. Производят отрывистые удары по ахиллову сухожилию (рис. 9). Наблюдают рефлекторные разгибательные движения стопы, наступающие вследствие сокращения трехглавой мышцы голени (большеберцовый нерв, сегменты S1-S2).

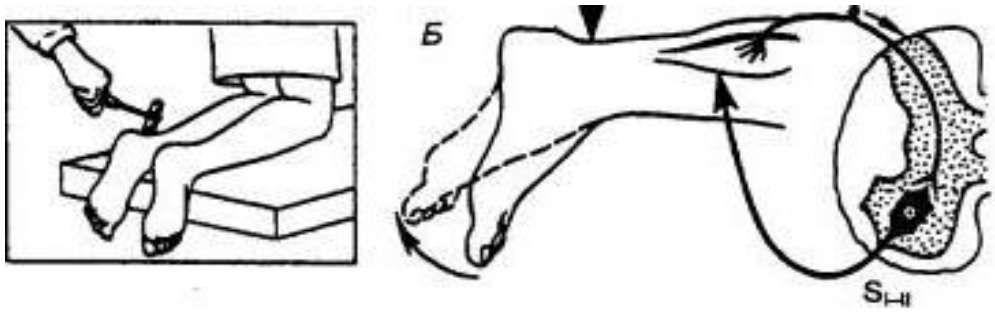

Рис. 9. *Ахиллов рефлекс*

3. Локтевой сгибательный рефлекс

Исследователь подставляет ладонь своей руки под локоть испытуемого и, поддерживая его руку в согнутом положении в локтевом суставе, наносит несильный удар неврологическим молоточком по сухожилию двуглавой мышцы плеча (рис. 10) и наблюдает сгибательный рефлекс предплечья (мышечно-кожный нерв, С5-С6 сегменты спинного мозга).

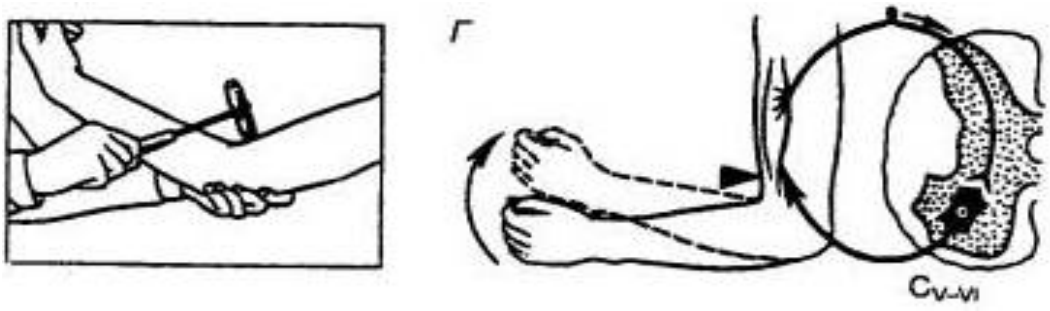

Рис. 10. *Локтевой сгибательный рефлекс*

4. Локтевой разгибательный рефлекс

Рефлекс с трехглавой мышцы плеча вызывается ударом по сухожилию соответсвующей мышцы на 1–1,5 см выше локтевого отростка локтевой кости (рис. 11), при этом предплечье испытуемого может свободно свисать под углом в 90 град., или исследователь может поддерживать руку испытуемого в локтевом суставе (лучевой нерв С5-С6).

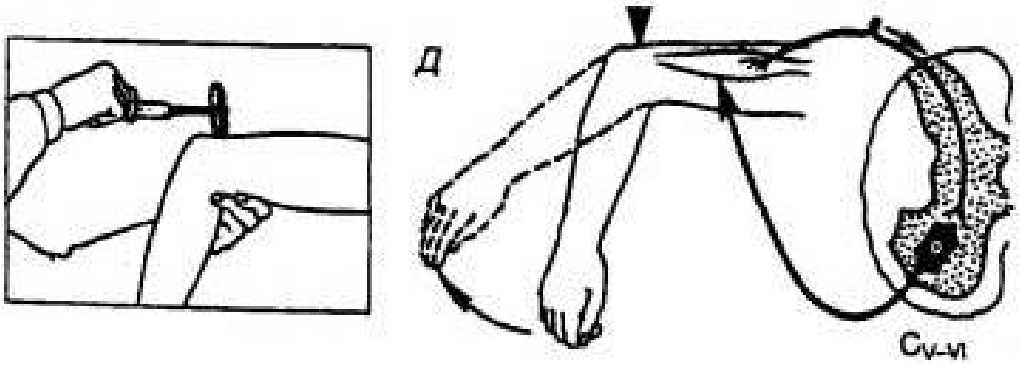

Рис. 11. *Локтевой разгибательный рефлекс*

5. Запястный рефлекс

Для того чтобы вызвать рефлекс, удар неврологическим молоточком наносят по шиловидному отростку лучевой кости (рис. 12), при этом исходное положение: верхняя конечность согнута в локтевом суставе под тупым углом (около 100 град.), кисть находится в положении, среднем между пронацией и супинацией, также можно исследовать этот рефлекс в положении лежа, ответная реакция – сгибание конечности в локтевом суставе и ее пронация (срединный, лучевой и мышечно-кожный нервы, С5-С8).

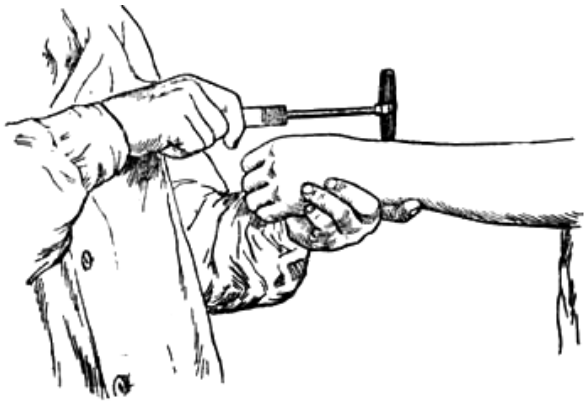

Рис. 12. *Запястный рефлекс*

6. Брюшные рефлексы

Далее исследуют три пары брюшных рефлексов (верхний, средний и нижний), которые вызываются штриховыми раздражениями кожи живота параллельно реберной дуге, на уровне пупка и параллельно паховой складке соответственно (сегменты Т6-Т8, Т9-Т10, Т11-Т12 соответственно) (рис. 13).

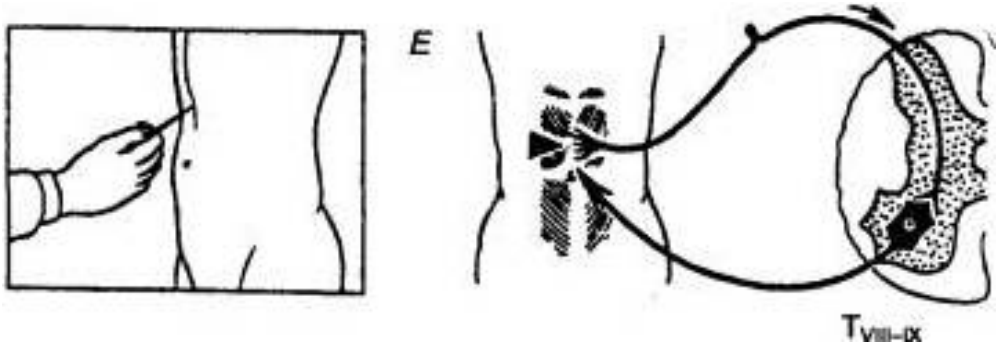

Рис. 13. *Брюшные рефлексы*

7. Подошвенный рефлекс

Подошвенный рефлекс вызывается нанесением штрихового раздражения по наружному краю стопы (рис. 14), при этом отмечается подошвенное сгибание пальцев стопы (седалищный нерв, сегмент L5-S2).

Рис. 14. *Подошвенный рефлекс*

Патологическое проявления подошвенного рефлекса – разгибательный рефлекс Бабинского (тоническое разгибание большого пальца стопы, сочетающееся часто с веерообразным расхождением остальных пальцев в ответ на интенсивное штриховое раздражение наружной части подошвенной поверхности стопы).

В отчетах необходимо зарисовать рефлекторные дуги рефлексов. Указать, на уровне каких сегментов спинного мозга они замыкаются. Обратить внимание на асимметричность рефлекторных реакций.

РАБОТА № 2
Общие представления об исследовании функционального состояния черепно-мозговых нервов человека

Необходимо: испытуемый, ароматизированные салфетки, таблица Сивцева, периметр Форстера, неврологический молоточек, камертон, ватный тампон, растворы сахара, уксусной кислоты, хлорида натрия и настойки полыни.

Учебно-исследовательская цель работы: ознакомиться с методиками первичного анализа функционального состояния черепно-мозговых нервов.

Ход работы:

Обонятельный нерв (I пара ЧМН, n. olfactorius)

1. Исследуйте обонятельные ощущения в ответ на раздражение полости носа широко распространенными пахучими веществами, запах которых известен испытуемому (использование остропахнущих веществ не рекомендуется, так как они могут восприниматься веточками тройничного нерва). Каждую ноздрю исследуют отдельно.
2. Следует выяснить, нет ли у испытуемого обонятельных галлюцинаций, иллюзий.

Различают несколько видов нарушения обоняния: *аносмия* (потеря обоняния), *гипосмия* (снижение обоняния) (при хроническом насморке, *озене* (зловонный насморк), патологических нарушениях в передней черепной ямке, травмах с трещинами костей в этой области, базиллярных менингитах, опухолях лобной области, абсцессах головного мозга и др.), *гиперосмия* (усиление обоняния) и *паросмия* (извращение обоняния).

Зрительный нерв (II пара ЧМН, n. opticus)

Проведите первичный нейроофтальмологический осмотр, который включает исследование остроты и поля зрения (при необходимости – и других зрительных функций), движений глазных яблок и зрачковых реакций.

Глазодвигательный, отводящий, блоковый нервы (III, IV, VI пары ЧМН, n. oculomotorius, n. abducens, n. trochlearis)

Состояние глазодвигательного, отводящего и блокового черепных нервов исследуют одновременно:

1. Оцените размер зрачков и их симметричность.

Миоз (сужение зрачка) может отмечаться, например, после закапывания глаз пилокарпином, эзерином, а также у лиц, страдающих морфинизмом (зависимость от морфина). Он может также выявляться во время сна и у лиц пожилого возраста.

Мидриаз (расширение зрачка) наблюдается при испуге, базедовой болезни, сифилисе нервной системы, энцефалитах, пищевых интоксикациях (ботулизм и т. д.), а также во время приступов эпилепсии. Односторонний мидриаз часто отмечается при поражении глазодвигательного нерва. Контуры зрачков в норме имеют форму правильной окружности, которая при некоторых заболеваниях может изменяться (чаще при сифилисе). Иногда деформация зрачков обнаруживается при местных процессах радужки.

2. Исследуйте прямую и содружественную реакции зрачков на свет (в норме они быстро суживаются).

При исследовании фотореакции зрачков пациенту предлагают смотреть вдаль. Исследователь закрывает обследуемому глаза

своими ладонями, при этом глаза испытуемого остаются открытыми, затем быстрыми движениями отнимает кисти от его лица, наблюдая при этом за состоянием зрачка. Сужение зрачка при воздействии света называется прямой реакцией. Содружественную реакцию наблюдают на открытом глазу в момент закрытия или освещения другого глаза.

3. Оцените равномерность зрачков, их форму и симметричность.

Если поражаются мышцы, расширяющие и суживающие зрачок, иннервируемые автономной нервной системой, то наблюдается внутренняя *офтальмоплегия* (паралич мышц глаза), при которой отмечаются неподвижный расширенный зрачок и нарушенная аккомодация. При сочетанном поражении наружных и внутренних мышц глаза возникает тотальная офтальмоплегия, при этом наблюдаются полное отсутствие движений глазных яблок, *птоз* (опущение века), расходящееся косоглазие, мидриаз, экзофтальм (выпученные глаза) и расстройство конвергенции и аккомодации.

4. Оцените реакцию зрачка на аккомодацию.

Она выражается в том, что при взгляде вдаль зрачки расширяются, а при взгляде на близкий предмет – суживаются.

5. Оцените реакцию глазных яблок на конвергенцию.

Реакцию на конвергенцию исследуют, предлагая больному смотреть вдаль, затем к верхушке его носа приближают молоточек или палец и просят смотреть на него. При этом отмечается приведение глазных яблок к носу (конвергенция).

6. Проанализируйте расположение глазных яблок в орбите и мышечный тонус век (наличие опущения верхнего века).

У больных с поражением глазодвигательного нерва выявляют опущение века, расходящееся косоглазие, двоение в глазах, чаще при взгляде прямо, паретический мидриаз, нарушение объема движений глазного яблока.

Для поражения блокового нерва характерно двоение в глазах при взгляде вниз, которое четко проявляется при спускании по лестнице.

У лиц с поражением отводящего нерва отмечаются сходящееся косоглазие и двоение в глазах, чаще при взгляде кнаружи. При одновременном поражении этих нервов отсутствуют все движения глазного яблока, отмечается наружная офтальмоплегия.

7. Исследуют наличие *нистагма* (колебательные движения глаз высокой частоты), его характер и постоянство.

Он более легко обнаруживается при крайнем отведении глазных яблок и наблюдается при поражении мозжечка, заднего продольного пучка, преддверно-улиткового нерва, черепно-мозговых травмах, перенапряжении зрения, высокой степени *миопии* (близорукость), хронических интоксикациях и др. В зависимости от характера различают горизонтальный, вертикальный, ротаторный (вращательные движения глазных яблок вокруг сагиттальной оси) и

смешанный нистагм. По амплитуде выделяют нистагм мелко- и крупноразмашистый.

Тройничный нерв (V пара ЧМН, n. trigeminus)

Исследование тройничного нерва заключается в изучении двигательных и чувствительных корешков (рис. 15):

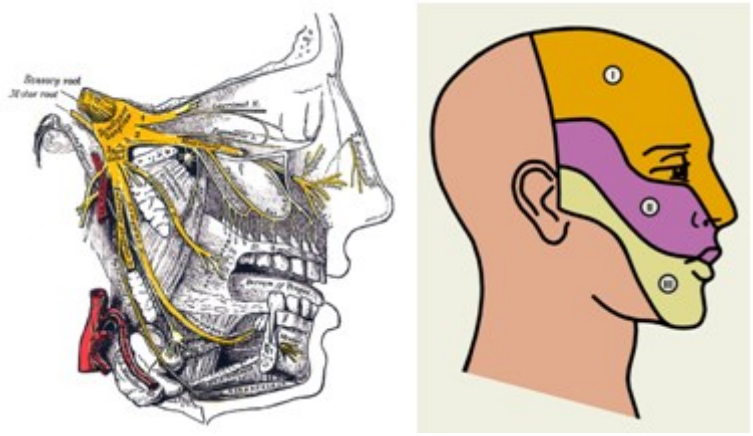

Рис. 15. *Тройничный нерв и области иннервации трех его ветвей (I, II, III)*

1. Посредством расспросов уточняют, нет ли болей в области лица, после чего исследуют места выхода веточек тройничного нерва.
2. Проверяют тактильную, болевую и температурную, а также глубокую чувствительность по ветвям и сегментам, для чего проводят исследование от наружного слухового прохода к носу или наоборот.

Наиболее часто отмечается невралгия глазничного и верхнечелюстного нервов, при которой больные жалуются на приступообразные боли в области иннервации пораженного нерва. При невритах обнаруживаются нарушение чувствительности и болезненность в зоне его иннервации. Нередко нарушается чувствительность в полости рта, на губах. При поражении тройничного узла выпадают все виды чувствительности на половине лица, иногда в сочетании с герпетическими высыпаниями. Если поражены отдельные ветви тройничного нерва, нарушение чувствительности соответствует их зоне иннервации; при поражении ядер тройничного нерва или его ствола в области продолговатого мозга чувствительность нарушается по *зонам Зельдера* (концентрические кожные зоны на лице и в передней части волосистой поверхности головы, болевая и температурная чувствительность которых находится в зависимости от определенных отделов ядра спинномозгового пути тройничного нерва.).

Поражение верхнего отдела ядра нисходящего корешка тройничного нерва ведет к нарушению чувствительности по диссоциированному типу (расстройство болевой и температурной чувствительности при сохранности глубокой) в зоне Зельдера I, поражение средней части того же ядра – в зоне Зельдера II, нижней части ядра – в зоне Зельдера III.

Лицевой нерв (VII пара ЧМН, n. facialis)

Состояние лицевого нерва определяют при осмотре лица и исследовании лицевой мускулатуры: испытуемого просят закрыть глаза, поднять вверх брови, оскалить зубы, надуть щеки, посвистеть, при этом отмечается симметричность этих движений с обеих сторон.

У больных с поражением лицевого нерва по периферическому типу на стороне поражения отмечаются *лагофтальм* (невозможность полного закрытия век), *гипомимия* (бедность мимики), маскобразность лица, отсутствие складок кожи (в том числе и на лбу), слезотечение или сухость глаза, перекашивание лица, невозможность надуть щеку и др.

Преддверно-улитковый нерв (VIII пара ЧМН, n. vestibulocochlearis)

Исследование преддверно-улиткового нерва состоит из определения остроты слуха (улитковой части нерва) и состояния преддверной части:

1. После расспроса о состоянии слуха проверяют его остроту шепотной и громкой речью.

В норме шепотная речь слышна на расстоянии не менее 6 м. Если обследуемый плохо слышит шепотную речь, слух проверяют громкой речью. При этом испытуемый должен встать к врачу боком и смотреть прямо перед собой, закрыв одно ухо пальцем.

2. Обследование слуха дополняют определением воздушной и костной проводимости с помощью проб Ринне и Вебера.

3. Состояние преддверной части нерва можно исследовать, вращая больного.

Для поражения улитковой части нерва характерны различные нарушения слуха, изменения аудиограммы. Снижение слуха, небольшие изменения аудиограммы в сочетании с головокружением, тошнотой, рвотой и нистагмом свидетельствуют о поражении преддверно-улитковой части в области мосто-мозжечкового угла.

Языкоглоточный, блуждающий нервы (IX, X пары ЧМН, n. glossopharyngeus, n. vagus)

Языкоглоточный и блуждающий нервы исследуют одновременно:

1. Уточняют форму и положение мягкого неба и язычка, сохранность акта глотания жидкой и твердой пищи, голоса, глоточных рефлексов и вкуса на задней трети языка.

2. Больному предлагают широко открыть рот и произнести «а-а-а», следя за состоянием мягкого неба, дужек и язычка.

3. Проверяют акт глотания и сохранность вкуса. Последний исследуют нанесением на язык капли раствора сахара, уксусной кислоты, хлорида натрия и настойки полыни. Перед нанесением раствора испытуемый должен прополоскать рот. Вкусовые восприятия проверяют поочередно с каждой стороны.

Симтомокомплекс поражения этих нервов проявляется *назола-*

лией (носовой оттенок речи), *афонией* (потеря звучности голоса при сохранении шепотности речи), поперхиванием, попаданием жидкой пищи в нос, отклонением язычка в здоровую сторону. При этом выпадают или снижаются глоточные рефлексы, отмечаются различные нарушения вкуса на задней трети языка (*агевзия* (утрата вкусовых ощущений), *гипогевзия* (снижение вкусовых ощущений) и т. д.). Наблюдаются *гипостезия* (снижение чувствительности) слизистой оболочки, парез (паралич) голосовой связки на стороне поражения (при ларингоскопии).

Добавочный нерв (XI пара ЧМН, n. accessorius)

Функцию добавочного нерва начинают исследовать при осмотре:

1. Определяют наличие *атрофий* (уменьшение объема мышечной ткани), *фибрилляций* (разрозненное сокращение отдельных групп мышечных волокон), *фасцикуляций* (быстрые сокращения пучков мышечных волокон).
2. Наблюдают за движениями головы вперед, назад, в стороны.
3. Состояние трапециевидной мышцы исследуют с помощью выполнения пациентом пожимания плечами и запрокидывания головы назад.
4. Для исследования функции грудинно-ключично-сосцевидной мышцы пациенту предлагают повернуть голову в сторону, преодолевая сопротивление руки врача.

Симптомокомплекс сочетанного поражения IX, X, XI пары черепно-мозговых нервов называется бульбарным параличом.

Подъязычный нерв (XII пара ЧМН, n. hypoglossus)

При осмотре отмечают положение языка во рту, объем его движений.

Поражение подъязычного нерва по периферическому типу (поражение ядра, корешка или нерва): на стороне поражения отмечаются атрофия половины языка, его истончение, при заинтересованности ядра нерва – фибриллярные подергивания, верхушка языка отклоняется в сторону поражения. При поражении центрального мотонейрона отмечаются признаки центрального паралича, верхушка языка отклоняется в здоровую сторону. Поражение подъязычного нерва отмечается при альтернирующих синдромах, редко – изолированно.

РАБОТА № 3
Анализ электроэнцефалограммы

Необходимо: запись электроэнцефалограммы.

Учебно-исследовательская цель работы: приобрести практические навыки анализа ЭЭГ.

Краткая теоретическая часть

Большая часть ЭЭГ относится к смешанным, промежуточным

типам, не укладывающимся в рамки формальной схемы. В связи с этим определенный интерес представляет классификация электрической активности мозга, предложенная Е.А. Жирмунской (1959). Классификация Е.А. Жирмунской основана главным образом на оценке степени регулярности биопотенциалов и соотносительной выраженности в ЭГ различных ритмов. Это позволяет выделить для каждого основного типа электрической активности ряд подтипов, характеризующихся более или менее мешанной активностью, дать описание любой комбинации ритмов в виде формул. Е.А. Жирмунская выделяет 5 основных типов электрической активности мозга. Первый тип: ЭЭГ характеризуется наличием двух основных регулярных ритмов активности – α- и β-ритма – при сохранении нормальных амплитудных пределов этих ритмов и зонального различия в распределении компонентов ЭЭГ по областям мозга.

Первый тип: определяется как идеальная норма. Для этого типа ЭЭГ верхняя амплитудная граница для α-ритма составляет 100–110 мкВ, для β-ритма – 25–30 мкВ. При переходе амплитудного или обеих компонентов ЭЭГ за эту границу электрическая активность должна быть отнесена к другому чипу.

Второй тип: в ЭЭГ выражен достаточно регулярный α-ритм и наблюдаются (в одной, нескольких или во всех областях мозга) относительно нерегулярные или условно патологические компоненты: медленная θ- и δ-активность с амплитудой до 30 мкВ, пики невысокой амплитуды или быстрые асинхронные колебания.

Третий тип: ЭЭГ характеризуется диффузной дезорганизацией ритмов во всех областях мозга и низкой амплитудой потенциалов (до 30–35 мкВ). А-ритм при этом может отсутствовать или проявляться в виде одиночных или нерегулярных групп волн. В-ритм также нерегулярен, состоит из высоко- и низкочастотных колебаний. Наиболее характерным компонентом третьего типа является низкоамплитудная медленная активность.

Четвертый тип: ЭЭГ характеризуется четко выраженной регулярностью ритмов при более высоком, чем в норме, амплитудном уровне. Зональные различия ритмов при этом стерты, и доминирующий ритм диффузно выражен по всем областям мозга. Могут быть выделены 3 основных варианта четвертого типа: первый вариант – доминирует α-ритм с амплитудой выше 110 мкВ, так называемый машинообразный α-ритм без амплитудных модуляций; второй вариант – доминирует β-ритм низкой частоты (14–25 кол/с) с амплитудой выше 25–30 мкВ; третий вариант – доминирует равномерный регулярный θ-ритм (1–7 кол/с) с амплитудой выше 30–35 мкВ. Второй вариант четвертого типа встречается относительно более часто.

Пятый тип: ЭЭГ характеризуется дезорганизацией ритмов электрической активности, происходящей при высоком амплитудном уровне: неравномерная и нерегулярная θ- и δ-активность с амплиту-

дой выше 30–35 мкВ, острые волны или пароксизмальные разряды. При обработке ЭЭГ Е.А. Жирмунская рекомендует использовать специальные индексы для обозначения различных компонентов электрической активности мозга. На основе этих индексов можно составлять формулы, дающие полную характеристику ЭЭГ. В таблице 10 приведены основные формулы для каждого типа ЭЭГ.

Таблица 10

Индексы для обозначения ритмов и компонентов ЭЭГ (по Е.А. Жирмунской)

Индекс	Характеристика ЭЭГ-ритмов
α	α-ритм с частотой 8–13 кол/с. Амплитуда ниже 110 мкВ.
αα α-ритм	с частотой 8–13 кол/с. Амплитуда выше 110 мкВ (помещение индексов α и αα на первое месте в формуле обозначает, что α-ритм является регулярным; помещение этих индексов после других обозначает, что α-ритм нерегулярен).
β β-ритм	с частотой 14–100 кол/с. Амплитуда ниже 25 мкВ.
ВЧ	высокая частота (25–100 кол/с). Амплитуда β-ритма выше 25 мкВ.
НЧ	низкая частота (11–25 кол/с). Амплитуда β-ритма выше 25 мкВ.
АС	быстрые асинхронные колебания
V	низкоамплитудные пики (спайки).
W	острые волны. ↑ пароксизмальные разряды.
M	медленные волны (частота – 1–7 кол/с, амплитуда ниже 30 мкВ).
θ-ритм	с частотой 4–7 кол/с, амплитуда выше 30 мкВ.
D δ-ритм	с частотой 1–3 кол/с, амплитуда выше 30 мкВ.

Формула электрической активности составляется в процессе первичной обработки ЭЭГ. Сначала определяют выраженность α-ритма, затем β-ритма и остальных компонентов ЭЭГ. Когда формула составлена, может быть определен тип ЭЭГ (табл. 11).

Таблица 11

Основные формулы электрической активности мозга (по Е.А. Жирмунской)

Типы	Подтипы
первый	1αβ; Iα; 1β
второй	2αβM; 2αβV; 2αВЧ; 2αMAC
третий	3βα; 3βMα; 3МНЧα; 3ВЧα; 3НЧВЧ; 3Mβ; 3MAC
четвертый	4ααβ; 4ααНЧ; 4НЧ; 4Т
пятый	5↑; 5W; 5D; 5αβ↑; 5αНЧW; 5TACα; 5DНЧ; 5TD; 5DW

Последний этап обработки ЭЭГ заключается в функциональной оценке электрической активности мозга по системе, представленной в таблице 12.

Таблица 12

Функциональная оценка характера электрической активности мозга

Группа	Функциональная оценка	Типы (подтипы)
А	хорошо выраженная норма	1αβ
Б	в пределах нормальных вариаций	1α; 1β; 2αβМ; 2αβV
В	легкие изменения	2αВЧ; 2αМАС; 3βα; 3βМα
Г	умеренные изменения	3МНЧα; 3МВЧα; 3НЧВЧ; 3Мβ; 3МАС; 4ααβ; 4αα; 4НЧ; 4Т

Ход работы

1. Изучите и законспектируйте основные параметры 5 типов ЭЭГ данной классификации.
2. Занесите в тетрадь таблицы индексов и формул.
3. Изучите графические примеры расчета параметров ЭЭГ (рис. 16).

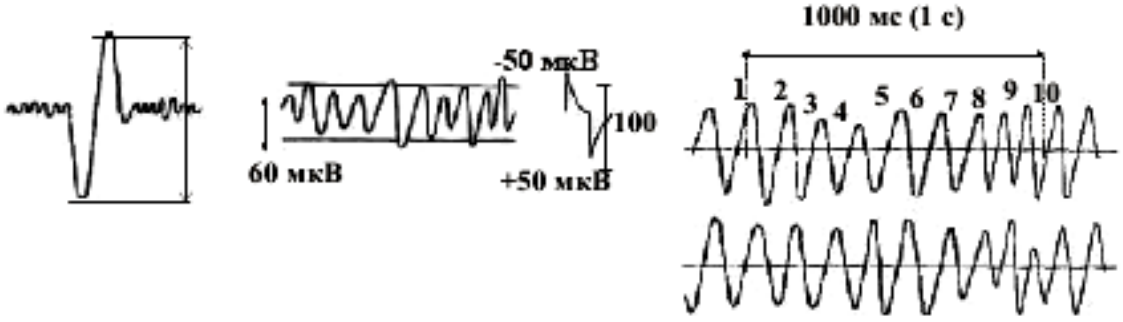

Рис. 16. *Примеры расчета средней амплитуды и частоты ЭЭГ-ритмов*

4. Проведите анализ предложенной ЭЭГ (рис. 17). Определите амплитуду и частоту α-ритма в одном или двух отведениях (лучше в О1 и О2).

Рис. 17. *Пример записи электроэнцефалограммы*

5. Найдите и отметьте на графике ЭЭГ имеющиеся примеры β-ритмической активности, δ- и θ-волн.
6. Проанализируйте ЭЭГ, используя классификационные признаки по Е.А. Жирмунской.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие методы применяются для изучения функций ЦНС?
2. Перечислите главные нисходящие пути спинного мозга
3. Какую структуру мозга называют ретикулярной формацией?
4. Назовите главные ядра среднего мозга.
5. Назовите функции спинного мозга.
6. Сформулируйте закон Белла-Мажанди.
7. Назовите главные рефлекторные центры спинного мозга.
8. Откуда начинается вестибулоспинальный путь?
9. Какую функцию выполняют передние и задние бугры четверохолмия?
10. Перечислите главные восходящие пути спинного мозга.
11. Что называется децеребрационной ригидностью?
12. Откуда начинаются пирамидные пути?
13. Перечислите функции продолговатого мозга.
14. Какие образования ЦНС входят в состав лимбической системы?
15. В чем заключается атетоз при повреждении полосатого тела?
16. Как изменяется функция бледного ядра при повреждении полосатого тела?
17. Какие ядра таламуса вам известны?
18. Что произойдет при поражении бледных ядер у человека?
19. Где находится центр терморегуляции?
20. Какие ядра головного мозга входят в стриопаллидарную систему?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. РЕТИКУЛЯРНАЯ ФОРМАЦИЯ СТВОЛА МОЗГА НА СПИННОЙ МОЗГ ОКАЗЫВАЕТ
   1) только активирующее влияние
   2) и активирующее, и тормозящее влияния
   3) только тормозящее влияние
2. ПРИ ПЕРЕРЕЗКЕ ПЕРЕДНИХ КОРЕШКОВ СПИННОГО МОЗГА В ИННЕРВИРУЕМЫХ ЭТИМИ КОРЕШКАМИ ОБЛАСТЯХ НАБЛЮДАЕТСЯ(ЮТСЯ)
   1) потеря чувствительности
   2) потеря двигательной активности
   3) потеря двигательной активности и незначительная потеря чувствительности
3. ТАЛАМУС
   1) служит главным коллектором сенсорной информации

2) участвует в регуляции мышечного тонуса, координации движений, регуляции вегетативных функций
3) служит главным подкорковым центром вегетативной нервной системы

4. ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ РЕФЛЕКСА НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ
1) возбуждение синапса
2) активация коры больших полушарий
3) действие стимулов на рецепторы
4) возбуждение эфферентных нервов

5. В ГИПОТАЛАМУСЕ РАСПОЛАГАЮТСЯ ЦЕНТРЫ
1) регуляции водно-солевого обмена
2) регуляции произвольных движений
3) всех видов чувствительности

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. При перерезке ствола мозга в эксперименте возник гипертонус мышц-разгибателей всего тела.

1. *Определить, на каком уровне была произведена перерезка ствола мозга, чтобы получить данный эффект?*
2. *Указать, как называется это явление?*

Задача № 2. У больного травматический разрыв спинного мозга на уровне Th6-Th7 сегментов.

1. *Указать, возможны ли произвольные движения после травмы?*
2. *Определить, какие структуры головного мозга осуществляют регуляцию движений?*

Задача № 3. У животного разрушена ретикулярная формация ствола мозга.

Указать, может ли в этих условиях проявиться феномен сеченовского торможения?

Задача № 4. В клинику поступил больной с кровоизлиянием в структуры продолговатого мозга.

1. *Указать, какие симптомы наблюдаются у больного?*
2. *Определить, в чем заключается опасность поражения продолговатого мозга?*

Задача № 5. У новорожденного ребенка повреждение спинного мозга между грудным и поясничным отделами.

Указать, какие изменения произойдут со стороны рефлексов мочеиспускания и дефекации?

ЗАНЯТИЕ № 4

Общая концепция организации движений и целевых функций двигательной системы

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Иметь представление об общей схеме регуляции двигательной активности.
2. Знать роль отделов ЦНС в регуляции двигательной активности.
3. Освоить методы оценки состояния двигательных центров ствола мозга с помощью исследования статических и статокинетических рефлексов.
4. Уметь проводить мозжечковые пробы у человека.

Вопросы для самоподготовки

1. Общая концепция организации движений и целевых функций двигательной системы.
2. Роль спинальных, шейных и вестибулярных рефлексов.
3. Произвольные движения: функциональные блоки, их организация.
4. Роль коры больших полушарий, мозжечка, базальных ганглиев, лимбической системы, таламуса, ствола, спинного мозга в организации и осуществлении двигательных актов.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Физиология органов движения», «Первые шаги».

Плакаты: Локализация двигательных функций в коре. Представительство двигательных функций тела в передней центральной извилине. Представительство чувствительных и двигательных функций в коре.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Исследование статических рефлексов

Необходимо: морская свинка, салфетка из полиэтиленовой пленки.

Учебно-исследовательская цель работы: наблюдение статических рефлексов на интактной морской свинке.

Ход работы

Установочные рефлексы

Ведущим фактором в активации рефлексов позы является *изменение положения головы по отношению к туловищу,* что приводит к активации вестибулорецепторов, проприорецепторов мышц шеи, кожных рецепторов шеи. Соответствующие афферентные воз-

буждения запускают рефлекторные механизмы перераспределения тонуса мышц шеи, туловища, конечностей, направленные на формирование новой адекватной позы.

1. Посадите морскую свинку на салфетку из пленки.
2. Изучите ее естественную позу: передние и задние лапки согнуты и приведены к туловищу, голова ориентирована теменем кверху; голова, шея и туловище располагаются по продольной оси тела.
3. Возьмите морскую свинку за мордочку, поднимите ее голову вверх (рис. 18). Отметьте, что при этом передние лапки животного разгибаются, задние остаются согнутыми, что обусловлено особенностями типичной позы.

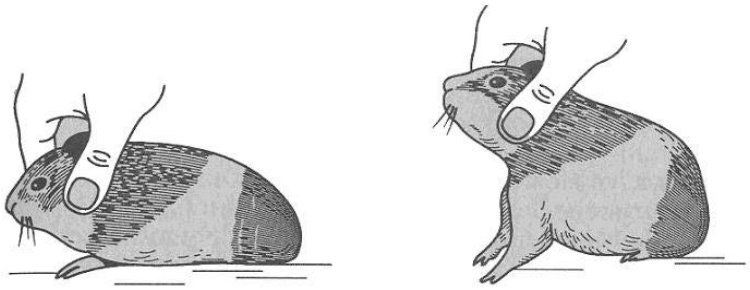

Рис. 18. *Разгибание передних лапок после подъема головы: исходная поза (до подъема) и поза после подъема*

Выпрямительные рефлексы

Эти рефлексы возникают при нарушении нормальной позы, например при повороте тела морской свинки на 180° (положение на спине) или на 90° (положение на боку). Они представляют собой цепь тонических рефлексов, направленных на восстановление нормальной позы.

Выпрямление головы запускается с рецепторов отолитового аппарата вестибулярного анализатора и с рецепторов кожи.

1. Поднимите морскую свинку вверх, придерживая ее за плечевой пояс (рис. 19).
2. Поверните туловище относительно продольной оси на 180°, прижимая ее голову пальцами так, чтобы она была направлена теменем книзу.

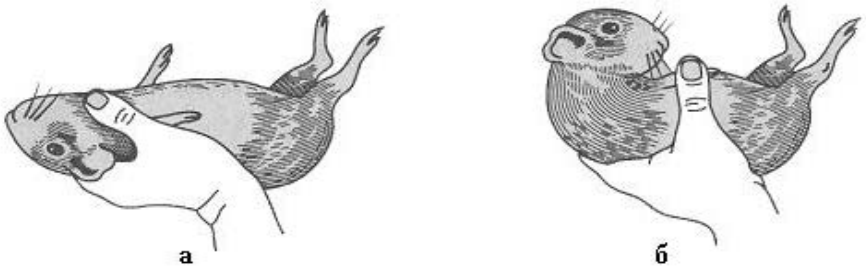

Рис. 19. *Восстановление естественного положения головы морской свинки после поворота туловища по продольной оси тела на 180 градусов:*
а – поворот туловища, голова фиксирована;
б – голова освобождена, выпрямлена теменем кверху

3. Далее голову освободите, при этом она немедленно принимает нормальное положение, поворачиваясь теменем кверху.

4. Переведите туловище морской свинки в вертикальное положение, головой вниз, взяв ее за таз. Отметьте, что и в этих условиях голова принимает нормальное положение – теменем кверху.

5. Осторожно уложите морскую свинку на один бок, прижимая голову и туловище ладонью (или дощечкой) к плоскости опоры.

6. Удерживайте ее в этом положении до тех пор, пока животное не успокоится. Затем голову освободите. Голова принимает нормальное положение – теменем кверху.

Выпрямление туловища запускается с проприорецепторов мышц – сухожилий шеи, кожных рецепторов туловища – на мышцы туловища и конечностей.

1. Уложите морскую свинку на один бок, прижимая голову и туловище ладонью (рис. 20).

2. Затем освободите голову и плечевой пояс – голова поворачивается теменем кверху, за ней поворачивается передняя часть туловища.

3. После этого освободите заднюю часть туловища. Отметьте, что животное принимает естественную позу, приподнимаясь на лапках и поворачивая туловище на 90° спиной кверху.

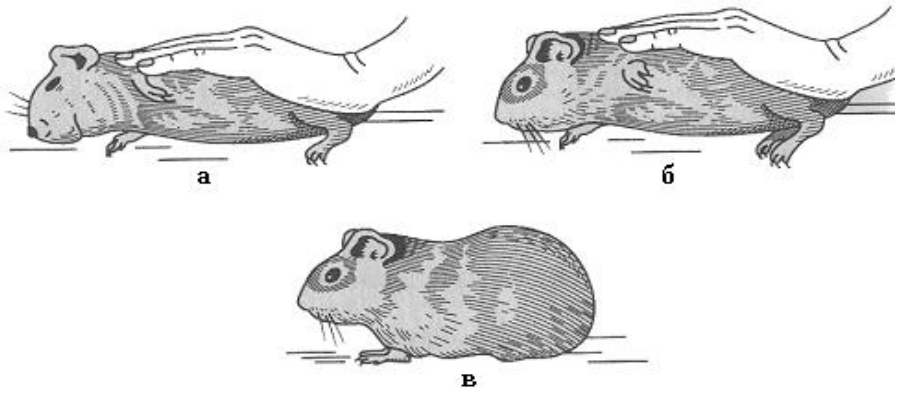

***Рис. 20**. Восстановление естественного положения головы и туловища морской свинки после поворота туловища на 90 градусов: а – тело и голова прижаты; б – голова освобождена, выпрямлена, в – туловище освобождено, выпрямлено*

4. Поднимите морскую свинку вверх, поверните ее спиной книзу и отпустите, предоставляя возможность свободного падения. Голова животного тут же принимает исходное положение; вслед за ней поворачиваются передняя часть туловища и передние лапки, затем таз и задние лапки. Животное переворачивается в воздухе на 180° и приземляется на все четыре лапки.

5. Опишите наблюдаемые статические рефлексы. Охарактеризуйте функциональную роль рефлексов позы и выпрямительных рефлексов.

РАБОТА № 2
Исследование статокинетических рефлексов

Необходимо: морская свинка, дощечка размером 10х10 см, салфетка из полиэтиленовой пленки; большая воронка, таз с водой.

Учебно-исследовательская цель работы: наблюдение статокинетических рефлексов на интактных животных.

Ход работы

Статокинетические рефлексы возникают в результате активного или пассивного перемещения тела в пространстве и направлены на сохранение равновесия. В зависимости от характера движения эти рефлексы подразделяют на две подгруппы:

1) возникающие под влиянием прямолинейного ускорения во время поступательного движения;
2) возникающие под влиянием углового ускорения во время вращения.

Статокинетические рефлексы, возникающие под влиянием прямолинейного ускорения

Примерами рефлексов этого типа являются рефлексы спуска и подъема («лифтные» рефлексы). Они обусловлены раздражением рецепторов отолитового аппарата и отчасти рецепторов полукружных каналов.

Лифтные рефлексы

1. Морскую свинку поместите на дощечку, изучите ее позу: передние и задние лапки согнуты, голова приподнята (рис. 21).

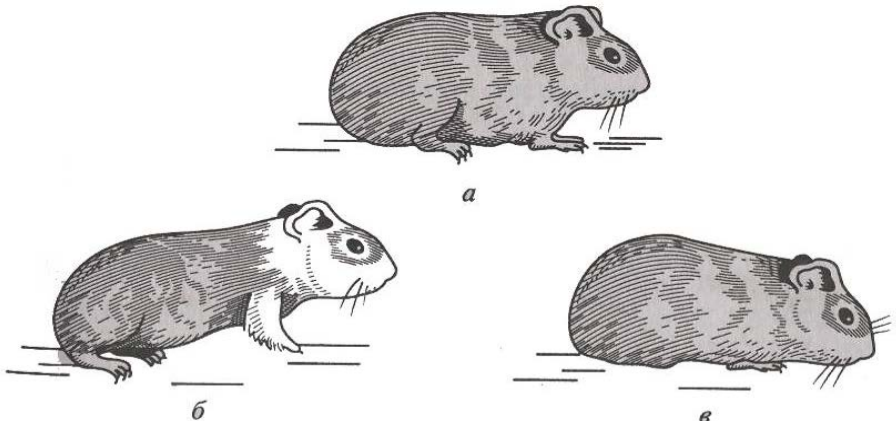

Рис. 21. *Изменение позы морской свинки во время быстрого спуска: а – исходная поза; б – в начале быстрого спуска; в – в момент внезапного прекращения быстрого спуска*

2. Быстро переместите животное вместе с дощечкой сначала вниз, затем вверх.

3. Отметьте, как изменяется положение ее туловища, головы, лапок: в начале быстрого спуска передние и задние лапки у морской свинки выпрямляются, а туловище и голова приподнимаются. В момент внезапной остановки в конце спуска лапки сгибаются, голова и туловище прижимаются к плоскости опоры. При подъеме описанные

рефлекторные реакции возникают в обратном порядке.

4. Отметьте, что во время движения вниз *передние и задние лапки животного разгибаются и вытягиваются вперед, а пальцы расходятся веером* — рефлекс приземления (рис. 22). В момент приземления (столкновение с землей) конечности пружинят и предохраняют голову и туловище животного от удара о землю. Аналогичные изменения в положении конечностей наблюдаются у морской свинки, если ее посадить на стол и быстро продвинуть вперед.

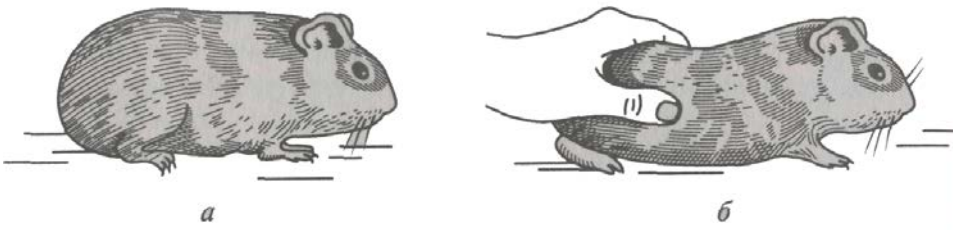

Рис. 22. *Изменение позы морской свинки при быстром продвижении вперед (с опорой): а – исходная поза, б – поза во время продвижения вперед*

Статокинетические рефлексы, возникающие под влиянием углового ускорения:

1. Статокинетические рефлексы на положительное и отрицательное угловое ускорение выявляются в опытах на свинках.
2. Поместите свинку на салфетку или в ящик на стол.
3. Быстро вращайте салфетку или ящик. Отметьте, что в начале вращения, когда сказывается действие положительного углового ускорения, голова свинки поворачивается в сторону, противоположную направлению вращения. Вслед за головой в ту же сторону изгибается туловище. Нередко удается наблюдать, как, реагируя на положительное угловое ускорение, свинка ползет по кругу в сторону, противоположную направлению вращения. После окончания вращения исходная поза у свинки восстанавливается.
4. Перечислите известные вам статокинетические рефлексы. Укажите рецептивные поля этих рефлексов и охарактеризуйте их биологическую роль.

РАБОТА № 4
Мозжечковые пробы

Необходимо: испытуемый, секундомер, неврологический молоточек.

Учебно-исследовательская цель работы: исследование состояния мозжечка у человека с использованием функциональных проб на исследование координации движений, асинергии, динамической атаксии, дисметрии, речи и нистагма.

Ход работы

Исследование координации движений (исследование устойчивости в позе Ромберга)

Во время проведения теста обследуемого во избежание падения следует подстраховывать. Испытуемый стоит в позе Ромберга: носки и пятки вместе, руки вытянуты вперед на уровне груди, пальцы рук раздвинуты, голова слегка приподнята, глаза закрыты. Оцените устойчивость позы в течение 10 секунд. С 10–20-секундным интервалом повторите исследование, усложняя выполнение позы поворотом головы на 90° вправо и влево, вперед, назад; стоять на пальцах; стоять на одной ноге с открытыми и закрытыми глазами.

Интерпретация результатов. В норме выполнение всех тестов не сопровождается нарушением равновесия тела. При выявлении нарушения равновесия исследуйте наличие и направление нистагма. Нарушение равновесия тела отмечается, как правило, при повороте головы в сторону, противоположную направлению нистагма. Направление выявленного нистагма (вправо или влево) совпадает со стороной пораженного вестибулярного аппарата.

Исследование динамической атаксии

Пальце-носовая проба. Испытуемому предлагают указательным пальцем сперва одной, потом другой руки попасть в кончик собственного носа с открытыми и с закрытыми глазами.

Интерпретация результатов. Оцениваются наличие и сравнительная точность попадания пальцем в кончик носа обеими руками, траектория движения пальцев, проявление тремора (дрожания) пальцев во время выполнения пробы. В норме выполнение пробы с открытыми и закрытыми глазами достигается без видимых усилий и напряжения обеими руками. На стороне поражения мозжечка наблюдается промахивание, иногда сочетающееся с дрожанием кисти и пальца, которое усиливается по мере приближения пальца к носу, особенно при выполнении пробы с закрытыми глазами.

Коленно-пяточная проба. Для выполнения пробы испытуемый ложится на жесткую кушетку. Ему предлагается с открытыми, а затем с закрытыми глазами достать пяткой одной ноги колено другой, а потом пяткою провести по передней поверхности голени от колена до голеностопного сустава и обратно. Оцениваются промахи попадания в коленку, наличие избыточных движений, соскальзывание пятки с траектории движения.

Интерпретация результатов. В норме выполнение пробы с открытыми и закрытыми глазами производится безошибочно. При патологии мозжечка на стороне поражения отмечается затруднение выполнения пробы, а неточность выполнения возрастет при закрывании глаз.

Исследование речи

Проба на дизартрию. Испытуемый повторяет за исследователем трудные для произношения слова (например, администрирование, землетрясение, экзистенция, приборостроение, интерстициальный). Отметить наличие или отсутствие замедления, растянутости, скандированности речи.

Исследование нистагма

Просят испытуемого поочередно следить за движениями предмета или пальца врача, перемещаемого в стороны и вверх.

Интерпретация результатов. В норме движения глаз в нужном направлении, без ритмических подергиваний глазных яблок.

Исследование асинергии

Проба Ожеховского. Исследователь и обследуемый становятся лицом к друг другу на расстоянии вытянутой руки. Обследующий держит свои руки (ладонями вперед) перед собой на уровне плечевого пояса испытуемого, который своими ладонями как бы опирается на врача, т. е. переносит на него незначительную часть своего веса, достаточную для поддержания равновесия. При внезапном убирании рук врача книзу испытуемый стремится сохранить равновесие тела.

Интерпретация результатов. В норме испытуемый успешно сохраняет равновесие, оставаясь неподвижным, или слегка отклоняется назад. У больного человека выполнение пробы приводит к явному наклону туловища вперед (с подшагиванием или без него).

Проба Бабинского. Испытуемый ложится на жесткую кушетку, скрещивает руки на груди. Исследователь предлагает испытуемому встать с кушетки, не изменяя положения рук, и наблюдает за процессом вставания.

Интерпретация результатов. В норме человек успешно пытается поднять туловище. При поражении мозжечка попытка встать невыполнима и ограничивается подъемом ног, а не туловища.

Проба на адиадохокинез

Испытуемый, в положении стоя и вытянув руки перед собой, максимально быстро выполняет кистью супинацию с пронацией. Оценивается симметричность выполнения теста разными руками.

Интерпретация результатов. В норме прослеживается симметричность движения кистями. Наличие чрезмерных движений (адиадохокинез) указывает на поражение мозжечка.

Исследование дисметрии

Проба Стюарта-Холмса. Испытуемому предлагают поочередно согнуть руку в локтевом суставе, оказывая ему при этом сопротивление с последующим резким прекращением сопротивления. Оце-

нивается объем движений руки после прекращения сопротивления.

Интерпретация результатов. В норме движение руки обследуемого после прекращения сопротивления минимально. При поражении мозжечка на стороне поражения наблюдается избыточное движение, проявляющееся ударами руки обследуемого о собственную грудь.

Пронаторная проба Тома. Испытуемый с закрытыми глазами вытягивает руки ладонями вверх перед собой. Затем ему предлагается одновременно обеими руками повернуть кисти ладонями вниз. Оценивается наличие избыточной пронации кисти.

Интерпретация результатов. В норме объем движения кистей одинаков. Наличие избыточной пронации для одной из рук свидетельствует о стороне поражения мозжечка.

Вопросы для самоконтроля

1. Как изменится тонус конечности при повороте головы влево?
2. Почему после перерезки ствола мозга между средним и продолговатым мозгом возникает децеребрационная ригидность?
3. Какие ядра ствола мозга необходимо разобщить, чтобы вызвать децеребрационную ригидность?
4. Что является вторым этапом выпрямительного рефлекса?
5. Какое ядро продолговатого мозга принимает участие в регуляции мышечного тонуса?
6. Какие виды статических рефлексов Вы знаете?
7. Как изменится тонус разгибателей при подъеме головы животного кверху?
8. За счет какого отдела ЦНС осуществляются познотонические рефлексы?
9. При каких условиях возникают статокинетические рефлексы?
10. Импульсы от каких рецепторов возбуждают ядро Дейтерса в продолговатом мозгу?
11. Какие рефлексы называются статическими?
12. Откуда исходят импульсы, восстанавливающие положение головы при выпрямительных рефлексах?
13. Какое действие оказывают импульсы красного ядра на альфа- и гамма-нейроны спинного мозга?
14. Как изменится тонус конечностей животного при запрокидывании его головы назад?
15. Как изменится тонус конечностей животного при наклоне его головы вперед?
16. Какие рефлексы называются статокинетическими?
17. Что происходит у животного после перерезки задних корешков спинного мозга с одной стороны?
18. Какие функции выполняет мозжечок?
19. В чем выражаются астения, астазия, атаксия, атония при уда-

лении мозжечка?

20. Какие изменения тонуса скелетных мышц могут возникать после удаления мозжечка?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. НЕЙРОНЫ СПИННОГО МОЗГА, ПОСЫЛАЮЩИЕ ИМПУЛЬСЫ К ЭКСТРАФУЗАЛЬНЫМ МЫШЕЧНЫМ ВОЛОКНАМ, НАЗЫВАЮТСЯ
   1) альфа-мотонейроны
   2) гамма-мотонейроны
   3) альфа- и гамма-мотонейроны
   4) альфа-, бета- и гамма-мотонейроны
2. ГАММА-МОТОНЕЙРОНЫ АКТИВИРУЮТ
   1) экстрафузальные мышечные волокна
   2) интрафузальные мышечные волокна
   3) экстра- и интрафузальные мышечные волокна
3. ЗАМЫСЕЛ О ПРЕДСТОЯЩЕМ ДВИЖЕНИИ ЗАРОЖДАЕТСЯ В
   1) лобной и теменной коре
   2) двигательной коре
   3) ассоциативных зонах коры мозга
4. МИОТАТИЧЕСКИЕ РЕФЛЕКСЫ – ЭТО
   1) сухожильные рефлексы
   2) кожные рефлексы
   3) надкостничные рефлексы
   4) рефлексы на растяжение мышцы
5. РЕФЛЕКСЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОДДЕРЖАНИЕ ПОЗЫ, В ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ СВЯЗАНЫ С
   1) рецепторами мышц спины
   2) рецепторами вестибулярного аппарата
   3) рецепторами поверхности кожи

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Для алкоголизма характерно токсическое поражение нейронов ЦНС. При этом наблюдаются атаксия, нистагм, асимметрия сухожильных рефлексов, снижаются тонус и сила мышц, нарушаются половые функции, наблюдается вегетососудистая дистония.

Объясните возможное происхождение двигательных нарушений.

Задача № 2. В эксперименте у собаки два месяца тому назад удален мозжечок.

Указать, какие симптомы нарушения двигательной функции можно обнаружить у этого животного?

Задача № 3. Известно, что от конькобежца при беге на поворо-

те дорожки стадиона требуется особо четкая работа ног.

1. *Определить, имеет ли в этой ситуации значение, в каком положении находится голова спортсмена?*
2. *Указать, что будет со спортсменом при повоте головы направо или налево?*

Задача № 4. В эксперименте проведена перерезка ствола мозга выше продолговатого мозга (получено бульбарное животное).

Указать, как изменится тонус мышц передних и задних конечностей бульбарного животного при наклоне его головы вперед?

Задача № 5. В эксперименте при раздражении коры мозга собака совершает движения передними лапами.

Определить, какая область мозга, по Вашему мнению, подвергается раздражению?

ЗАНЯТИЕ № 5
Рефлекторная регуляция вегетативных функций

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить строение вегетативной нервной системы.
2. Рассмотреть различия в строении рефлекторных дуг соматической и вегетативной НС.
3. Знать типы взаимодействия между СНС и ПСНС на примере различных органов и систем организма.
4. Изучить медиаторы и рецепторы ВНС.
5. Уметь оценить исходное состояние вегетативной системы с использованием опроса и соответствующих функциональных проб.
6. Изучить особенности строения и иннервации метасимпатической нервной системы.

Вопросы для самоподготовки

1. Автономная (вегетативная) нервная система, ее структурно-функциональная организация, особенности соматической и автономной нервных систем.
2. Симпатический, парасимпатический и метасимпатический отделы. Принципы организации афферентного и эффекторного звена вегетативных рефлексов.
3. Вегетативные ганглии, их функции и механизмы передачи возбуждения.
4. Медиаторы и рецепторы автономной нервной системы, регуляция функции синапсов и действие синаптоактивных веществ.
5. Влияние отделов вегетативной нервной системы на иннервируемые органы, синергизм и относительный антагонизм их влияния. Тонус вегетативных центров.

6. Трофическое действие нервной системы.
7. Высшие вегетативные центры. Гипоталамус, его структурно-функциональная организация, характеристика основных ядерных групп и их нейронов, его роль в обеспечении интеграции соматических, вегетативных и эндокринных функций в управлении гомеостатическими процессами.
8. Участие гипоталамуса в формировании мотиваций, эмоций, стресса и биоритмов. Роль мозжечка, лимбической системы, ретикулярной формации, гиппокампа и коры больших полушарий в регуляции вегетативных функций.
9. Участие ВНС в интеграции функций при формировании целостных поведенческих актов.
10. Вегетативные компоненты поведения.

ДЕМОНСТРАЦИИ
Учебный видеофильм: «Вегетативная нервная система».
Плакаты: Дуга соматического и вегетативного рефлексов. Парасимпатическая нервная система. Распределение М- и Н-холинорецепторов. Симпатическая нервная система. Распределение в органах и функциональное значение адренорецепторов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Определение местного дермографизма

Необходимо: испытуемый, неврологический молоточек.

Учебно-исследовательская цель работы: исследование местного дермографизма. Сделать заключение о преобладании соответствующего вида дермографизма и, соответственно, тонуса определенной части вегетативной системы

Ход работы

Местный дермографизм – реакция кожных капилляров в виде покраснения или побледнения кожи в зоне ее раздражения.

1. Рукояткой неврологического молоточка вначале осуществляют легкое штриховое раздражение кожи испытуемого и обращают внимание на полученный результат. Затем этой же рукояткой производят более сильное и медленное раздражение кожи и отмечают разницу по сравнению с предыдущим случаем.
2. У здоровых людей после легкого штрихового раздражения кожи через несколько секунд появляется белая полоска – местный белый дермографизм, при более сильном и медленном раздражении – красная полоска, окруженная белой каймой, – местный красный дермографизм. Ширина полосы зависит от состояния вегетативной нервной системы. У некоторых лиц полоса может возвы-

шаться над кожей (возвышенный дермографизм).
3. При повышении симпатического тонуса полоса имеет белый цвет (белый дермографизм). Очень широкие полосы красного дермографизма указывают на повышение тонуса парасимпатической нервной системы. Реакция возникает по типу аксон-рефлекса и является местной. Вследствие этого она может быть использована лишь для определения тонуса симпатической или парасимпатической части вегетативной нервной системы.
4. Для топической диагностики используется рефлекторный дермографизм, который вызывается раздражением с помощью острого предмета (проводят по коже острием иглы). Возникает полоса с неровными фестончатыми краями. Рефлекторный дермографизм представляет собой спинномозговой рефлекс. Он исчезает при поражении задних корешков, спинного мозга, передних корешков и спинномозговых нервов на уровне поражения. Выше и ниже зоны иннервации рефлекс обычно сохраняется.
5. Рекомендации к оформлению работы: сделать заключение о преобладании соответствующего вида дермографизма и, соответственно, тонуса определенной части вегетативной системы.

РАБОТА № 2
Исследование исходного вегетативного тонуса у человека

Необходимо: испытуемый, таблицы клинических характеристик функционального состояния ВНС, тонометр, фонендоскоп.

Учебно-исследовательская цель работы: исследовать исходный вегетативный тонус

Ход работы

Для исследования исходного вегетативного тонуса применяются специальные таблицы, в которых содержатся данные, уточняющие субъективное состояние, а также объективные показатели вегетативных функций, которые могут использоваться как критерии, лежащие в основе исследования.

В процессе выполнения практической работы студенты в парах производят опрос и соответствующие функциональные пробы, для оценки исходного вегетативного тонуса используя таблицу 13.

Таблица 13

Клинические характеристики функционального состояния ВНС

№ п/п	Симптомы и показатели	Симпатические реакции	Парасимпатические реакции
1.	Цвет кожи	Бледность	Склонность к гиперемии
2.	Сосудистый рисунок	Не выражен	Усилен, цианоз

Продолжение таблицы 13

3.	Сальность	Нормальная	Повышена
4.	Сухость	Повышена	Нормальная
5.	Потоотделение	Уменьшено (если пот вязкий, то увеличено)	Усилено (пот жидкий)
6.	Дермографизм	Розовый, белый	Интенсивно-красный, возвышающийся
7.	Температура кожи	Снижена	Повышена
8.	Пигментация	Усилена	Снижена
9.	Температура тела	Повышена	Снижена
10.	Переносимость холода	Удовлетворительная	Плохая
11.	Переносимость жары	Плохая, непереносимость душных помещений	Удовлетворительная
12.	Масса тела	Склонность к похуданию	Склонность к увеличению
13.	Аппетит	Повышен	Понижен
14.	Зрачки	Расширены	Нормальные
15.	Глазные щели	Расширены	Нормальные
16.	Пульс	Лабильная тахикардия	Брадикардия
17.	АД (систолическое и диастолическое)	Повышено	Понижено или нормальное
18.	ЭКГ	Синусовая тахикардия	Синусовая брадикардия
19.	Головокружение	Нехарактерно	Часто
20.	Частота дыхания	Нормальное или учащенное	Медленное, глубокое
21.	Слюноотделение	Уменьшено	Усилено
22.	Состав слюны	Густая	Жидкая
23.	Кислотность желудочного сока	Нормальная или понижена	Повышена
24.	Моторика кишечника	Атонические запоры, слабая перистальтика	Дискинезии, спастические запоры, поносы
25.	Мочеиспускание	Полиурия, светлая моча	Императивные позывы
26.	Пиломоторный рефлекс	Усилен	Нормальный
27.	Аллергические реакции (отеки, зуд)	Отсутствуют	Склонность
28.	Темперамент	Повышенная возбудимость	Вялость, малоподвижность
29.	Сон	Непродолжительный, плохой	Сонливость
30.	Физическая работоспособность	Повышена	Снижена
31.	Психическая сфера	Рассеянность, неспособность сосредоточиться на чем-либо одном, активность выше вечером	Внимание удовлетворительное, активность выше в первой половине дня

Продолжение таблицы 13

32.	Эритроциты	Увеличены	Уменьшены
33.	Лейкоциты	Увеличены	Уменьшены
34.	Сахар крови	Повышен, норма	Снижен (гипогликемия)
35.	Переносимость голода	Обычная	Плохая
36.	Реакция на УФО	Нормальная, снижена	Усилена
37.	Ортостатическая проба	Пульс относительно ускорен	Пульс относительно замедлен
38.	Клиностатическая проба	Пульс относительно замедлен	Пульс относительно ускорен
39.	Проба Ашнера	Норма, парадоксальное ускорение пульса	Значительное замедление пульса
40.	Либидо	Повышено	Норма

Результаты опроса необходимо занести в таблицу 14.

Таблица 14

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
С																																							
П																																							

На основании результатов определяют коэффициент преобладания симпатической НС:

$$КПС = \frac{С - П}{С + П} \times 100,$$

где С – количество симпатических признаков, П – количество парасимпатических признаков.

Если результат отрицательный, то преобладает парасимпатическая НС.

РАБОТА № 3
Холодовая проба

Необходимо: испытуемый, кушетка, тонометр, секундомер, чаша с холодной водой температуры 4 °С.

Учебно-исследовательская цель работы: оценить состояние вегетативной нервной системы.

Ход работы

Для оценки состояния вегетативной нервной системы могут применяться различные функциональные пробы, в том числе холодовая проба.

1. В положении испытуемого лежа подсчитывают частоту сердечных сокращений и измеряют артериальное давление.

2. После этого кисть другой руки опускают на 1 мин в холодную воду температуры 4 °С, затем вынимают руку из воды и каждую минуту регистрируют артериальное давление и частоту пульса до возвращения к исходному уровню.

3. В норме это происходит через 2–3 мин. При повышении артериального давления более чем на 20 мм рт. ст. реакция оценивается как выраженная симпатическая, менее чем на 10 мм рт. ст. – как умеренная симпатическая, а при снижении давления – как парасимпатическая.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой отдел головного мозга является высшим центром ВНС?
2. Какие отделы выделяются в составе вегетативной нервной системы?
3. Назовите функции гипоталамуса.
4. Где расположены низшие центры симпатической нервной системы?
5. Где расположены низшие центры парасимпатической нервной системы?
6. Какими основными объектами управляет ВНС?
7. Каково основное значение симпатического отдела ВНС?
8. Какое значение имеет парасимпатический отдел ВНС?
9. Какое физиологическое значение имеет метасимпатический отдел ВНС?
10. Дайте физиологическую характеристику преганглионарных волокон.
11. Какой отдел головного мозга является высшим подкорковым центром ВНС?
12. Какие отделы выделяются в составе вегетативной НС?
13. Какую роль играет мозжечок в регуляции вегетативных функций организма?
14. Какую роль играют переключающие ядра гипоталамуса?
15. Какой отдел ЦНС регулирует функции периферических желез внутренней секреции?
16. Где расположены центры симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы?
17. Каково различие в морфофункциональной организации рефлекторных дуг симпатической и парасимпатической нервной системы?
18. В чем различия симпатической и парасимпатической иннервации внутренних органов?
19. Какие влияния симпатической или парасимпатической нервной системы сказываются быстрее на функциях внутренних органов и почему?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ДУГА ВЕГЕТАТИВНОГО РЕФЛЕКСА
   1) моносинаптическая

2) дисинаптическая
3) полисинаптическая

2. ЭФФЕРЕНТНЫЙ ПУТЬ ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛА АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ИМЕЕТ РЯД ОТЛИЧИТЕЛЬНЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ:
1) эфферентные нейроны всегда расположены только в интрамуральных ганглиях, и иннервируют лишь те внутренние органы, которые обладают собственным моторным ритмом (сердце, кишечник, матка, желчный пузырь и т. п.)
2) эфферентный путь включает два нейрона, из которых первый располагается в продолговатом мозге или крестцовых сегментах спинного мозга, а второй – в интрамуральных ганглиях
3) эфферентный путь может быть представлен кортико-, рубро-, вестибуло-, рекулоспинальным трактом или аксоном мотонейрона спинного мозга

3. ВЫБЕРИТЕ РЕАКЦИИ, НАБЛЮДАЕМЫЕ В ОРГАНИЗМЕ ПРИ 4. ВОЗБУЖДЕНИИ ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ
1) расширение зрачка, учащение сердечных сокращений, повышение артериального давления, гипергликемия, ослабление моторики тонкого кишечника
2) сужение зрачка, замедление сердечных сокращений, усиление моторики кишечника, расслабление сфинктера мочевого пузыря
3) расширение зрачка, учащение сердечных сокращений, понижение артериального давления, ослабление моторики тонкого кишечника
4) сужение зрачка, замедление сердечных сокращений, понижение артериального давления, ослабление моторики тонкого кишечника

4. ОКОНЧАНИЯ ПРЕГАНГЛИОНАРНЫХ СИМПАТИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ ВЫДЕЛЯЮТ МЕДИАТОР
1) норадреналин, а иногда ацетилхолин
2) ацетилхолин
3) серотонин
4) АТФ
5) оксид азота

5. ВЕЩЕСТВО, СПОСОБНОЕ БЛОКИРОВАТЬ Н-ХОЛИНОРЕЦЕПТОРЫ, РАСПОЛОЖЕННЫЕ НА ПОСТСИНАПТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЕ ХОЛИНЕРГИЧЕСКИХ СИНАПСОВ ВЕГЕТАТИВНОГО ГАНГЛИЯ, НАЗЫВАЕТСЯ
1) атропин
2) пропранолол
3) препараты кураре

4) фентоламин
5) бензогексоний

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. При раздражении волокон, идущих от кожных болевых рецепторов, возникают расширение сосудов и покраснение области кожи, иннервируемой данными волокнами.

Объяснить, почему описанная реакция сохраняется после разрушения спинного мозга у животных в эксперименте?

Задача № 2. В клинической практике для купирования приступов тахикардии иногда надавливают на глазные яблоки испытуемого.

1. *Объяснить, почему этот прием может привести к снижению частоты сердечных сокращений?*
2. *Указать, как называется этот рефлекс?*
3. *Указать, какие еще экстракардиальные рефлексы Вам известны?*

Задача № 3. Известно, что симпатический и парасимпатический отделы нервной системы имеют разную скорость проведения возбуждения.

Указать, какие влияния сказываются быстрее на функциях внутренних органов и почему?

Задача № 4. В эксперименте обнаружено, что потовые железы по сравнению с другими органами, иннервируемыми симпатической нервной системой, имеют особенности симпатической иннервации.

1. *Указать, в чем особенности симпатической иннервации потовых желез?*
2. *Определить, какие эффекты потовых желез наблюдаются после введения атропина*?

Задача № 5. В организм взрослой собаки и новорожденного щенка введен атропин.

Объяснить, как и почему будет изменяться работа сердца у каждого из этих животных?

ЗАНЯТИЕ № 6
Итоговое занятие по разделу «Физиология ЦНС»

Учебно-исследовательская цель занятия: контроль знаний по разделу «Физиология ЦНС».

Контрольные вопросы для устного собеседования на итоговом занятии:

1. Нейрон как основа структурно-функциональной единицы ЦНС. Классификация и функции. Аксонный транспорт, классифика-

ция, виды и механизм. Развитие и регенерация отростков нейрона. Особенности возникновения возбуждения в нейроне.

2. Глия, ее виды и функции. Гематоэнцефалический барьер.
3. Рефлекс. Рефлекторный принцип деятельности нервной системы. Развитие рефлекторной теории (Декарт Р., Прохазка Н., Сеченов И.М., Павлов И.П., Анохин П.К. и др.) и теория невризма.
4. Принципы рефлекторной теории (детерминизм, анализ и синтез, единство структуры и функции). Классификации рефлексов. Рефлекторная дуга. Рефлекторное кольцо. Отличие соматической рефлекторной дуги от вегетативной.
5. Методы исследования ЦНС. Перерезка, разрушение, раздражение. Стереотаксическая методика. Электрофизиологические методики исследования (электроэнцефалография и др.).
6. Понятие о нервных цепях и центрах. Особенности обработки информации в нервных цепях. Свойства нервных центров (одностороннее проведение возбуждения, задержка проведения возбуждения, суммация, последействие, усвоение и трансформация ритма, фоновая активность, тонус, утомление, проторение пути, центральное облегчение, окклюзия, пластичность, чувствительность к химическим веществам).
7. Торможение в ЦНС. История открытия периферического и центрального торможения (И.М. Сеченов, Ф. Гольц, Г. Мэгун). Основные виды торможения и их механизмы.
8. Принципы координированной деятельности ЦНС. Взаимодействие между процессами возбуждения и торможения. Принципы субординации, конвергенции или общего конечного пути, дивергенции или иррадиации, реципрокности, обратной связи, индукции, доминанты (А.А. Ухтомский).
9. Физиология спинного мозга. Роль спинного мозга в процессах регуляции двигательных и вегетативных функций. Функции передних и задних корешков. Сегментарный и межсегментарный принципы работы спинного мозга. Центры спинного мозга. Проводниковая функция спинного мозга. Рефлексы спинного мозга.
10. Спинальный шок и его фазы. Регуляция тонуса мышц у спинального животного. Патологические рефлексы. Синдром Броун-Секара. Роль спинного мозга в системной иерархии регуляции двигательной активности.
11. Продолговатый мозг и мост, их структурно-функциональная организация и участие в процессах регуляции функций организма. Роль продолговатого мозга в регуляции двигательной активности. Участие продолговатого мозга в системной иерархии регуляции двигательной активности.
12. Средний мозг в процессах регуляции функций. Рефлекторная деятельность и функции нейронных образований среднего мозга. Двигательные рефлексы среднего мозга. Роль среднего моз-

га в системной иерархии регуляции двигательной активности.

13. Мозжечок, его структурно-функциональная организация, афферентные и эфферентные связи. Функции мозжечка. Участие в организации двигательных программ. Участие мозжечка в процессах регуляции вегетативных функций (Л.А. Орбели). Последствия повреждения мозжечка. Место мозжечка в интегративной деятельности ЦНС.
14. Ретикулярная формация, ее структурно-функциональная организация, особенности свойств ее нейронов. Роль ретикулярной формации в регуляции двигательной активности. Нисходящие влияния ретикулярной формации (тормозящие и облегчающие). Восходящие влияния ретикулярной формации. Участие ретикулярной формации в интегративной деятельности ЦНС.
15. Таламус, его структурно-функциональная организация. Функции специфических, ассоциативных и неспецифических ядер. Роль в регуляции двигательной активности и в интегративной деятельности мозга. Участие ядер таламуса в формировании болевых ощущений.
16. Лимбическая система и ее роль в формировании мотиваций, эмоций, организации памяти. Участие лимбических структур в регуляции соматических и вегетативных функций и интегративной деятельности ЦНС.
17. Базальные ганглии, их структурно-функциональная организация. Функции полосатого тела, субталамического ядра и бледного шара. Роль в формировании тонуса и сложных двигательных актов, в организации и реализации двигательных программ, в интегративной деятельности ЦНС.
18. Кора больших полушарий, ее структурно-функциональная организация. Сенсорные, моторные и ассоциативные области коры. Современные представления о локализации функций в коре. Пластичность коры, корково-подкорковые и кортико-висцеральные взаимоотношения. Функциональная асимметрия коры больших полушарий у человека.
19. Общая концепция организации движений и целевых функций двигательной системы. Роль спинальных, шейных и вестибулярных рефлексов. Произвольные движения: функциональные блоки, их организация. Роль коры, мозжечка, базальных ганглиев, лимбической системы, таламуса, ствола, спинного мозга в организации и осуществлении двигательных актов.
20. Автономная (вегетативная) нервная система. Симпатический и парасимпатический отделы. Принципы организации афферентного и эффекторного звена вегетативных рефлексов. Вегетативные ганглии, их функции и механизмы передачи возбуждения.
21. Медиаторы и рецепторы автономной нервной системы. Синергизм и относительный антагонизм их влияния.

22. Метасимпатическая нервная система. Особенности организации. Взаимоотношения с симпатической и парасимпатической системой. Аксон-рефлекс.
23. Высший вегетативный центр – гипоталамус, его структурно-функциональная организация, характеристика основных ядерных групп и их нейронов, его роль в обеспечении интеграции соматических, вегетативных и эндокринных функций в управлении гомеостатическими процессами.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЦНС

Созревание центральной нервной системы в онтогенезе

Показателем функциональной зрелости ЦНС является миелинизация проводящих путей, от которой зависят скорость проведения возбуждения в нервных волокнах, величина ПП и ПД, точность и скорость двигательных реакций в раннем онтогенезе. Миелинизация различных путей в ЦНС происходит в таком же порядке, в каком они развиваются в филогенезе. Общее число нервных клеток в составе ЦНС достигает наибольшей величины в первые 20–24 недели пренатального периода и остается относительно постоянным вплоть до зрелого возраста, лишь незначительно уменьшается в период раннего постнатального онтогенеза.

Различная скорость созревания разных отделов ЦНС

Раньше всего происходит созревание продолговатого и спинного мозга, позже морфологически и функционально развиваются ганглии ствола головного мозга, подкорковые узлы, мозжечок и кора больших полушарий. Каждое из этих образований проходит определенные этапы функционального и структурного развития.

К концу внутриутробного развития происходят важные биохимические сдвиги в нервной ткани. Наиболее существенными из них являются изменения ряда ферментных систем, в результате которых осуществляется переход метаболизма мозга от анаэробного к аэробному. Следует отметить, что новорожденный ребенок, так же как и детеныши других млекопитающих, легче переживает относительно длительную гипоксию, чем взрослый. В спинном мозге, стволе и гипоталамусе у новорожденных обнаруживают ацетилхолин, γ-аминомасляную кислоту, серотонин, норадреналин, дофамин, однако содержание медиаторов низкое и составляет 10–50% от такового у взрослых. В постсинаптических мембранах нейронов уже к моменту рождения появляются специфические для перечисленных медиаторов рецепторы. В неонатальном периоде отмечаются дальнейший рост нервной ткани, усиление процессов миелинизации нервных волокон, дифференцировка нейрофибрилл, совершенствование ме-

ханизмов проницаемости клеточных мембран, повышение возбудимости нейронов, развитие их шипикового аппарата, установление ассоциативных связей, что в итоге приводит к постепенному совершенствованию базовых нейродинамических процессов.

У новорожденных спинной мозг, структуры ствола мозга, бледное ядро, зрительный бугор развиты в целом хорошо. Красное ядро, руброспинальный путь миелинизированы. Шейное и поясничное утолщения спинного мозга начинают формироваться в первые годы жизни ребенка. Гистологически в раннем возрасте отмечается преобладание передних рогов над задними; нервные клетки расположены группами, ткань глии хорошо развита. Рост спинного мозга продолжается приблизительно до 20 лет. Его масса увеличивается примерно в 8 раз по сравнению с периодом новорожденности (масса организма – в 20 раз).

Развитие мозга

В глубокой неприспособленности ЦНС новорожденного заложены основы гибкой, дифференцированной адаптации к условиям среды и обучению. По-видимому, это прямо связано с самым большим по продолжительности в животном мире периодом детства у человека. Даже у высших обезьян детеныш 1,5–2 лет уже вполне способен к самостоятельному существованию и не нуждается в родительском уходе. В продолговатом мозге новорожденного продолжает нарастать масса нейрона и увеличиваться степень дифференцировки. У полуторагодовалого ребенка клетки продолговатого мозга организованы в четко определяемые ядра и имеют почти все признаки дифференцировки. У ребенка 7 лет нейроны продолговатого мозга неотличимы от нейронов взрослого даже по тонким морфологическим признакам. Мозжечок новорожденного, будучи заметно вытянут в длину, лежит в черепной коробке выше, чем у взрослого. В возрасте от 3 месяцев до 1 года происходит активная дифференцировка мозжечка. Она выражается прежде всего в нарастании объема и массы перикарионов грушевидных клеток, увеличении количества синапсов на них, увеличении диаметра волокон в белом веществе мозжечка, интенсивном росте молекулярного слоя коры. Дифференцировка мозжечка – центрального органа равновесия и координации движений – происходит и в более поздние сроки. Это связано с дальнейшим совершенствованием движений ребенка.

Кора большого мозга развивается более медленно. Основные функции регулирования различных физиологических процессов в раннем онтогенезе выполняют промежуточный и средний мозг. К моменту рождения большинство нейронов глубоких слоев коры достигают уже значительной степени зрелости, по форме и развитию отростков приближаясь к структуре этих слоев у взрослого. Значительная часть нейронов поверхностных слоев коры находится на

более ранних этапах формирования.

Двигательные области коры большого мозга (поля 4 и 6 по Бродману) к моменту рождения развиты недостаточно. Процессы развития коры большого мозга заключаются, с одной стороны, в образовании ее шести слоев, а с другой – в дифференциации нервных клеток, характерных для каждого коркового слоя. К моменту рождения у ребенка уже заканчивается образование шестислойной коры. В то же время дифференцировка нервных клеток отдельных слоев к этому времени еще далеко не завершается.

Наиболее интенсивно дифференциация клеточных элементов, а также миелинизация аксонов нервных клеток коры идут в течение 1-го и 2-го годов жизни ребенка. В этот период резко увеличиваются масса и поверхность коры большого мозга. К 2-летнему возрасту заканчивают свое формирование пирамидные клетки коры. Можно признать достаточно обоснованным, что именно первые 2–3 года жизни являются наиболее ответственными этапами морфологического и функционального становления мозга ребенка. На 1-м году жизни закладываются основы психической деятельности, идет подготовка к самостоятельному хождению, речевой деятельности. Существует мнение, что в этот период происходит «первичное обучение», то есть формирование нейронных ансамблей, которые в дальнейшем служат фундаментом для более сложных форм обучения. В последующие годы темп развития корковых структур хотя и замедляется, но к 4–7 годам клетки большинства областей коры становятся близкими по строению клеткам коры взрослого человека. Полностью развитие клеточных структур коры полушарий большого мозга заканчивается только к 10–12 годам.

Факторы, стимулирующие созревание ЦНС

Оно усиливается гормонами щитовидной железы, афферентным потоком импульсов, поступающих в структуры мозга при действии внешних раздражителей. Созревание ЦНС и мускулатуры в раннем онтогенезе быстро прогрессирует, что ведет к увеличению двигательной активности ребенка. В свою очередь увеличение движений стимулирует рост и развитие не только мускулатуры, но и ЦНС за счет усиленного притока афферентных импульсов. Морфологическое созревание двигательной области коры большого мозга (поля 4 и 6) заканчивается к 6–7 годам. Созревание ЦНС в целом завершается к 18–20 годам.

Нарастание массы мозга

Мозг новорожденного очень велик – более 10% от общей массы тела. К 3 годам масса головного мозга по сравнению с массой его при рождении утраивается, к 5 годам составляет 1/13–1/14 массы тела, к 20 годам первоначальная масса мозга увеличивается в 4–

5 раз и составляет у взрослого человека всего 1/40 массы тела (2,5%).

После рождения масса мозга увеличивается в основном за счет роста тел нейронов, происходит дальнейшее формирование ядер головного мозга. Их форма меняется мало, однако их размеры и состав, а также топография относительно друг друга претерпевают достаточно демонстративные изменения. Таким образом, в период от рождения до 20 лет структурные преобразования нейронных ансамблей осуществляются в различных областях коры по единому принципу, но в различные сроки и с разным качественным и количественным представительством каждого из структурных компонентов. Кровоснабжение мозга интенсивное. Это объясняется богатством капиллярной сети, которая после рождения продолжает увеличиваться. Обильное кровоснабжение мозга обеспечивает потребность быстро растущей нервной ткани в кислороде; 3/4–4/5 всего кровоснабжения мозга приходится на серое вещество.

Электрофизиологическое созревание мозга

Электрофизиологические характеристики нейронов имеют ряд особенностей. В частности, у нейронов новорожденных ниже ПП – около -50 мВ (у взрослых – 60–80 мВ). Поверхность тела нейронов и дендритов, покрытая синапсами, гораздо меньше, чем у взрослых. Возбуждающие постсинаптические потенциалы (ВПСП) имеют большую длительность, чем у взрослых, более продолжительной является синаптическая задержка, нейроны оказываются менее возбудимыми. Не столь эффективны процессы постсинаптического торможения нейронов вследствие малой амплитуды тормозных постсинаптических потенциалов (ТПСП), а также меньшего числа тормозных синапсов на нейронах. Вследствие морфологической и функциональной незрелости структур ЦНС, недостаточности элементарных механизмов возбуждения и торможения в раннем онтогенезе оказываются несовершенными многие проявления двигательной активности. Улучшает электрофизиологические показатели миелинизация нервных волокон ЦНС, так как уменьшается проницаемость клеточных мембран, совершенствуются ионные каналы, увеличивается мембранный ПП, и поэтому возрастает ПД, повышается возбудимость нейронов. В возрасте 8–9 лет по электрофизиологическим показателям нейроны ЦНС детей приближаются к таковым у взрослых.

Формирование электроэнцефалограммы в онтогенезе

ЭЭГ детей включает те же волны, что и ЭЭГ взрослых, однако их характер и соотношения с возрастом существенно изменяются.

Электрическая активность головного мозга плода появляется в возрасте 2 месяцев, она низкоамплитудная. ЭЭГ – кривая, отража-

ющая суммарное электрическое поле головного мозга. ЭЭГ плода регистрируется с 5-месячного возраста, имеет прерывистый, нерегулярный характер и представлена импульсами в виде серии с продолжительностью 3–20 с. Периоды отсутствия активности весьма длительные (10 с в мин). Преобладают диффузные медленные волны частотой 0,5–2 Гц, чередующиеся с более частыми колебаниями. Наблюдается межполушарная асимметрия ЭЭГ. Значительные изменения ЭЭГ отмечаются на 8-м месяце внутриутробной жизни, с этого времени начинает регистрироваться непрерывная электрическая активность коры большого мозга. ЭЭГ новорожденного представляет собой аритмичные колебания, имеющие низкую амплитуду (30–50 мкВ). Преобладают частоты колебаний 1–2 и 4–8 Гц, то есть дельта- и тета-ритмы. В этом возрасте наблюдается реакция активации на достаточно сильные раздражения, например звук и свет.

ЭЭГ детей грудного и ясельного возрастов (до 3 лет) характеризуется наличием тета- и альфа-ритмов с преобладанием тета-ритма (7–9 Гц), амплитуда волн уже достигает 80 мкВ. Ритмическая электрическая активность коры мозга в состоянии спокойного бодрствования начинает регистрироваться с 2–3 месяцев постнатальной жизни.

В ЭЭГ детей дошкольного возраста (3–7 лет) преобладающими являются альфа- и тета-ритмы; последние регистрируются в виде групп высокоамплитудных колебаний. На ЭЭГ детей в возрасте 7–10 лет преобладает альфа-ритм (9 Гц), однако тета-ритм составляет существенную часть (25%) из общего числа колебаний. ЭЭГ детей в возрасте 10–12 лет выявляет стабильный альфа-ритм с такой же частотой, как у взрослых (10–12 Гц). Колебания тета-ритма составляют всего около 10% от общего числа колебаний. К 16–18 годам ЭЭГ детей по всем параметрам становится идентичной ЭЭГ взрослого человека.

Двигательная активность в неонатальном периоде

Спонтанные периодические движения у новорожденного беспорядочны, хаотичны, в них участвуют конечности, голова и туловище. Наблюдаются и координированные ритмические сгибания и разгибания. Периоды двигательной активности отчетливо преобладают над периодами полного покоя. Эти движения являются, по-видимому, следствием спонтанной активности незрелых нейронов ЦНС. Их запуску может способствовать и возбуждение кожных рецепторов, обеспечивающих афферентную импульсацию в ЦНС, эти движения стимулируют дыхание, кровообращение, и это – первые стимулы для развития ЦНС. Для проснувшегося новорожденного характерны пространственно-ориентированные движения головы, направленные на поиск материнской груди, полноценные сосательные движения. Для новорожденного ребенка и ребенка первых

недель жизни движения могут быть закономерным компонентом эмоционального возбуждения. Как правило, это отражение отрицательной настроенности и сигнал для родителей о необходимости удовлетворить его нужды, ликвидировать голод, жажду, сменить мокрые или неудачно положенные пеленки, а может быть, устранить болевые раздражения. Дальнейшее распределение двигательной активности в значительной степени отражает формирование сна и бодрствования, она наблюдается также и во время сна. Мышечный тонус у новорожденных поддерживается импульсами, идущими от проприорецепторов, кожных терморецепторов и даже рецепторов растяжения легких, активирующихся при вдохе. Для новорожденного, как и для плода, характерна ортотоническая поза как следствие некоторой гипертензии мышц-сгибателей.

Особенности рефлексов

Для новорожденного ребенка характерны богатый набор различных рефлексов, генерализованный характер их проявления и обширность рефлексогенной зоны вызова того или иного рефлекса. Эти свойства рефлексов объясняются, во-первых, недостаточностью контроля над ними со стороны головного мозга, во-вторых, относительно облегченной иррадиацией процесса возбуждения в ЦНС. Причиной более выраженной иррадиации возбуждения является слабость процессов торможения и наличия электрических синапсов между нейронами ЦНС.

С возрастом рефлексы становятся более совершенными: генерализованность уменьшается, рефлексогенные зоны сужаются. Так, в возрасте 1–5 дней рефлексогенной зоной сосательного рефлекса являются губы и кожа всего лица; в 6–10 дней – губы и кожа вокруг рта; в 15 дней – только губы. Ряд рефлексов новорожденного постепенно исчезает, но многие из них подвергаются лишь угнетению в результате развивающихся тормозных влияний со стороны вышележащих отделов мозга, в особенности коры большого мозга, на нижележащие центры.

Основные рефлексы новорожденного целесообразно разделить на шесть групп.

1. Пищевые: сосательный и глотательный рефлексы появляются при механическом, тепловом и вкусовом раздражении рецепторов ротовой и околоротовой областей. Так, если вложить ребенку в рот соску, он начинает совершать активные сосательные движения. Сосательный рефлекс исчезает к концу первого года жизни.
2. Защитные: мигательный рефлекс возникает при освещении глаз светом или при раздражении поверхности носа, век, ресниц, роговой оболочки глаз; в ответ на болевое раздражение появляется рефлекс отдергивания конечности.
3. Зрачковый рефлекс – уменьшение диаметра зрачка при осве-

щении.

4. Двигательные:

- хватательный рефлекс (рефлекс Робинсона) – схватывание и прочное удерживание предмета (пальца, карандаша, игрушки) при прикосновении им к ладони; исчезает на 2–4 месяце;
- рефлекс обхватывания (рефлекс Моро) – отведение рук в стороны и разгибание пальцев с последующим возвращением рук в исходное положение. Для вызова рефлекса ребенка, находящегося на руках у врача, резко опускают на 20 см и затем поднимают до исходного уровня. Рефлекс можно вызвать при ударе по поверхности, на которой лежит ребенок, а также при быстром подъеме его из положения на спине; исчезает после 4-го месяца жизни;
- подошвенный рефлекс (рефлекс Бабинского) – изолированное тыльное разгибание большого пальца и подошвенное сгибание (иногда веерообразное расхождение) остальных при раздражении подошвы по наружному краю стопы от пятки к пальцам; исчезает после первого года жизни;
- коленный рефлекс – сгибание (у взрослых – разгибание) в коленном суставе при ударе по сухожилию четырехглавой мышцы ниже надколенника. Сгибание у новорожденных связано с преобладанием у них тонуса мышц-сгибателей; заменяется разгибательным рефлексом на 2-м месяце жизни;
- хоботковый рефлекс – выпячивание губ хоботком в результате сокращения круговой мышцы рта при легком ударе пальцем по губам ребенка или поколачивании по коже вокруг рта на уровне десен; исчезает к концу первого полугода жизни;
- поисковый рефлекс (поиск груди матери) – опускание губ, отклонение языка и поворот головы в сторону раздражителя при поглаживании кожи в области угла рта. Рефлекс ярче выражен у голодного ребенка; исчезает к концу 1-го года жизни;
- рефлекс ползания (рефлекс Бауэра). Ребенка кладут на живот так, чтобы голова и туловище располагались на одной линии. В таком положении ребенок на несколько мгновений поднимает голову и совершает ползающие движения (спонтанное ползание). Если подставить под подошвы ладонь, движения становятся более разнообразными: ребенок начинает отталкиваться ногами от препятствия, в «ползание» включаются руки; рефлекс исчезает к 4-м месяцам.

5. Тонические:

- лабиринтный рефлекс вызывается изменением положения головы в пространстве у ребенка, лежащего на спине, повышен тонус разгибателей шеи, спины, ног. Если ребенка перевернуть на живот, увеличивается тонус сгибателей шеи, спины, конечностей;
- рефлекс Кернига. У лежащего на спине ребенка сгибают ногу в тазобедренном и коленном суставах, затем пытаются разогнуть ногу в коленном суставе. Рефлекс считается положительным, если это

не удается сделать; исчезает после 4-го месяца.

Интеграция всех двигательных реакций у новорожденного ребенка реализуется на уровне таламо-паллидарных структур (табл. 15).

Таблица 15

Двигательная активность ребенка грудного возраста

Движение и умелость	Средний срок	Временные границы
Улыбка	5 нед.	3–8 нед.
Гуление	7 нед.	4–11 нед.
Держание головки	3 мес.	2–4 мес.
Направленные движения ручек	4 мес.	2,5–5,5 мес.
Переворачивание	5 мес.	3,5–6,5 мес.
Сидение	6 мес.	4,8–8 мес.
Ползание	7 мес.	5–9 мес.
Произвольное катание	8 мес.	5,75–10,25 мес.
Вставание	9 мес.	6–11 мес.
Шаги с поддержкой	9,5 мес.	6,5–12,5 мес.
Стояние самостоятельное	10,5 мес.	8–13 мес.
Ходьба самостоятельная	11,75 мес.	9–14 мес.

6. Ориентировочный рефлекс возникает на достаточно сильные неожиданные раздражения экстерорецепторов (вспышки света, звук), выражается во вздрагивании ребенка с последующим его «замиранием». Уже в конце 1-й недели после рождения ребенок поворачивает глаза и голову в сторону источника света и звука. Отмечается начальное несовершенное слежение за ярким перемещающимся в одной плоскости объектом. Ориентировочный рефлекс является основой выработки будущих условных рефлексов на звуковые и световые раздражители.

Характеристика вегетативной нервной системы детей

Вегетативная нервная система в онтогенезе претерпевает существенные структурные и функциональные изменения; меняется доля участия ее отделов в регуляции функций организма. ВНС новорожденных характеризуется своей незрелостью, проявлениями чего являются небольшой мембранный потенциал нейронов вегетативных ганглиев – 20 мВ (у взрослых – 70–90 мВ), медленное проведение возбуждения, автоматизм симпатических нейронов.

Медиатором преганглионарных симпатических нейронов является адреноподобное вещество (у взрослых – ацетилхолин, то есть дифференцировка симпатических нейронов несколько отстает от парасимпатических), отмечается поливалентная чувствительность нейронов вегетативных ганглиев (к ацетилхолину, норадреналину); N-холинергические синапсы появляются со 2-й недели жизни; развитие холинергической передачи в ганглиях идет одновременно с процессом миелинизации преганглионарных волокон. В процессе онтогенеза число холинергических синапсов в структурах ВНС по-

степенно увеличивается. Специализация медиаторов в онтогенезе достигается как за счет формирования в клетках рецептивных структур, высокочувствительных к действию медиаторов, так и за счет более строгой локализации образования и выделения медиаторов.

Автоматизм клеток симпатических ганглиев и низкий мембранный потенциал симпатических нейронов новорожденных объясняются функциональными особенностями мембраны нейронов, обладающей высокой проницаемостью для Na+, что приводит также к спонтанной активности этих нейронов. Важную роль в созревании и формировании функции периферических ганглионарных клеток играют биологически активные вещества и импульсы, поступающие из ЦНС. О6 этом свидетельствуют, в частности, те изменения, которые развиваются после перерезки преганглионарных волокон в эксперименте у взрослых животных.

Через 3–4 недели после перерезки ганглионарные клетки начинают проявлять свойства, подобные ганглионарным клеткам новорожденных: уменьшается мембранный потенциал, восстанавливается автоматизм, появляется поливалентная чувствительность к медиаторам, то есть периферические вегетативные ганглии вновь приобретают свойства симпатических ганглиев раннего онтогенетического периода. Характерными особенностями ВНС в первые годы жизни ребенка являются также повышенная возбудимость, непостоянство вегетативных реакций, значительная их выраженность и легкая генерализация возбуждения. Поэтому у детей, особенно грудного возраста, наблюдается неустойчивость показателей вегетативных функций, например частоты дыхания и пульса. Устойчивость вегетативных показателей начинает развиваться на втором году жизни ребенка.

Различная скорость созревания симпатической и парасимпатической нервной системы

В ганглиях интрамуральной системы конечные синапсы выявляются у 4-месячных плодов. В постнатальном онтогенезе в интрамуральной нервной системе сначала выявляются холинергические, серотонинергические, неадренергические и нехолинергические тормозные нейроны, затем – адренергические и последними – пептидергические нейроны, причем эти нейроны, а также N0-выделяющие клетки вызывают неадренергическое нехолинергическое ингибирование желудочно-кишечной гладкой мышцы.

Дифференцировка симпатических нейронов несколько отстает от парасимпатических. Парасимпатический отдел начинает включаться в рефлекторные реакции сердца с 3-го месяца жизни. К 3 годам тонус блуждающего нерва уже выражен, о чем свидетельствует появление дыхательной аритмии. Однако несмотря на то, что в пе-

риод новорожденности тонус вагуса незначителен, в этот период может наблюдаться глазосердечный рефлекс Данини-Ашнера.

Рефлекторное влияние на сердце посредством увеличения тонуса блуждающего нерва в этот период может быть весьма выраженным. Описаны случаи прекращения деятельности сердца при введении носоглоточных тампонов недоношенным детям. Максимальное замедление пульса от 150 до 30 ударов в минуту было отмечено у них при надавливании на передний родничок. Брадикардия отмечалась у недоношенных детей при зондировании для питания, при икоте, зевании, дефекации. У физиологически зрелых детей увеличение степени выраженности тонуса блуждающего нерва в начале его формирования сочетается с увеличением степени тонического возбуждения сосудодвигательного центра. В регуляцию желудочно-кишечного тракта также сначала включается парасимпатическая нервная система, симпатическая регуляция начинает осуществляться в период отнятия от груди. Таким образом, в онтогенезе созревание парасимпатической нервной системы опережает созревание симпатической.

Механизм формирования тонуса ВНС

В формировании тонуса блуждающего нерва важную роль играет афферентная импульсация от различных рефлексогенных зон, в том числе и от проприорецепторов. Об этом, в частности, свидетельствует тот факт, что недостаточная двигательная активность детей сопровождается недостаточной степенью выраженности тонуса блуждающего нерва. Важное значение в становлении тонуса блуждающего нерва играет импульсация от баро- и хеморецепторов сосудистых рефлексогенных зон. Созревание центральных и периферических отделов ВНС и соматической нервной системы ведет к становлению тонуса всех отделов ЦНС, в том числе симпатических и парасимпатических центров. Следует, однако, отметить, что тонус симпатических центров для сердца не выражен и у взрослого человека.

Афферентация от периферических отделов слуховой и зрительной систем также способствует развитию тонуса ЦНС. Для оценки степени выраженности тонуса блуждающего нерва в детском возрасте использует глазосердечный рефлекс (Данини-Ашнера) – давление на боковые поверхности глаз в течение 20–60 с вызывает замедление пульса, падение артериального давления, замедление дыхания. Рефлекс проявляется быстро (через 3–5 с) или медленно (через 8–10 с). Эффект считается положительным, если пульс замедляется на 4–12 ударов в минуту, резко положительным – более чем на 12 ударов.

ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

ЗАНЯТИЕ № 1
Физиология желез внутренней секреции

Учебно-исследовательская цель занятия: усвоить основные закономерности нейрогормональных отношений и механизмы действия гормонов.

Вопросы для самоподготовки

1. Механизм действия гормонов.
2. Гормоны гипофиза, его функциональная связь с гипоталамусом в регуляции деятельности гормональной системы.
3. Гормоны щитовидной железы, их функциональное значение.
4. Гормоны надпочечников, их функциональное значение.
5. Гормоны эпифиза, их функциональное значение.
6. Гормоны поджелудочной железы, их функциональное значение.
7. Гормоны околощитовидных желез, их функциональное значение.
8. Гормоны половых желез, их функциональное значение.
9. Эндокринная деятельность зобной железы, ее функциональное значение.
10. Саморегуляторные механизмы нейрогормональных отношений и гормонообразовательной функции организма.
11. Расстройства, связанные с недостатком минералокортикоидов.
12. Расстройства, связанные с недостатком глюкокортикоидов.
13. Гипотиреоз у взрослых и детей. Микседема.
14. Гипертиреоз.
15. Расстройства, связанные с нарушением инкреторной функции поджелудочной железы.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебный видеофильм: «Физиология эндокринной системы».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Виртуальный физиологический эксперимент. Физиология эндокринной системы

Необходимо: персональный компьютер, программа PhysioEx 6.0 for Human Physiology, методические указания по теме «Физиология эндокринной системы».

Учебно-исследовательская цель работы: изучить действие гормонов на различные звенья метаболизма в организме.

Ход работы

1. Определение исходных метаболических уровней.
2. Определение эффекта тироксина на уровень метаболизма.
3. Определение эффекта TSH на уровень метаболизма.
4. Определение эффекта пропилтиоурацила на уровень метаболизма.
5. Гормонозаместительная терапия.
6. Получение стандартной кривой глюкозы.
7. Сравнение уровней глюкозы до и после введения инсулина.

РАБОТА № 2
Физиология эндокринной системы. Семинар с элементами эвристической беседы

Необходимо: сообщения по выбранной теме.

Учебно-исследовательская цель работы: научиться, используя различные источники информации, самостоятельно подбирать материалы по выбранной тематике.

Примечание:

План разбора деятельности любой железы внутренней секреции:

- анатомо-гистологическая характеристика железы;
- методы изучения функций;
- гормоны и механизмы их действия;
- регуляция деятельности железы;
- проявление гипо- и гиперфункции железы или отдельных гормонов;
- принципы возможного лечения.

Темы сообщений

1. Общие понятия о гормонах и гормональной регуляции: понятие о гормонах и их функциональное значение, классификация гормонов по химическому строению и по месту, занимаемому в эндокринной системе, механизм действия гормонов.
2. Экспериментальные методы исследования функциональной активности эндокринных желез и способы ее оценки.
3. Клинические методы исследования функциональной активности эндокринных желез и способы ее оценки
4. Гипоталамо-гипофизарная система: анатомо-функциональная организация, гормоны гипоталамуса и их значение в эндокринной регуляции, система гипоталамус-нейрогипофиз, система гипоталамус-аденогипофиз, эффекты гормонов аденогипофиза, система регуляторных нейропептидов и их эффекты.
5. Гормоны эпифиза их функциональное значение.
6. Физиология тимуса.
7. Гормоны надпочечников, их функциональное значение.

8. Расстройства, связанные с недостатком минералокортикоидов.
9. Расстройства, связанные с недостатком глюкокортикоидов.
10. Симпатоадреналовая система и ее роль в неспецифических адаптивных реакциях организма. Понятие о стрессе (Селье, 1936–1952). Нервная регуляция секреторной функции хромаффинной ткани надпочечников.
11. Гормоны щитовидной железы. Их функциональное значение.
12. Гормоны околощитовидных желез, их функциональное значение.
13. Гипотиреоз у взрослых и детей. Микседема.
14. Гипертиреоз у взрослых и детей.
15. Мужские половые гормоны.
16. Гормоны женских половых желез. Циклическая деятельность яичников.
17. Гормоны поджелудочной железы и их роль в регуляции уровня сахара в крови.
18. Расстройства, связанные с нарушением инкреторной функции поджелудочной железы.
19. АПУД-система и гормоны ЖКТ (гастроэнтеропанкреатическая эндокринная система).
20. Эндокринная функция почек, плаценты, сердца.
21. Гормональная регуляция натрий-калиевого отношения.
22. Гормональная регуляция уровня кальция в крови.
23. Изменения желез и их функций с возрастом.
24. Смена пола. Гормональная терапия и гормональные последствия.
25. Гормональные изменения при гормональном вмешательстве в спорте.

Вопросы для самоконтроля

1. Химическая классификация гормонов.
2. Каков механизм действия пептидных гормонов, увеличивающих активность клетки?
3. Виды гормональных воздействий.
4. Как следует понимать пусковое действие гормонов? Привести пример.
5. Как следует понимать корригирующее действие гормонов?
6. Какова роль гормонов-либеринов?
7. Какова роль гормонов-статинов?
8. Какой механизм лежит в основе поддержания постоянства гормонального состава крови?
9. Как объясняется специфическое действие гормонов?
10. В каких ядрах гипоталамуса образуются гормоны вазопрессин и окситоцин?
11. Как следует понимать трансгипофизарную регуляцию гормо-

нальной системы?
12. Какие гормоны образуются в передней доле гипофиза?
13. Какова роль тиреотропного гормона?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ПРИ ВРОЖДЕННОМ ДЕФИЦИТЕ СОМАТОТРОПИНА
   1) усиливается рост эпифизарных участков костей скелета и зон
   2) не завершено окостенение
   3) формируется карликовость
   4) не возникает выраженный морфогенетический эффект
2. ИЗБЫТОЧНАЯ СЕКРЕЦИЯ СОМАТОТРОПИНА В РАННЕМ ВОЗРАСТЕ ВЕДЕТ К РАЗВИТИЮ
   1) гигантизма с пропорциональным развитием конечностей и туловища
   2) гипофизарному нанизму
   3) акромегалии
   4) энцефалопатии
3. НЕДОСТАТКОМ ВАЗОПРЕССИНА ОБЪЯСНЯЕТСЯ
   1) задержка воды в организме
   2) повышенное выделение мочи низкого удельного веса
   3) повышение артериального давления
   4) гиперемия
4. ГИПЕРТРОФИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ, ВОЗНИКАЮЩАЯ ПРИ НЕДОСТАТКЕ ЙОДА В ПИЩЕ ВЫЗВАНА
   1) избыточной секрецией ТТГ вследствие уменьшения ингибирующего действия тиреоидных гормонов на выработку гипоталамусом тиреолиберина
   2) уменьшением секреции ТТГ вследствие увеличения ингибирующего действия тиреоидных гормонов на выработку гипоталамусом тиреолиберина
   3) избыточной секрецией ТТГ вследствие усиления действия тиреолиберина
5. ПЕРЕДНЯЯ ДОЛЯ ГИПОФИЗА ВЫДЕЛЯЕТ
   1) окситоцин и антидиуретический гормон
   2) инсулин и глюкагон
   3) адреналин и норадреналин
   3) минералокортикоиды, глюкокортикоиды, половые гормоны
   4) АКТГ, ТТГ, СТГ

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Менопауза характеризуется утратой функции яичников, по-видимому, вследствие истощения зародышевых клеток. Яичники вырабатывают меньше эстрогенов, в то время как выделение фолликулостимулирующего (ФСГ) и лютеинизирующего (ЛГ) гормонов гипофизом повышается.

Объяснить, каков механизм увеличения выделения гонадотропных гормонов аденогипофизом при наступлении менопаузы?

Задача № 2. При диспансерном обследовании у взрослого мужчины обнаружено повышенное содержание кальция в плазме крови. Рентгенологическое обследование костей выявило снижение их минерализации – остеопороз. При дальнейшем обследовании обнаружено увеличение одной из желез внутренней секреции.

1. *Указать, какая железа внутренней секреции имеется в виду?*
2. *Определить, какой гормон оказывает эффекты, противоположные эффектам гормона, выделяемого этой железой?*

Задача № 3. При обследовании в клинике планирования семьи у мужчины 32 лет в анализе спермы выявлено значительное снижение количества сперматозоидов, и причем только 20% подвижных при норме более 60%. При расспросе выяснилось, что мужчина занимается бодибилдингом и для наращивания мышечной массы получает инъекции препарата, содержащего андрогены. Содержание тестостерона в плазме крови у обследуемого 16 нг/мл при норме для взрослого мужчины 3–10 нг/мл.

1. *Указать, какие гормоны аденогипофиза регулируют сперматогенез?*
2. *Определить, какова вероятная причина угнетения сперматогенеза у обследуемого?*

Задача № 4. Проведение курса гормональной терапии вызвало некоторые побочные эффекты: повышение уровня глюкозы в крови, повышенное выделение азота с мочой, что говорит об усиленном распаде белка в организме, снижение мышечной массы.

1. *Указать, для какой группы гормонов характерны указанные эффекты?*
2. *Объяснить, в чем заключается смысл терапевтического применения данных гормонов?*

Задача № 5. Пубертатный период обусловлен выработкой гормонов половыми железами. Возможны случаи патологического раннего полового созревания у детей. При их обследовании может оказаться, что половые железы не обладают выраженной гормонопродуцирующей активностью.

Указать, каков источник половых гормонов в случае прежде-

временного полового созревания при функциональной незрелости половых желез?

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

Эндокринные железы начинают функционировать во внутриутробном периоде. Большая часть гормонов начинает синтезироваться уже во втором месяце внутриутробного развития. С появлением в эндокринных железах рецепторов к гормонам гипофиза между ними формируются связи, окончательное становление которых происходит после рождения.

До начала полового созревания ведущая роль в развитии органов и систем организма принадлежит гормону роста, гормонам щитовидной железы, инсулину, а затем половым гормонам.

Гипофиз начинает функционировать с 9–10 недель внутриутробного периода. У новорожденных мальчиков его масса 0,125 г, у девочек – 0,250 г.

Наибольший прирост массы гипофиза наблюдается в период полового созревания. Клетки задней доли гипофиза созревают на первом году жизни. Уровень гормона роста самый высокий у новорожденных. После рождения его содержание в крови существенно снижается, достигая нормы взрослого человека к 3–5 годам.

Щитовидная железа в онтогенезе начинает развиваться одной из первых. У новорожденных ее масса составляет 1–5 г, максимальная масса – 14–15 г – наблюдается в 15–16 лет. В постнатальном периоде продукция трийодтиронина и тироксина возрастает, что обеспечивает умственное, физическое и половое развитие.

В период полового созревания происходит подъем активности щитовидной железы, который проявляется в повышении возбудимости нервной системы. Снижение активности железы наблюдается в 21–30 лет.

Паращитовидные железы начинают формироваться на 5–6 неделе внутриутробного периода. У новорожденных масса желез в среднем составляет 5 мг, у взрослого человека – 75–85 г. Максимальная активность желез наблюдается в первые семь лет жизни, особенно в первые 2 года.

Надпочечники у новорожденного имеют массу около 7 г. Рост желез происходит до 30 лет. Развитие коркового вещества завершается к началу 2 года жизни. Наибольшая продукция глюкокортикоидов отмечается в 1–3 года, а также в пубертатном периоде. Мозговое вещество надпочечников начинает продуцировать катехоламины, начиная с 16 недели внутриутробного периода. Основной рост мозгового вещества наблюдается в 3–8 лет, а также в пубертатном периоде.

Эпифиз у новорожденных имеет массу около 7 мг, у взрослого – 200 мг. Снижение гормонопродуцирующей функции эпифиза наблюдается с 4–7 лет, в пубертатном периоде концентрация этого гормона в крови снижена.

Половые железы. Половая дифференцировка происходит на 7–8 неделе эмбрионального периода развития.

Мужские половые железы. На 11–17 неделе уровень андрогенов у плода мужского пола достигает значений взрослого организма. Масса яичка у новорожденного составляет 0,3 г. Его гормонопродуцирующая активность снижена. Под влиянием гонадолиберина с 12–13 лет эта активность постепенно возрастает и к 16–17 годам достигает уровня взрослых. Подъем гормонопродуцирующей активности вызывает пубертатный скачек роста, появление вторичных половых признаков, а после 15 лет – активацию сперматогенеза.

Женские половые железы. Начиная с 20 недели внутриутробного периода, в яичнике происходит образование примордиальных фолликулов. К моменту рождения масса яичника составляет 5–6 г, у взрослой женщины – 6–8 г. В течение постнатального онтогенеза в яичнике выделяют 3 периода активности:

- нейтральный (от рождения до 6–7 лет),
- препубертатный (от 8 лет до первой менструации),
- пубертатный (от момента первой менструации до менопаузы).

ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ

ЗАНЯТИЕ № 1

Кровь как часть внутренней среды организма. Функции крови. Состав и свойства плазмы. Физиологические константы крови

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить функции крови.
2. Изучить физико-химические константы крови.
3. Овладеть техникой взятия крови для гематологического анализа и методикой определения Hb в крови.
4. Изучить факторы, влияющие на разрушение эритроцитов.

Вопросы для самоподготовки

1. Понятие о внешней и внутренней среде.
2. Понятие о гомеостазе и гомеокинезе.
3. Функции крови.
4. Количество крови в организме.
5. Система крови, ее строение.
6. Понятие о жестких и пластических константах.
7. Физико-химические константы крови (гематокрит, удельный вес, вязкость).
8. Осмотическое и онкотическое давление плазмы крови и их физиологическое значение.
9. Активная реакция крови. Буферные системы крови. Щелочной резерв. Понятие об алкалозе и ацидозе.
10. Плазма крови, ее состав. Значение белков плазмы крови.
11. Гемоглобин, его состав. Количество гемоглобина в крови.
12. Виды гемоглобина и его соединения с различными газами.
13. Гемолиз и его виды.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Кровь», «Состояние крови и питание».

Плакаты: Физические свойства крови. Белки плазмы крови. Функциональная система, поддерживающая реакцию (pH) крови. Состав крови.

Электронный учебник «Физиология крови»: функция крови, состав крови, плазма крови, физико-химические свойства крови.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Техника взятия крови

Необходимо: испытуемый, спирт, эфир, йод, вата, скарифика-

торы для разового использования.

Учебно-исследовательская цель работы: овладеть классической техникой взятия крови для гематологического анализа.

Ход работы

1. Взятие крови производят в определенной последовательности. Вначале подготовить и расставить на столе нужные реактивы. Местом укола для взятия крови обычно является мякоть концевой фаланги 4-го пальца левой руки (он менее всего задействован в работе). Кожу пальца на месте укола вначале протирают ватным тампоном, смоченным эфиром, затем спиртом (для обезжиривания и дезинфекции). После подсыхания делают укол специальной иглой для прокола кожи (скарификатор).
2. Первую выступившую каплю крови убирают сухим стерильным тампоном, так как в ней имеются разрушенные ткани и межклеточная жидкость. Последующие капли берут для анализа. Укол должен быть достаточной глубины, чтобы кровь выступала при легком надавливании на палец.
3. Следует помнить, что кровь быстро свертывается, поэтому взятие ее производят быстро. Если на месте укола образуется сгусток крови до того, как взяты пробы, его удаляют ватным тампоном и уже из вновь выступившей капли берут кровь для анализа.
4. После взятия крови место укола необходимо смазать йодной настойкой, приложить ватку и кончик пальца прижать к ладони, ватку держать до прекращения кровотечения. Йод необходим для лучшего ранозаживления.

РАБОТА № 2
Определение показателя гематокрита

Необходимо: испытуемый, спирт, эфир, йод, вата, скарификаторы для разового использования, микроцентрифуга, 33%-ный раствор лимоннокислого натрия, капилляр для определения гематокрита.

Учебно-исследовательская цель работы: освоить методику и определить объемное соотношение плазмы и форменных элементов в крови человека.

Ход работы

1. Промывают капилляр 33%-ным раствором лимоннокислого натрия (антикоагулянт).
2. Делают прокол кожи пальца и набирают в капилляр кровь. Для этого капилляром касаются капли крови и наклоняют его горизонтально. В силу капиллярности он заполняется кровью.
3. Помещают капилляр в держатель микроцентрифуги и закрепляют.
4. Вращают ручку микроцентрифуги со скоростью 0,5 оборота в секунду в течение 1 минуты.
5. Определяют длину прозрачного столбика плазмы в мм. Исходя

из того, что общая длина капилляра составляет 50 мм, рассчитывают процентное содержание плазмы и форменных элементов в исследуемой крови. В дальнейшем рассчитывают объемное соотношение форменных элементов к объему крови или показатель гематокрита.

Нормой для взрослого человека является величина гематокрита равная 0,40–0,45 л/л, у новорожденных – 0,50–0,55 л/л, в возрасте 5 лет – 0,35–0,40 л/л.

РАБОТА № 3
Определение количества гемоглобина в крови по методу Сали

Необходимо: испытуемый, гемометр Сали, 0,1 Н раствор соляной кислоты, скарификатор, спирт, эфир, йод, вата, тазик почкообразный.

Учебно-исследовательская цель работы: овладеть методикой определения количества гемоглобина в крови.

Ход работы

1. В среднюю пробирку наливают 0,1 Н раствор соляной кислоты до нижней кровавой метки. 0,1 Н – это 0,1 нормальный раствор. Нормальность – это эквивалент вещества в литре раствора. Эквивалент – это частица, способная присоединить или отщепить H^+.
2. Специальным капилляром от гемометра Сали забирают 20 мкл крови. Обтерев кончик капилляра ватой, тотчас выдувают кровь на дно пробирки так, чтобы слой соляной кислоты остался неокрашенным. Не вынимая капилляр, ополаскивают его соляной кислотой.
3. Содержимое пробирки перемешивают, ударяя пальцем по концу пробирки, и оставляют стоять 5–10 минут. За это время в растворе происходят гемолиз и образование устойчивого соединения – солянокислого гематина.
4. Затем к раствору по капле добавляют дистиллированную воду до тех пор, пока цвет полученного раствора не будет совершенно одинаков с цветом стандарта (добавляя воду, раствор перемешивают стеклянной палочкой).
5. Отмечают цифру, стоящую на уровне полученного раствора солянокислого гематина. Она покажет абсолютное содержание гемоглобина в исследуемой крови.
6. В клинической практике используется абсолютное содержание гемоглобина. Кроме этого, можно расчитать относительное содержание гемоглобина, зная, что в стандартном растворе, принятом за 100%, содержится 16,7 г % гемоглобина.
7. Сравнивают количество гемоглобина в исследуемой крови с нормой.

Нормальное содержание гемоглобина в крови взрослого человека составляет 121–138 г/л (72–80%) у женщин и 133–156 г/л (79–

94%) у мужчин, у новорожденных эта величина может увеличиваться до 180–210 г/л (100–120%).

РАБОТА № 4
Виртуальный физиологический эксперимент. Определение гематокрита и содержания гемоглобина

Необходимо: персональный компьютер, программа PhysioEx 6.0 for Human Physiology (тема «Blood Analysis»), методические указания по теме «Физиология крови».

Учебно-исследовательская цель работы: выяснить, как проводятся клинические исследования крови: определение гематокрита, определение содержания гемоглобина.

Ход работы

С помощью персонального компьютера, программы PhysioEx 6.0 for Human Physiology и методических указаний по теме «Физиология крови» выполнить следующие работы:

1. Определение гематокрита.
2. Определение содержания гемоглобина.

РАБОТА № 5
Получение кристаллов гемина (Тейхмана)

Необходимо: испытуемый, микроскоп, спиртовка, стеклянная палочка, скарификатор, спирт, эфир, йод, вата, предметное стекло, покровное стекло, ледяная уксусная кислота, кристаллы поваренной соли.

Учебно-исследовательская цель работы: познакомиться с техникой приготовления кристаллов гемина.

Ход работы

1. Небольшую каплю крови помещают на предметное стекло и подсушивают ее над пламенем спиртовки при температуре не выше 50 ^{o}C.
2. Осторожно делают соскоб капли высохшей крови, добавляют в нее 1–2 кристалла поваренной соли, 1–2 капли ледяной уксусной кислоты, и всё это тщательно перемешивают.
3. Закрывают препарат покровным стеклом, медленно нагревают на спиртовке, не допуская закипания жидкости (при температуре не выше 80–90 ^{o}C).
4. После охлаждения препарат рассматривают под микроскопом сначала при малом увеличении, затем при большом. При хорошем кристаллообразовании под микроскопом видно большое количество кристаллов гемина, имеющих вид ромбовидных палочек, окрашенных в темно-коричневый цвет.
5. В отчете зарисовывают кристаллы гемина.

РАБОТА № 6
Определение осмотической стойкости (резистентности) эритроцитов

Необходимо: испытуемый, набор для взятия крови из пальца, 1%-й раствор NaCl, дистиллированная вода, 5 пробирок, штатив для пробирок, стеклограф, мерные пипетки.

Учебно-исследовательская цель работы: определить границу резистентности эритроцитов и диапазон возможности нормального существования клеток в гипотонических растворах.

Ход работы

1. Приготовить раствор NaCl различной концентрации. Для этого пронумеровать стеклографом пять пробирок. В каждую пробирку налить дистиллированную воду и 1%-й раствор NaCl в количествах, приведенных в таблице 16. Для приготовления растворов использовать мерные пипетки. Пробирки с приготовленными растворами в порядке убывания концентрации поставить в штатив. С помощью пипетки в каждую пробирку прибавить одинаковое количество крови, взятой из пальца или от животного (3–4 капли). Тщательно встряхнуть и поставить пробирки в штатив. Через 10–20 мин по цвету раствора и его прозрачности определить минимальную и максимальную стойкость эритроцитов. В пробирках, где гемолиза не произошло, раствор светлый, прозрачный, с темно-красным осадком эритроцитов. Там, где произошел частичный гемолиз, раствор розоватый, имеется темно-красный осадок эритроцитов. При полном гемолизе жидкость в пробирке становится прозрачной (лаковой).
2. Сделать вывод о причинах гемолиза в гипотонических растворах и о резерве функциональной надежности клеток крови. Заполнить таблицу разведений (табл. 16), отметить в соответствующих графах наличие гемолиза. В протокол занести таблицу разведений и результаты опыта. Работу можно проводить и с 1 мл растворов указанных концентраций.

Таблица 16

Пробирка, №	Концентрация раствора, %	Объем вносимых ингредиентов, мл		Результат наблюдений (наличие гемолиза)
		1%-й раствор NaCl	Дистиллированная вода	
1	0,9	4,5	0,5	
2	0,7	3,5	1,5	
3	0,5	2,5	2,5	
4	0,3	1,5	3,5	
5	0,1	0,5	4,5	

РАБОТА № 7
Изучение различных видов гемолиза

Необходимо: испытуемый, стерильный скарификатор, спирт, эфир, йод, вата, 4 пробирки, штатив, пипетки, физиологический раствор, дистиллированная вода, 5%-ный раствор глюкозы, раствор аммиака.

Учебно-исследовательская цель работы: убедиться, что гемолиз может быть вызван различными факторами, имеющими неодинаковый механизм действия.

Ход работы

1. В 4 пробирки наливают по 3 мл: в первую – физиологического раствора, во вторую – физиологического раствора и 2–3 капли аммиака, в третью – дистиллированной воды, в четвертую – 5%-ного раствора глюкозы.
2. В каждую пробирку вносят по 20 мкл крови и перемешивают содержимое.
3. Через 10 минут читается результат. На наличие гемолиза эритроцитов указывает прозрачность раствора.
4. В отчетах зарисовать 4 пробирки и указать, в каких произошел гемолиз.

РАБОТА № 8
Разрушение кровяных телец под влиянием алкоголя

Необходимо: пенициллиновые флаконы, раствор Рингера или 0,9%-й раствор NaCl, 40%-й раствор этилового спирта, кровь в небольшом количестве.

Учебно-исследовательская цель работы: убедиться в разрушающем действии алкоголя на форменные элементы крови.

Ход работы

1. Кровь распределить на два пенициллиновых флакона. В один из флаконов добавить небольшое количество раствора Рингера или 0,9%-го раствора NaCl, в другой – столько же спиртового раствора. Взболтать содержимое и рассмотреть на свет.
2. Если крови мало, то опыт можно провести, используя предметные стекла. В этом случае взять 2 стекла, капнуть на них по 2–3 капли крови. Затем на одно стекло прибавить 2–3 капли физиологического раствора, а на другое – такое же количество спирта. Перемешать. Через 2–3 мин можно увидеть, что на первом стекле эритроциты не разрушились, а на втором сначала произойдет склеивание эритроцитов в комочки, а затем их разрушение – гемолиз.
3. Описать полученный результат, сделать вывод о влиянии алкоголя на форменные элементы крови.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные функции крови.
2. Чему равен удельный вес цельной крови?
3. При какой температуре в норме замерзает кровь?
4. Как называется метод определения осмотического давления крови по температуре ее замерзания?
5. Какие буферные системы крови Вы знаете?
6. Чему равно процентное содержание белков в плазме?
7. Перечислите основные функции белков плазмы крови.
8. Какие белки крови являются крупнодисперсными?
9. Где локализуется центр водно-солевого обмена?
10. Что такое кровь с физико-химической точки зрения?
11. Перечислите основные физико-химические свойства крови.
12. Что такое гематокритный показатель?
13. Что произойдет с эритроцитами, помещенными в пробирку с изотоническим раствором?
14. Что такое гипертонический раствор?
15. Что такое осмос?
16. Что такое гемолиз?
17. Какие виды гемолиза Вы знаете?
18. Как выглядит гемолизированная кровь?
19. Что такое ацидоз?
20. Какие виды ацидоза Вы знаете?
21. Осмотическое давление. Что это такое?
22. Чему в среднем равно осмотическое давление крови?
23. На какие группы делятся вещества, входящие в состав плазмы крови?
24. Чему равна в норме активная реакция крови?
25. Какие изменения pH крови совместимы с жизнью?
26. Как называется сдвиг pH в щелочную сторону?
27. Каково процентное содержание в плазме крови альбуминов?
28. Что такое онкотическое давление?
29. Что происходит с эритроцитами в гипертоническом растворе?
30. Что такое метаболический (негазовый) ацидоз?
31. Чему равно общее количество крови в организме?
32. Какие звенья входят в понятие «система крови»?
33. Какова валентность железа в метгемоглобине?
34. Какие соединения гемоглобина Вы знаете?
35. Каково в среднем нормальное содержание гемоглобина у женщин?
36. При каком воздействии на кровь образуется метгемоглобин?
37. Каково в среднем нормальное содержание гемоглобина у мужчин?
38. Как изменяется содержание гемоглобина в крови в условиях высокогорья?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО КРОВИ В ОРГАНИЗМЕ ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА СОСТАВЛЯЕТ ОТ МАССЫ ТЕЛА
    1) 40–50%
    2) 55–60%
    3) 2–4%
    4) 5–17%
    5) 6–8%
2. ОНКОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ КРОВИ СОЗДАЕТСЯ
    1) неорганическими анионами
    2) неорганическими катионами
    3) белками
    4) низкомолекулярными органическими веществами
    5) форменными элементами
3. ОКСИГЕМОГЛОБИНОМ НАЗЫВАЕТСЯ СОЕДИНЕНИЕ ГЕМОГЛОБИНА С
    1) кислородом
    2) угарным газом
    3) углекислым газом
4. КАРБОКСИГЕМОГЛОБИНОМ НАЗЫВАЕТСЯ СОЕДИНЕНИЕ ГЕМОГЛОБИНА С
    1) кислородом
    2) угарным газом
    3) углекислым газом
5. КАРБГЕМОГЛОБИНОМ НАЗЫВАЕТСЯ СОЕДИНЕНИЕ ГЕМОГЛОБИНА С
    1) кислородом
    2) угарным газом
    3) углекислым газом

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. В ходе физиологического эксперимента при перфузии сосудов препарата задних лапок лягушки раствором Рингера было обнаружено увеличение их объёма.

Определить, какова возможная причина наблюдаемых явлений?

Задача № 2. В стационар поступил больной с отравлением угарным газом.

Определить, какие действия необходимо было предпринять, оказывая ему первую медицинскую помощь?

Задача № 3. При лабораторном исследовании сыворотки крови обнаружены высокие показатели билирубина.

Определить, о патологии каких систем организма это может свидетельствовать?

Задача № 4. У молодой здоровой женщины в ходе повторных анализов крови обнаружено, что гематокрит равен 55%. Это говорит о значительном сгущении крови.

1. Определить, в чем причина?

2. *Указать, каковы необходимые рекомендации?*

Задача № 5. При спектральном анализе крови человека установлено, что этот человек подвержен одной из широко распространенных вредных привычек.

Опредлить, какой именно и как это установили?

ЗАНЯТИЕ № 2
Форменные элементы крови. Свертывание крови. Функциональные системы

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить строение и функции эритроцитов и лейкоцитов.
2. Изучить физиологию свертывающей и антисвертывающей систем.
3. Сформировать представление о возможности клинической оценки гемостаза.
4. Познакомиться с методами определения количества эритроцитов, лейкоцитов в крови, СОЭ.
5. Научиться давать заключение о состоянии системы крови по клиническому анализу.

Вопросы для самоподготовки

1. Эритроциты, их строение, количество, физиологическое значение.
2. Цветной показатель крови и его клиническое значение.
3. Скорость оседания эритроцитов, факторы на нее влияющие. Клиническое значение СОЭ.
4. Лейкоциты, количество их в крови. Виды лейкоцитов.
5. Функции различных видов лейкоцитов.
6. Лейкоцитарная формула. Особенности лейкоцитарной формулы у детей.
7. Понятие об иммунитете.
8. Неспецифические механизмы защиты организма (клеточные, гуморальные).
9. Специфические механизмы защиты (Т- и В- лимфоцитарные звенья иммунитета).
10. Регуляция эритропоэза, лейкопоэза.
11. Физиологическое понятие гемостаза.
12. Сущность и значение свертывания крови.
13. Основные функциональные звенья и структурные элементы си-

стемы гемостаза.
14. Строение, количество и функции тромбоцитов. Основные тромбоцитарные факторы.
15. Этапы тромбоцитарно-сосудистого гемостаза.
16. Коагуляционный гемостаз и его стадии.
17. Фибринолиз и его физиологическое значение. Виды фибринолиза.
18. Физиологическое значение противосвертывающей системы. Первичные и вторичные антикоагулянты.
19. Регуляция свертывания крови.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Форменные элементы крови», «Клетки крови», «Скорость свертывания крови», «Скорость оседания эритроцитов», «Механизм свертывания крови», «Иммунитет», «Гемостаз».

Плакаты: Камера подсчета форменных элементов крови. Гематологические показатели у здоровых людей. Регуляция эритропоэза. Лейкоцитарная формула у детей. Схема свертывания крови. Схема тромбоцитарно-сосудистого гемостаза. Схема фибринолиза. Антикоагулянты. Регуляция эритропоэза.

Электронные учебники: Физиология крови (клетки крови, гемостаз). Эритроциты. Эритропоэз. Моноцитопоэз. Тромбоцитоз.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Знакомство с принципами подсчета форменных элементов крови

Необходимо: испытуемый, микроскоп с окуляром «15» и объективом «8», счетная камера, покровное стекло, смесители для эритроцитов и лейкоцитов, спирт, эфир, йод, вата, дистиллированная вода, реактив Тюрка, 3% раствор поваренной соли, маленькие тигельки для растворов, резиновая груша.

Учебно-исследовательская цель работы: ознакомиться с устройством счетной камеры с сеткой Горяева. Подсчитать количество лейкоцитов и эритроцитов и исследуемой крови.

Ход работы

Основной принцип подсчета форменных элементов крови заключается в следующем:

1. Надо точно отмерить небольшое количество крови.
2. Равномерно развести ее определенным количеством жидкости.
3. Поместить в камеру. Произвести подсчет.

Счетная камера – предметное стекло, на котором имеются 3 поперечные плоские площадки (их называют пластинками), отде-

ленные друг от друга желобками (рис. 23, 1 и 2). Средняя площадка продольным желобком разделена на две, каждая из них имеет выгравированную сетку. Средняя пластинка ниже крайних на 0,1 мм. После притирания покровного стекла к крайним пластинкам высота между покровным стеклом и средней пластинкой – 0,1 мм.

Сетка Горяева состоит из 225 больших квадратов (15 рядов по 15 квадратов в каждом), из которых 25 разделены на 16 малых квадратов (рис. 23, 3). Сторона малого квадрата – 0,05×0,05 мм, объем пространства камеры под малым квадратом – 1/4000 мм^3 (0,00025 мм^3 или 0,25 мкл).

Разведение крови производят с помощью *смесителя* (*меланжера*), который состоит из градуированной капиллярной трубочки с яйцевидным расширением (ампулой) (рис. 23, 4). В ампулу помещена стеклянная бусинка для лучшего размешивания крови. Имеются смесители для подсчета красных и белых кровяных телец. В смесителях для эритроцитов бусинка внутри ампулы окрашена в красный цвет, а для лейкоцитов – в белый. На капилляре смесителей имеются метки 0,5 и 1,0; они обозначают половину или целый объем капилляра. Выше яйцевидного расширения метка 101 в смесителе для эритроцитов означает, что полость расширения (ампулы) имеет объем в 100 раз больший, чем объем полости капилляра. На смесителе для лейкоцитов имеется метка 11, свидетельствующая о том, что полость ампулы в 10 раз больше полного объема капилляра. Когда в смеситель для эритроцитов набирают кровь до метки 0,5, а затем разбавляют ее до метки 101, кровь будет разведена в 200 раз. Когда в смеситель для лейкоцитов набирают кровь до метки 0,5, а затем разбавляют ее до метки 11, кровь будет разведена в 20 раз.

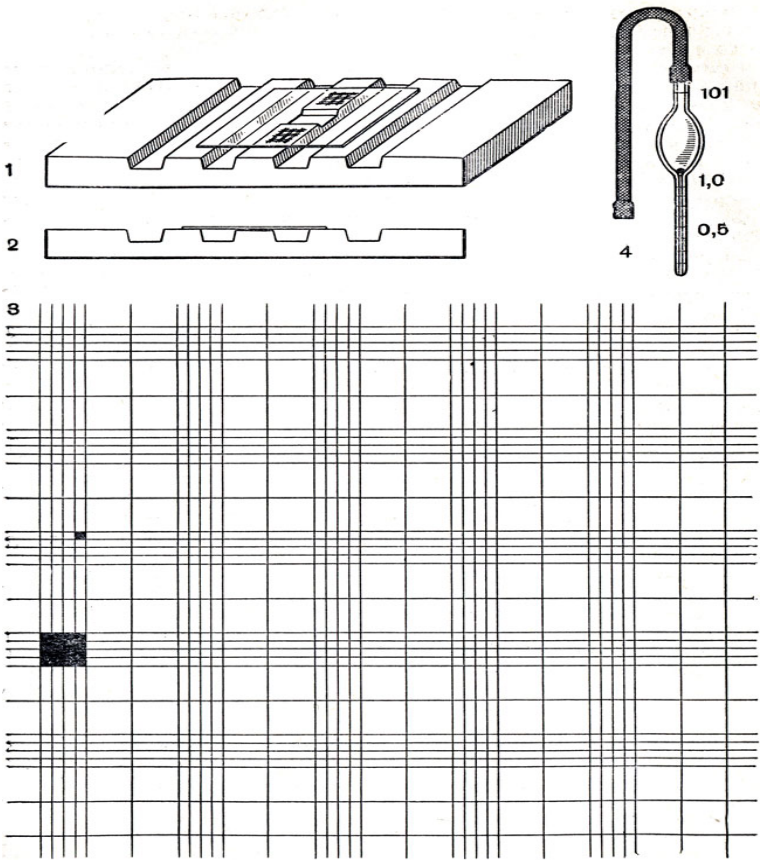

Рис. 23. *Счетная камера Горяева: 1 – вид сверху; 2 – вид сбоку; 3 – сетка Горяева; 4 – смеситель*

Подсчет лейкоцитов:

1. В тигелек наливают раствор Тюрка (раствор метиленовой сини в 3%-ной уксусной кислоте).

2. Притирают покровное стекло к счетной камере. Для этого берут счетную камеру в руки, придавливают покровное стекло большими пальцами к боковым пластинкам и легко смещают его вверх и вниз. Доказательством плотности прилегания покровного стекла служит появление так называемых колец Ньютона (радужного рисунка). Притирание необходимо для равномерного расположения покровного стекла по отношению к камере Горяева.

3. После соответствующей обработки кожи берут из пальца кровь в смеситель для лейкоцитов до отметки 0,5 (в силу капиллярности кровь из капли легко заходит в смеситель, и дополнительных усилий прилагать не следует), обтирают ваткой кончик капилляра, опускают его в чашку с реактивом Тюрка и набирают с помощью резиновой груши этот раствор до отметки 11.

Примечание: при смешивании крови с жидкостью не допускать образования пузырьков воздуха, так как этим нарушается правильность разведения. Как только раствор достигнет метки 11, смеситель переводят в горизонтальное положение, снимают резиновую трубку и помещают его между большим и средним пальцами, встряхивают 2–3 минуты для перемешивания содержимого. Раствор Тюрка необходим для гемолиза и окрашивания лейкоцитов.

4. Первые 2–3 капли смесителя удаляют (поскольку в капиллярной части смесителя находится неперемешанный раствор), выступающую новую каплю подводят к щели камеры (под покровное стекло средней пластинки), жидкость из смесителя стекает, и камера легко заполняется.

5. При слабом увеличении подсчитывают количество лейкоцитов в 100 больших квадратах (в 25 учетверенных квадратах без горизонтальной и вертикальной исчерченности). Считают лейкоциты, лежащие внутри квадрата и на двух пограничных сторонах – левой и верхней. Вычисление содержания лейкоцитов производится по формуле:

$$X = \frac{A \times 4000 \times B}{1600},$$

где X – количество лейкоцитов в 1 мм^3 исследуемой крови; A – количество лейкоцитов во всех подсчитанных больших квадратах; 1600 – количество малых квадратов в 100 больших; B – степень разведения крови; 4000 – во столько раз 1 мм^3 больше, чем объем маленького квадрата.

Нормальное содержание лейкоцитов в крови: у детей до 3-х лет – 6–11 тысяч на 1 мкл, у детей 3–10 лет – 6–11 тысяч на 1 мкл, у взрослого человека 4–9 тысяч на 1 мкл.

Подсчет эритроцитов:

1. Наливают в тигелек 3% раствор поваренной соли.
2. Притирают покровное стекло к камере.
3. Забирают кровь в смеситель для эритроцитов до метки 0,5.
4. Кровь разводят гипертоническим раствором (3% раствор поваренной соли) до метки 101. В гипертоническом растворе эритроциты сморщиваются и становятся отчетливо видны в микроскоп.
5. Перемешивают кровь с растворителем в течение 2–3 минут.
6. Вносят разведенную кровь в счетную камеру. Для этого первую и вторую капли из смесителя удаляют на ватку, а третью помещают на центральную площадку камеры.
7. Подсчитывают эритроциты в малых квадратах, находящихся в 5 больших, причем берут те большие квадраты, которые лежат по диагонали сетки. Предварительно в тетради чертят 5 больших квадратов с 16 малыми в каждом. В последующем в них записывают подсчитанные эритроциты.

Правила подсчета эритроцитов:

В каждом большом квадрате эритроциты считают по рядам «малых квадратов». В первом ряду счет ведется слева-направо, во втором справа-налево (правило «змейки»). Чтобы дважды не подсчитывать одни и те же клетки, лежащие на границе «малых квадратов», считают все эритроциты внутри квадрата и на пограничных линиях, но последние – только если они больше половины заходят внутрь данного квадрата, клетки же, пересеченные пограничной чертой ровно пополам, считают на верхней и левой границах квадрата (правило Егорова).

8. Суммируя общее количество эритроцитов в 5 больших квадратах, вычисляют содержимое эритроцитов в 1 мм^3 исследуемой крови, пользуясь формулой:

$$X = \frac{A \times 4000 \times B}{80},$$

где X – количество эритроцитов в 1 мм^3 исследуемой крови; A – сумма эритроцитов в 5 больших квадратах; 80 – количество подсчитанных малых квадратов; 4000 – во столько раз 1 мм^3 больше, чем объем малого квадрата; B – разведение крови.

9. В отчете зарисовывают счетную камеру, сетку Горяева и смеситель для эритроцитов и лейкоцитов. Необходимо отразить ход работы по определению числа лейкоцитов и эритроцитов. В выводах оценивают полученные результаты, сравнивая их с содержанием эритроцитов и лейкоцитов в норме. При получении отклонений объяснить, какие причины могли бы лежать в основе этих сдвигов.

Нормальное содержание эритроцитов в крови: у детей до 2-х месячного возраста – 3,9–5,5 миллионов на мкл, у детей в 2-х месячном возрасте – 2,7–4,9 миллионов на мкл, у детей от 6 до 12 лет – 4,0–5,2 миллионов на мкл, у мужчин – 4,0–5,5 миллионов на мкл, у

женщин – 3,7–4,7 миллионов на мкл.

РАБОТА № 2
Расчет цветного показателя крови

Соотношение между количеством гемоглобина крови и числом эритроцитов носит название цветного показателя крови. Цветной показатель позволяет оценить степень насыщения эритроцитов гемоглобином.

Необходимо: данные подсчета эритроцитов и данные определения гемоглобина у одного обследуемого.

Учебно-исследовательская цель работы: вычислить цветной показатель исследуемой крови.

Ход работы

1. Определяют в крови испытуемого количество гемоглобина.
2. Определяют у этого же испытуемого число эритроцитов.
3. Вычисляют цветной показатель по формуле:

$$ЦП = \frac{А : 100}{Б : 5000000},$$

где А – содержание гемоглобина в исследуемой крови в процентах, Б – содержание эритроцитов в 1 мкл исследуемой крови, 100 – идеальное содержание гемоглобина в процентах, 5000000 – идеальное содержание эритроцитов в 1 мкл.

Практически цветной показатель вычисляется делением найденного количества гемоглобина на три первые цифры найденного числа эритроцитов и умножением на 5.

$$ЦП = \frac{Hb}{Er} \times 3,$$

где Hb – содержание гемоглобина в крови (г/л), Er – количество эритроцитов в 1 мкл (первые 3 цифры).

Цветной показатель в норме составляет 0,85–1,05. Эритроциты с таким показателем называются нормохромными, с показателем больше 1,05 – гиперхромными, меньше 0,85 – гипохромными.

РАБОТА № 3
Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ)

Необходимо: испытуемый, стерильный скарификатор, спирт, эфир, йод, вата, 33%-ый раствор лимоннокислого натрия, прибор Панченкова.

Учебно-исследовательская цель работы: ознакомиться с методами определения скорости оседания эритроцитов.

Ход работы

Определение скорости оседания эритроцитов производится по методу Панченкова. Прибор Панченкова состоит из штатива и ка-

пилляров диаметром в 1 мм. Капилляры градуированы по мм от 0 до 100. На них имеются на высоте 100 мм метка «К» (кровь) и на высоте 50 мм – «Р» (реактив).

Классический метод определения СОЭ:

1. В капилляр прибора набирают 5%-ный раствор лимоннокислого натрия до отметки «Р» (50 мм) и выпускают на часовое стекло.
2. Дважды набирают кровь до метки «К» (или 100 мм) и выпускают на стекло с лимоннокислым натрием. Тщательно перемешивают. При этом отношение крови к раствору лимоннокислого натрия составит 4:1.
3. Кровь из часового стекла набирают до метки «К» (100 мм) и ставят в штатив строго вертикально.
4. Через час определяют величину в мм прозрачного столбика плазмы. Эта величина служит мерой скорости оседания эритроцитов.

Лабораторный метод определения СОЭ:

1. Капилляр промывают 33%-ным раствором лимоннокислого натрия.
2. Набирают кровь до метки «К» (100 мм). Ставят в штатив.
3. Через час определяют величину в мм прозрачного столбика плазмы.

Нормальная величина СОЭ: у женщин – 2–15 мм/ч, у мужчин – 1–10 мм/ч, у новорожденных – 0,5–2 мм/ч.

РАБОТА № 4
Виртуальный физиологический эксперимент. Скорость оседания эритроцитов

Необходимо: персональный компьютер, программа PhysioEx 6.0 for Human Physiology (тема «Blood Analysis»), методические указания по теме «Физиология крови».

Учебно-исследовательская цель работы: выяснить, как проводятся клинические исследования крови: скорость оседания эритроцитов.

Ход работы

С помощью персонального компьютера, программы PhysioEx 6.0 for Human Physiology и методических указаний по теме «Физиология крови» выполнить следующую работу: скорость оседания эритроцитов.

РАБОТА № 5
Определение времени свертывания крови

Необходимо: испытуемый, стерильный скарификатор, спирт, эфир, йод, вата, 4 предметных стекла, спиртовка, лед, 5%-ный раствор лимоннокислого натрия.

Учебно-исследовательская цель работы: исследовать влияние физических и химических факторов на скорость свертывания крови.

Ход работы

1. Обычным путем получают кровь из пальца и набирают в пипетку для определения СОЭ до метки «Р».
2. На предметное стекло наносят кровь. Определяют время от момента взятия крови до образования желеобразного сгустка, который не растекается по стеклу при покачивании.
3. Аналогичным образом определяют время свертывания крови на охлажденном и нагретом предметных стеклах и на стекле с нанесенной каплей 5%-ного лимоннокислого натрия.
4. В выводах отметить влияние температуры и лимоннокислого натрия на свертывание крови. Зарисовать схему свертывания крови. Нормальное время свертывания крови, определенное таким методом, составляет 5–10 минут.

РАБОТА № 6

Определение времени кровотечения

Необходимо: испытуемый, стерильный скарификатор, спирт, эфир, йод, вата, фильтровальная бумага.

Учебно-исследовательская цель работы: определить время кровотечения.

Ход работы

1. Прокалывают кожу пальца скарификатором на глубину 3 мм.
2. После 30 секунд к месту прокола прикладывают фильтровальную бумагу.
3. Отмечают, через какое время фильтровальная бумага перестает впитывать кровь.

Нормальная продолжительность кровотечения составляет 2–4 минуты.

РАБОТА № 7

Клинический анализ крови (составление заключения о состоянии системы крови)

Необходимо: показатели периферической крови студентов и показатели крови обследуемых в клиниках пациентов.

Учебно-исследовательская цель работы: составить предварительное заключение по клиническому анализу крови.

Ход работы

1. Общий анализ крови включает анализ содержания форменных элементов (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов), общего количества гемоглобина, цветного показателя, скорости оседания эритроцитов (СОЭ), соотношения форменных элементов и плазмы крови

(гематокритный показатель) и процентного соотношения различных форм лейкоцитов (лейкоцитарная формула).

2. Сделать заключение по клиническому анализу крови.

При оценке результатов анализа крови больного сравнивают полученные показатели с нормой (табл. 17).

Таблица 17

Нормальные показатели перферической крови

Эритроциты, кл/л	у мужчин 4,0–5,0 × 10^{12}, у женщин 4,0–4,5 × 10^{12}
Лейкоциты, кл/л	у мужчин 4,0–6,0 ×10^{9}, у женщин 6,0–8,0 × 10^{9}
Тромбоциты, кл/л	200–400 × 10^{9}
Гемоглобин, г/л	у мужчин 130–160, у женщин 120–140
СОЭ, мм/ч	у мужчин 1–10, у женщин 2–15
Гематокрит, %	40–45
Лейкоцитарная формула, % базофилы эозинофилы нейтрофилы юные палочкоядерные сегментоядерные лимфоциты моноциты	 0–1 1–5 0–1 1–5 45–70 20–40 2–10

Эталон заключения по общему анализу крови:

Эритроцитоз (эритропения, анемия), гипо-, нормо- или гиперхромия (при сочетании с эритропенией – гипо- или гиперхромная анемия), увеличение (уменьшение или норма) СОЭ, ретикулоцитоз (ретикулопения), лейкоцитоз (лейкопения) со сдвигом лейкоцитарной формулы влево или вправо (при отсутствии сдвига не указывается), относительный базофилез (базофилопения), эозинофилез (эозинопения), нейтрофилез (нейтропения), лимфоцитоз (лимфопения), абсолютный (относительный) моноцитоз (моноцитопения), тромбоцитоз (тромбоцитопения). Нормальные показатели системы крови, как правило, в заключении отражаются фразой: «показатели крови и норме».

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое лейкоцитоз?
2. Какие лейкоциты относятся к гранулоцитам?
3. Напишите формулу для подсчета лейкоцитов в камере Горяева.
4. Что понимают под микроцитозом?
5. Что такое лейкоцитарная формула?
6. Какие функции выполняют эозинофилы?
7. Какие лейкоциты называют макрофагами?
8. Что такое лейкопения?

9. Что такое гиперхромия? В каких случаях она наблюдается?
10. Что называют внутренним фактором кроветворения?
11. Какую основную функцию выполняют нейтрофилы?
12. Сколько базофилов в норме содержится в периферической крови?
13. Чему в норме равно количество эритроцитов у мужчин?
14. Какие размеры в норме имеет эритроцит? Как называется такой эритроцит?
15. Какие эритроциты называются макроцитами?
16. На какие группы делят лимфоциты?
17. В каких случаях развиваются истинные лейкоцитозы?
18. Что такое цветной показатель?
19. Какие лейкоциты называют микрофагами?
20. Какие функции выполняют базофилы?
21. Какие формы Т-лимфоцитов Вы знаете?
22. Какие изменения наблюдаются со стороны крови во время воспалительных процессов?
23. Какими путями происходит разрушение эритроцитов?
24. Основная функция эритроцитов.
25. Сколько лимфоцитов содержится в крови?
26. Какие эритроциты называются нормохромными?
27. Что такое эритроцитоз?
28. В какой желчный пигмент превращается Hb при разрушении эритроцитов?
29. Какие виды физиологического лейкоцитоза вы знаете?
30. Что такое сдвиг лейкоцитарной формулы влево?
31. Какова функция лимфоцитов?
32. Перечислите характерные признаки физиологического лейкоцитоза.
33. В какой среде моноциты проявляют максимум фагоцитарной активности?
34. Что такое эритропения?
35. На какие группы делят лимфоциты?
36. В каких случаях наблюдается абсолютная эритропения?
37. Что такое абсолютный эритроцитоз? В каких случаях наблюдается?
38. Основная функция моноцитов.
39. Что такое относительный эритроцитоз? В каких случаях наблюдается?
40. Сколько времени живет эритроцит?
41. Сколько эозинофилов содержится в периферической крови (по лейкоцитарной формуле)?
42. При каких состояниях организма увеличивается количество эозинофилов в крови?
43. При каком физиологическом состоянии у женщин может увеличиваться СОЭ?

44. Что является определяющим фактором в СОЭ?
45. При каких состояниях СОЭ увеличивается?
46. Назовите 1-й плазменный фактор свертывания крови.
47. В чем заключается 2-я фаза ферментативного свертывания крови?
48. Что такое неферментативный фибринолиз?
49. Почему при добавлении лимоннокислого натрия кровь не свертывается?
50. С какого процесса начинается тромбоцитарно-сосудистый гемостаз?
51. В чем заключается сущность свертывания крови?
52. Что происходит в первую фазу ферментативного свертывания крови (перечислить)?
53. Какие условия необходимы для поддержания жидкого состояния крови (перечислите)?
54. На какие группы делятся имеющиеся в организме антикоагулянты?
55. Что происходит в 3-ю фазу ферментативного свертывания крови?
56. По какому механизму идет образование кровяной протромбиназы, и сколько длится этот процесс?
57. Что такое антисвертывающая система?
58. Назовите 2-й плазменный фактор свертывания.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ИСТИННЫЙ ЛЕЙКОЦИТОЗ НАБЛЮДАЕТСЯ
    1) при беременности
    2) при приеме пищи
    3) эмоциональном напряжении
    4) при инфекционных заболеваниях
2. ОСНОВНОЕ МЕСТО ВЫРАБОТКИ ЭРИТРОПОЭТИНОВ
    1) почки
    2) красный костный мозг
    3) селезенка
    4) печень
    5) надпочечники
3. ПРОЦЕНТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЭОЗИНОФИЛОВ МОЖЕТ УВЕЛИЧИВАТЬСЯ
    1) при накапливании поврежденных клеток
    2) во время беременности
    3) во время стрессовых состояний
    4) при аллергических реакциях
4. ОСНОВНОЙ ФУНКЦИЕЙ ЛИМФОЦИТОВ ЯВЛЯЕТСЯ
    1) продукция гепарина и гистамина
    2) разрушение белковых токсинов

3) фагоцитоз
4) формирование специфического иммунитета

5. ПРОЦЕНТНОЕ СООТНОШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ЛЕЙКОЦИТОВ – ЭТО
1) цветной показатель
2) гематокритное число
3) лейкоцитарная формула

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. В хирургическую клинику поступил больной. Врач подозревает у больного наличие острого воспаления червеобразного отростка с образованием инфильтрата.

Указать, можно ли с помощью общего анализа крови подтвердить или опровергнуть предполагаемый диагноз?

Задача № 2. После экспериментальной нефрэктомии у собаки изменилась реакция эритрона на гипоксию.

1. *Объяснить, в чем причина наблюдаемых изменений?*
2. *Указать, в чем различия между вышеописанной реакцией у интактных и нефрэктомированных собак?*

Задача № 3. Ребенку 1 год. В лейкоцитарной формуле найдено 60% лимфоцитов.

Определить, является ли это свидетельством наличия заболеваний?

Задача № 4. При анализе крови оказалось, что количество эритроцитов равно 8 Т/л, средний диаметр 8,2 мкм у некоторых клеток до 12 мкм. В анамнезе – резекция желудка (6 месяцев назад).

Объяснить, с чем связаны подобные изменения, и как они называются.

Задача № 5. У пациента в клиническом анализе крови обнаружено увеличенное количество ретикулоцитов.

Указать, какие изменения осмотической и кислотной резистентности эритроцитов можно спрогнозировать в данном случае?

ЗАНЯТИЕ № 3
Серологические свойства крови

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить системы групп крови.
2. Изучить причины развития гемотрансфузионного шока.
3. Изучить правила переливания крови.
4. Изучить причину развития резус-конфликта между матерью и

плодом.

5. Овладеть методикой определения групповой принадлежности крови в системах АВ0 и резус-фактор.

Вопросы для самоподготовки

1. Значение знаний о группах крови для осуществления переливания крови.
2. Системы групп крови.
3. Агглютиногены и агглютинины.
4. Группы крови в системе АВ0.
5. Rh-фактор. Rh-агглютиноген.
6. Причины и механизмы Rh-конфликта.
7. Правила переливания крови.
8. Принцип определения групп крови.
9. Кровозамещающие растворы.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Плакаты: Группы крови человека (система АВ0). Резус-фактор.

Учебный видеофильм: «Определение групп крови».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Определение групп крови по системе АВ0

Необходимо: испытуемый, стерильный скарификатор, спирт, эфир, йод, вата, планшеты для определения групп крови, антитела моноклональные анти-А, анти-В и анти-АВ, диагностические жидкие для определения групп крови человека системы АВ0.

Учебно-исследовательская цель работы: определить групповую принадлежность крови в системе АВ0.

Ход работы

Моноклональные анти-А и анти-В антитела продуцируются мышиными гибридами и принадлежат к иммуноглобулинам. Цоликлон анти-АВ представляет собой смесь моноклональных анти-А и анти-В антител.

Определение группы крови производится на плоскости (на пластине или планшете) или в пробирках в хорошо освещенном помещении при температуре 15–25 ^{o}С.

1. Нанесите на планшет индивидуальными пипетками цоликлоны анти-А, анти-В и анти-АВ по одной большой капле (0,1 мл) под соответствующими надписями.

2. Рядом с каплями антител нанесите по одной маленькой капле исследуемой крови (0,01–0,03 мл).

3. Смешайте кровь с реагентом.

4. Наблюдайте за ходом реакции с цоликлонами при легком покачивании планшета в течение 3 минут. Агглютинация эритроцитов с цоликлонами обычно наступает в первые 3–5 секунд, но наблюдение следует вести 3 минуты ввиду более позднего появления агглютинации с эритроцитами, содержащими слабые разновидности антигенов А или В.

5. Оцените результат реакции. Положительный результат выражается в агглютинации (склеивании) эритроцитов. Агглютинаты видны невооруженным глазом в виде мелких красных агрегатов, быстро сливающихся в крупные хлопья. При отрицательной реакции капля остается равномерно окрашенной в красный цвет, агглютинаты в ней не обнаруживаются. Интерпретация результатов реакции агглютинации исследуемой крови с цоликлонами представлена в таблице 18, где знаком плюс (+) обозначено наличие агглютинации, знаком минус (-) – отсутствие агглютинации.

Таблица 18

Результаты реакции агглютинации исследуемой крови с цоликлонами

Результат реакции с цоликлоном			Исследуемая кровь принадлежит к группе
Анти-А	Анти-В	Анти-АВ	
-	-	-	0(I)
+	-	+	A(II)
-	+	+	B(III)
+	+	+	AB(IV)

6. При положительном результате реакции со всеми тремя цоликлонами необходимо исключить спонтанную неспецифическую агглютинацию исследуемых эритроцитов. Для этого смешайте на плоскости 1 каплю исследуемой крови (эритроцитов) с каплей физиологического раствора. Кровь можно отнести к группе АВ (IV) только при отсутствии агглютинации эритроцитов в физиологическом растворе.

7. В отчете укажите, с какими из цоликлонов произошла реакция агглютинации эритроцитов, какая группа крови у исследуемого образца.

РАБОТА № 2
Определение резус-принадлежности крови человека

Необходимо: испытуемый, стерильный скарификатор, спирт, эфир, йод, вата, планшеты для определения групп крови, анти-D IgM моноклональный реагент для определения резус-принадлежности крови человека.

Учебно-исследовательская цель работы: освоить методику определения групповой принадлежности крови по системе резус-

фактор.

Ход работы

Действующим началом цоликлона анти-D антитела Супер являются моноклональные человеческие анти-D антитела, которые секретируются in vitro гетерогибридной клеточной линией.

1. На пластинку со смачиваемой поверхностью (планшет) нанести небольшую каплю реагента (0,1 мл).
2. Рядом поместить маленькую каплю исследуемой крови (0,01–0,05 мл).
3. Легким покачиванием смешайте кровь с реагентом.
4. Покачивайте планшет в течение 20–30 секунд. Реакция агглютинации начинает развиваться через 10–15 секунд, четко выраженная реакция агглютинации наступает через 30–60 секунд.
5. По наличию или отсутствию аггютинациии сделайте заключение о принадлежности крови по системе резус-фактор.

РАБОТА № 3
Виртуальный физиологический эксперимент. Определение групп крови и резус-фактора

Необходимо: персональный компьютер, программа PhysioEx 6.0 for Human Physiology (тема «Blood Analysis»), методические указания по теме «Физиология крови».

Учебно-исследовательская цель работы: выяснить, как проводятся клинические исследования крови: определение групп крови, определение резус-фактора.

Ход работы

1. Определение группы крови.
2. Определение резус-фактора.

Вопросы для самоконтроля

1. Как проводится проба на индивидуальную совместимость крови у исследуемого?
2. У матери, имеющей резус-отрицательную кровь, первая беременность привела к резус-конфликту. Почему это могло произойти?
3. Как проводится проба на биологическую совместимость при переливании крови?
4. Какое состояние организма развивается при переливании несовместимой по группе крови?
5. Резус-иммунизация. Что это такое?
6. В каких случаях наблюдается резус-конфликт?
7. В каких случаях развивается гемотрансфузионный шок?
8. Возможен ли конфликт между матерью и плодом по системе АВ0?

9. Где находятся агглютиногены?
10. Где находятся агглютинины?
11. Отец имеет резус-положительную кровь, мать – резус-положительную. У плода резус-фактора нет. Существует ли опасность резус-конфликта между матерью и плодом.
12. Что происходит с эритроцитом после их агглютинации в результате групповой несовместимости?
13. Сколько групп крови в системе АВ0?
14. Какую кровь можно переливать реципиенту с А(II) Rh(-) кровью?
15. Чем система АВ0 отличается от других систем?
16. Назовите этапы переливания крови.
17. Почему резус-конфликт между матерью и плодом более выражен, чем по системе АВ0?
18. Что является системообразующим признаком?
19. Люди с какой группой крови являются универсальными донорами?
20. Люди с какой группой крови являются универсальными реципиентами?
21. Что такое правило разведения, и в каких случаях им можно воспользоваться?
22. При каком условии возникает реакция агглютинации?
23. К какому классу белков относятся агглютинины?
24. Назовите кровезаменители и плазмозаменители.
25. Какие кровозамещающие растворы Вам известны?
26. Сколько систем групп крови известно в настоящее время?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ПРИ ПЕРЕЛИВАНИИ НЕСОВМЕСТИМОЙ КРОВИ ВОЗНИКАЕТ
   1) снижение осмотической резистентности эритроцитов
   2) гемотрансфузионный шок
   3) повышение онкотического давления
   4) замедление СОЭ
2. ЧЕЛОВЕКУ С I(0) ГРУППОЙ КРОВИ МОЖНО ПЕРЕЛИТЬ
   1) любую кровь
   2) кровь IV группы
   3) кровь II группы
   4) кровь I группы
3. РЕЗУС-АНТИГЕН НАХОДИТСЯ
   1) в плазме крови
   2) в лейкоцитах
   3) в мембране эритроцитов
   4) в мембране тромбоцитов
4. АГГЛЮТИНИНЫ СОДЕРЖАТСЯ
   1) в эритроцитах

2) в мембране лейкоцитов
3) в мембране тромбоцитов
4) в плазме

5. АГГЛЮТИНОГЕНЫ СОДЕРЖАТСЯ
1) в плазме
2) в мембране эритроцитов
3) в мембране тромбоцитов
4) в мембране лейкоцитов

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. По медицинским показаниям пациенту требуется переливание 200 мл цельной крови. При определении групповой принадлежности крови пациента наблюдалась агглютинация эритроцитов с цоликлоном анти-В и отсутствие агглютинации с цоликлоном анти-А. Определение резус-фактора с помощью цоликлона анти-D-супер показало наличие реакции агглютинации.

1. *Определить, к какой группе крови по системе АВО и резус-фактору относится исследуемая кровь?*
2. *Определить, кровь с какой групповой принадлежностью необходимо перелить в данной ситуации?*

Задача № 2. Перед проведением операции у пациента определили групповую и резус-принадлежность крови. При определении групповой принадлежности крови реакция агглютинации наблюдалась с цоликлонами анти-А и анти-В. Определение резус-принадлежности с помощью цоликлона анти-D-супер показало отсутствие реакции агглютинации.

1. *Определить, какая групповая принадлежность по системе АВО и Rh у данного пациента,*
2. *Указать, какую кровь необходимо иметь на случай возможного переливания крови во время операции?*

Задача № 3. Женщина с резус-отрицательной кровью беременна резус-положительным плодом. Беременость первая, ребенок родился здоровым. Через несколько месяцев после родов женщине была перелита одногруппная кровь, однако больная погибла при явлениях гематрансфузионного шока.

Указать, что могло явиться причиной смерти.

Задача № 4. В ходе планирования беременности семейной пары установлено, что кровь отца резус-отрицательна, матери – резус-положительна. В ходе наступившей беременности установлено, что плод резус-фактора не имеет.

Определить, существует ли опасность развития резус-конфликта между матерью и плодом?

Задача № 5. Пациенту К., 28 лет, по медицинским показаниям необходимо переливание крови. При определении групповой и Rh–принадлежности крови пациента: кровь II (A), Rh (+). Учитывая результат лабораторного анализа, больному было перелито 150 мл крови группы II (A), Rh (+). Однако спустя 40 минут после переливания у больного возникли гемотрансфузионные реакции: повысилась температура до 38,5 °С, дыхание и пульс участились, появилась одышка, озноб, головная боль, боли в пояснице; АД =160/100 мм рт. ст.

Указать, что могло явиться причиной такой реакции.

ЗАНЯТИЕ № 4
Итоговое занятие по разделу «Физиология системы крови»

Учебно-исследовательская цель занятия: контроль знаний по разделу «Физиология системы крови».

Контрольные вопросы для устного собеседования на итоговом занятии

1. Кровь как внутренняя среда организма. Понятие о жестких и пластических константах крови. Основные константы крови.
2. Функции крови. Понятие о гомеостазе и гомеокинезе.
3. Количество крови в организме. Соотношение плазмы и форменных элементов крови (гематокрит). Методы их определения.
4. Плазма крови, ее состав. Значение белков плазмы крови.
5. Активная реакция крови. Буферные системы крови. Щелочной резерв. Понятие об ацидозе и алкалозе.
6. Осмотическое давление плазмы крови. Онкотическое давление. Значение постоянства осмотического давления и ионного состава плазмы крови.
7. Эритроциты, их строение, количество, физиологическое значение. Методика счета форменных элементов крови. Скорость оседания эритроцитов. Гемолиз и его виды.
8. Гемоглобин, его состав. Количество гемоглобина в крови. Виды гемоглобина и его соединения с различными газами. Спектральный анализ крови. Цветной показатель крови.
9. Лейкоциты, их количество. Функции отдельных форм лейкоцитов. Лейкоцитарная формула, ее особенности у детей.
10. Учение о группах крови. Реакция агглютинации эритроцитов. Агглютиногены и агглютинины. Определение групповой принадлежности крови. Переливание крови. Кровозамещающие растворы.
11. Резус-фактор. Методика определения резус-фактора. Значение резус-фактора при переливании крови и в акушерской практике.
12. Процесс свертывания крови, его фазы. Виды гемостаза. Физиологическое значение гемостаза. Структурные звенья и элементы системы свертывания крови.

13. Тромбоциты, их строение, количество, физиологическое значение. Роль тромбоцитов и сосудистой стенки в гемостазе. Этапы тромбоцитарно-сосудистого гемостаза.
14. Ферментативная теория свертывания крови. Плазменные факторы свертывания крови. Фазы коагуляционного гемостаза.
15. Факторы, ускоряющие и замедляющие свертывание крови. Антикоагулянты.
16. Понятие о противосвертывающей системе.
17. Фибринолиз, пути активации и физиологическое значение. Виды фибринолиза.
18. Эритропоэз. Лейкопоэз. Тромбоцитопоэз. Нервный и гуморальный механизмы регуляции кроветворения.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ КРОВИ

Физико-химические свойства крови детей раннего возраста

У новорожденных детей количество крови по отношению к массе тела больше, чем у взрослых, и оставляет в среднем 15%. У грудных детей колеблется от 9% до 12,6%. К концу первого года жизни около 11%. К 14 годам в большинстве случаев снижается до уровня взрослого человека.

У новорожденных удельный вес крови несколько выше, чем у взрослых (1,060–1,080), у детей более старшего возраста – 1,055–1,062. Вязкость крови относительно велика в первые дни жизни ребенка: в первые 3–5 дней она составляет 14,9–10 ед., к концу первого месяца снижается до 4,8 ед., а затем остается постоянной, колеблясь в пределах от 3,5 до 5,2.

Химический состав крови отличается значительным постоянством, сравнительно мало изменяясь с возрастом.

Количество белков в крови новорожденных – около 50–60 г/л, к первому месяцу поднимается до 40–80 г/л. К 3–4 годам достигает уровня взрослого. Встречаются значительные индивидуальные колебания количества белков в крови детей одного возраста.

У детей первых лет жизни меньше аминокислот, чем у взрослых. Количество альбуминов в крови новорожденного понижено, а количество глобулинов повышено за счет глобулинов, прошедших через плацентарный барьер от матери. В течение первых трех месяцев жизни глобулины, полученные от матери, разрушаются, и уровень их в крови ребенка падает. К 3 годам содержание альбуминов и глобулинов у детей достигает нормы взрослого.

Количество глюкозы в крови детей ниже, чем у взрослых: у новорожденных оно составляет 30–50 мг% (1,6–2,7 ммоль/л). К 12–14 годам количество глюкозы становится таким же, как у взрослых (5,5 ммоль/л).

Возрастные изменения лейкоцитарной формулы у детей

Число лейкоцитов у новорожденных значительно больше, чем у взрослых. Так, в 1 л их крови содержится от $10x10^6$ до $30x10^6$ лейкоцитов, и их число подвержено значительным индивидуальным колебаниям. Начиная со 2-го дня, количество лейкоцитов начинает уменьшаться. У детей 1 года оно колеблется от $6x10^6$/л до $22x10^6$/л, в среднем составляет $11x10^6$/л.

У детей от 2 до 15 лет число лейкоцитов в 1 л крови в среднем колеблется от $6x10^6$/л до $7x10^6$/л.

Лейкоцитарная формула детей имеет своеобразный характер и с возрастом изменяется. У новорожденного ребенка количество нейтрофилов изменяется и составляет 65–67%, а лимфоцитов – около 20%.

Качественной особенностью лейкоцитарной формулы у детей (новорожденных) является выраженный сдвиг влево с появлением миелоцитов. Этот сдвиг выравнивается к концу 1 недели жизни, затем число нейтрофилов падает, а число лимфоцитов возрастает на 2–7 день. После рождения наступает первый перекрест кривой лимфоцитов и нейтрофилов, т. е. количество тех и других форм лейкоцитов становится одинаковым и составляет около 43%. Затем число нейтрофилов продолжает падать и к концу 1-го месяца снижается до 25–30%, количество лимфоцитов к этому возрасту увеличивается до 61%. На этих цифрах количество нейтрофилов и лимфоцитов держится до одного года жизни, а затем количество нейтрофилов начинает возрастать, а количество лимфоцитов падать, и между 5 и 7 годами жизни ребенка происходит второй перекрест кривой нейтрофилов и лимфоцитов, после которого количество нейтрофилов продолжает нарастать, а лимфоцитов – падать, и к 14 годам лейкоцитарная формула подростка становится такой же, как у взрослого.

Кривая изменения числа моноцитов более или менее повторяет кривую лимфоцитов.

Количество и размеры эритроцитов у детей различных возрастных периодов

У новорожденных количество эритроцитов в 1 л крови может доходить до $7x10^{12}$/л, возможны колебания от 4,5 до $7x10^{12}$/л.

Со второго дня число эритроцитов начинает падать, но на 6–7сутки их число может вновь увеличиться.

К 5–6-му месяцу количество эритроцитов снижается до $4–3x10^{12}$/л и держится на этих цифрах до 1-го года жизни. С одного года начинает постепенно увеличиваться и к периоду полового созревания достигает нормы у взрослого человека.

Кровь новорожденных содержит много молодых, еще не совсем зрелых телец, т. е. процессы эритропоэза протекают у детей более

интенсивно, чем у взрослых.

Для новорожденных характерны явления пойкилоцитоза и анизоцитоза, т. е. наличие в крови эритроцитов различной формы и величины.

С возрастом происходит изменение и размеров эритроцитов. У новорожденных детей в крови встречаются эритроциты диаметром от 3,25 до 10,25 микрон, чаще встречаются крупные эритроциты объемом 100–106 мкм. К 6-месячному возрасту размеры эритроцитов ребенка значительно уменьшаются до 77 мкм. Уменьшение количества и размеров эритроцитов, а также количества гемоглобина, т. е. физиологическую анемию, у детей 5–6 месяцев многие гемотологи объясняют недостаточным поступлением в организм железа.

Виды гемоглобина у детей раннего возраста

У детей в различные возрастные периоды встречаются 3 формы гемоглобина. У плода до 7–12-недельного возраста в крови содержится гемоглобин Р (примитивный), затем гемоглобин Р замещается гемоглобином F (фетальным). Он имеет большое сродство к кислороду, большую устойчивость к щелочам.

К моменту рождения у ребенка содержится 70–90% фетального гемоглобина и около 20% взрослого, а к 6–8-месячному возрасту фетального гемоглобина остается 1–2%, и к концу 1–2 года гемоглобин F полностью замещается гемоглобином взрослых (А).

Возрастные изменения количества гемоглобина в крови детей

У новорожденных количество гемоглобина повышено и составляет 180–210 г/л. Уже в первые сутки после рождения количество гемоглобина начинает резко снижаться и к 5–6 месяцам достигает минимальных цифр (100–110 г/л), наступает «физиологическая анемия».

Уровень содержания гемоглобина остается низким до конца 1-го года жизни. Затем количество гемоглобина начинает увеличиваться. В возрасте 1–2 лет оно составляет 117–136 г/л, от 2–5 лет – 125–146 г/л и к 8 годам – 136–156 г/л.

Наблюдаются значительные индивидуальные колебания количества гемоглобина.

Особенности свертывания крови у детей

Фибриноген и протромбин в небольших количествах появляются в крови эмбриона только на 5 месяце развития. Содержание факторов, препятствующих свертыванию крови, например гепарина, в крови эмбриона, наоборот, повышено. С 6 месяца внутриутробного развития коагуляционные свойства крови плода близки к норме взрослого. В момент рождения количество антикоагулянтов падает.

В первые дни после рождения свертывание крови у детей замедленно, особенно на 2 день. К 7 дню скорость свертывания крови повышается и становится как у взрослого.

Замедленное свертывание крови у новорожденных объясняется, по-видимому, недостаточной функциональной зрелостью печени, отсутствием кишечной флоры, необходимой для синтеза витамина К, более низким содержанием кальция.

От 1 до 12–14 лет содержание в крови отдельных факторов свертывания системы крови индивидуально колеблется, но в среднем соответствует нормам взрослого.

ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

ЗАНЯТИЕ № 1
Физиологические свойства и особенности сердечной мышцы

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Исследовать внешние проявления деятельности сердца.
2. Научиться определять тоны сердца методом аускультации.
3. Научиться определять границы относительной тупости сердца методом перкуссии.

Вопросы для самоподготовки

1. Система кровообращения и ее значение для организма.
2. Положение и размеры сердца у человека в различные возрастные периоды.
3. Сердце: его строение, гемодинамическая функция. Фазы сердечного цикла.
4. Изменение давления в полостях сердца в различные фазы цикла.
5. Клапанный аппарат, его роль в движении крови.
6. Систолический выброс (СВ) и минутный объем кровообращения (МОК). Изменения при физической нагрузке. Методы определения СВ и МОК.
7. Факторы, обеспечивающие наполнение сердца кровью.
8. Внешние проявления деятельности сердца. Механические: верхушечный толчок (апекскардиография), колебания тела (баллистокардиография); звуковые: тоны сердца, их происхождение, выслушивание, регистрация (аускультация, фонокардиография). Клиническое значение.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Сердечный цикл», «Физиология сердца».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Диагностические методы исследования разделяются на основные и дополнительные. К основным методам относятся: расспрос пациента, осмотр, ощупывание (пальпация), выстукивание (перкуссия), выслушивание (аускультация), измерения. Они позволяют судить об общем состоянии организма и состоянии отдельных внутренних органов. Кроме того, после их использования врач может решить, какой еще из дополнительных методов (лабораторные, инструментальные) следует применить для распознавания или уточнения болезни.

РАБОТА № 1
Определение верхушечного толчка.

Необходимо: испытуемый, маркер или фломастер, сантиметровая лента.

Учебно-исследовательская цель работы: освоить методику пальпации верхушечного толчка, определить свойства верхушечного толчка.

Ход работы

1. Для определения верхушечного толчка кладут ладонь правой руки на грудь обследуемого (у женщин предварительно отводят левую молочную железу вверх и вправо) основанием кисти к грудине, а пальцами к подмышечной области, между III и IV ребрами.
2. Мякотью концевых фаланг трех согнутых пальцев, поставленных перпендикулярно к поверхности грудной клетки, уточняют место толчка, продвигая их по межреберьям снаружи кнутри до того места, где пальцы при надавливании с умеренной силой начинают ощущать приподнимающиеся движения верхушки сердца.
3. Если верхушечный толчок занимает значительный участок, то находят его границы, отыскивая самую левую и нижнюю точку выпячивающегося участка, которую и считают местом расположения верхушечного толчка. Ощупывание верхушечного толчка может быть облегчено наклоном верхней половины туловища обследуемого вперед или же пальпацией во время глубокого выдоха – в таком положении сердце более тесно прилегает к грудной стенке. В норме верхушечный толчок расположен в пятом межреберье на 1–1,5 см кнутри от левой срединно-ключичной линии.
4. Определяют свойства верхушечного толчка: *ширину* (площадь), *высоту*, *силу* и *резистентность*.

Ширина верхушечного толчка – это площадь производимого им сотрясения грудной клетки. В норме он имеет диаметр 1–2 см. Если верхушечный толчок захватывает площадь более 2 см, он называется *разлитым,* если меньше – *ограниченным.*

Высота верхушечного толчка – это величина амплитуды колебания грудной стенки в области верхушки сердца. По высоте различают *высокий* и *низкий* верхушечный толчок. Высота верхушечного толчка зависит от силы сокращений сердца.

Сила верхушечного толчка измеряется тем давлением, которое оказывает верхушка сердца на пальпирующие пальцы. Сила толчка зависит от толщины грудной клетки, близости расположения верхушки сердца к пальпирующим пальцам, но главным образом – от силы сокращения левого желудочка.

Резистентность позволяет получить представление о плотности самой сердечной мышцы. Резистентный толчок наблюдается при

гипертрофии левого желудочка.

5. Подготовить отчет о проделанной лабораторной работе. Оценить полученные результаты. Соответствуют ли они нормальным значениям?

РАБОТА № 2
Аускультация тонов сердца

Необходимо: испытуемый, стетофонендоскоп.

Учебно-исследовательская цель работы: освоить методику аускультации тонов сердца, научиться распознавать I и II тоны сердца, ознакомиться с их звучанием в норме у здорового человека.

Ход работы

Аускультация (от лат. auscultо – слушаю, выслушиваю) – выслушивание самостоятельно возникающих в организме явлений. Аускультация осуществляется путем прикладывания к поверхности тела человека уха (*непосредственная аускультация*) или инструмента для выслушивания (*посредственная аускультация*).

Для посредственной аускультации применяются *бинауральные стетоскопы*, состоящие из воронки и двух резиновых или каучуковых трубок, концы которых вставляются в уши. Применяются, кроме того, *фонендоскопы*, которые отличаются от стетоскопов тем, что имеют мембрану на воронке (раструбе).

Во время деятельности сердца возникают звуковые явления, которые называются сердечными тонами. У здоровых людей при аускультации сердца хорошо выслушиваются два тона: I тон, возникающий во время систолы (систолический), и II тон, возникающий во время диастолы (диастолический). I тон возникает во время систолы *после длинной паузы.* По характеру первый тон более продолжительный и низкий, чем II. II тон образуется во время диастолы после короткой паузы. В отличие от первого тона он менее продолжительный и более высокий. Разграничить I и II тоны также помогает и то, что I тон совпадает с верхушечным толчком и с пульсом аорты и сонной артерии.

Оба тона можно выслушать над всей областью сердца, но звучность их меняется в зависимости от близости расположения клапанов, участвующих в образовании I и II тона, а также от особенностей проведения звука к грудной стенке. Поэтому для правильной оценки данных аускультации нужно знать точки наилучшего выслушивания звуковых явлений.

Точки наилучшего выслушивания: для митрального клапана – область верхушечного толчка; для трехстворчатого клапана – нижний конец грудины у основания ее мечевидного отростка; для клапана легочного ствола совпадает с его истинной проекцией, т. е. располагается во втором межреберье слева от грудины; для клапа-

на аорты – во втором межреберье справа от грудины (рис. 24).

Кроме перечисленных точек звуковые явления, связанные с деятельностью аортального клапана или возникающие при его поражениях, выявляются при аускультации слева у грудины в месте прикрепления III–IV ребер (точка Боткина-Эрба).

Рис. 24. *Проекция клапанов сердца на грудную стенку и точки их выслушивания. 1 – точка выслушивания митрального клапана; 2 – точка выслушивания клапана легочного ствола; 3 – выслушивание клапана аорты; 4 – выслушивание трикуспидального клапана; 5 – точка Боткина-Эрба*

1. В помещении, где проводится обследование, должно быть тихо, чтобы никакие посторонние шумы не заглушали выслушиваемые звуки; а также в помещении должно быть достаточно тепло, чтобы обследуемый мог раздеться для проведения аускультации.
2. Во время аускультации пациент стоит или сидит на стуле.
3. На коже под поверхностью выслушивания не должно быть волос, так как трение раструба фонендоскопа или его мембраны о волосы создает дополнительные звуки, затрудняющие анализ аускультируемых явлений.
4. Во время выслушивания стетоскопом нужно плотно всей окружностью прижать его к коже обследуемого, но не оказывать очень большого давления, иначе произойдет ослабление вибрации ткани в зоне прилегания стетоскопа, вследствие чего становятся тише также и выслушиваемые звуки. Стетоскоп исследователь плотно удерживает двумя пальцами.
5. Проведите аускультацию сердца в изложенном выше порядке.
6. Подготовьте отчет о проделанной лабораторной работе: составьте таблицу «Места наилучшего выслушивания тонов сердца и их звуковая характеристика», зарисуйте схематически у себя в тетради проекции сердечных клапанов и места их наилучшего выслушивания на передней поверхности грудной клетки.

РАБОТА № 3
Определение границ относительной сердечной тупости методом перкуссии

Необходимо: испытуемый, маркер или фломастер, сантиметровая лента.

Учебно-исследовательская цель работы: освоить методику перкуссии, перкуторно определить границы относительной тупости сердца.

Ход работы

При *перкуссии* (выстукивании) различных участков тела мы вызываем звуки, на основании которых можно судить о состоянии органов, лежащих под перкутируемым местом. Плотные, не содержащие воздуха органы и мышцы (например, сердце, печень) дают при перкуссии совершенно глухой, едва воспринимаемый перкуторный звук («тупой» звук). Над органами, содержащими воздух или газ (например, легкие, желудок), звук будет громкий и ясный (тем более выраженный, чем больше газа содержит орган).

Выстукивание производят пальцем по пальцу, приложенному к телу (палец-плессиметр). Согнутым III пальцем правой руки постукивают по тыльной поверхности второй фаланги III пальца левой руки, плотно приложенного к телу. Удары пальцем следует производить движением только кисти, а не всего предплечья, не сгибая пальца. Удары должны быть одинаковой силы, быстрые и короткие, направленные перпендикулярно к подлежащему пальцу; постукивать нужно несильно (рис. 25).

При выстукивании сердца в связи с тем, что оно с боков частично прикрыто легкими, тупость сердца получается двоякого рода – *относительная* и *абсолютная.* Относительная тупость сердца является проекцией его передней поверхности на грудную клетку и соответствует истинным границам сердца, абсолютная – передней поверхности сердца, не прикрытой легкими.

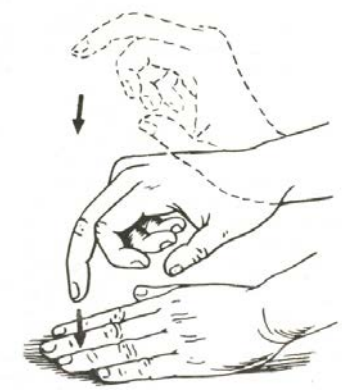

Рис. 25. *Правильное положение рук при перкуссии пальцем по пальцу*

1. Перкуссия проводится в вертикальном положении обследуемого.

2. Определение правой границы. Палец-плессиметр устанавливается в первое межреберье справа от грудины параллельно ребрам (рис. 26). Перкуссия проводится по среднеключичной линии вниз до изменения звука (граница печени). Затем палец перемещается на одно межреберье вверх, устанавливается перпендикулярно ребрам, и перкуссия проводится по направлению к грудине до изменения звука. В норме правая граница относительной сердечной тупости находится на 1–1,5 см кнаружи от правого края грудины.

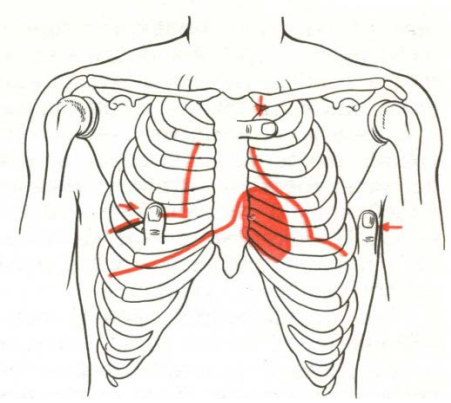

Рис. 26. *Положение пальца-плессиметра при определении правой, верхней и левой границ относительной сердечной тупости*

3. Определение левой границы. Для этого палец-плессиметр устанавливается перпендикулярно ребрам в 5-м межреберье по среднеподмышечной линии. Перкуссия проводится по направлению к грудине до изменения звука. В норме левая граница относительной сердечной тупости находится на 1–1,5 см кнутри от левой среднеключичной линии.

4. Определение верхней границы. Палец-плессиметр устанавливается параллельно ребрам в 1-м межреберье слева от грудины. Перкуссия проводится вниз по параллельно парастернальной линии до изменения звука. В норме верхняя граница относительной сердечной тупости определяется в 3-м межреберье. Границы относительной сердечной тупости устанавливаются по краю пальца-плессиметра, обращенному к ясному перкуторному звуку.

5. В отчете по лабораторной работе схематически зарисовать проекции границ относительной сердечной тупости и сделать заключение о соответствии норме.

Вопросы для самоконтроля

1. Для чего необходимы клапаны в сердце?
2. По каким сосудам поступает кровь в левое и правое предсердия?
3. В какой сосуд выбрасывается кровь из правого желудочка?
4. В какой сосуд выбрасывается кровь из левого желудочка?
5. Методы определения границ сердца.
6. Из каких фаз слагается цикл сердечной деятельности?

7. Что называют систолой и диастолой?
8. Что называется протодиастолическим периодом?
9. Из каких фаз складывается систола желудочков?
10. Какова продолжительность одного сердечного цикла?
11. Какова продолжительность фазы быстрого изгнания крови из желудочка?
12. В какую фазу систолы начинается изгнание крови желудочками?
13. Какова в среднем частота сокращений сердца человека в покое?
14. В какой последовательности сокращаются отделы сердца?
15. В каком режиме сокращается мышца сердца во время фазы изгнания?
16. В каком режиме сокращается мышца сердца во время фазы напряжения?
17. Какой величины достигает давление в правом желудочке во время его систолы в покое?
18. Какой величины достигает давление в левом желудочке во время его систолы в покое?
19. Какое давление развивается в предсердиях во время их систолы?
20. Что происходит в сердце во время общей паузы?
21. Какое количество крови (в %) притекает в желудочки сердца во время общей паузы, и какое количество нагнетается в них во время систолы предсердий?
22. Что называется минутным объемом сердца, как его можно определить?
23. В какую фазу сердечного цикла захлопываются атриовентрикулярные клапаны?
24. В какую фазу сокращения сердца открываются полулунные клапаны?
25. Внешние проявления деятельности сердца.
26. Что такое тоны сердца? Какое значение для клиники имеет выслушивание тонов сердца?
27. Основные тоны сердца. Каковы причины их возникновения?
28. Когда может возникнуть диастолический шум?
29. Места наилучшего выслушивания двухстворчатого, трехстворчатого, аортального клапанов и клапана легочной артерии.
30. Как называется метод графической регистрации тонов сердца?
31. Фонокардиограмма. Общий вид фонокардиограммы в норме.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ПРОТОДИАСТОЛИЧЕСКИМ ПЕРИОДОМ НАЗЫВАЕТСЯ ВРЕМЯ
   1) изгнания крови из желудочков
   2) от начала расслабления желудочков до захлопывания полулунных клапанов

3) сокращения предсердий

2. АОРТАЛЬНЫЙ КЛАПАН ЛУЧШЕ ПРОСЛУШИВАЕТСЯ
   1) справа от грудины у основания мечевидного отростка
   2) во втором межреберье слева от грудины
   3) во втором межреберье справа от грудины

3. ИССЛЕДОВАТЬ СОКРАТИТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ МИОКАРДА ПОЗВОЛЯЕТ МЕТОД
   1) фонокардиографии
   2) сфигмографии
   3) фазового анализа сердечной деятельности
   4) плетизмографии

4. ПОЛУЛУННЫЕ КЛАПАНЫ СЕРДЦА ОТКРЫВАЮТСЯ ВО ВРЕМЯ
   1) систолы предсердий
   2) фазы изометрического напряжения
   3) фазы медленного изгнания крови
   4) диастолы
   5) фазы быстрого изгнания

5. ВО ВРЕМЯ ОБЩЕЙ ПАУЗЫ
   1) полулунные и створчатые клапаны закрыты
   2) полулунные и створчатые клапаны открыты
   3) полулунные закрыты, створчатые открыты
   4) полулунные открыты, створчатые закрыты

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. При исследовании было показано, что за 10 минут человек поглотил 5600 мл кислорода. Определение количества кислорода в крови показало, что в артериальной крови его содержание равно 200 мл в л, а в венозной – 120 мл в л крови.

Определить ударный объем сердца, если частота сердцебиений – 75 в мин.

Задача № 2. Экспериментально увеличили мембранный потенциал в пейсмекерной клетке сердца на 10 мВ.

Укзать, как изменится при этом частота генерации автоматических импульсов?

Задача № 3. Экспериментально у собаки увеличили венозный приток на 10 мл.

Объяснить, как изменится в этом случае ударный объем сердца? Почему?

Задача № 4. *Минутный объем сердца равен 8 л, а расстояние R-R на ЭКГ равно 0,6 сек*

Определить ударный объем сердца?

Задача № 5. До выполнения работы при частоте сокращения

сердца в 70 ударов в минуту минутный объем крови (МОК) составлял 5 л.

Определить, чему будет равен МОК, если во время работы ударный объем сердца (УОС) увеличится на 20%, а частота сердцебиений – на 100%?

ЗАНЯТИЕ № 2
Клинические методы изучения кардиореспираторной системы (ЭКГ)

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить основные закономерности работы сердца, современные представления о возникновении и проведении возбуждения в сердечной мышце.
2. Научиться регистрировать и анализировать электрокардиограмму.

Вопросы для самоподготовки

1. Проводящая возбуждение система сердца. Особенности ПД кардиомиоцитов проводящей системы. Природа автоматии кардиомиоцитов.
2. Закон убывающего градиента автоматии проводящей системы сердца.
3. Сердечные сократительные клетки – кардиомиоциты, их ПД, распространение ПД по сердечной мышце.
4. Электрокардиография. Методика регистрации электрических проявлений сердечной деятельности.
5. Формирование различных компонентов электрокардиограммы (ЭКГ). Основы анализа ЭКГ и ее клиническое значение.
6. Соотношение процессов возбуждения, сокращения и возбудимости сердца во время сердечного цикла.
7. Реакция сердечной мышцы на дополнительные раздражения. Экстрасистолы: предсердная, желудочковая. Механизм формирования компенсаторной паузы.
8. Проведение возбуждения в сердце и его нарушение (блоки сердца).
9. Основы фазового анализа сердечной деятельности.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Свойства сердечной мышцы. Автоматия», «Лигатуры Станниуса», «Основы электрокардиографии».

Теоретические основы электрокардиографии

Нормальная электрокардиограмма отражает процесс распространения возбуждения по проводящей системе сердца и сократи-

тельному миокарду после генерации импульса в синусно-предсердном узле, который в норме является водителем ритма сердца.

В норме каждый сердечный цикл электрическое возбуждение миокарда начинается в области правого предсердия в месте слияния полых вен, т. е. в синусе, и поэтому оно названо синусовым или синоатриальным узлом (СА). Импульс возбуждения, исходящий из синусового узла, называется, соответственно, синусовым импульсом.

Затем деполяризация распространяется по волокнам миокарда предсердий, достигает особой области в нижней части предсердий – атриовентрикулярного узла (АВ), где на какое-то время (обычно около 200 мс) задерживается. Далее волна электрического возбуждения очень быстро движется по специализированным волокнам проводящей системы: вначале по одиночному пучку Гиса, который затем в межжелудочковой перегородке разделяется на правую и левую ножки. Левая ножка пучка Гиса в свою очередь делится на две ветви – переднюю и заднюю. По миокарду желудочков возбуждение распространяется по более медленным проводящим структурам – волокнам Пуркинье.

Электрокардиография – метод электрофизиологического исследования деятельности сердца, основанный на регистрации и анализе электрической активности миокарда. Регистрация производится с помощью специального прибора – электрокардиографа.

Записываемая кривая – электрокардиограмма (ЭКГ) – отражает изменение разности потенциалов между местами наложения на теле обследуемого двух электродов, один из которых является положительным полюсом, другой – отрицательным (соединены соответственно с полюсами «+» и «–» электрокардиографа). Определенное взаимное расположение этих электродов называют отведением, а условную прямую линию между ними – осью данного отведения.

У здорового человека синусовый узел вырабатывает электрические импульсы с частотой 60–80 в мин, равномерно посылая их по проводящей системе сердца. Следуя по ней, эти импульсы охватывают возбуждением прилегающие к проводящим путям отделы миокарда и регистрируются графически на специальную ленту. Таким образом, весь процесс работы сердца графически записывается по вертикали в виде пиков. Эти пики принято называть зубцами электрокардиограммы, для удобства они имеют свои «имена»: P, Q, R, S, T.

Помимо регистрации зубцов, на электрокардиограмме по горизонтали записывается время, в течение которого импульс проходит по определенным отделам сердца. Отрезок на электрокардиограмме, измеренный по своей продолжительности во времени (в секундах), называют интервалом.

Распространение возбуждения по проводящей системе сердца и миокарду воспринимается электродами электрокардиографа и ре-

гистрируется в виде зубцов ЭКГ, направленных от изоэлектрической линии вверх (положительные зубцы) или вниз (отрицательные зубцы) в зависимости от направления ЭДС между полюсами электродов.

Электрокардиографические отведения, широко используемые в клинической практике, унифицированы. Во всех странах принята система, включающая 12 отведений: 3 стандартных (двухполюсных) отведения (I, II, III); 3 усиленных однополюсных отведения; 6 грудных отведений (табл. 19)

Таблица 19

Отделы миокарда,
отображаемые определенным отведением ЭКГ

Отведения	Отделы миокарда, отображаемые отведением
I	передняя стенка сердца
II	суммарное отображение I и III
III	задняя стенка сердца
aVR	правая боковая стенка сердца
aVL	левая переднебоковая стенка сердца
aVF	заднеижняя стенка сердца
V1 и V2	правый желудочек
V3	межжелудочковая перегородка
V4	верхушка сердца
V5	переднебоковая стенка левого желудочка
V6	боковая стенка левого желудочка

Стандартные отведения от конечностей (по Эйнтховену) регистрируют при следующем попарном подключении электродов (рис. 27):

I отведение – левая рука (+) и правая рука (-);
II отведение – левая нога (+) и правая рука (-);
III отведение – левая нога (+) и левая рука (-).

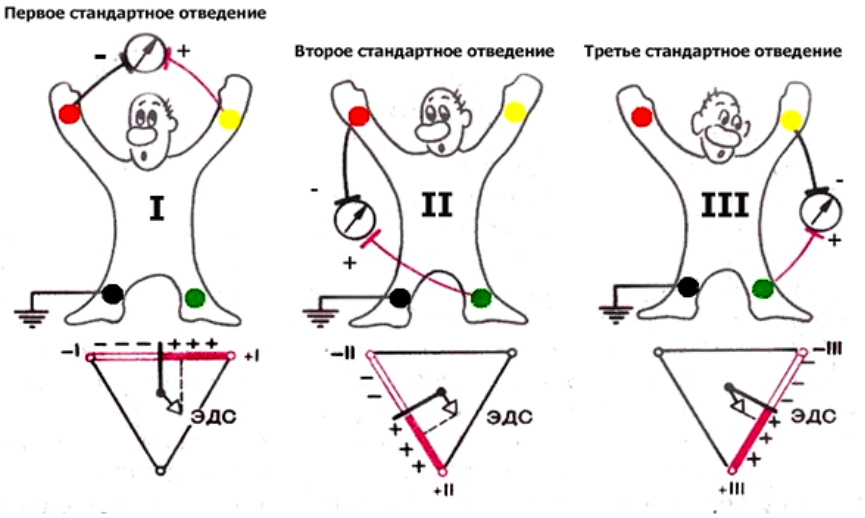

Рис. 27. *Стандартные отведения от конечностей*

Однополюсные отведения от конечностей (по Гольдбергеру) характеризуются наличием только одного активного – положительного – электрода, отрицательный электрод индифферентен и представляет собой «объединенный электрод Гольберга», который образуется при соединении через дополнительное сопротивление двух конечностей (рис. 28).

Усиленные однополюсные отведения имеют следующие обозначения:

aVR – отведение от правой руки;

aVL – от левой руки;

aVF – от левой ноги.

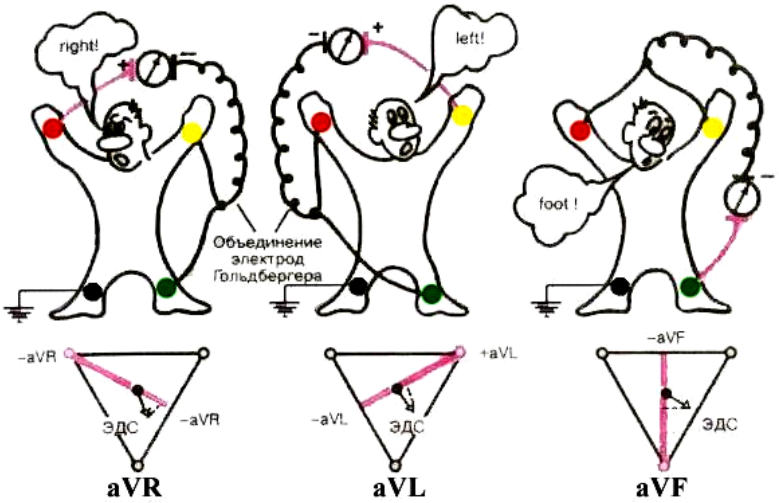

Рис. 28. *Усиленные однополюсные отведения*

Грудные однополюсные отведения (по Вильсону) регистрируют разность потенциалов между активным положительным электродом, установленным в определенных точках на поверхности грудной клетки (рис. 29), и отрицательным объединенным электродом Вильсона. Последний образуется при соединении через дополнительные сопротивления трех конечностей (правой руки, левой руки и левой ноги), объединенный потенциал которых близок к нулю (рис. 29).

Обычно для записи ЭКГ используют 6 общепринятых позиций активных электродов на грудной клетке:

Отведение V1 – в IV межреберье по правому краю грудины.

Отведение V2 – в IV межреберье по левому краю грудины.

Отведение V3 – между V2 и V4.

Отведение V4 – в V межреберье по левой срединно-ключичной линии.

Отведение V5 – в V межреберье по левой передней подмышечной линии.

Отведение V6 – в V межреберье по левой средней подмышечной линии.

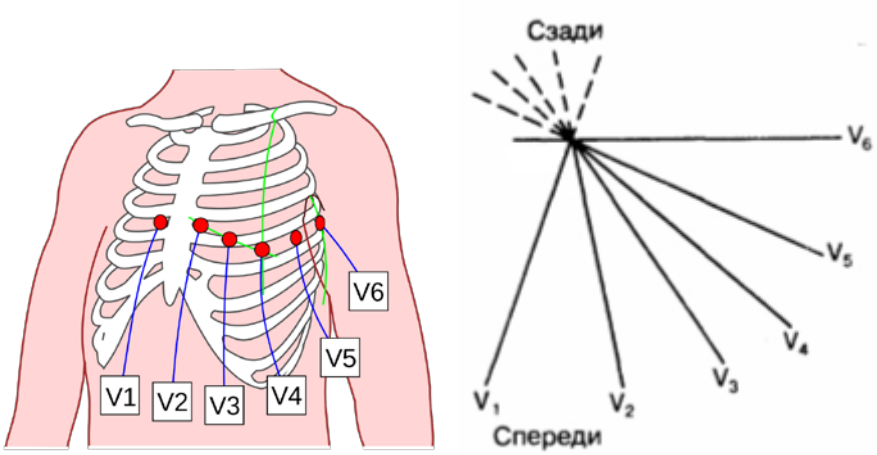

Рис. 29. *Униполярные грудные отведения по Вильсону:*
слева – расположение грудных электродов от V1 до V6;
справа – оси грудных отведений в горизонтальной плоскости

Грудные отведения регистрируют изменения ЭДС сердца преимущественно в горизонтальной плоскости (рис. 29). Ось каждого грудного отведения образована линией, соединяющей электрический центр сердца с местом расположения активного электрода в шести однополюсных грудных отведениях (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Регистрация электрокардиограммы в стандартных отведениях

Необходимо: испытуемый, кушетка, электрокардиограф любого типа, электродный гель (паста), марлевые салфетки.

Учебно-исследовательская цель работы: научиться регистрировать ЭКГ.

Ход работы

Любой электрокардиограф состоит из следующих основных частей: усилителя напряжения, измерительного прибора, лентопротяжного механизма, который перемещает бумажную ленту с определенной скоростью, переключателя отведений, позволяющего соединять вход усилителя с нужными участками тела человека, калибратора напряжения, который дает отклонение на записи, соответствующее напряжению 1 мВ. Электрокардиограф должен быть заземлен.

1. Убеждаются в том, что ручка усилителя находится в крайнем левом положении (усилитель выключен). Включают прибор в сеть.
2. Подготавливают пациента к исследованию. Запись электрокардиограммы проводится после десятиминутного отдыха пациента в горизонтальном положении. Во время регистрации электрокардиограммы обследуемый лежит на спине на кушетке, вытянув руки вдоль туловища. При этом нельзя шевелиться и разговаривать.
3. Накладывают электроды на конечности, предварительно нанеся

на них специальную электропроводную пасту. Электроды накладывают на медиальную поверхность запястья и нижнюю поверхность голени в соответствии со следующей схемой: красный электрод – на правую руку, желтый – на левую, зеленый – на левую ногу, черный (электрод заземления) – на правую ногу.

4. С помощью присосок с использованием электропроводной пасты накладывают грудные электроды (рис. 30).

5. С помощью калибратора устанавливают нужное усиление прибора. Обычно пользуются усилением, при котором 1 мВ соответствует 1 см по вертикали. Устанавливают необходимую скорость протяжки ленты (25, 50 или 100 мм/с; обычно 50 мм/с).

6. В России и странах СНГ традиционно используется скорость движения ленты 50 мм/с, за рубежом – 25 мм/с.

Рис. 30. *ЭКГ, зарегистрированные со скоростью 50 (а) и 25 мм/с (б). В начале каждой кривой показан калибровочный сигнал*

7. Для записи I отведения устанавливают переключатель отведений в положение I. С помощью кнопки включают лентопротяжный механизм и производят запись ЭКГ в течение нескольких сердечных циклов (не менее пяти).

8. Повторяют те же операции при положениях переключателя для отведений II и III. Затем записывают другие отведения (так называемые усиленные) – aVR, aVL, aVF и грудные V1-V6.

При наличии электронного прибора можно включить автоматическое переключение отведений, а при наличии многоканального прибора все отведения могут быть зарегистрированы одновременно.

9. Останавливают запись электрокардиограммы. Выключают прибор. Снимают с конечностей пациента электроды.

10. Подготавливают отчет о работе. В отчете необходимо схематично зарисовать места наложения электродов и указать, какого цвета электроды накладываются на правую и левую руку, правую и левую ногу. На получившемся рисунке соединить линиями разного цвета электроды, образующие I, II и III стандартные отведения.

РАБОТА № 2

Анализ электрокардиограммы и заключение о физиологическом состоянии сердца

Необходимо: записанная электрокардиограмма.

Учебно-исследовательская цель работы: научиться анализировать электрокардиограмму.

Ход работы

Для безошибочной интерпретации изменений при анализе ЭКГ необходимо придерживаться приведенной ниже схемы ее расшифровки.

1. Проверка правильности регистрации ЭКГ.
2. Анализ сердечного ритма и проводимости:
   - оценка регулярности сердечных сокращений,
   - подсчет частоты сердечных сокращений (ЧСС),
   - определение источника возбуждения,
   - оценка проводимости.
3. Определение электрической оси сердца.
4. Анализ предсердного зубца Р.
5. Анализ желудочкового комплекса QRST:
   - анализ комплекса QRS,
   - анализ сегмента ST,
   - анализ зубца Т,
   - анализ интервала Q-T.
6. Электрокардиографическое заключение.

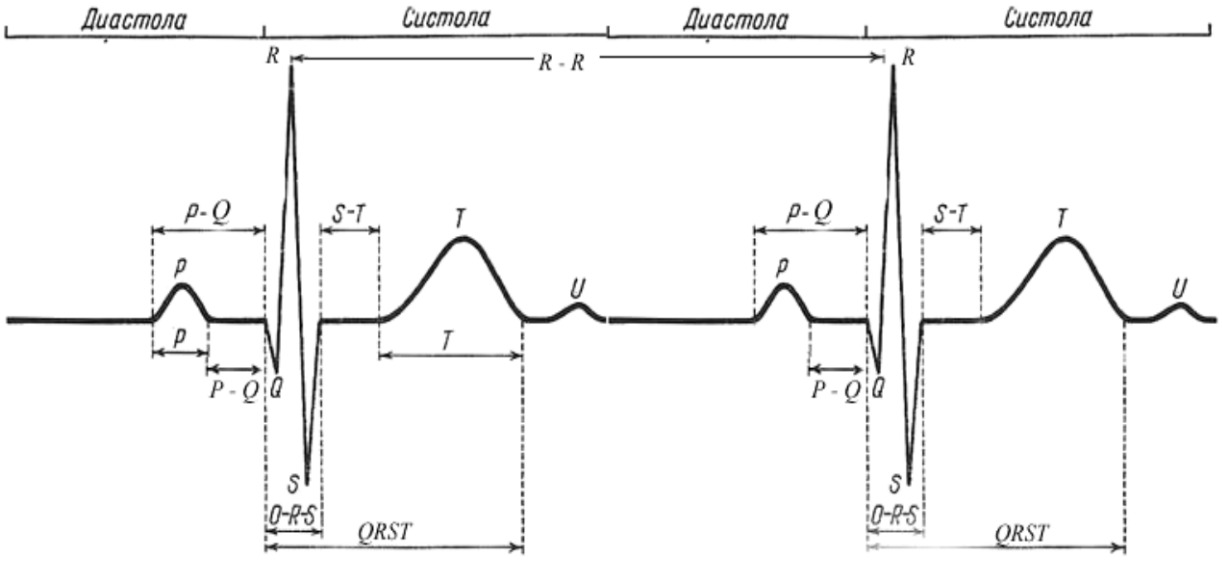

Рис. 31. *Нормальная электрокардиограмма. P, Q, R, S, T – зубцы; P, PQ, QRS, QT, RR – интервалы; PQ, ST, TP – сегменты*

С помощью ЭКГ определяются:

- *Количество сердечных сокращений* (брадикардия – менее 60-ти, тахикардия – более 60-ти).

- *Автоматизм* (синусовый, атриовентрикулярный) – по наличию и полярности зубца Р.
- *Возбудимость* оценивается косвенно. При нарушении возбудимости на ЭКГ наблюдаются *экстрасистолы* (монотонные или гетерогенные) или *пароксизмы* (приступы, пароксизмальная тахикардия – более 200 уд/мин).
- *Проводимость* (оценивается по продолжительности интервалов, комплексов) при их нарушении, увеличении, блокаде.
- *Положение сердца в грудной клетке* оценивают по величине зубца R в стандартных отведениях, *повороты сердца* (лево- и правограммы) – по величине R и S в грудных отведениях.

Проверка правильности регистрации ЭКГ

Вначале каждой ЭКГ-ленты должен иметься калибровочный сигнал, так называемый контрольный милливольт. Для этого в начале записи подается стандартное напряжение в 1 мВ, которое должно отобразиться на ленте отклонением в 10 мм (рис. 31). Без калибровочного сигнала запись ЭКГ считается неправильной.

Оценка регулярности сердечных сокращений

Регулярный или правильный ритм сердца диагностируется в том случае, если продолжительность измеренных R-R интервалов одинакова (рис. 31) и разброс полученных не менее пяти величин не превышает 10% от средней продолжительности R-R интервалов.

В других случаях диагностируется неправильный (нерегулярный) ритм сердца или аритмия.

Подсчет числа сердечных сокращений

Подсчет числа сердечных сокращений (ЧСС) проводится с помощью различных методик, выбор которых зависит от регулярности ритма сердца. При правильном ритме ЧСС определяют по формуле:

$$ЧСС = \frac{60}{R-R},$$

где 60 – число секунд в минуте; R-R – длительность интервала, выраженная в секундах. При скорости записи 50 мм/сек 1 мм записи соответствует 0,02 сек, а при 25 мм/сек 1 мм соответствует 0,04 сек.

При неправильном ритме обычно считают максимальную и минимальную ЧСС согласно длительности самого маленького и самого большого интервалов R-R соответственно.

Определение средней ЧСС при нерегулярном ритмевозможно двумя способами:

1. в одном из отведений (наиболее часто - во II стандартном отведении) записывается ЭКГ в течение 3 секунд. При скорости движения бумаги 50 мм/сек этому времени соответствует отрезок электрокардиографической кривой длиной 15 сантиметров. Затем, подсчи-

тывают число комплексов QRS, зарегистрированных за этот отрезок кривой, и полученный результат умножают на 20.

2. определяют длительность 5-10 сердечных циклов и рассчитывают среднее значение.

Определение источника возбуждения

В норме электрический импульс возникает в синусно-предсердном узле.

Синусовый ритм характеризуется:

- наличием во II стандартном отведении положительных зубцов P, предшествующих каждому комплексу QRS;
- постоянной одинаковой формой всех зубцов P в одном и том же отведении.

При отсутствии этих признаков диагностируются различные варианты несинусового ритма.

Оценка функции проводимости

1. Измерьте длительность зубца P в отведении II (в норме не более 0,1 сек) – характеризует скорость проведения электрического импульса по предсердиям.

2. Измерьте длительность интервалов P-Q (от начала зубца P до начала зубца Q, а при его отсутствии – до начала зубца R; в норме от 0,12 до 0,2 сек) – характеризует скорость проведения электрического импульса по предсердиям до миокарда желудочков (пучки Бахмана-Венкебаха-Тореля). Увеличение данного интервала бывает при нарушенном проведении импульсов через предсердно-желудочковый узел (атриовентрикулярная блокада, АВ-блокада).

3. Измерьте продолжительность всех комплексов QRS (норма от 0,06 до 0,1 сек) – отражает распространение возбуждения по желудочкам (пучек Гиса и волокна Пуркинье). Увеличение продолжительности указанных участков ЭКГ указывает на замедление проведения в соответствующем отделе проводящей системы сердца.

4. Измерьте интервал внутреннего отклонения в грудных отведениях V1 и V6 (интервал внутреннего отклонения – продолжительность в секундах ЭКГ от начала зубца Q (R) до вершины зубца R) (рис. 32). В норме этот интервал в V1 – до 0,03 с и в V6 – до 0,05 с.

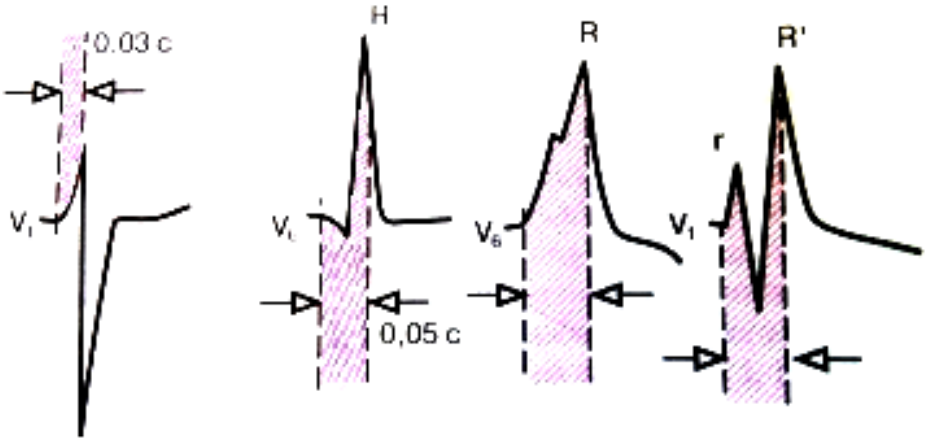

Рис. 32. *Измерение интервала внутреннего отклонения в грудных отведениях*

Используется в основном для распознавания блокад ножек пучка Гиса и для определения источника возбуждения в желудочках в случае желудочковой экстрасистолы (внеочередного сокращения сердца).

Определение положения электрической оси сердца во фронтальной плоскости

Различаются следующие варианты положения электрической оси сердца:

1. нормальное положение – +30° < угол альфа < +69°;
2. вертикальное положение – +70° < угол альфа < +90°;
3. горизонтальное положение – 0° < угол альфа < +29°;
4. отклонение оси вправо – +91° < угол альфа < +180°;
5. отклонение оси влево – + 0° < угол альфа < -90°.

Нормальное, горизонтальное и вертикальное положения электрической оси сердца (от 0° до +90°) могут встречаться как у здоровых людей, так и у больных с гипертрофией желудочков или нарушениями внутрижелудочковой проводимости (рис. 33).

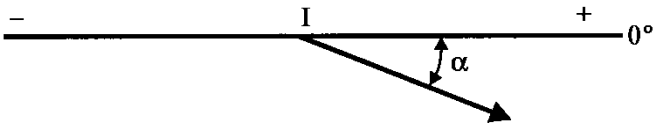

Рис. 33. *Угол альфа — угол между электрической осью сердца и осью I стандартного отведения*

Отклонение электрической оси вправо (угол альфа > +90°) или влево (угол альфа < 0°), как правило, свидетельствует о наличии патологических изменений в сердечной мышце (гипертрофии того или иного желудочка).

Визуальное определение угла альфа

Самый простой и доступный метод определения положения

электрической оси сердца, который позволяет быстро оценивать угол альфа с точностью до +/- 10° (рис. 34)

Нормальное положение электрической оси сердца характеризуется:

- R в отведении II > R в отведении I > R в отведении III;
- в отведениях III и avL зубцы R и S примерно равны друг другу.

Горизонтальное положение или отклонение электрической оси сердца влево характеризуется:

- высокие зубцы R фиксируются в отведениях I и avL, причем R в отведении I > R в отведении II > R в отведении III;
- глубокий зубец S регистрируется в отведении III.

Вертикальное положение или отклонение электрической оси сердца вправо характеризуется:

- высокие зубцы R регистрируются в отведениях III и avF, R в отведении III > R в отведении II > R в отведении I;
- глубокие зубцы S регистрируются в отведениях I и avL.

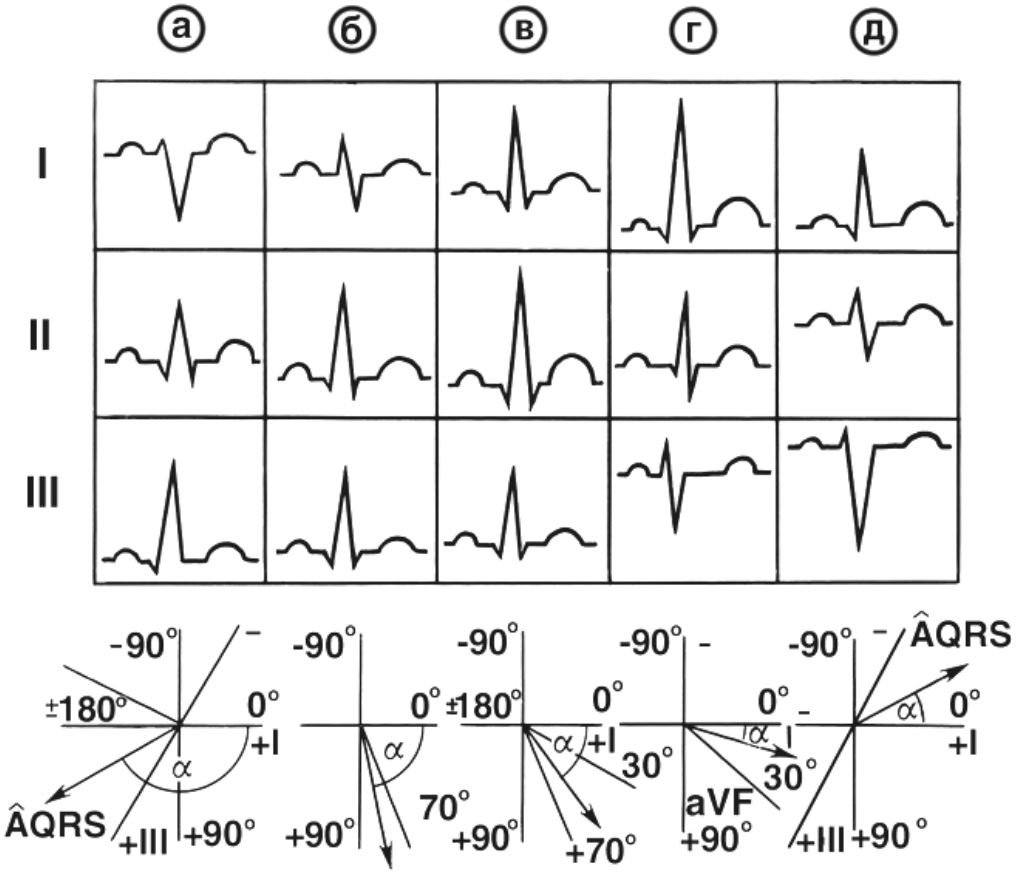

Рис. 34. *Варианты электрокардиограммы в отведениях I, II, III при различном положении электрической осисердца: а — отклонение вправо; б — вертикальное положение; в — нормальное положение; г — горизонтальное положение; д — отклонение влево. На диаграммах внизу — величина (∠α присоответствующем положении электрической оси (ось обозначена стрелкой)*

Анализ предсердного зубца Р

1. Измерение амплитуды зубца Р (зная величину калибровочного сигнала, рекомендуемая – 10 мм = 1 мВ), в норме амплитуда зубца Р не превышает 0,25 мВ.

2. Измерение длительности зубца Р (от начала до окончания), в норме не превышает 0,1 сек.

3. Определение полярности зубца Р. Полярность зубца Р в I, II и III отведениях является важнейшим ЭКГ-признаком, указывающим на направление движения волны возбуждения по предсердиям и, следовательно, на локализацию источника возбуждения. В норме Р в отведениях I, II, III положительные; при патологическом направлении возбуждения по предсердиям зубцы Р становятся отрицательными или Р в отведении I > Р в отведении II, а Р в отведении III становится неглубоким отрицательным.

4. Определение формы зубца Р. В норме его форма должна быть куполообразная, восходящая часть слегка короче нисходящей.

В норме зубец Р:

- в отведениях I, II, avF, V2-V6 всегда положительный;
- в отведениях III, avL, V1 может быть положительным, двухфазным, а в III и aVL иногда даже отрицательным;
- в avR-отведении зубец Р всегда отрицательный.

Анализ комплекса QRS

Максимальная длительность желудочкового комплекса равна 0,07–0,09 с (до 0,10 с) (рис. 35). Длительность увеличивается при любых блокадах ножек пучка Гиса

1. Измерьте амплитуду зубца Q. В одном и том же отведении в норме амплитуда зубца Q не должна быть > 1/4 амплитуды зубца R.

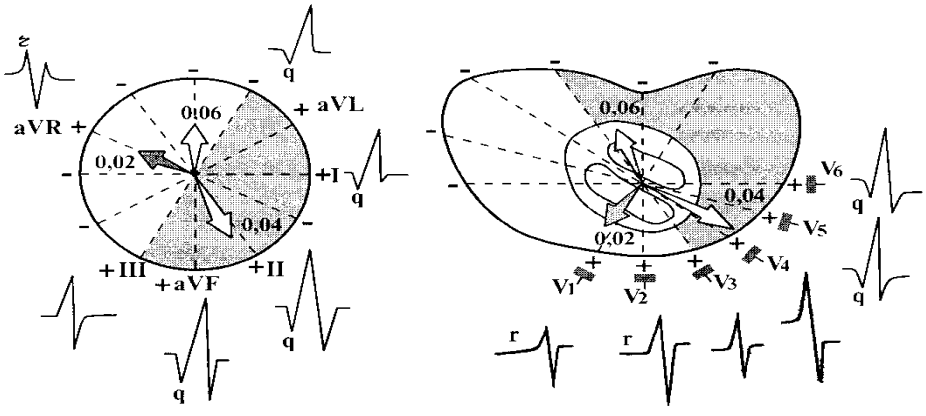

Рис. 35. *Форма зубца Q в различных отведения ЭКГ*

2. Измерьте продолжительность зубца Q. В норме продолжительность зубца Q не должна быть больше 0,03 с.

3. Измерьте амплитуду зубца R (рис. 36). В стандартных отведениях амплитуда зубца R не превышает обычно 2 мВ, а в грудных – 2,5 мВ.

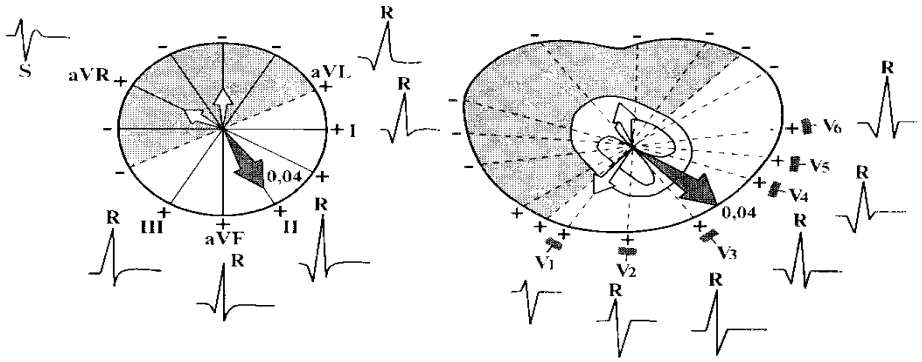

Рис. 36. *Форма зубца R в различных отведения ЭКГ*

– В норме зубец R может регистрироваться во всех стандартных и усиленных отведениях от конечностей. В отведении avR зубец R нередко плохо выражен или отсутствует вообще.

– Амплитуда зубца R увеличивается от V1 к V4, а затем несколько уменьшается в V5 и V6. Иногда зубец R в отведении V1 может отсутствовать.

– Зубец R в отведениях V1, V2 отражает распространение возбуждения по межжелудочковой перегородке, а зубец R в отведениях V4, V5 и V6 – по мышце левого и правого желудочков.

– В норме не должно быть расщепления зубца R, а также в одном комплексе QRS должен быть один зубец R.

4. Измерьте продолжительность интервала внутреннего отклонения в V1 и V6. В норме этот интервал в V1 составляет не более 0,03 сек, а в V6 – не более 0,05 сек.

5. Измерьте амплитуду зубца S.

6. Измерьте продолжительность зубца S (в норме не более 0,06 сек). Зубец S отражает процесс распространения волны возбуждения в базальных отделах межжелудочковой перегородки (рис. 37).

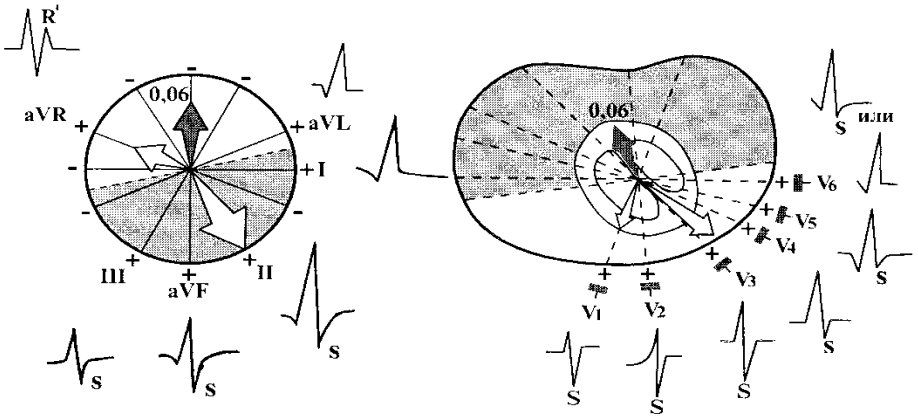

Рис. 37. *Форма зубца S в различных отведения ЭКГ*

– У здорового человека амплитуда зубца S в разных отведениях различная и колеблется в больших пределах, не превышая 2 мВ.

– При нормальном положении сердца в грудной клетке в отведениях от конечностей амплитуда зубца S мала, кроме avR.

– От V1 до V4 амплитуда зубца S уменьшается, а в отведениях V5 и V6 амплитуда мала или зубец S отсутствует совсем.

– Переходная зона в норме, когда зубец S равен по амплитуде зубцу R, обычно находится в отведении V3 или реже между V2 и V3 или V3 и V4.

Анализ сегмента ST

Сегмент ST – это отрезок кривой ЭКГ между концом комплекса QRS и началом зубца T, который соответствует периоду сердечного цикла, когда оба желудочка полностью охвачены возбуждением.

Начинается сегмент ST в точке J (ST-соединение). На кардиограмме точка J может быть определена по изменению в наклоне вертикальной кривой окончания комплекса QRS и переходу ее в горизонтальное положение – начальную часть сегмента ST (рис. 38). Заканчивается сегмент ST переходом в зубец T.

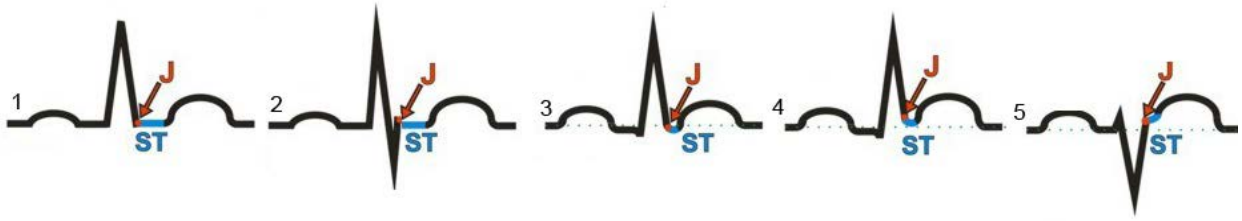

Рис. 38. *Различные варианты расположения сегмента ST и точки J у здоровых людей. 1 – сегмент ST и точка J расположены на изолинии; 2 – точка J расположена несколько выше изолинии, сегмент ST лежит на изолинии; 3 – точка J и сегмент ST лежат несколько ниже изолинии (в пределах нормы), при этом наблюдается небольшая депрессия сегмента PQ, выраженная в том, что он также лежит несколько ниже изолинии; 4 – точка J и сегмент ST лежат несколько выше изолинии и имеют вогнутую форму; 5 – точка J и сегмент ST лежат несколько выше изолинии и сочетаются с глубоким зубцом S и высоким положительным зубцом T, такой вариант является нормальным для грудных отведений*

1. Найдите точку J.
2. Измерьте ее отклонение (+/ -) от изолинии.
3. Измерьте величину смещения сегмента ST от изолинии вверх или вниз в точке, отстоящей от точки J вправо на 0,05–0,08 мм.
4. Определите форму возможного смещения сегмента ST: горизонтальное, косонисходящее, косовосходящее смещение.

Продолжительность сегмента ST изменяется в зависимости от частоты сердечного ритма (чем выше частота сердечных сокращений, тем короче сегмент ST). Точную длительность сегмента ST измерить проблематично, но это не оказывает существенного значе-

ния при расшифровке ЭКГ. В норме сегмент ST расположен на изолинии. Но нормой считаются и варианты, когда сегмент ST располагается на 2–3 мм выше изолинии (такой подъем обычно сочетается с высоким положительным зубцом Т).

В норме снижение сегмента ST не должно превышать 0,5 мм. В редких случаях в III стандартном отведении у здоровых людей может наблюдаться снижение сегмента ST более чем на 0,5 мм, если последующий зубец Т низкой амплитуды или отрицательный.

Сегмент ST особенно внимательно анализируют при ИБС, так как он отражает недостаток кислорода (ишемию) в миокарде.

Анализ зубца Т

Зубец Т отражает процесс быстрой конечной реполяризации миокарда желудочков.

1. Определите полярность зубца Т.
2. Оцените форму зубца Т. В норме зубец Т имеет пологое восходящее и несколько более крутое нисходящее колена.
3. Измерьте амплитуду зубца Т. Амплитуда зубца Т в отведениях от конечностей не превышает 5–6 мм, а в грудных –15–17 мм.
4. Продолжительность зубца Т от 0,16 до 0,24 сек.

В норме зубец Т всегда положительный в отведениях I, II, avF, V2-V6, причем Т в отведениях I > зубца Т в отведении III, а Т V6 > Т V1.

В отведениях III, avL и V1 зубец Т может быть положительным, двухфазным или отрицательным.

В отведениях avR зубец Т в норме всегда отрицательный. Зубец Т отражает процесс быстрой конечной реполяризации миокарда желудочков.

Анализ интервала Q-T

Интервал Q-T (электрическая систола желудочков, в это время возбуждаются все отделы желудочков сердца) измеряется от начала комплекса QRS (зубца Q или R) до окончания зубца Т.

Нормальная продолжительность интервала Q-T определяется по формуле Базетта:

$$(Q-T)=K\times(R-R),$$

где К – коэффициент, равный 0,37 для мужчин и 0,40 для женщин; R-R – длительность одного сердечного цикла.

Систолический показатель – это отношение электрической систолы желудочков к длительности сердечного цикла.

$$Систолический\ показатель = \frac{(Q-T)}{(R-R)}\times 100\%$$

Данный показатель не должен отличаться от стандартной величины на 5%. Стандартная величина соотвествует коэффициенту из формулы Базетта $\times 100\%$

Электрокардиографическое заключение

В электрокардиографическом заключении следует отметить следующее:

1. источник ритма сердца (синусовый или несинусовый ритм);
2. регулярность ритма сердца (правильный или неправильный ритм);
3. число сердечных сокращений;
4. положение электрической оси сердца;
5. наличие четырех ЭКГ-синдромов:
   - нарушение ритма сердца;
   - нарушение проводимости;
   - гипертрофия миокарда желудочков и предсердий;
   - повреждения миокарда.

Если ЭКГ – здорового человека, то вместо 5 пункта в отчете нужно описать амплитуду и форму зубцов, продолжительность интервалов и сегментов.

Вопросы для самоконтроля

1. Обладают ли ткани тела человека электропроводимостью?
2. Основные физиологические свойства сердечной мышцы.
3. Особенности проводящей системы сердца.
4. Что называется автоматией сердечной мышцы, чем она объясняется?
5. Какой узел является водителем ритма сердца?
6. Какие клетки мускулатуры миокарда способны к ритмическому самовозбуждению?
7. Обладают ли способностью к автоматии клетки рабочего миокарда?
8. Одинакова ли форма потенциала действия различных миокардиальных клеток?
9. Чем представлена в сердце проводящая возбуждение система сердца?
10. Что является причиной сокращения сердечной мышцы?
11. Каково значение кальциевого тока в сокращении сердечной мышцы?
12. В каком участке проводящей системы сердца наблюдается физиологическая задержка проведения возбуждения?
13. Фазы изменения возбудимости.
14. С какой частотой могут возникать импульсы в пучке Гиса?
15. С какой частотой могут возникать импульсы в атриовентрикулярном узле?
16. Чем объясняется неодновременность сокращения предсердий и желудочков?
17. Что называется законом убывающего градиента автоматии?
18. Может ли ткань сердца отвечать на раздражение в фазе абсо-

лютной рефрактерности?
19. Отвечает ли сердечная мышца внеочередным сокращением на дополнительное раздражение, нанесенное во время систолы?
20. Что такое нексус?
21. Что означает феномен «всё или ничего»?
22. Что называют экстрасистолой? Как можно обнаружить экстрасистолу?
23. Как называется фаза после желудочковой экстрасистолы?
24. Каково происхождение компенсаторной паузы?
25. Будет ли наблюдаться компенсаторная пауза при синусовой экстрасистоле?
26. Что называют полным блоком?
27. Будут ли возбуждаться желудочки при полном блоке?
28. За счет чего возникает возбуждение в желудочках при полном блоке?
29. Чем обусловлена быстрая восходящая фаза ПД кардиомиоцитов?
30. Чем обусловлено развитие фазы плато потенциала действия кардиомиоцитов?
31. Чем обусловлена фаза медленной диастолической деполяризации?
32. Чем обусловлена фаза быстрой реполяризации?
33. Что называется электрокардиографией?
34. Что называется векторкардиограммой?
35. Стандартные отведения.
36. Какие отведения называют униполярными или однополюсными?
37. Какие отведения называются биполярными? Какое отведение называют III стандартным?
38. Что такое нормограмма, правограмма, левограмма?
39. Что такое интервал ЭКГ?
40. Что такое сегмент ЭКГ?
41. Что такое зубец ЭКГ?
42. Что такое калибровочный импульс? Когда и для чего он регистрируется?
43. Что отражает зубец Т на ЭКГ?
44. Что отражает зубец Р на ЭКГ?
45. Каково происхождение зубца S?
46. Каково происхождение зубца Q?
47. Каково происхождение зубца R?
48. Что отражает комплекс зубцов QRST?
49. Что отражает интервал PQ?
50. Какой интервал соответствует электрической систоле желудочков?

Тестовые задания

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ЭКГ ВО II СТАНДАРТНОМ ОТВЕДЕНИИ РАСПОЛАГАЮТСЯ ТАК:
   2) правая рука – левая рука
   3) правая рука – левая нога
   4) левая рука – левая нога
2. ЗУБЕЦ Т НА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЕ ОТРАЖАЕТ
   1) возбуждение в желудочках
   2) возбуждение предсердий
   3) реполяризацию в желудочках
3. РАЗВИТИЕ ФАЗЫ ПЛАТО ПД КАРДИОМИОЦИТА ОБУСЛОВЛЕНО ПОТОКОМ _____ ВНУТРЬ КЛЕТКИ
   1) Na^+
   2) K^+
   3) Ca^{2+}
   4) Cl^-.
4. ИНТЕРВАЛ Т-Р НА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЕ СООТВЕТСТВУЕТ
   1) диастоле желудочков
   2) систоле предсердий
   3) общей диастоле сердца
   4) систоле желудочков и диастоле предсердий
   5) систоле предсердий и диастоле желудочков
5. ИМПУЛЬСЫ В АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНОМ УЗЛЕ МОГУТ ВОЗНИКАТЬ С ЧАСТОТОЙ____ В МИН
   1) 40–50
   2) 70–80
   3) 30–40
   4) 10–20
   5) 120

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. При анализе ЭКГ врач определил продолжительность интервала PQ равной 0,4 сек.

Определить, какое заключение сделал врач?

Задача № 2. При исследовании пациента врачом была определена левая граница сердца в 5 межреберье на 3 см латеральнее среднеключичной линии.

Указать, какие изменения следует ожидать на ЭКГ и в каком отведении?

Задача № 3. При анализе ЭКГ врач определил, что амплитуда зубца R у взрослого человека самая большая в I отведении, а зубца

S – в III.

Объяснить, что это значит?

Задача № 4. Врачом кардиологом на ЭКГ была измерена длительность интервала QT у женщины, продолжительность которого составила 490 мсек.

Указать, какое заключение сделал врач?

Задача № 5. В поликлинике врачом терапевтом было измерено расстояние между зубцами R-R на ЭКГ пациента, которое равно 0,8 сек.

Определить, какова частота сердечных сокращений?

ЗАНЯТИЕ № 3
Регуляция деятельности сердца

Учебно-исследовательская цель занятия: изучить нервно-гуморальные механизмы деятельности сердца.

Вопросы для самоподготовки

1. Структурная организация регуляции деятельности сердца.
2. Миогенные механизмы регуляции деятельности сердца (закон Франка-Старлинга, эффект Анрепа).
3. Интракардиальная нервная регуляция деятельности сердца.
4. Экстракардиальная нервная регуляция деятельности сердца (иннервация сердца, характеристика влияния парасимпатических и симпатических нервных волокон на деятельность сердца).
5. Рефлекторные влияния на сердечную деятельность (рефлексы Данини-Ашнера, Гольца). Роль коры головного мозга и гипоталамуса в регуляции сердечной деятельности.
6. Гуморальные влияния на сердечную деятельность.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Влияние некоторых веществ на изолированное сердце лягушки», «Физиология сердца».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Рефлекторные влияния на сердце от экстеро- и интерорецепторов

Необходимо: испытуемый, секундомер, стерильные салфетки, кушетка.

Учебно-исследовательская цель работы: исследовать рефлекторную регуляцию работы сердца.

Ход работы

1. *Опыт Данини-Ашнера.* У человека при осторожном надавливании на глазные яблоки частота сердечных сокращений обычно за-

медляется. Это явление объясняется рефлекторным возбуждением ядер блуждающего нерва. Рефлекторная дуга этого рефлекса состоит из афферентных волокон глазодвигательного нерва, нейронов продолговатого мозга и блуждающих нервов, которые при возбуждении оказывают тормозящее действие на сердце.

У испытуемого определить (по пульсу) ЧСС. Через стерильные марлевые салфетки большими пальцами рук в течении 10 с медленно надавливать на оба глаза (несильно). Сразу после надавливания на глазные яблоки вновь подсчитать ЧСС. Обычно в этих условиях пульс становится реже в среднем на 10 ударов.

2. *Рефлекс Гольца.* Эпигастральный (солярный) рефлекс Гольца вызвать надавливанием на стенку живота в эпигастральной области. Испытуемый при этом должен лежать на спине в расслабленном состоянии. Рука врача вдавливает брюшную стенку до ощущения пульсации аорты. Ответной реакцией является замедление ЧСС на 4–12 ударов в минуту. При повышенном тонусе симпатического отдела замедление может быть незначительным или отсутствовать. Хронотропное воздействие оценивается по электрокардиограмме во II стандартном отведении, или определяют частоту пульса на лучевой артерии.

3. Рефлекс, вызываемый раздражением каротидного синуса, воспроизводится следующим образом. Испытуемый лежит на спине, полностью расслабившись. Нащупать пульсацию общей сонной артерии в глубине шеи у переднего края грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Разветвление сонной артерии и каротидный синус находятся на уровне верхней границы щитовидного хряща (четвертый шейный позвонок). Плотно прижать артерию к позвонкам на 2 с. Обратить внимание на изменение R-R интервала во II стандартном отведении электрокардиограммы. Не сдавливать одновременно обе сонные артерии!

4. Результаты работы и их оформление. Нарисовать дуги вышеперечисленных вегетативных рефлексов с указанием афферентной, центральной и эфферентной частей. Сделайте выводы о влиянии экстракардиальных рецепторов на работу сердечно-сосудистой системы.

РАБОТА № 2
Определение вегетативного тонуса (вегетативный индекс Кердо)

Необходимо: испытуемый, кушетка, сфигмоманометр, стетофонендоскоп.

Учебно-исследовательская цель работы: доказать влияние вегетативной нервной системы на работу сердца.

Ход работы

1. Определить по пульсу ЧСС и АД. Обследуемый находится в

положении лежа в течение 15 мин. Для определения вегетативного тонуса используется формула:

$$ВИК = \left(1 - \frac{ДАД}{ЧСС}\right) \times 100,$$

где ВИК – вегетативный индекс Кердо, ДАД – диастолическое артериальное давление.

При вегетативном равновесии (эйтонии) в сердечно-сосудистой системе ВИК = 0. Если ВИК имеет знак «+», то это свидетельствует о преобладании симпатического отдела вегетативной нервной системы, если ВИК имеет знак «-», то говорят о повышении парасимпатического тонуса.

К вегетативному обеспечению работы сердца относят те реакции, которые возникают при выполнении какой-либо деятельности. Для оценки вегетативного обеспечения необходимо использовать ортостатическую пробу, клиностатическую пробу и пробу Руфье с приседаниями.

2. Ортостатическая *проба Мартина* – переход испытуемого из горизонтального положения в вертикальное в норме вызывает учащение пульса на 10–12 ударов в минуту.

3. Ортоклиностатическая *проба Шеллонга.* Переход испытуемого из вертикального положения в горизонтальное приводит к замедлению пульса на 10–12 ударов в минуту. В случаях дисфункции вегетативных отделов нервной системы при смене положений тела изменения в частоте пульса могут быть значительными.

У исследуемого после 5 мин пребывания в положении лежа или стоя (в зависимости от выбранной пробы) определить пульс.

Затем по команде обследуемый спокойно (без рывков) изменяет положение тела в пространстве. Подсчитать пульс на первой минуте пребывания в измененном положении.

Определить возбудимость центров симпатической иннервации по степени учащения пульса на первой минуте смены положения. Степень учащения пульса выражается процентным отношением прироста пульса к исходному, представлена в таблице 20.

Таблица 20

Степень возбудимости	**Изменение пульса, %**
Нормальная:	
слабая	до 9,1
средняя	9,2–18,4
живая	18,5–27,7
Повышенная:	
слабая	27,8–36,9
заметная	37,0–46,2
значительная	46,3–55,4
резкая	55,5–64,6
очень резкая	64,7 и более

4. *Проба Руфье* с приседаниями. Исследуемый находится в положении стоя 5 мин. За 15 с подсчитать пульс (Р1). После выполнения физической нагрузки (30 приседаний за 1 мин) повторно подсчитать пульс за первые 15 с (Р2) и за последние 15 с (Р3) 1-ой минуты восстановления. При подсчете исследуемый должен спокойно стоять. Вычисляемый показатель сердечной деятельности (ПСД) отражает работоспособность сердца и является критерием оптимальности вегетативного обеспечения физической нагрузки:

$$ПСД = \frac{(P1 + P2 + P3) - 200}{10}$$

ПСД < 5 – отличный результат; 5 > ПСД < 10 – хороший; 10 > ПСД < 15 – удовлетворительный.

РАБОТА № 3
Виртуальный физиологический эксперимент. Физиология сердца

Необходимо: компьютер с установленным виртуальным практикумом «PhysioEx 6.0 for Human Physiology», методические указания по теме «Физиология сердца».

Учебно-исследовательская цель работы:

1. Исследовать эффекты симпатической и парасимпатической нервных систем на автоматию сердца.
2. Изучить влияние прямой стимуляции и некоторых гуморальных и физических факторов на деятельность сердца.

Ход работы

1. Прямая стимуляция сердца.
2. Эффекты стимуляции вагусного нерва.
3. Эффект адреналина (эпинефрина).
4. Эффект пилокарпина.
5. Эффект атропина.
6. Эффект дигиталиса.
7. Эффект температуры.
8. Эффект ионов.

Вопросы для самоконтроля

1. Уровни регуляции сердечной деятельности.
2. Тонус какого центра преобладает в регуляции сердечной деятельности?
3. Как влияет норадреналин на проницаемость мембран для ионов кальция?
4. Как меняется деятельность сердца при гиперкалиемии?
5. Механизмы миогенной регуляции сердечной деятельности.
6. Механизмы регуляции сердечной деятельности.
7. Какие факторы обусловливают тонус центров, регулирующих деятельность сердца?

8. Каким образом объясняется учащение ритма сердца при болевых раздражениях и мышечной работе?
9. Дать определение закона Франка-Старлинга.
10. Какие отделы ЦНС участвуют в регуляции деятельности сердца?
11. Раздражение каких отделов головного мозга вызывает изменения в сердечно-сосудистой системе?
12. В чем заключается интегрирующая роль гипоталамуса при регуляции сердечной деятельности?
13. Где локализуется симпатический сердечный центр?
14. Как меняется время развития медленной диастолической деполяризации в клетках водителя ритма сердца при раздражении симпатических нервов?
15. Как называется медиатор, выделяющийся в симпатических окончаниях нервов, иннервирующих сердце?
16. Как влияют симпатические центры на функцию сердца?
17. Какие эффекты на сердце развиваются при раздражении периферического конца симпатического нерва?
18. Почему наблюдается учащение сердечных сокращений после перерезки нервов, идущих от дуги аорты и каротидного синуса?
19. От каких рецепторов миокарда катехоламинами запускаются эффекты учащения ритма?
20. Где находятся тела первых нейронов парасимпатических нервов, иннервирующих сердце?
21. Как меняется время развития медленной диастолической деполяризации в клетках водителя ритма сердца под влиянием вагуса?
22. Какой медиатор выделяется в окончаниях блуждающих нервов?
23. Каковы механизмы поддержания тонуса блуждающих нервов?
24. Как меняется мембранный потенциал клеток водителя ритма сердца при раздражении вагуса?
25. Когда развивается «ускользание» сердца из-под влияния блуждающего нерва?
26. Какие афферентные нервы влияют на тонус блуждающих нервов?
27. Как доказать отсутствие тонуса ядер блуждающих нервов у детей?
28. Что понимают под гомеометрической регуляцией деятельности сердца?
29. Как меняется сила сокращения желудочков при увеличении сопротивления в артериальной системе?
30. К какому виду регуляции относится эффект Анрепа?
31. Как меняются ЧСС и сила при раздражении рецепторов правого предсердия большим притоком крови?
32. Какие изменения в деятельности сердца наблюдаются при механическом воздействии на брюшную стенку у человека?
33. Как влияет на деятельность сердца адреналин, введенный в

мышцу сердца?

34. Какие эффекты влияния на сердце называют хронотропным, инотропным, дромотропным, батмотропным?
35. Какова роль афферентных импульсов от механорецепторов сердца?
36. Какой механизм регуляции сердечной деятельности лежит в основе изменения ЧСС у спортсменов перед стартом?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИЗМЕНЧИВОСТИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОСТОИТ В
    1) экономия энергетических трат и адаптация к условиям внешней и внутренней среды
    2) постоянная готовность к интенсивным физическим нагрузкам
    3) постоянная готовность ко сну
2. УРОВНЯМИ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЯВЛЯЮТСЯ
    1) субклеточный, клеточный, системный
    2) гуморальный, нервный, тканевой
    3) клеточный, органный, системный
3. СИНХРОННОЕ СОКРАЩЕНИЕ КАРДИОМИОЦИТОВ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ
    1) внутриклеточной регуляцией
    2) внутрисердечным периферическим рефлексом
    3) межклеточным взаимодействием
4. УСИЛЕНИЕ СОКРАЩЕНИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ РАСТЯЖЕНИИ СТЕНОК ПРАВОГО ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ
    1) внутрисердечным периферическим рефлексом
    2) внутриклеточной регуляцией
    3) межклеточным взаимодействием
5. УСИЛЕНИЕ СОКРАЩЕНИЙ МИОКАРДА ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ИСХОДНОЙ ДЛИНЫ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН (ЗАКОН ФРАНКА-СТАРЛИНГА) ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ
    1) внутрисердечным периферическим рефлексом
    2) внутриклеточной саморегуляцией
    3) межклеточным взаимодействием

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Экспериментально обнаружено, что яд, содержащийся в некоторых видах грибов, резко укорачивает абсолютный рефрактерный период сердца.

Объснить, может ли отравление этими грибами привести к смерти? Почему?

Задача № 2. В лаборатории при изучении влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы произвели блокаду новокаином обеих блуждающих нервов на шеи собаки. Частота сердцебиений у животного изменилась.

Указать, с чем это связано?

Задача № 3. Известно, что отделы вегетативной нервной системы по-разному влияют на работу сердца. В опытах на изолированных сердцах собак после полной дегенерации всех нервных элементов сохраняются экстракардиального происхождения сохраняются внутрисердечные периферические рефлексы.

Определить, как изменится частота сокращений сердца собаки после этих манипуляций?

Задача № 4. В опытах на собаках искусственно повышали давление в сонной артерии до 180 мм рт. ст.

Объянить, как изменится при этом работа сердца животного и почему?

Задача № 5. В экспериментальной лаборатории при проведении исследований у животного были перерезаны блуждающие и симпатические нервы, идущие к сердцу. Венозный приток крови увеличился в 1,5 раза.

Объяснить, изменится ли в этих условиях работа сердца и почему?

ЗАНЯТИЕ № 4
Сосуды. Регуляция тонуса сосудов. Параметры гемодинамики и методы их определения

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Научиться определять и оценивать основные параметры кровообращения и артериального давления различными методами.
2. Научиться оценивать свойства пульса и анализировать его элементарные изменения, знать структуру и деятельность функциональной системы, поддерживающую постоянство кровяного давления.

Вопросы для самоподготовки

1. Основные законы гидродинамики и их использование для объяснения движения крови по сосудам. Функциональная структура различных отделов сосудистой системы.
2. Объемная и линейная скорости движения крови в различных отделах сосудистого русла и факторы, обусловливающие их.

3. Факторы, обеспечивающие движение крови по венам.
4. Морфофункциональная характеристика основных компонентов микроциркуляторного русла и его роль в обмене жидкости и различных веществ между кровью и тканями.
5. Кривая артериального давления. Бескровные методы определения артериального давления (методы Рива-Роччи, Короткова, артериальная осциллография).
6. Артериальный и венозный пульс, их происхождение. Сфигмограмма, флебограмма. Свойства артериального пульса.
7. Рефлекторная регуляция сосудистого тонуса: сосудодвигательный центр, его эфферентные влияния, иннервация сосудов; афферентные влияния на сосудодвигательный центр.
8. Гуморальные влияния на сосудистый тонус.
9. Кровяное давление как одна из физиологических констант организма. Анализ центральных и периферических компонентов функциональной системы, саморегуляция кровяного давления.

ДЕМОНСТРАЦИИ
Учебные видеофильмы: «Движение крови по сосудам», «Регуляция кровеносного давления».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Измерение артериального давления у человека

Необходимо: испытуемый, сфигмоманометр (тонометр), стетофонендоскоп.

Учебно-исследовательская цель работы: освоить методы измерения артериального давления у человека.

Ход работы

Для измерения артериального давления непрямым способом используются аускультативный и пальпаторный методы. Наиболее распространен аускультативный метод, предложенный в 1905 г. Н.С. Коротковым.

Аускультативный метод определения артериального давления по Н.С. Короткову (1905)

1. На обнаженное плечо обследуемого наложить и закрепить манжету, которая должна плотно прилегать к коже. Край манжеты с резиновой трубкой должен быть обращен книзу и располагаться на 2–3 см выше локтевой ямки. После закрепления манжеты обследуемый удобно укладывает руку ладонью вверх, мышцы руки должны быть расслаблены.

2. В локтевом сгибе найти место пульсации плечевой артерии и приложить к нему фонендоскоп.

3. Закрыть вентиль сфигмоманометра и накачать воздух в манжету. Воздух в манжету нагнетают до тех пор, пока давление в ней не превысит примерно на 30 мм рт. ст. тот уровень, при котором перестает определяться пульсация плечевой или лучевой артерии.

4. Открыть вентиль и начать медленно выпускать воздух из манжеты. Одновременно фонендоскопом выслушать плечевую артерию и проследить за показаниями шкалы манометра. В момент появления сосудистых тонов Короткова, синхронных с деятельностью сердца, зафиксировать показания манометра как величину систолического давления. При исчезновении тонов отметить показания манометра как величину диастолического давления. Величину давления указать с точностью до 5 мм (например, 120, 125, 130 и т. д.).

5. По окончании измерения необходимо выпустить воздух из манжеты.

6. В отчете зафиксировать полученные величины систолического и диастолического давления, рассчитать величину пульсового давления как разности систолического и диастолического давления. Сравнить полученные результаты с нормой: систолическое давление – 100–140 мм рт. ст., диастолическое давление – 60–90 мм рт. ст.

Пальпаторный метод определения артериального давления по С. Рива-Роччи (1895)

1. На обнаженное плечо обследуемого наложить и закрепить манжету, которая должна плотно прилегать к коже. Край манжеты с резиновой трубкой должен быть обращен книзу и располагаться на 2–3 см выше локтевой ямки. После закрепления манжеты обследуемый удобно укладывает руку ладонью вверх, мышцы руки должны быть расслаблены.

2. Пальпировать пульс в дистальном отделе лучевой артерии.

3. Закрыв кран, накачать воздух в манжету. Момент исчезновения пульса будет соответствовать систолическому давлению. Также систолическое давление можно определить и по появлению пульса. Для этого давление в манжете поднять заведомо выше систолического и, выпуская воздух из манжеты, зафиксировать показания шкалы манометра в момент появления пульса. Диастолическое давление этим способом не определяется. По окончании измерений воздух из манжеты спустить.

4. В отчете записать измеренную величину давления. Сравнить ее с показателем, полученным по методу Короткова.

РАБОТА № 2
Расчет показателей состояния сердечно-сосудистой системы

Необходимо: испытуемый.

Учебно-исследовательская цель работы: исследовать показате-

ли состояния сердечно-сосудистой системы.

Гемодинамические показатели позволяют судить о снабжении работающих органов кислородом, питательными веществами, гормонами и другими регуляторами. Характер и выраженность этих изменений указывают на степень тяжести и напряженности труда. Так, например, при умеренной мышечной нагрузке происходит увеличение ударного объема сердца без ускорения или при незначительном ускорении частоты сердечных сокращений. За счет этого увеличивается минутный объем сердца и работающие мышцы получают достаточное количество крови.

Ход работы

Зная артериальное давление, измеренное по способу Короткова, можно рассчитать следующие гемодинамические показатели:

Пульсовое давление (ПД) позволяет составить косвенное представление о работе сердца:

$$ПД=ДС - ДД,$$

где ПД - пульсовое давление, мм рт. ст.; ДС - систолическое (максимальное) давление, мм рт. ст.; ДД - диастолическое давление, мм рт. ст.

Среднее давление (СД) определяется из соотношений:

- для центральных артерий

$$СД = ДД + ПД/2;$$

- для периферических сосудов.

$$СД=ДД + ПД/3;$$

где СД, ДД, ПД, - соответственно среднее, диастолическое и пульсовое давления, мм рт. ст.

Если вместо ПД подставить его значение, для центральных артерий среднее давление

$$СД = ДД + (ДС-ДД)/2 = (ДД+ДС)/2.$$

Для периферических сосудов оно меньше.

Среднее динамическое давление (СДД) для центральных артерий составляет:

$$СДД=ДД + О,42×ПД,$$

а для средних и мелких сосудов составляет:

$$СДД=0,42×ДС + 0,58×ПД,$$

где СДД, ДС, ДД, ПД - среднее динамическое, систолическое, диастолическое и пульсовое давления, мм рт. ст.

Среднее динамическое давление характеризуется стабильностью, его изменения указывают на неустойчивость механизмов регуляции кровообращения.

Ударный объем сердца (УО) определяется по формуле Стара

$$УО = 101 + 0,5·ДС - 1,09·ДД - 0,6·В,$$

где УО - ударный объем, мл; ДС и ДД - систолическое и диастолическое давления, мм рт. ст.; В - возраст обследуемого, г.

Минутный объем сердца (МО) определяется как произведение ударного объема и частоты сердечных сокращений:

$$МО = УО \times ЧСС,$$

где МО - минутный объем сердца, мл; УО - ударный объем сердца, мл; ЧСС - частота сердечных сокращений, ударов в мин.

Минутный объем в покое составляет 4,5 - 5 л, при работе может достигать 30 л.

В целях более объективной оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы целесообразно вычислять также должный минутный объем (ДМО):

$$ДМО = 2{,}2 \cdot S,$$

где 2,2 сердечный индекс, л/м^2; S - площадь поверхности тела испытуемого, м^2.

Площадь поверхности тела рассчитывается по формуле:

$$S = k\sqrt{M \cdot h},$$

где М - масса тела, кт; h - рост, м; k -коэффициент, равный для женщин 0,162, для мужчин - 0,167. Для ускорения расчетов площадь поверхности тела может определяться по номограмме (прил.1).

Сопоставление МО и ДМО позволяет более точно охарактеризовать специфику функциональных изменений в системе, обусловленных воздействием различных факторов.

Ударный индекс (УИ) определяется из соотношения:

$$УИ = УО/ППТ,$$

где УО - ударный объем сердца, мл; ППТ - площадь поверхности тела, м^2.

Сердечный индекс (СИ) используется для характеристики интенсивности кровообращения и представляет собой отношение:

$$СИ = МО/ППТ,$$

где МО - минутный объем, л; ППТ - площадь поверхности тела, м^2.

Как уже указывалось, в покое СИ = 2,2 ± 0,3 л/м^2.

Индекс кровообращения (ИК) определяется из соотношения:

$$ИК = МО/М,$$

где МО - минутный объем, мл; М - масса, кг,

Должные «динамические стандарты» длительности фаз сердечного цикла представляют собой "должную" для данных конкретных условий длительность фаз сердечного цикла.

Систолой называют сокращение предсердий и желудочков сердца, при котором кровь нагнетается в артерии.

Диастолой называют расширение полостей сердца, во время которого оно заполняется кровью.

Чаще всего должные величины нужны для того, чтобы нивелировать индивидуальные вариации сердечного ритма, так как длительность многих фаз сердечного цикла находится в обратно пропорциональных взаимоотношениях с частотой сердечных сокращений: чем вы-

ше ЧСС, тем короче длительность фаз. Должная длительность рассчитывается по эмпирическим формулам:
а) должная длительность периода изгнания: E = 0,109·C + 0,159;
б) должная длительность механической систолы: S_m= 0,114·C + 0,185;
в) должная длительность общей систолы: S_0= 0,12·C + 0,235;
г) должная длительность диастолы: D=0,88·C-0,235,
где C - длительность сердечного цикла в секундах, C = 60 / ЧСС.
В норме величина E составляет 0,21-0,3 с; S_m= 0,23-0,34 с; S_0= 0,24-0,35 с; D = 0,35-0,7 с.

РАБОТА № 3
Роль клапанов в движении крови по венам

Необходимо: испытуемый.

Учебно-исследовательская цель работы: исследовать значение клапанов в создании одностороннего тока крови по венам.

Ход работы

1. Подобрать испытуемого с хорошо выраженными поверхностными венами предплечья.
2. Зажать пальцем дистальную часть вены и ребром ладони, проводя снизу вверх, вытеснить кровь из вены. Пронаблюдать за тем, вся ли вена заполнится кровью.
3. Зажать пальцем проксимальную часть вены и вытеснить кровь вниз. Пронаблюдать за наполнением вены.
4. В отчете, исходя из результатов, сделать выводы о значении клапанов в движении крови по венам.

РАБОТА № 4
Расчет минутного объема крови в покое и после физической нагрузки

Необходимо: испытуемый, сфигмоманометр (тонометр), стетофонендоскоп.

Учебно-исследовательская цель работы:

1. Освоить метод расчета объемной скорости кровотока у человека.
2. Изучить изменение показателей деятельности сердечно-сосудистой системы в покое и после физической нагрузки.

Ход работы

1. У обследуемого измерить артериальное давление методом Короткова, определить систолическое и диастолическое артериальное давление.
2. Вычислить величину пульсового давления.
3. Рассчитать частоту сердечных сокращений за 1 мин.
4. Произвести расчет объемной скорости кровотока Q по формуле:

$$Q = CO \cdot ЧСС,$$

где СО – систолический объем, ЧСС – частота сердечных сокращений за 1 мин.

Для определения систолического объема использовать формулу Стара:

$$СО = 100 + 0{,}5ПДА - 0{,}6(ДД + В),$$

где ПДА – пульсовое давление, ДД – диастолическое давление, В – возраст.

5. Подсчитать пульс и определить величину систолического и диастолического давления в течение 20 с после того, как обследуемый выполнит 20 глубоких и быстрых приседаний.

6. Рассчитать минутный и систолический объемы крови после выполнения физической нагрузки по приведенным выше формулам.

7. Занести полученные данные в таблицу 20.

8. Проанализировать полученные данные и сделать выводы. Как изменятся показатели после нагрузки?

Таблица 20

Показатель	В покое	После выполнения нагрузки
ЧСС, уд./мин		
СД, мм рт. ст.		
ДД, мм рт. ст.		
ПДА, мм рт. ст.		
СО, мл		
МОК, мл/мин		

РАБОТА № 5
Расчет общего периферического сопротивления сосудов

Необходимо: испытуемый, сфигмоманометр (тонометр), стетофонендоскоп.

Учебно-исследовательская цель работы: научиться рассчитывать общее периферическое сопротивление сосудов.

Ход работы

1. Расчет общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС) произвести по формуле Пуазейля:

$$ОПС = \frac{СДД \cdot 1333 \cdot 60}{МОК},$$

где МОК = Q, СДД – среднединамическое давление. СДД вычисляется по формуле СДД = 1/2ПДА + ДД.

2. Полученный результат сравнить с нормальной величиной периферического сопротивления, равной 1200–1500 дин · с · см$^{-5}$.

РАБОТА № 6
Виртуальный физиологический эксперимент. Физиология сосудистой системы

Необходимо: компьютер с установленным виртуальным прак-

тикумом «PhysioEx 6.0 for Human Physiology», методические указания по теме «Физиология сердечно-сосудистой системы».

Учебно-исследовательская цель работы:

1. Изучить влияние давления, вязкости жидкости, радиуса и длины сосуда на показатели гемодинамики.
2. Понять взаимоотношения между кровотоком, градиентом давления и резистентностью сосудов.

Ход работы

1. Влияние изменения давления на кровоток.
2. Эффект изменения радиуса сосуда на кровоток.
3. Эффект вязкости на кровоток.
4. Эффект длины сосуда на кровоток.
5. Влияние радиуса сосудов на работу насоса.
6. Влияние величины ударного объема на работу насоса.
7. Компенсация.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие законы гидродинамики применимы к сосудистой системе?
2. Формула Пуазейля и ее сущность.
3. Функциональные отделы сосудистой системы.
4. Что такое артериальное давление? Как оно создается?
5. Что такое линейная скорость кровотока? Как она меняется по ходу сосудистого русла?
6. Величина линейной скорости кровотока в различных отделах сосудистой системы.
7. Что такое объемная скорость кровотока? Как она меняется по ходу сосудистого русла?
8. Чем объясняется разная скорость течения крови у стенки и по оси сосуда?
9. Величина объемной скорости кровотока в различных отделах сосудистой системы.
10. Как можно рассчитать линейную скорость, зная объемную?
11. В какой части сосудистого русла давление крови падает наиболее резко? Почему?
12. Какую роль в аорте и артериях играют их эластические стенки?
13. Как изменяется сопротивление в различных участках сосудистого русла?
14. Какое давление называют систолическим и диастолическим?
15. Как изменяется артериальное давление с возрастом?
16. Что такое среднее давление? По какой формуле оно рассчитывается?
17. Факторы, определяющие величину артериального давления.
18. Чему равно давление крови в капилляре?
19. Какие сосуды называют «кранами» сосудистой системы? Почему?

20. Время полного оборота крови и способ, лежащий в основе его измерения.
21. Какие волны выделяют на кривой записи кровяного давления?
22. Во сколько раз (в среднем) суммарный просвет капилляров больше просвета аорты?
23. Что такое пульсовое давление?
24. Последовательность измерения артериального давления по Короткову.
25. Механизмы происхождения тонов Короткова при измерении артериального давления.
26. Что такое «дежурные» капилляры?
27. Что такое «мышечный насос»?
28. Что такое «дыхательный насос»?
29. Что такое «сердечный насос»?
30. Какими свойствами обладает артериальный пульс?
31. Каков механизм происхождения артериального пульса?
32. Каков механизм происхождения венозного пульса?
33. Что такое пульсовая волна? Какова скорость распространения пульсовой волны в норме?
34. Что такое сфигмограмма? Что она отражает?
35. Чем отличается сфигмограмма аортального (центрального) от таковой артериального (периферического) пульса?
36. Механизмы регуляции сосудистого тонуса.
37. Какие нервы являются вазоконстрикторами и вазодилататорами?
38. К какому отделу нервной системы относятся все сосудодвигательные нервы?
39. Где находится анатомический (ведущий) сосудодвигательный центр? Каково его строение?
40. Что следует понимать под тонусом сосудодвигательного центра? Как можно доказать его наличие?
41. Отделы ЦНС, ответственные за регуляцию сосудистого тонуса.
42. Что такое аксон-рефлекс?
43. Какие основные гуморальные вещества оказывают сосудосуживающее действие на просвет сосудов?
44. Как называется вещество, образующееся во всех тканях организма для поддержания тонуса сосудодвигательного центра?
45. Как изменится просвет сосудов при местном действии на них углекислого газа?
46. Гуморальные вазодилататоры.
47. Главные рефлексогенные зоны сердечно-сосудистой системы.
48. Главные раздражители хеморецепторов сосудистых рефлексогенных зон.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. К СОСУДАМ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ОТНОСЯТСЯ
   1) аорта и артерии
   2) артериолы и прекапилляры
   3) полые вены
   4) вены различного калибра
2. АРТЕРИОЛЫ ЯВЛЯЮТСЯ СОСУДАМИ
   1) резистивными
   2) магистральными
   3) емкостными
   4) обменными
3. ВЕНЫ ЯВЛЯЮТСЯ СОСУДАМИ
   1) резистивными
   2) магистральными
   3) емкостными
   4) обменными
4. КАПИЛЛЯРЫ ЯВЛЯЮТСЯ СОСУДАМИ
   1) резистивными
   2) магистральными
   3) емкостными
   4) обменными
5. ОСНОВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТОКУ КРОВИ ВОЗНИКАЕТ В
   1) венах
   2) артериях и венах
   3) артериолах
   4) капиллярах

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1..Зная основные принципы гемодинамики, рассчитайте линейную скорость кровотока. Объемная скорость кровотока составляет 100 мл/сек, а диаметр сосуда равен 2,5 см.

Определить, ковотоку каких сосудов присуща такая скорость?

Задача № 2. Человек находится в затонувшей подводной лодке уже несколько часов. Системы жизнеобеспечения разрушены.

Указать, какие изменения работы сердца и АД следует ожидать у такого человека?

Задача № 3. На месте действия горчичника появляется гиперемия – покраснение кожи.

Объяснить механизм гиперемии.

Задача № 4. У здорового человека, находящегося в спокойном состоянии, студент, подсчитывая частоту пульса, получил 130 ударов в минуту.

Определить, в чем возможная причина ошибки?

Задача № 5. В жаркое время года вследствие интенсивного потоотделение вязкость крови оказалось повышенной.

Объяснить, как это повлияло на величину артериального давления?

ЗАНЯТИЕ № 5
Итоговое занятие по разделу «Физиология сердечно-сосудистой системы»

Учебно-исследовательская цель занятия: контроль знаний по разделу «Физиология сердечно-сосудистой системы».

Контрольные вопросы для устного собеседования на итоговом занятии

1. Анатомия сердца человека.
2. Большой и малый круги кровообращения. Строение и функциональная классификация сосудов.
3. Современные представления о природе и субстрате автоматии. Особенности мембранного потенциала клеток водителей ритма сердца.
4. Анализ проведения возбуждения по сердцу. Градиент автоматии. Нарушения ритма. Экстрасистола.
5. Физиологические свойства и особенности сердечной мышцы. Изменение возбудимости в различные фазы возбуждения сердца.
6. Цикл работы сердца, его фазовый анализ. Давление в полостях сердца при его работе.
7. Систолический и минутный объем крови, методы их определения. Факторы, определяющие величину минутного объема крови.
8. Методы экспериментального и клинического исследования функций сердца. Электрокардиограмма. Генез зубцов ЭКГ.
9. Иннервация сердца. Влияние симпатической и парасимпатической стимуляции на работу сердца.
10. Внесердечные рефлекторные механизмы регуляции работы сердца. Значение сосудистых рефлексогенных зон. Гуморальная регуляция работы сердца (гормоны, медиаторы, электролиты).
11. Внутрисердечные механизмы регуляции работы сердца. Ге- терометрические (закон Франка-Старлинга) и гомеометрические (эффект Анрепа, феномен лестницы Боудича) механизмы саморегуляции сердечной мышцы, их значение. Внутрисердечные рефлексы.

12. Значение центров продолговатого мозга и гипоталамуса в регуляции работы сердца. Роль лимбической системы и коры больших полушарий в механизмах приспособления сердца к внешним и внутренним раздражителям.
13. Основные законы гидродинамики и их использование для объяснения закономерностей гемодинамики.
14. Факторы, обусловливающие движение крови по сосудам. Значение эластичности сосудистой стенки для непрерывного тока крови.
15. Кровяное давление, методы его определения. Факторы, определяющие величину артериального давления. Изменение величины давления в разных регионах сосудистого русла.
16. Систолическое, диастолическое, пульсовое и среднее давление. Анализ кривой артериального давления, записанной в остром опыте.
17. Линейная и объемная скорости кровотока. Методы их определения, время полного кругооборота крови.
18. Артериальный пульс, его происхождение. Сфигмография. Анализ кривой артериального и венозного пульса.
19. Движение крови по венам. Основные и вспомогательные факторы, обусловливающие движение крови по венам.
20. Движение крови в микроциркуляторном русле. Роль артериол и венул в создании периферического сопротивления движения крови.
21. Сосудодвигательный центр. Нервная регуляция тонуса сосудов. Нервы вазоконстрикторы и вазодилататоры. Гуморальная регуляция тонуса сосудов.
22. Функциональные особенности легочного, коронарного, мозгового и почечного кровотоков.
23. Состав, движение и значение лимфы. Механизм лимфообразования. Значение лимфатических узлов.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Развитие сердца

Закладка сердца начинается на 2-й неделе внутриутробной жизни. В первые 6 недель сердце состоит из трех камер, затем образуются четыре за счет разделения предсердий; формируется овальное окно. На 7-й неделе формируются створки митрального и трикуспидального клапанов. Образование основных артериальных стволов начинается со 2-й недели жизни. Очень рано формируется проводниковая система сердца. К 8–10-й неделям заканчивается формирование всех отделов сердца, что совпадает с развитием

плаценты и возникновением плацентарного кровообращения, которое определяет газообмен и обеспечение питанием развивающегося зародыша.

Сердце детей разного возраста

Сердце новорожденного имеет уплощенную конусообразную, овальную или шарообразную форму из-за недостаточного развития желудочков и сравнительно больших размеров предсердий. Только к 10–14 годам сердце приобретает такую же форму, что и у взрослого человека. В связи с высоким стоянием диафрагмы сердце новорожденного расположено горизонтально. Косое положение сердце принимает к первому году жизни.

Масса сердца новорожденного составляет 0,8% от общей массы тела, она относительно больше, чем у взрослого человека. Правый и левый желудочки одинаковы по толщине, их стенки равны 5 мм. Сравнительно большие размеры имеют предсердие и магистральные сосуды.

Отделы сердца растут неравномерно. Левый желудочек значительно увеличивает свой объем, уже к 4 месяцам он по весу вдвое превышает правый. Толщина стенок желудочков у новорожденного составляет 5,5 мм, в дальнейшем толщина левого желудочка увеличивается до 12 мм, правого – до 6–7 мм. Сердце в первые годы жизни имеет относительно большие размеры, чем у взрослого.

У детей сердце расположено выше, чем у взрослых. У новорожденного верхушка сердца образована обоими желудочками, к 6 месяцам – только левым. Проекция сердца к полутора годам из IV межреберья опускается в V межреберье.

В детском возрасте происходит качественная перестройка сердечной мышцы. У детей раннего возраста мышца сердца недифференцированна и состоит из тонких, плохо разделенных миофибрилл. Поперечная исчерченность отсутствует. Соединительная ткань начинает развиваться. Эластических элементов очень мало, в раннем детском возрасте мышечные волокна близко прилегают друг к другу. С ростом ребенка мышечные волокна утолщаются, появляются грубая соединительная ткань, поперечная исчерченность мышц. Гистологическая дифференциация миокарда завершается к 2–3-летнему возрасту.

По мере роста ребенка происходит совершенствование проводящей системы сердца. В раннем детском возрасте она массивна, ее волокна контурированы нечетко. У детей более старшего возраста происходит перемодулирование проводящей системы сердца, поэтому у детей часто встречаются нарушения ритма сердца.

Регуляция работы сердца осуществляется за счет поверхностных и глубоких сплетений, образованных волокнами блуждающего нерва и шейных симпатических узлов, контактирующих с ганглиями

синусового и предсердно-желудочкового узлов в стенках правого предсердия. Ветви блуждающего нерва заканчивают свое развитие к 3–4 годам. До этого возраста сердечная деятельность регулируется симпатической системой. Это объясняет физиологическое учащение сердечного ритма у детей первых 3 лет жизни (табл. 21). Под влиянием блуждающего нерва урежается сердечный ритм и появляется аритмия типа дыхательной, удлиняются интервалы между сердечными сокращениями. Функции миокарда у детей, такие как автоматизм, проводимость, сократимость, осуществляются так же, как у взрослых.

Таблица 21

ЧСС в онтогенезе

Возраст	**ЧСС, мин (до)**
Новорожденный	140
6 мес	130
1 год	120
3 года	110
5 лет	100
12 лет	80
Взрослый	60–80

У детей происходят непрерывный рост и функциональное совершенствование сердца. Существуют три периода, когда этот рост идет с максимальной скоростью: первые два года жизни, от 12 до 14 лет и от 17 до 20 лет.

В пубертатном возрасте происходит интенсивный рост различных органов и систем. У подростков в связи с особенностями роста как сердца, так и всего тела отмечаются относительно малые масса и объем сердца по сравнению с массой и объемом тела. Отношение объема тела к объему сердца у детей равно 50%, у взрослого – 60%, а в пубертатном периоде составляет 90%. Кроме этого, имеются анатомические особенности сердечно-сосудистой системы у подростков, которые связаны с соотношением объема сердца и сосудов.

У подростков объем сердца увеличивается быстрее, чем емкость сосудистой сети, это увеличивает периферическое сопротивление, что приводит к гипертрофическому варианту подросткового сердца (табл. 22).

Таблица 22

Систолический и минутный объемы крови у детей

Возраст	**Систолический выброс**		**Минутный выброс**	
	мл	**мл/кг**	**мл**	**мл/кг/мин**
Новорожденный	3,0	0,9	420	120
1 год	10,2	1,0	1173	117
7 лет	23,0	1,0	1955	85
12 лет	41,0	1,15	3075	85
13–16 лет	59,0	1,2	4425	92

Подводя итог, следует сказать, что у детей имеются функциональные особенности сердца, которые характеризуются:

1. высоким уровнем выносливости детского сердца вследствие его достаточно большой массы, хорошего кровоснабжения;
2. физиологической тахикардией, обусловленной малым объемом сердца при высокой потребности детского организма в кислороде, а также симпатотонией;
3. неравномерностью роста сердца и связанными с этим функциональными расстройствами.

Особенности кровообращения плода

Насыщенная кислородом кровь поступает через плаценту по пупочной вене к плоду. В теле плода пупочная вена дает две ветви, одна из которых впадает в воротную вену, другая – в венозный проток, а тот, в свою очередь, в нижнюю полую вену. Артериальная кровь из плаценты, смешавшись с кровью из нижней части тела плода, по нижней полой вене поступает в правое предсердие. Сюда же вливается кровь из верхней полой вены. Однако эти два кровяных столба почти не смешиваются друг с другом.

Кровь из нижней полой вены через овальное окно попадает в левое сердце и аорту. Кровь, бедная кислородом, из верхней полой вены проходит в правое предсердие, правый желудочек и начальную часть легочного ствола, отсюда ее большая часть через артериальный проток попадает в нисходящую аорту и примешивается к крови, поступившей из левого желудочка. Лишь небольшая часть крови поступает в легкие, оттуда – в левое предсердие, в котором она смешивается с кровью, поступившей через овальное окно.

Качество смешанной крови в аорте ниже места впадения артериального протока значительно ухудшается. Таким образом, нижняя половина тела плода получает наименее богатую кислородом кровь, а верхняя – более богатую кислородом и питательными веществами.

В момент рождения после перерезания пуповины связь плода с телом матери нарушается, и после первого вздоха легкие и их сосуды расправляются, что приводит к началу функционирования малого круга кровообращения. В левой половине сердца ребенка повышается давление, пупочные вены и артерии запустевают, овальное отверстие закрывается заслонкой, в результате чего прекращается сообщение между предсердиями. Позднее овальное отверстие, венозный и артериальные протоки полностью зарастают, и устанавливается кровообращение, свойственное организму взрослого человека.

Возрастные особенности механизмов регуляции деятельности сердца

Регуляция деятельности сердца плода осуществляется глав-

ным образом с помощью гуморальных механизмов, однако чувствительность к ацетилхолину и норадреналину низкая. Адреналин оказывает иное, чем у взрослых, – тормозное – влияние на деятельность сердца, либо вообще не оказывает никакого действия. Сердце плода также слабо реагирует на внеклеточные изменения концентрации Ca2+.

Гомеометрический механизм регуляции деятельности сердца плода уже сформирован, но его роль еще невелика. Гетерометрический механизм практически не проявляется из-за низкой растяжимости сердца плода.

Рефлекторные влияния на сердце с аортальной и синокаротидной рефлексогенной зон у плода отсутствуют, что объясняется незрелостью ЦНС и недостаточностью медиатора в симпатических и особенно в парасимпатических нервных окончаниях.

У новорожденных регуляторные механизмы все еще незрелы, но степень выраженности их влияний выше, чем у плода. Так, выявляется рефлекс Ашнера; при действии стрессоров (холод, тепло) и при плаче увеличивается ЧСС вследствие возбуждения симпатической нервной системы, которая раньше, чем парасимпатическая, реализует свои эффекты в онтогенезе. Тонус блуждающего нерва начинает формироваться в конце 1 года жизни, что связано с двигательной активностью ребенка – поток афферентных импульсов от проприорецепторов и от всех экстерорецепторов ускоряет созревание ЦНС и нервных регуляторных механизмов. Развитию тонуса блуждающего нерва способствуют импульсы, поступающие в ЦНС от хемо- и прессорорецепторов главных сосудистых рефлексогенных зон (аортальной и синокаротидной), эти влияния усиливаются в возрасте 7–8 месяцев.

С увеличением тонуса блуждающего нерва уменьшается ЧСС, в начале 2 года жизни возникает дыхательная аритмия, что свидетельствует о появлении тонуса блуждающего нерва. В возрасте 3–4 лет этот тонус уже сформирован. Со 2-го года жизни лучше проявляется закон Старлинга вследствие увеличения растяжимости сердца. В период полового созревания появляется некоторая нестабильность рефлекторных реакций.

Урежение пульса и возникновение дыхательной аритмии являются внешними маркерами созревания регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы. Их можно констатировать уже с начала второго года жизни, но особенно ярко они проявляются у старших детей и подростков, занимающихся спортом. У детей с достаточной двигательной нагрузкой частота пульса несколько меньшая, чем у их сверстников с гиподинамией.

В период «преподросткового напряжения регуляции» у детей 9–11-летнего возраста вследствие диссоциации между объемом сосудистого русла и циркулирующей массой крови возникает своеобраз-

ный синдром, включающий в себя тенденции к тахикардии, артериальной гипотензии и сужению характеристик вариабельности волновой структуры ритма сердца. Симптомокомплекс дополняется наличием общих жалоб, невротизацией и патологией желудочно-кишечного тракта.

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

ЗАНЯТИЕ № 1
Внешнее дыхание и методы его исследования

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Сформировать представление о процессах внешнего и внутреннего дыхания.
2. Научиться основным методам исследования внешнего дыхания.

Вопросы для самоподготовки

1. Значение дыхания для организма. Основные этапы дыхания. Механизм внешнего дыхания.
2. Биомеханика вдоха, выдоха и его особенности.
3. Давление в плевральной полости: его происхождение, роль в механизме внешнего дыхания и его изменение в разные фазы дыхательного цикла. Пневмоторакс.
4. Объемы и емкости легких.
5. Методы исследования функции внешнего дыхания: спирометрия, спирография, пневмотахометрия.
6. Газовый состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха.
7. Физиология дыхательных путей. Регуляция их просвета.
8. Транспорт газов кровью. Парциальное давление и напряжение газов. Механизм газообмена.
9. Транспорт кислорода кровью. Кривая диссоциации оксигемоглобина и влияние на нее различных факторов.
10. Механизм связывания углекислого газа и его транспорт кровью.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Внешнее дыхание», «Дыхание, практические навыки».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Измерение окружности грудной клетки на вдохе и выдохе

Необходимо: испытуемый, измерительная сантиметровая лента.

Учебно-исследовательская цель работы: сравнить значения окружности грудной клетки на вдохе и выдохе.

Ход работы

1. Зафиксировать с помощью сантиметровой ленты окружности грудной клетки на вдохе и выдохе.

2. Записать результаты измерений на вдохе и на выдохе.
3. Дать объяснение, почему окружность грудной клетки зависит от характера движения ребер и грудины во время вдоха и выдоха.

РАБОТА № 2
Спирометрия

Необходимо: испытуемый, водный (волюметрический) или воздушный (сухой) спирометр, мундштук, спирт, вата.

Учебно-исследовательская цель работы: определить жизненную емкость легких и легочные объемы.

Ход работы

1. Привести воздушный спирометр в нулевое положение.
2. Протереть мундштук спирометра ваткой со спиртом.
3. Определение жизненной емкости легких (ЖЕЛ). Для этого испытуемый после нескольких спокойных дыхательных движений делает максимальный вдох, после чего сразу же производит максимальный выдох в спирометр через мундштук. Нос во время выдоха должен быть зажат, выдох производится медленно, без рывков. Вращение крыльчатки сухого спирометра под действием воздушной струи передается стрелке на шкале. По положению стрелки на шкале определить объем выдыхаемого воздуха в литрах. Нормальное значение ЖЕЛ – 3000-4500 мл.
4. Определение дыхательного объема (ДО). Поставить спирометр в нулевое положение. Испытуемый берет мундштук в рот и, дыша спокойно, делает вдох через нос, а выдох через рот в спирометр. После 5–6 дыхательных движений сделать отсчет по шкале объема выдохнутого воздуха и разделить его на количество дыхательных движений. Нормальное значение ДО – 300-500 мл.
5. Определение резервного объема выдоха (РОвыд). Поставить спирометр в нулевое положение. Испытуемый после спокойного выдоха берет в рот мундштук и, закрыв нос, делает максимальный выдох в спирометр. По шкале определяют объем резервного воздуха. Нормальное значение РОвыд – 1000-1500 мл.
6. Определение резервного объема вдоха (РОвд). Для этого вынуть пробку из крышки спирометра, заполнить воздухом до отметки 4500 мл, закрыть отверстие пробкой. Испытуемый после спокойного вдоха берет в рот мундштук и делает глубокий вдох из спирометра. Отметка на шкале указывает объем дополнительного воздуха. Рассчитать резервный объем вдоха по формуле:

$$РОвд = ЖЕЛ - (РОвыд + ДО).$$

Нормальное значение РОвд – 1500-2500 мл.
7. С помощью воздушного спирометра этот показатель определить нельзя, поэтому он рассчитывается косвенно, например:
РОвд = 4500 мл - (1500 мл + 500 мл).

8. Определение минутного объема дыхания (МОД). Рассчитать по формуле:

МОД = ДО - ЧД,

где ЧД – частота дыхательных движений в минуту. Кроме того, МОД можно рассчитать по формуле:

$$МОД = \frac{должный\ (стандартный)\ основной\ обмен\ (ккал/сут)}{7{,}07 \times 40}$$

9. Расчет объема альвеолярной вентиляции и объема мертвого пространства. Часть МОД, достигающая альвеол, называется альвеолярной вентиляцией V, остальная часть составляет вентиляцию мертвого пространства Vm. Таким образом, МОД = V + Vm. Дыхательный объем примерно на 70% состоит из альвеолярного объема и на 30% из объема мертвого пространства. Следовательно, если ДО = 500 мл, то альвеолярный объем равен 350 мл, а объем мертвого пространства – 150 мл. Зная количество дыхательных движений в одну минуту, можно легко рассчитать показатель альвеолярной вентиляции и мертвого пространства.

10. Уравнениями можно воспользоваться, чтобы получить величины должной жизненной емкости легких (ДЖЕЛ) для мужчин или женщин, соответствующие росту и возрасту. Сравнить с измеренной ЖЕЛ.

Уравнения для вычисления ДЖЕЛ (формулы Болдуина):

для мужчин: ДЖЕЛ = Н × (27,63 - 0,112А),

для женщин: ДЖЕЛ = Н × (21,78 - 0,101А),

где Н – рост, см; А – возраст, годы.

11. ДЖЕЛ можно определить по номограмме (рис. 39).

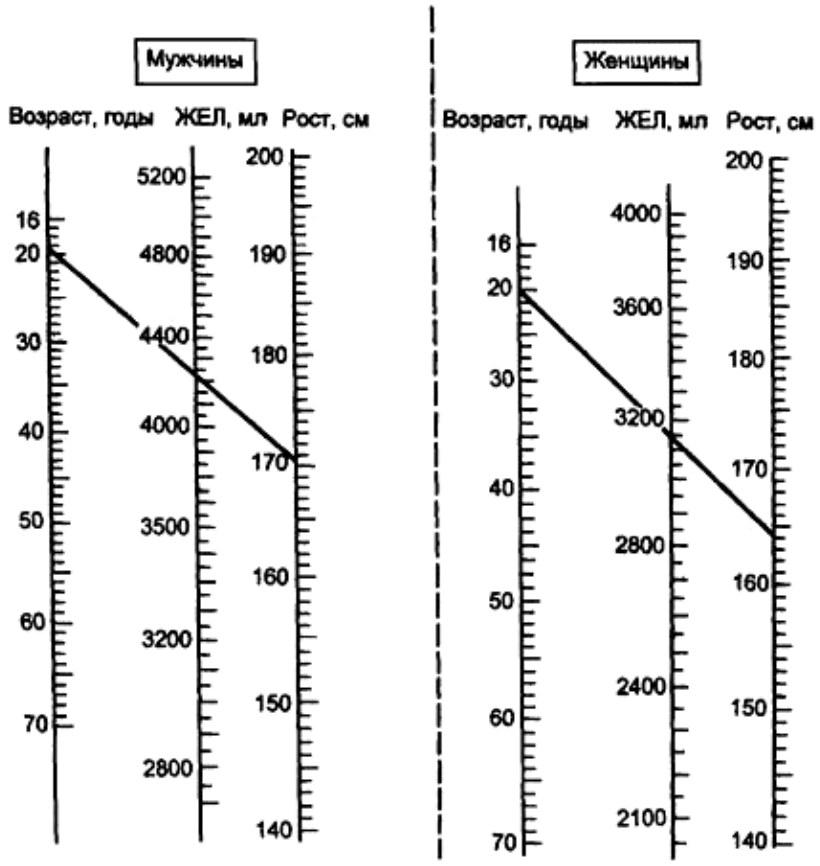

Рис. 39. *Номограмма для определения должных величин жизненной емкости легких*

Жизненная емкость зависит и от других факторов, помимо возраста и роста. Вследствие значительных индивидуальных отличий, воздействия внутренних и внешних факторов (температура среды, барометрическое давление, эмоциональный тонус и др.) для большинства показателей вентиляции легких патологическими обычно считают лишь отклонения, превышающие 15–20% от должных.

12. Измеренную ЖЕЛ сравнивают с ДЖЕЛ. При этом ДО должен составлять 15% от ЖЕЛ; РОвд и РОвыд – от 42 до 43% от ЖЕЛ; функциональная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ) – 80–100% от ЖЕЛ; величина резервов дыхания – не менее 60–65% от ЖЕЛ; ЧД в покое – 8–16 раз в минуту.

При анализе выделяют следующие основные нарушения функции внешнего дыхания:

- Обструктивные, связанные с затруднением прохождения воздуха по дыхательным путям, главным образом по бронхам. При обструктивных процессах снижаются максимальная вентиляция легких (МВЛ), ФЖЕЛ и незначительно уменьшается ЖЕЛ.
- Рестриктивные, связанные с наличием препятствия, которое затрудняет расширение и спадание легких (пневмосклероз, спайки плевры, окостенение ребер и т. п.). При рестриктивных процессах снижаются ЖЕЛ и МВЛ, в то же время ФЖЕЛ и показатели пневмо-

тахометрии не изменены.

- Смешанные.

РАБОТА № 3
Спирография

Необходимо: испытуемый, спирограф микропроцессорный портативный, мундштук, спирт, вата.

Учебно-исследовательская цель работы: провести и оценить функциональное исследование механических свойств аппарата вентиляции легких человека.

Ход работы

Изучить устройство спирографа, методики обследования и подготовить прибор к работе в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Спирограф дает возможность качественно и количественно исследовать функциональное состояние механического аппарата вентиляции легких, позволяет выявить нарушения и оценить их выраженность. Спирограф отображает на экране и печатает на принтере значения измеряемых показателей вентиляции легких. При проведении исследования необходимо учитывать расположение обследуемого. Оно должно быть таким, чтобы его дыхание не происходило в направлении проводящего обследование. Для предотвращения передачи инфекции мундштуки должны заменяться или дезинфицироваться после каждого пациента.

Калибровку спирографа требуется проводить ежедневно непосредственно перед началом измерений, а если время работы превышает 4 ч, то ее необходимо повторить. До проведения какого-либо теста обследуемый не должен держать мундштук во рту, так как в этот момент датчик спирографа калибруется на нулевой поток. После появления на экране спирографа графика для проведения теста обследуемому предлагается надеть на нос зажим, взять в рот мундштук датчика спирографа. Мундштук следует брать таким образом, чтобы плоская его часть была целиком во рту обследуемого и конец мундштука заходил за зубы. То есть зубы не должны мешать прохождению воздуха в датчик спирографа. Обследуемому следует объяснить, что при дыхании наклонять датчик спирографа вниз не следует. Лучше держать его горизонтально или даже немного вверх, чтобы уменьшить вероятность попадания слюны обследуемого в датчик спирографа при дыхании. По окончании каждого теста, обследуемый должен положить датчик спирографа на стол, снять с носа зажим и отдохнуть.

Тест «Минутный объем дыхания». В этом тесте обследуемый спокойно дышит в датчик спирографа в течение заданного времени. При этом на экране спирографа отображается график процесса дыхания. Длительность этого теста может быть выбрана

15, 30 или 60 с.

Отсчет времени теста начинается автоматически с момента начала дыхания в датчик спирографа. Процесс дыхания отображается на экране спирографа в виде графика спирограммы. Дыхание должно быть спокойным, так чтобы график дыхания не выходил за пределы экрана спирографа. Тест можно повторить. При выполнении данного теста определяются три параметра:

- ДО – средний объем воздуха, проходящий через легкие за один цикл вдоха-выдоха;
- средняя ЧД, дых/мин;
- МОД = ДО × ЧД.

В этом тесте частота дыхания приводится к минуте, независимо от того, какая длительность теста была выбрана. Например, если была выбрана длительность теста 30 с и пациент сделал семь дыхательных циклов, то ЧД будет равна 14 дых/мин. Возможны проведение нескольких попыток теста, просмотр на экране спирографа результатов всех попыток и выбор одной из них для вывода на печать или записи данных спирографа в студенческую тетрадь для протоколов.

Тест «Жизненная емкость легких». Жизненная емкость легких может быть измерена как на вдохе (ЖЕЛвд), так и на выдохе (ЖЕЛвыд) в зависимости от дыхательных движений обследуемого.

При проведении данного теста обследуемый сначала выполняет 2–3 цикла вдоха-выдоха. Затем с уровня спокойного дыхания совершает полный вдох, затем полный выдох и переходит к спокойному дыханию (в этом случае будет измерена ЖЕЛвыд). Возможен другой вариант: с уровня спокойного дыхания обследуемый совершает полный выдох, затем полный вдох и переходит к спокойному дыханию (в этом случае будет измерена ЖЕЛвд).

В любом случае спирограф выбирает дыхательное движение с максимальной амплитудой, и по нему определяются ЖЕЛ и другие параметры, независимо от того, был это вдох или выдох. При этом на экране спирографа будет отображаться график дыхания. При вдохе кривая на экране идет вверх, а при выдохе – вниз. На проведение теста отводятся 30 с. По истечении этого времени тест будет завершен.

По окончании теста через несколько секунд в правом нижнем углу экрана спирографа появятся результаты теста измерения ЖЕЛ. В левой верхней части экрана выводится значение ДЖЕЛ для данного обследуемого, если были введены его данные о возрасте, росте, и указан пол. При проведении данного теста определяются пять параметров:

- ЖЕЛ – разница между объемами воздуха в легких при полном вдохе и полном выдохе, л;
- РОвд – максимальный объем, который можно дополнительно

вдохнуть после спокойного вдоха;

- РОвыд – максимальный объем, который можно дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха;
- ДО – средний объем, который выдыхается и вдыхается при спокойном дыхании;
- емкость вдоха (Евд) – сумма ДО и Ровд.

Возможны проведение нескольких попыток теста ЖЕЛ, просмотр на экране спирографа результатов всех попыток и выбор одной из них для вывода на печать или для записи в студенческую тетрадь для протоколов. Способ определения параметров при выполнении теста ЖЕЛ поясняется на графике (рис. 40).

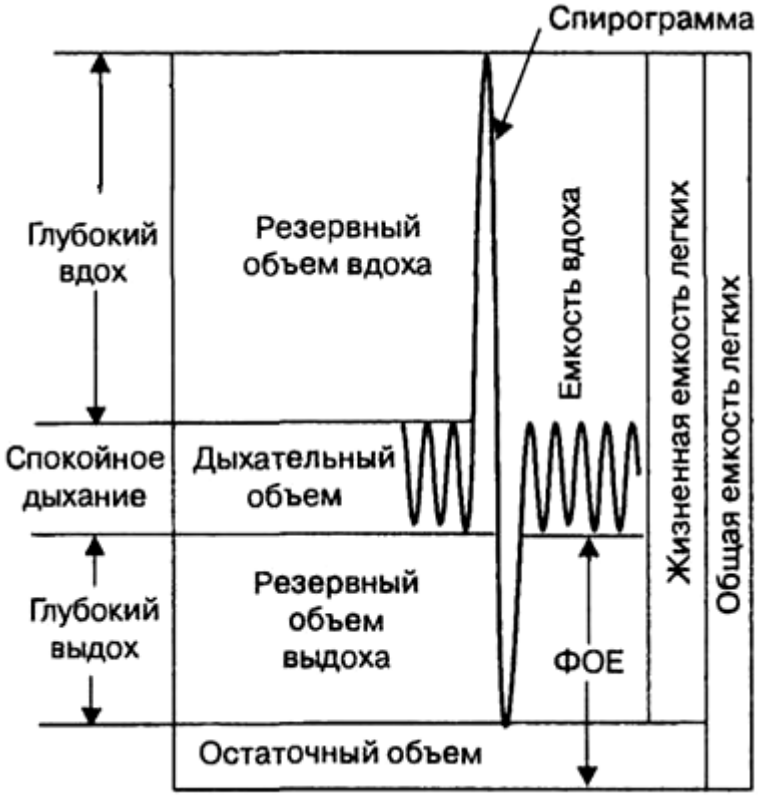

Рис.40. *Спирограмма*

Тест «Форсированная жизненная емкость легких». В этом тесте измеряют параметры форсированного выдоха обследуемого.

При проведении данного теста обследуемый сначала должен последовательно выполнить следующие дыхательные движения: 2–3 цикла спокойного вдоха-выдоха → полный глубокий вдох → сразу после завершения полного вдоха полный форсированный выдох (глубокий выдох с максимальным ускорением, которое должно быть достигнуто с самого начала глубокого вдоха и поддерживаться на всем его протяжении) → возврат к спокойному дыханию.

Между окончанием глубокого вдоха и началом форсированного выдоха не должно быть пауз и небольших вдохов и выдохов, которые могут привести к неправильному определению спирографом момента начала форсированного выдоха.

При выполнении форсированного выдоха определяются 15 параметров:

- ФЖЕЛ – разница между объемами воздуха в легких в точках начала и конца маневра форсированного выдоха, л;
- ОФВ1 – объем форсированного выдоха за первую секунду, л;
- РОФвыд – максимальный объем, который можно дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха;
- РОФвд – максимальный объем, который можно дополнительно вдохнуть после спокойного вдоха;
- ОФВ0,5 – объем форсированного выдоха за первые 0,5 с, л;
- ОФВ1/ЖЕЛ – индекс Тиффно, имеющий диагностическое значение, %;
- ПОС – пиковая объемная скорость (максимальная скорость потока, достигаемая в процессе форсированного выдоха), л/с;
- МОС25 – мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25% ФЖЕЛ, л/с;
- МОС50 – мгновенная объемная скорость в момент выдоха 50% ФЖЕЛ, л/с;
- МОС75 – мгновенная объемная скорость в момент выдоха 75% ФЖЕЛ, л/с;
- СОС25-75 – средняя объемная скорость выдоха, определяемая в процессе выдоха от 25 до 75% ФЖЕЛ, л/с;
- ОФВ ПОС – объем форсированного выдоха до достижения ПОС, л;
- ОФВ ПОС/ФЖЕЛ – отношение ОФВ ПОС к ФЖЕЛ;
- ТПОС – время достижения пиковой объемной скорости, с;
- ТФЖЕЛ – время форсированного выдоха, с.

Для расчета индекса Тиффно используется значение ЖЕЛ, измеренное при выполнении предыдущего теста.

По окончании теста на экране спирографа будет отображаться график дыхания обследуемого. При вдохе обследуемого кривая на экране идет вверх, а при выдохе – вниз. На проведение теста отводятся 30 с. По истечении этого времени тест будет завершен. При завершении теста через несколько секунд на экране спирографа появятся результаты и график «поток-объем». В левой нижней части экрана выводятся должные значения ФЖЕЛ и ПОС для данного обследуемого, если были введены его личные параметры.

После окончания форсированного выдоха обследуемый должен положить датчик спирографа на стол, снять с носа зажим и отдохнуть. Все измеренные величины по 15 параметрам, а также должные значения этих параметров, вычисленные по введенным данным обследуемого, и оценка степени отклонения от нормы выводятся на принтер.

Возможны следующие оценки степени отклонения от нормы:

«Больше нормы», «Норма», «Условная норма», «Очень легкое снижение», «Легкое снижение», «Умеренное снижение», «Значительное снижение», «Весьма значительное снижение», «Резкое снижение», «Крайне резкое снижение».

Также по результатам форсированного выдоха спирограф выводит на принтер два графика форсированного выдоха: «поток-объем» (зависимость скорости форсированного выдоха от объема выдоха), «поток-время» (зависимость скорости форсированного выдоха от времени) или «объем-время» (зависимость объема форсированного выдоха от времени). Последние могут быть напечатаны на выбор (задается в пункте меню «Настройки»).

Возможны проведение нескольких попыток теста «ФЖЕЛ», просмотр на экране спирографа результатов всех попыток и выбор одной из них для вывода на печать или для записи данных спирографа в студенческую тетрадь для протоколов.

ФЖЕЛ составляет 80–100% от ЖЕЛ, величина резервов дыхания должна быть не менее 60–65% от ЖЕЛ. Резервы дыхания можно оценить при помощи коэффициента резервов (КР):

$$КР = \frac{МВЛ}{МОД}$$

Тест «Максимальная вентиляция легких». В этом тесте обследуемому предлагается выполнить в течение 15 с дыхательные циклы с максимальной амплитудой вдоха и выдоха, максимальной частотой. При этом на экране спирографа отображается график процесса дыхания. После появления этого графика обследуемому предлагается надеть на нос зажим, взять мундштук датчика спирографа и провести 15-секундную серию вдохов-выдохов с максимально возможной глубиной и частотой.

При выполнении данного теста определяются три параметра:

- ДОмвл – максимальный объем воздуха, проходящий через легкие за один цикл вдоха и выдоха;
- ЧДмвл – максимальная частота дыхания;
- МВЛ = ДОмвл × ЧДмвл.

Внимание! Следите за состоянием обследуемого, после этого теста возможно головокружение. Повторение теста не предусмотрено.

РАБОТА № 4
Расчет коэффициента вентиляции легких

Необходимо: результаты определения легочных объемов.

Учебно-исследовательская цель работы: рассчитать коэффициент легочной вентиляции, определить его зависимость от глубины дыхания.

Ход работы

Коэффициент вентиляции легких (КВ) показывает, какая часть

альвеолярного воздуха (сумма резервного и остаточного) заменяется во время одного дыхательного цикла. Рассчитать КВ по формуле:

$$КВ = \frac{дыхательный\ объем - объем\ мертвого\ пространства}{остаточный\ объем + резервный\ объем\ вдоха}$$

Принимая объем мертвого пространства равным 150 мл, а величину остаточного объема – 1200 мл, рассчитать КВ спокойного дыхания.

РАБОТА № 5
Количественная оценка мощности вдоха с помощью пневмотахометрии

Необходимо: испытуемый, пневмотахометр, спирт, вата.

Учебно-исследовательская цель работы: изучить метод, с помощью которого можно измерить максимальные объемные скорости воздушного потока при форсированном вдохе.

Ход работы

Пневмотахометр представляет собой дифференциальный пневматический манометр. Он состоит из датчика и измерительного блока. Датчик-трубка диаметром 32 мм с диафрагмой 10 или 20 мм. Исследуемый дышит через эту трубку, в которой поток воздуха встречает небольшое сопротивление. Чем мощнее поток воздуха при форсированном дыхании, тем больше разность давления в начале и конце трубки. Эта разность измеряется с помощью дифференциального манометра. Две шкалы манометра служат для определения мощности вдоха или выдоха. Показания снимают по внутренней шкале, если исследование проводится с диафрагмой 20 мм, и по внешней, если с диафрагмой 10 мм. В норме мощность вдоха несколько меньше, чем выдоха. Обе величины составляют в среднем примерно 3,5–4,5 л/с. Функциональное состояние бронхов, наружных и внутренних межреберных мышц оказывает существенное влияние на результаты исследования.

1. Изучить устройство пневмотахометра и подготовить его к работе.
2. После этого датчик пневмотахометра соединить резиновыми трубками с измерительным блоком.
3. Исследование выполняется в положении стоя. Для того чтобы измерить мощность вдоха, нужно поставить переключатель пневмотахометра в положение «Вдох». Испытуемый после максимального выдоха делает форсированный вдох через датчик пневмотахометра. Исследование проводится 3–5 раз. Мощность вдоха определяется по средним показателям пневмотахометра. В отчете необходимо дать оценку полученным результатам и сравнить данные пневмотахометрии с должной максимальной объемной скоростью потока воздуха при вдохе, вычисленной по формулам:

(5,14 × рост, метры) - 4,29 (для мужчин);

(5,27 × рост, метры) - 4,66 (для женщин).

Абсолютная величина максимальной объемной скорости потока воздуха при вдохе определяется в процентах к должной величине (норма отклонения ± 20%).

РАБОТА № 6
Количественная оценка максимальной объемной скорости потока воздуха (МОСП) при выдохе

Необходимо: испытуемый, пневмотахометр, спирт, вата.

Учебно-исследовательская цель работы: оценить величину отклонения объемной скорости форсированного выдоха от должных показателей.

Ход работы

1. Следует поставить переключатель пневмотахометра в положение «Выдох».
2. Испытуемый в положении стоя после максимально глубокого вдоха с силой выдыхает в прибор. Выдох должен быть коротким и резким.
3. Произвести пять измерений, из которых выбрать три наибольших значения. Рассчитать среднюю величину.
4. Вычислить должную максимальную объемную скорость потока воздуха при выдохе по формулам:

(2,93 - (0,007 × возраст, годы)) × рост, метры (для мужчин);

(3,95 - (0,015 × возраст, годы)) × рост, метры (для женщин).

Абсолютная величина максимальной объемной скорости потока воздуха при выдохе определяется в процентах к должной величине (норма отклонения ± 20%). Уменьшение максимального потока воздуха может быть следствием как обструктивных нарушений проводимости дыхательных путей, так и видоизменений эластичности легочной ткани или мышечной системы дыхания.

РАБОТА № 7
Расчетный метод определения сопротивления дыхательных путей при выдохе

Необходимо: результаты определения величины максимального потока воздуха при выдохе.

Учебно-исследовательская цель работы: оценить уровень расхождения величин сопротивления дыхательных путей, полученных различными способами расчета.

Ход работы

1. Сопротивление дыхательных путей при выдохе оценить по формуле:

$$СДП = \frac{Д}{МОСП},$$

где СДП – сопротивление дыхательных путей; Д – разность между альвеолярным и атмосферным давлением во время максимального выдоха (Д = 8,16 см вод. ст.); МОСП – максимальная объемная скорость воздушного потока при выдохе, определенная в предыдущей работе.

2. Для сравнения полученных результатов с нормой нужно произвести расчет должной величины сопротивления дыхательных путей, используя вычисленную по формуле в предыдущей работе должную максимальную объемную скорость потока воздуха при выдохе. Реальная величина сопротивления дыхательных путей при выдохе определяется в процентах к должной величине (норма отклонения ± 20%).

РАБОТА № 8
Виртуальный физиологический эксперимент. Физиология дыхательной системы

Необходимо: персональный компьютер, программа LuPraFi-Sim (раздел «Физиология дыхательной системы»).

Учебно-исследовательская цель работы: изучить влияние радиуса просвета дыхательных путей, давления в плевральной полости и сурфактанта на вентиляцию легких.

Ход работы

1. Механизмы дыхания. Объемы и емкости легких. Влияние радиуса просвета дыхательных путей на легочную вентиляцию.
2. Влияние давления в плевральной полости на вентиляцию легких.
3. Влияние сурфактанта на вентиляцию легких.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные этапы и виды внешнего дыхания.
2. В результате каких процессов осуществляется вентиляция легких?
3. Из каких фаз складывается дыхательный цикл?
4. За счет сокращения каких дыхательных мышц происходит увеличение объема грудной клетки при спокойном дыхании?
5. Какие мышцы являются вспомогательными дыхательными мышцами, принимающими участие при глубоком вдохе?
6. Какой выдох является активным?
7. Какие мышцы сокращаются при глубоком выдохе?
8. Как называется серозная оболочка, покрывающая легкие и стенки грудной клетки?
9. Чем обусловлено отрицательное давление во внутриплевральной щели?
10. Какими основными факторами обусловлена эластическая тяга легких?

11. Какое влияние оказывает сурфактант на поверхностное натяжение?
12. Последовательность процессов, обеспечивающих вдох.
13. Каковы средние величины внутриплеврального давления при спокойном вдохе, при глубоком вдохе, при глубоком выдохе.
14. Приборы для определения объемов и емкостей легких.
15. Объемы и емкости легких.
16. Из каких объемов складывается ЖЕЛ?
17. Из каких объемов складывается функциональная остаточная емкость легких?
18. Из каких объемов складывается емкость вдоха?
19. Как определяется ДЖЕЛ?
20. Какая доля отклонения ЖЕЛ от ДЖЕЛ допускается по норме?
21. Индекс Тиффно, чему он равен в норме?
22. Функции воздухоносных путей.
23. При раздражении рецепторов каких отделов воздухоносных путей происходит чихание?
24. Что способствует сокращению мышц бронхов?
25. Что способствует расслаблению мышц бронхов?
26. Какие рецепторы преобладают в мышцах бронхов?
27. От чего зависит вентиляция легких?
28. Состав альвеолярного и выдыхаемого воздуха.
29. В результате чего осуществляется газообмен в легких?
30. В результате чего происходит диффузия кислорода и углекислого газа в легких?
31. В каком состоянии находятся кислород и углекислый газ в крови?
32. От каких факторов зависит количество газа, растворенного в жидкости?
33. Как называется давление одного газа в смеси газов?
34. От чего зависит парциальное давление газа?
35. Каковы парциальное давление и напряжение кислорода и углекислого газа в легких?
36. Какой вид имеет кривая диссоциации оксигемоглобина в крови?
37. Что происходит с оксигемоглобином при повышении температуры?
38. Как транспортируется кислород от легких к тканям?
39. Какова доля физического растворения кислорода в артериальной крови?
40. В каком виде транспортируется углекислый газ от тканей к легким?
41. Переносчиком каких газов крови является гемоглобин?
42. В каком состоянии транспортируется углекислый газ кровью?
43. В виде каких соединений транспортируется углекислый газ от тканей к легким?
44. Где образуются бикарбонаты калия и натрия?
45. Что происходит с оксигемоглобином при сдвиге pH в кислую сторону?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. БОЛЬШАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ КИСЛОРОДА В ВЫДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ ПО СРАВНЕНИЮ С АЛЬВЕОЛЯРНЫМ ОБЪЯСНЯЕТСЯ
    1) увеличением резервного объема воздуха
    2) наличием мертвого пространства
    3) увеличением ЖЕЛ
    4) поглощением азота
2. УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЕМА ГРУДНОЙ ПОЛОСТИ ПРИ СПОКОЙНОМ ДЫХАНИИ ПРОИСХОДИТ ЗА СЧЕТ
    1) наружных межреберных, межхрящевых мышц и диафрагмы
    2) внутренних межреберных мышц и диафрагмы
    3) наружных межхрящевых мышц и мышц брюшной стенки
3. ПРИ СПОКОЙНОМ ДЫХАНИИ ВЫДОХ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ
    1) активно
    2) пассивно
4. ПРИ ПОВЫШЕННОМ СОДЕРЖАНИИ CO_2 ВО ВДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ НАБЛЮДАЕТСЯ
    1) апноэ
    2) гиперпноэ
    3) эйпноэ
    4) асфиксия
5. У ПЛОДА В ПРЕНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ НАСЫЩЕНИЕ КРОВИ КИСЛОРОДОМ ПОВЫШЕНО ЗА СЧЕТ
    1) повышенного метаболизма
    2) изменения pH
    3) повышения температуры крови матери
    4) повышения сродства Hb к O2

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. У двух спортсменов после бега на 1000 м провели исследование внешнего дыхания с помощью спирометрии. Минутный объем дыхания (МОД) у обоих спортсменов составил 60 л/мин. Частота дыхания (ЧД) у спортсмена № 1 составила 30 в 1 мин, а у спортсмена № 2 - 40 в 1 мин.

Определить, какой спортсмен является более тренированным с учетом полученных результатов? Ответ обоснуйте, исходя из механизмов эффективности внешнего дыхания.

Задача № 2. Методом спирометрии были обследованы 2 практически здоровых мужчины в возрасте 25 лет, одинакового роста и

веса. У обследованного № 1 величина жизненной емкости легких (ЖЕЛ) составила 4,0 л, а у обследованного № 2 – 5,0 л.

1. *Указать, у которого из обследованных растяжимость легких больше.*
2. *Дать определение ЖЕЛ.*

Задача № 3. В кардиологической практике при проведении операций на открытом сердце возникает необходимость искусственной вентиляция легких.

Обосновать необходимость этого действия.

Задача № 4. Содержание гемоглобина в крови пациента 80 г/л. Патологических изменений в легких не выявлено, однако у данного больного возникает одышка (чувство «нехватки воздуха») даже при незначительной физической нагрузке.

1. *Определить, какова кислородная емкость крови у этого больного?*
2. *Указать, будет ли изменено напряжение кислорода в артериальной крови?*
3. *Каковы Ваши предположения о механизме возникновения одышки даже при незначительной физической нагрузке?*

Задача № 4. Пациенту производится искусственная вентиляция легких с минутным объемом дыхания - 5 л/мин.

1. *Определить, в каком случае альвеолярная вентиляция легких будет больше: при вентиляции с частотой 20/мин или 10/мин?*
2. *Обосновать свой ответ расчетом.*

ЗАНЯТИЕ № 2
Регуляция дыхания.
Дыхание при различных состояниях организма

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить механизмы регуляции дыхания.
2. Сформировать представление о структуре и деятельности функциональной системы, поддерживающей постоянство газового состава организма.

Вопросы для самоподготовки

1. Рефлекторная саморегуляция дыхания: организация дыхательного центра и роль его отделов в регуляции дыхания. Автома-

тия дыхательного центра.
2. Механизм смены дыхательных фаз (роль проприо- и механорецепторов дыхательной мускулатуры, легких, бронхов, хеморецепторов рефлексогенных зон).
3. Рефлекторные влияния на бульбарный центр дыхания со стороны высших отделов мозга (гипоталамуса, коры больших полушарий; произвольная и условно-рефлекторная регуляция дыхания).
4. Гуморальный механизм регуляции дыхания (роль угольной кислоты, CO_2, O_2, pH).
5. Дыхание в условиях пониженного и повышенного барометрического давления и при изменении состава газовой смеси.
6. Дыхание в условиях мышечной работы.
7. Понятие о гипоксии. Виды гипоксий.
8. Функциональная система, поддерживающая газовый гомеостаз. Анализ ее центральных и периферических компонентов.

ДЕМОНСТРАЦИИ
Учебные видеофильмы: «Регуляция дыхания», «Транспорт газов кровью».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Рефлекторное торможение дыхания

Необходимо: испытуемый, секундомер, вата, нашатырный спирт, холодная вода.

Учебно-исследовательская цель работы: наблюдать в опытах рефлексы торможения дыхания.

Ход работы

В естественных условиях ритмическая активность дыхательного центра обеспечивается поступлением соответствующих афферентных импульсов. Экспериментальная проверка этого факта легко достигается очень наглядным опытом с раздражением волокон тройничного и языкоглоточного нервов.

1. Сосчитать у испытуемого число дыхательных движений в минуту. При вторичном подсчете на 30-й секунде поднести к носу испытуемого вату, смоченную нашатырным спиртом. Продолжая счет дыхательных движений, установить, как изменилась их частота. Объяснить, почему это произошло, зная, что соответствующий рефлекс осуществляется через тройничный нерв.
2. Попросить испытуемого взять в рот глоток воды. После этого сосчитать у него число дыхательных движений в минуту. Затем во время вторичного подсчета попросить испытуемого проглотить во-

ду, взятую в рот. Продолжать счет дыхательных движений. Если вода будет проглочена в фазу вдоха, произойдет задержка дыхания. Этот рефлекс вызывается раздражением волокон языкоглоточного нерва.

3. Сосчитать у испытуемого число дыхательных движений в минуту. Во время вторичного подсчета опустить руку испытуемого в сосуд с холодной водой и продолжать учет частоты дыхания. Зарегистрировать результаты подсчета до и после действия холодной воды.

4. Составить таблицу изменения частоты дыхательных движений под влиянием раздражений, вызывающих торможение дыхательных рефлексов (табл. 24).

Таблица 24

Показатель	Нашатырный спирт	Глотание теплой воды	Глотание холодной воды
Число дыхательных движений в минуту			

РАБОТА № 2
Зависимость частоты дыхания от возраста и физической нагрузки

Необходимо: испытуемый, секундомер (или часы с секундной стрелкой).

Учебно-исследовательская цель работы: пронаблюдать изменение частоты дыхания в зависимости от возраста и при мышечной работе.

Ход работы

1. Сосчитать у испытуемых число дыхательных движений в минуту. Частота дыхательных движений зависит от возраста. Новорожденные производят в среднем 45 дыхательных движений в минуту, дети пяти лет – 25 движений, 10 лет – 20 движений, 15 лет – 17 движений. Взрослые производят в среднем 15–18 дыхательных движений в минуту.

2. Предложить испытуемым в течение 2–3 мин сделать приседания или бег на месте. После этого подсчитывать число дыхательных движений через каждую минуту до полного восстановления дыхания до нормы. Частота дыхательных движений зависит от функционального состояния организма. При мышечной работе частота дыхательных движений повышается, вследствие чего увеличивается легочная вентиляция, повышается потребление кислорода организмом.

3. В таблице зарегистрировать каждого испытуемого с указанием его возраста. Записать частоту дыхания каждого испытуемого перед выполнением ими физической нагрузки. Установить влияние работы на частоту дыхания и сделать выводы (табл. 25).

Таблица 26

Ф.И.О.	Возраст	Число дыхательных движений в минуту в покое	Число дыхательных движений в минуту при физической нагрузке до полного успокоения дыхания

РАБОТА № 3
Функциональные дыхательные пробы

Необходимо: испытуемый, спирограф, секундомер.

Учебно-исследовательская цель работы: изучить функциональные методы исследования дыхательной системы.

Ход работы

Методы функционального исследования системы внешнего дыхания имеют большое значение в комплексном обследовании больных, страдающих заболеваниями легких и бронхов. Все эти методы не позволяют диагностировать заболевание, которое привело к дыхательной недостаточности, однако дают возможность выявить ее наличие нередко задолго до появления первых клинических симптомов, установить характер и степень выраженности этой недостаточности, проследить динамику изменений функции аппарата внешнего дыхания в процессе развития болезни и под влиянием лечения. В целях диагностики целесообразно различать три типа нарушений вентиляции – стриктивный, обструктивный и смешанный.

Рестриктивный тип нарушения вентиляции наблюдается при ограничении способности легких к растяжению и спадению: при пневмосклерозе, пневмотораксе, кифосколиозе, ограничении подвижности ребер. При этих состояниях в первую очередь наблюдается ограничение глубины максимально возможного вдоха, уменьшаются ЖЕЛ и МВЛ. Обструктивный тип характеризуется затруднением прохождения воздуха по бронхам (бронхит, накопление слизи, спазм бронхиальных мышц, сужение и сдавливание опухолью).

При спирографическом исследовании определяются выраженные снижения МВЛ и ЖЕЛ, при незначительном снижении ЖЕЛ нарушаются возможности быстрого вдоха и особенно выдоха, резкого учащения дыхания.

Пробы с задержкой дыхания. В силу доступности и простоты пробы с задержкой дыхания широко используются в клинической практике. Эти пробы применяются для оценки функционального состояния аппарата внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы и ЦНС.

Проба Штанге. На высоте глубокого (но не максимального)

вдоха испытуемый задерживает дыхание, зажав при этом нос. Время задержки измеряется секундомером. В норме время задержки – 55–60 с (минимальное время – 30–40 с).

Проба Генче. Через 5–10 мин отдыха испытуемый задерживает дыхание после глубокого или нормального выдоха. В норме время задержки дыхания на выдохе равно 30–40 с, минимальное время – 20 с.

Индекс Тиффно. Объем форсированного выдоха (ОФВ, тест Тиффно) - объем воздуха, удаляемого из легких при форсированном выдохе за одну секунду, служит хорошим показателем обструктивных нарушений, определяется следующим образом: Испытуемый делает максимально глубокий вдох и задерживает на некоторое время дыхание и после этого совершает максимально глубокий и быстрый выдох в спирограф. При этом записывают спирограмму. Обычно используют относительное значение этого объема, выраженное в % от ЖЕЛ.

Индекс Тиффно = ОФВ / ЖЕЛ × 100,

например, ОФВ = 3 л, ЖЕЛ = 4 л; 3/4 × 100 = 75%

У лиц в возрасте до 50 лет со здоровыми легкими относительный ОФВ равен 70-80% от ЖЕЛ. С возрастом он снижается до 65-70%. При обструктивных нарушениях выдох удлиняется, а ОФВ снижается.

РАБОТА № 4
Виртуальный физиологический эксперимент. Физиология дыхания

Необходимо: персональный компьютер, программа PhysioEx 6.0 for Human Physiology, методические указания по теме «Физиология дыхания».

Учебно-исследовательская цель работы: изучить влияние различных физиологических и патологических факторов на дыхательные объемы.

Ход работы

1. Пробная серия.
2. Измерение дыхательных объемов в норме.
3. Эффект ограниченного воздушного потока на дыхательные объемы.
4. Эффект сурфактанта на дыхательные объемы.
5. Эффект пункции грудной клетки.
6. Вариации в дыхании.
7. Возвратное дыхание.
8. Задержка дыхания.

РАБОТА № 5
Расчет кислородной емкости крови

Необходимо: результаты определения количества гемоглобина в крови.

Учебно-исследовательская цель работы: вычислить кислородную емкость крови.

Ход работы

Возможность крови как переносчика O_2 характеризуется величиной ее кислородной емкости. Кислородная емкость крови – это максимальное количество кислорода, которое может содержаться в 100 мл крови при полном переходе гемоглобина в оксигемоглобин, то есть при полном насыщении его кислородом. Транспорт O_2 кровью зависит от кислородной емкости крови (КЕК). КЕК выражается в миллилитрах (мл) или в объемных процентах (% об.), зависит от концентрации в крови гемоглобина.

Каждая молекула Hb может присоединить четыре молекулы O_2, в пересчете получается, что 1 г Hb связывает 1,34 мл O2 (константа Гюфнера). Зная количество гемоглобина в крови, можно определить кислородную емкость крови:

$$КЕК = Hb \times 1{,}34$$

Пример. Если в 100 мл крови содержится 15 г гемоглобина, то кислорода – 15 × 1,34 = 20 мл (20% об.).

Определение КЕК важно для характеристики дыхательной функции крови. Средняя КЕК у здорового человека – около 1820 мл. Кислородная емкость крови у мужчин в покое в среднем равна 19–20 мл, у женщин – 17–19 мл. При интенсивной физической работе КЕК может возрастать до 21–22 мл и более.

РАБОТА № 6
Расчет коэффициента использования кислорода тканями организма

Необходимы: результаты одновременного определения концентрации кислорода в артериальной и венозной крови обследуемого.

Учебно-исследовательская цель работы: ознакомление со способом вычисления коэффициента использования кислорода тканями организма.

Ход работы

Для вычисления количества потребленного кислорода тканями организма требуется одновременное определение величины насыщения кислородом артериальной и смешанной венозной крови. Коэффициент использования (утилизации) кислорода (КиO_2) – это отношение доли кислорода (%), используемой тканями (разности кон-

центрации кислорода в артериальной и венозной крови), к общему содержанию его в артериальной крови, представлен формулой:

$$КиО_2 = \frac{100 \times (C_{арт}O_2 - C_{вен}O_2)}{C_{арт}O_2},$$

где $С_{арт}О_2$ – концентрация кислорода в артериальной крови, $С_{вен}О_2$ – концентрация кислорода в венозной крови.

Пример. При обычных состояниях $С_{арт}О_2$ = 20%, $С_{вен}О_2$ = 12%. Подставляя эти значения в формулу, получаем $КиО_2$ = 40%, то есть тканями здорового человека поглощается от 30–40% доставляемого им кислорода. При тяжелой мышечной работе $КиО_2$ способен повышаться до 60–80%. Оценка $КиО_2$ дает возможность произвести своевременную коррекцию параметров кислородного статуса организма. При недостаточности кровообращения наблюдается усиление потребления тканями кислорода, что проявляется в увеличении по сравнению с нормой артерио-венозной разницы насыщения крови кислородом.

Вопросы для самоконтроля

1. Дыхательный центр.
2. В каких отделах ЦНС имеет представительство дыхательный центр?
3. В каком отделе ЦНС расположен основной центр дыхания, какими нейронами он представлен?
4. Какова роль промежуточного мозга и коры больших полушарий в регуляции дыхания?
5. Что происходит при раздражении инспираторного отдела дыхательного центра, какие нейроны дыхательного центра при этом возбуждаются?
6. Что происходит при раздражении экспираторного отдела дыхательного центра, какие нейроны при этом тормозятся?
7. Что понимается под автоматией дыхательного центра, кем она была доказана?
8. Что представляет собой и что доказывает опыт Фредерика с перекрестным кровообращением?
9. В каком отделе ЦНС находятся мотонейроны, аксоны которых иннервируют межреберные мышцы?
10. В каком отделе ЦНС находятся мотонейроны, аксоны которых иннервируют диафрагму?
11. Куда посылает свои импульсы центр вдоха продолговатого мозга?
12. Как можно доказать роль коры больших полушарий в регуляции дыхания?
13. Каковы механизмы регуляции дыхания?
14. Основные гуморальные регуляторы дыхания.
15. Где расположены центральные и периферические сосудистые хеморецепторы?

16. Что такое гипоксия, гипероксия, гипокапния, гиперкапния?
17. Как гипоксия и гипероксия влияют на каротидные и аортальные хеморецепторы?
18. Как влияют гипо- и гиперкапния на хеморецепторы сосудистых рефлексогенных зон?
19. Почему нельзя дышать чистым кислородом?
20. Одинакова ли чувствительность дыхательного центра к угольной кислоте и другим кислотам?
21. Рефлекторная дуга рефлекса Геринга-Брейера.
22. Где расположены ирритантные рецепторы, какова их роль?
23. Где расположены J-рецепторы, что является их основным раздражителем?
24. В составе какого нерва проходят афферентные волокна, несущие импульсы от механорецепторов легких в дыхательный центр?
25. Что такое высотная болезнь? При каких условиях она возникает?
26. Кессонная болезнь. При каких условиях возникает кессонная болезнь? Лечение кессонной болезни.
27. Какими факторами обусловлена адаптация к кислородному голоданию в условиях высокогорья?
28. Виды гипоксии.
29. Что такое мышечная гипоксия, при каких условиях она возникает?
30. Какой вид гипоксии возникает при высотной болезни?
31. Механизм вентиляции легких при мышечной работе.
32. Механизм дыхания при повышении температуры тела.
33. Функциональная система, поддерживающая гомеостаз газового состава крови.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ВНЕЗАПНОЕ ПОВЫШЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ
   1) вызовет прекращение дыхания
   2) приведет к снижению частоты дыхания
   3) вызовет учащение дыхания
   4) не повлияет на дыхание
2. ВЕДУЩИЙ ОТДЕЛ ДЫХАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ЛОКАЛИЗОВАН В
   1) варолиевом мосте
   2) продолговатом мозге
   3) таламусе
   4) гипоталамусе
3. ДЫХАНИЕ ОТЧАСТИ ПОДДАЕТСЯ ПРОИЗВОЛЬНОМУ КОНТРОЛЮ. СТИМУЛОМ, ОГРАНИЧИВАЮЩИМ ПРОИЗВОЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ, ЯВЛЯЕТСЯ
   1) уровень O_2 крови

2) стимуляция блуждающего нерва
3) уровень CO_2 крови
4) растяжение диафрагмы

4. РЕФЛЕКСЫ ГЕРИНГА-БРЕЙЕРА ВЫЗЫВАЮТСЯ СТИМУЛЯЦИЕЙ
1) механорецепторов легких
2) аортальных хеморецепторов
3) каротидных хеморецепторов
4) центральных хеморецепторов

5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ У ДЕТЕЙ ЗАВИСИТ ОТ
1) степени выраженности гипоксии
2) глубины дыхания
3) частоты дыхания
4) глубины и частоты дыхания

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. У пловца после двухминутного плавания под водой произошло увеличение частоты и глубины дыхания.

1. *Определить, как изменится минутный объем дыхания (МОД) у пловца сразу после прекращения плавания?*
2. *Объяснить механизм изменения МОД у пловца с позиции регуляции дыхания.*

Задача № 2. Во врачебной реанимационной практике для улучшения кислородного обеспечения тканей организма человека используют для дыхания газовую смесь, состоящую из 96% кислорода и 4% углекислого газа.

1. *Указать, с какой целью используют смесь с высоким содержанием кислорода?*
2. *Обосновать целесообразность добавления в смесь углекислого газа с позиции регуляции дыхания.*

Задача № 3. «Поверхностное дыхание» (произвольное увеличение частоты дыхания без увеличения его глубины), является эффективным приемом снижения заложенности носовых ходов при насморке.

1. *Объянить, почему при таком дыхании уменьшается отек слизистой верхних дыхательных путей?*
2. *Указать, чем объясняется невозможность осуществления «поверхностного дыхания» в течение длительного времени?*

Задача № 4. Под влиянием анестезирующих средств (наркоз) могут иметь место нарушения проходимости дыхательных путей. При анестезии слизистой ротовой полости увеличивается опасность аспирации (попадания в дыхательные пути) слюны.

Объяснить эту опасную ситуацию.

Задача № 5. При восхождении в горах у альпинистов может развиться «горная болезнь»: одышка, головная боль, головокружение, галлюцинации. Местные жители высокогорья не страдают ею.

Объяснить механизм развития симптомов «горной болезни» и компенсаторные механизмы, формирующиеся у жителей высокогорья.

ЗАНЯТИЕ № 3
Итоговое занятие по разделу «Физиология дыхательной системы»

Учебно-исследовательская цель занятия: контроль знаний по разделу «Физиология дыхательной системы».

Контрольные вопросы для устного собеседования на итоговом занятии

1. Значение дыхания для организма. Функциональная система дыхания. Анализ ее центральных и периферических компонентов.
2. Воздухоносные пути, их значение в дыхании и для организма в целом.
3. Метаболические и неметаболические функции легких.
4. Основные этапы дыхания, их краткая характеристика. Типы дыхания.
5. Давление в плевральной полости, его происхождение, величина и значение для дыхания и кровообращения организма. Пневмоторакс и его виды.
6. Дыхательная мускулатура. Механизм вдоха и выдоха.
7. Внешнее дыхание. Легочная вентиляция и ее роль в поддержании газовых констант крови. Типы вентиляции легких (нормо-, гипер-, гипо-, эу-, тахи-, бради-, а-, дис-, ортопноэ и асфиксия).
8. Легочные объемы и емкости, их величина, физическое значение и методы определения.
9. Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Значение и объем мертвого пространства. Относительное постоянство газового состава альвеолярного воздуха.
10. Газообмен в легких, факторы, его определяющие. Перфузионно-диффузионное отношение в разных отделах легкого.
11. Транспорт газов кровью. Роль гемоглобина в транспорте кислорода, кривая диссоциации оксигемоглобина, ее характеристика. Факторы, влияющие на образование и диссоциацию гемоглобина. Кислородная емкость крови и коэффициент утилизации кислорода в различных условиях.
12. Формы транспорта углекислого газа. Роль карбоангидразы.
13. Газообмен между кровью и тканями, факторы, его определяющие.
14. Регуляция дыхания. Дыхательный центр (Легаллуа, Флуранс,

Н.А. Мислявский). Современные представления о локализации и строении дыхательного центра.

15. Нервно-рефлекторный механизм регуляции дыхания. Роль центральных и периферических рецепторов в регуляции дыхания (Гейманс). Значение афферентной импульсации от механорецепторов легких в саморегуляции дыхания (рефлексы Геринга-Брейера).
16. Гуморальный механизм регуляции дыхания. Влияние на дыхательный центр газового состава крови (опыт Фредерика), pH, некоторых электролитов и биологически активных веществ. Механизм первого вдоха новорожденного.
17. Участие гипоталамуса и коры больших полушарий в регуляции дыхания.
18. Дыхание при повышенном и пониженном атмосферном давлении. Горная и кессонная болезнь. Особенности дыхания в противогазе.
19. Возрастные особенности дыхания у детей.
20. Понятие об асфиксии, гипоксемии, гиперкапнии и гипоксии. Виды гипоксии.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЫХАНИЯ

Типы дыхания у детей

Диафрагмальное дыхание сохраняется вплоть до второй половины первого года жизни. Грудное дыхание очень ограничено, т. к. ребра расположены горизонтально, а большая печень очень затрудняет движение диафрагмы, поэтому у грудных детей объем дыхания мал. С переходом ребенка из горизонтального положения в вертикальное (он начинает ходить) создается переход от брюшного к грудному типу дыхания, и тип дыхания становится смешанным грудино-брюшным, причем более сильная подвижность грудной клетки наблюдаются в ее нижних отделах. В связи с развитием плечевого пояса (3–7 лет) начинает преобладать грудное дыхание. К 7-летнему возрасту дыхание становится преимущественно грудным. С 8–10 лет возникают половые различия в типе дыхания: у мальчиков устанавливается преимущественно диафрагмальный тип дыхания, а у девочек – грудной.

Особенности внутриплеврального давления у новорожденных детей

У новорожденных детей во время выдоха давление в межплевральном пространстве равно атмосферному. Объясняется это тем, что у новорожденного легкие во время выдоха полностью занимают весь объем грудной клетки. Поскольку легкие не растянуты, то нет

эластической тяги, т. е. нет силы, которая оттягивает висцеральный листок от плеврального и создает отрицательное давление в межплевральном пространстве. Во время вдоха легкие ребенка растягиваются и в силу эластичности стремятся снова сжаться. Появляется сила эластической тяги, которая противодействует растяжению легких и уменьшает давление висцерального листка плевры на париетальный, т. е. создает отрицательное давление в межплевральном пространстве. Следовательно, у новорожденного ребенка давление в межплевральном пространстве будет отрицательным во время выдоха.

Изменение ритма и частоты дыхания с возрастом

У новорожденных и грудных детей дыхание аритмичное. Аритмичность выражается в том, что глубокое дыхание сменяется поверхностным, паузы между вдохами и выдохами неравномерны. Неравномерность ритма и глубины дыхания у детей объясняется широкой иррадиацией возбуждения ЦНС и отсутствием координации рефлексов. Продолжительность вдоха и выдоха у детей короче, чем у взрослых: вдох равен 0,5–0,6 с (у взрослых – 0,98–2,82 с); выдох – 0,7–1 с (у взрослых – от 1,62 до 5,75 с). Некоторые исследователи считают, что у новорожденных в первые дни жизни вдох на 25% продолжительнее выдоха. Большинство поддерживает мнение о том, что уже с момента рождения устанавливается такое же, как и у взрослых, соотношение между вдохом и выдохом: вдох короче выдоха.

Частота дыхательных движений у детей понижается с возрастом. У плода она колеблется в пределах 46–64 в минуту. Постепенное понижение происходит к 14–15-летнему возрасту, когда частота дыханий приближается к величине у взрослого. В связи с легкой возбудимостью дыхательного центра частота дыхания колеблется не только в пределах одной возрастной группы, но и у одного испытуемого в течение дня.

Дыхание новорожденных и грудных детей в бодрствующем состоянии очень неравномерно, оно более спокойно во время сна. Частота дыхания в среднем в минуту у детей значительно выше, чем у взрослого: у новорожденного – до 60–70, в возрасте 1 года – 30–35, в 5–6 лет – около 25, в 10–12 лет – около 22, в 14–15 лет – 15–20 движений в минуту. До 8 лет частота дыхания у мальчиков выше, чем у девочек. К периоду полового созревания частота дыханий у девочек становится выше, и это соотношение сохраняется в течение всей жизни.

Частота дыхания у детей значительно выше, чем у взрослых, изменяется под влиянием различных воздействий. Она увеличивается при психических возбуждениях, небольших физических упражнениях, незначительном повышении температуры тела и среды.

Изменение с возрастом величины дыхательного и минутного объемов легких, их жизненной емкости

Жизненная емкость легких, дыхательный и минутный объемы у детей с возрастом постепенно увеличиваются в связи с ростом и развитием грудной клетки и легких.

У новорожденного ребенка легкие малоэластичны и относительно велики. Во время вдоха их объем увеличивается незначительно, всего на 10–15 мл. Обеспечение организма ребенка кислородом происходит за счет повышения частоты дыхания. Дыхательный объем легких увеличивается с возрастом (табл. 27) вместе с понижением частоты дыхания.

Таблица 27

Величина дыхательного объема в онтогенезе

Возраст	**Величина дыхательного объема (в мл)**
Новорожденный	30–35
2–3 года	86–114
8–10 лет	170–230
14–15 лет	300–375
16–17 лет	400–420
Взрослый	450–500

Относительный объем дыхания (отношение дыхательного объема к массе тела) у детей больше, чем у взрослых; у новорожденных он превышает величину взрослых в 2 раза. Так, у взрослых людей отношение дыхательного объема воздуха к массе тела равно 6, а у новорожденных оно около 12. Это связано с высоким обменом веществ у детей и, следовательно, с большой потребностью растущего организма в кислороде.

О величине минутного объема приводятся очень пестрые данные, зависящие от метода измерения. С возрастом величина минутного объема легких увеличивается. МОД у новорожденных очень мал, около 1,2 литра, в 3 года – 2,9 литра, к 7 годам – 3,5. Но относительный минутный объем легких (отношение минутного объема дыхания к массе тела) с возрастом уменьшается. У новорожденных и детей первого года жизни он в два раза больше, чем у взрослых. Это связано с тем, что у детей при одинаковом относительном дыхательном объеме частота дыханий в несколько раз выше, чем у взрослых. В связи с этим легочная вентиляция на 1 кг массы тела у детей больше. Величина легочной вентиляции на 1 кг массы тела у новорожденных равна 400 мл, в 5–6-летнем возрасте она составляет 210, в 7-летнем – 160, в 8–10-летнем – 150, в 11–13-летнем – 130–145, в 14-летнем – 125, а у 15–17-летних – 110. Благодаря это-

му обеспечивается большая потребность растущего организма в O_2.

Жизненная емкость легких является более или менее постоянной величиной с колебаниями, не превышающими 100 мл. Она в значительной мере зависит от физического развития и тренировки детей. Наибольшая величина отмечена у лыжников, гребцов, пловцов, бегунов (до 6000 мл). Увеличение жизненной емкости легких происходит за счет роста альвеол.

Величина жизненной емкости легких увеличивается с возрастом в связи с ростом грудной клетки и легких. Жизненную емкость легких у детей можно определить, начиная с 4–5 лет. У ребенка 5–6 лет она равна 700–800 мл, в 9–10 лет – 1500 мл, 14–15 лет – 2600–3200 мл. С 18 до 25 лет жизненная емкость легких является максимальной, а после 35–40 лет уменьшается. Величина жизненной емкости легких колеблется в зависимости от возраста, роста, веса тела, типа дыхания, пола (у девочек на 100–200 мл меньше, чем у мальчиков).

Если у взрослого человека увеличение легочной вентиляции при физической нагрузке может происходить как за счет частоты дыхания, так и за счет увеличения глубины дыхательных движений, то у детей, чем они младше, тем больше возрастает легочная вентиляция за счет учащения дыхания. С годами у детей все больше преобладает углубление дыхания при мышечной деятельности.

Дыхательная поверхность легких и количество крови, протекающей через легкие в единицу времени, у детей относительно больше, чем у взрослых. В связи с большим развитием капилляров легких ребенка поверхность соприкосновения крови с альвеолярным воздухом у детей также относительно больше, чем у взрослых. Все это способствует лучшему газообмену в легких растущего организма, что необходимо для обеспечения интенсивного обмена веществ.

У детей своеобразно изменяется дыхание при физической работе. Во время физической нагрузки повышается частота дыхательных движений и почти не меняется дыхательный объем легких. Такое дыхание не экономно и не может обеспечить длительное выполнение работы. Легочная вентиляция у детей при выполнении физической работы увеличивается в 2–7 раз, а при больших нагрузках (беге на средние дистанции) – почти в 20 раз.

Максимальное потребление кислорода у взрослого человека в покое составляет 150–300 мл в минуту. У детей оно значительно меньше и увеличивается при работе. При выполнении физической работы у тренированных детей 10–13 лет максимальное потребление кислорода равно 49 мл на 1 кг массы тела в минуту, у нетренированных – 47,3 мл. Повышение потребления кислорода при работе у детей от 9 до 18 лет происходит одинаково и через 3 мин становится максимальным: в первую минуту оно достигает 45% макси-

мальной величины, во вторую возрастает до 75%, а в третью достигает максимума.

Зависимость величины максимального потребления кислорода от тренировки у детей проявляется меньше, чем у взрослых. У подростков быстрее достигается максимум в потреблении кислорода, но так как они не могут (подобно взрослым) длительно удерживать потребление кислорода на максимальном уровне, то быстрее прекращают работу.

По окончании работы в восстановительном периоде погашение «кислородного долга» у детей происходит быстрее. Восстановление осуществляется уже во время работы. У девушек и юношей 14–18 лет потребление кислорода и выделение углекислого газа во время восстановительного периода несколько больше, чем у взрослых. Восстановление у младших школьников 8–12 лет при беге на 50 м протекает быстрее, чем у старших школьников, а при беге на 100 м быстрее у старших – 12–16-летних.

С возрастом уменьшается способность восстановления во время работы, а кислородный долг увеличивается. Величина кислородного долга на 1 кг массы у детей старшего возраста больше, чем у детей младшего возраста.

Абсолютная величина потребления кислорода у мальчиков 8–9 лет в 2 раза меньше, чем у мальчиков 16–18 лет. У девочек при выполнении максимальной работы потребление кислорода меньше, чем у мальчиков, особенно в 8–9 лет и в 16–18. Все это следует учитывать при занятиях физическим трудом и спортом с детьми различного возраста.

Особенности пневмограммы у новорожденных и грудного ребенка

Пневмограммы детей, особенно новорожденных и грудного возраста, отличаются большой вариабельностью амплитуды. На фазе вдоха часто видны дополнительные волны добавочных вдохов. Ритм дыхания относительно правильный только в состоянии сна и при сосредоточенном внимании ребенка, при полном торможении его двигательной деятельности. Во время обычного бодрствования на кривой видны задержки дыхания, так называемое периодическое дыхание (апноэ).

Состав вдыхаемого и альвеолярного воздуха у детей разного возраста

У детей до года вследствие поверхностного дыхания вентиляция легких менее эффективна, чем у взрослых, т. к. большая часть дыхательного объема состоит из мертвого пространства (табл. 28).

Таблица 28

Состав вдыхаемого и альвеолярного воздуха у детей разного возраста

Возраст	Альвеолярный воздух		Вдыхаемый воздух	
	% CO_2	% O_2	% CO_2	% O_2
1 месяц	2,8	17,8	2,0	18.4
1 год	3,0	17,2	2,4	18,0
3 года	3.6	16.8	2,8	17,9
10 лет	4.2	16,1	3.1	17,4
14 лет	4.9	15.5	3,5	17,1
Взрослые	5,5	14,2	4,9	16,3

Содержание карбоангидразы в крови детей

У новорожденных угольная ангидраза (карбоангидраза – КА) в крови отсутствует и появляется к 5–7 дню после рождения. Это затрудняет переход у детей CO_2 в бикарбонаты, что приводит к низкому щелочному резерву крови и, как следствие, более низкому pH (7,13–7,23).

ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

ЗАНЯТИЕ № 1
Пищеварение в полости рта и желудка

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Сформировать представление о пищеварительной системе как функциональной системе организма, ее структуре и принципах взаимодействия ее элементов между собой и с другими функциональными системами.
2. Познакомиться с особенностями пищеварения в ротовой полости, пищеводе, желудке.

Вопросы для самоподготовки.

1. Понятие о пищеварении. Типы пищеварения. Функции пищеварительной системы.
2. Пищевой центр. Механизмы голода и насыщения.
3. Периодическая деятельность ЖКТ.
4. Пищеварение и питательный гомеостаз.
5. Методы изучения пищеварительных функций.
6. Пищеварение в полости рта. Механическая и химическая обработка пищи. Жевание, его особенность в связи с видом пищи. Регуляция жевания.
7. Слюноотделение. Количество и состав слюны. Ее значение в пищеварении. Регуляция слюноотделения. Детские особенности.
8. Глотание и его фазы. Транспортная функция пищевода.
9. Пищеварение в желудке. Состав и свойства желудочного сока. Методы изучения секреторной функции желудка у животных и человека.
10. Регуляция желудочной секреции, фазы и механизмы отделения желудочного сока. Приспособительный характер желудочной секреции к видам пищи и пищевым рационам. Детские особенности.
11. Виды сокращений желудка. Нейрогуморальная регуляция моторики желудка.
12. Эвакуация пищи из желудка в 12-перстную кишку.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Методы изучения деятельности пищеварительных желез», «Аппетит и его регуляция», «Методы опера-

ций на ЖКТ», «Слюна и слизь человека».

Электронный учебник «Пищеварение»: функциональная система пищеварения, пищеварение в ротовой полости, физиология желудка.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Исследование отделения слюны и pH при действии различных раздражителей

Необходимо: испытуемый, градуированные пробирки, индикаторная бумага, шприц емкостью 10 мл, растворы сахара, лимонной кислоты, вода.

Учебно-исследовательская цель работы: изучить особенности слюноотделения у человека на некоторые химические раздражители.

Ход работы

1. Определить величину слюноотделения в состоянии физиологического покоя, для чего в течение трех минут слюна собирается в пробирку.
2. В отдельную пробирку в течение 3 минут собирается слюна при действии раздражителя (объем раздражителя, вводимого в полость рта, – 1 мл). В качестве раздражителей используются: 5%-й раствор глюкозы, раствор лимонного сока.
3. С помощью бумажного индикатора в каждой пробирке определяется pH слюны.
4. Полученные во время исследования результаты записать в таблицу 29.
5. Привести определенные объемы слюноотделения и pH. Указать причины разных объемов слюноотделения.

Таблица 29

Условия получения слюны	Время сбора слюны	Количество слюны в мл	pH слюны
Спонтанное исходное слюноотделение			
Слюноотделение при орошении полости рта лимонной кислотой			
Слюноотделение при ополаскивании полости рта раствором сахара			
Слюноотделение при введении в полость рта воды			

РАБОТА № 2
Исследование амилолитической активности слюны в состоянии голода и сенсорного насыщения

Необходимо: испытуемый, кусок накрахмаленной ткани (величиной с ладонь), чашка Петри, деревянные палочки с намотанными кусочками ваты, два штатива для пробирок, 16 пробирок, два шприца вместимостью 2 мл, дистиллированная вода, 0,1% раствор крахмала, термостат, 0,1% раствор йода.

Учебно-исследовательская цель работы: убедиться в амилолитической активности слюны при разных физиологических состояниях.

Ход работы

1. Смочите вату слюной и напишите ею букву в середине кусочка накрахмаленной ткани, зажмите ткань между ладонями на 2–3 минуты, затем опустите ее в слабый раствор йода и пронаблюдайте за окраской.
2. В отчете объясните различную окраску накрахмаленной ткани, сравните амилолитическую активность слюны у сытого и голодного испытуемых. Объясните наблюдаемые различия и их механизмы.
3. Приготовьте два штатива для пробирок по восемь штук в каждом и поместите в них по 1 мл воды.
4. В 1-ю пробирку первого штатива добавьте 1 мл разведенной в 10 раз слюны испытуемого в состоянии голода (не менее 4 ч после последнего приема пищи). Содержимое перемешайте. Наберите 1 мл жидкости из 1-й пробирки и перенесите во 2-ю пробирку. Содержимое перемешайте и 1 мл перенесите в следующую пробирку и далее до 8-й пробирки. Из 8-й пробирки отобрать и вылить 1 мл жидкости.
5. После этого во все пробирки внесите по 2 мл 0,1% раствора крахмала и поставьте на 30 мин в термостат. Затем добавьте по одной капле 0,1% раствора йода и перемешайте. При реакции с йодом жидкость в пробирках окрашивается в желтый, розовый и фиолетовый цвета, что соответствует полному или частичному гидролизу крахмала, а также его отсутствию. Отметьте номер последней пробирки с желтой окраской, где гидролиз крахмала прошел полностью. Результаты занесите в таблицу 30.
6. Те же операции повторите со слюной, полученной в состоянии сенсорного насыщения (сразу после приема пищи), в восьми пробирках второго штатива. Для оценки активности альфа-амилазы используйте знаки (+) – активность слюны – и (–) – ее неактивное состояние.
7. Полученные результаты внесите в тетрадь протоколов опытов и заполните таблицу амилолитической активности слюны человека в состоянии голода и сенсорного насыщения.

Таблица 30

Пробирка №	Разведение слюны	Слюна в состоянии			
		голода		сенсорного насыщения	
		окраска	активность	окраска	активность
1	1:20				
2	1:40				
3	1:80				
4	1:160				
5	1:320				
6	1:640				
7	1:1280				
8	1:2560				

РАБОТА № 3
Определение порогов вкусовой чувствительности (густометрия)

Необходимо: испытуемый, серии растворов сахара, хлористого натрия, соляной кислоты, солянокислого хинина в концентрациях: 0,001%, 0,01%, 0,1%, 1%.

Учебно-исследовательская цель работы: определение порогов вкусовой чувствительности методом капельных раздражений.

Ход работы

1. Исследуемому на язык, согласно топографии вкусовых полей (сладкое вещество – на кончик, соленое и кислое – на боковые поверхности, горькое – на корень языка), наносят пипеткой каплю раствора. Нанесение производят через 10–15 секунд, начиная с минимальных концентраций и увеличивая до распознания вкуса вещества.
2. Рот ополаскивают водой и через 1–2 минуты можно определять вкусовую чувствительность к другому веществу. Минимальная концентрация раздражителя, которая ощущается исследуемым, считается порогом соответствующей вкусовой чувствительности.
3. Сравнить пороги чувствительности к различным вкусовым раздражителям.

РАБОТА № 4
Определение кислотности желудочного сока

Необходимо: бюретка на 25 мл, маленькая воронка, химический стаканчик, натуральный желудочный сок, 0,1 Н раствор щелочи, 0,5%-ный спиртовый раствор метилового оранжевого (диметиламидоазобензола), 1%-ный спиртовый раствор фенолфталеина.

Учебно-исследовательская цель работы: познакомиться с методикой определения кислотности желудочного сока по методу

Михаэлиса, определить свободную и общую кислотность исследуемого желудочного сока.

Ход работы

Соляная кислота находится в свободном и связанном состояниях. Общая кислотность соответствует свободной соляной кислоте, органическим кислотам и кислореагирующим солям. Одним из методов определения кислотности желудка является титрационный метод, впервые предложенный Михаэлисом.

Кислотность желудочного сока принято выражать количеством мл 0,1 Н раствора едкого натрия, необходимого для нейтрализации 100 мл желудочного сока.

Общая кислотность в состоянии человека натощак не превышает 8–12 мл 0,1 Н раствора щелочи, то есть 8–12 титрационных единиц.

После пробного завтрака Боаса-Эвальда (50 г черствого хлеба и 400 мл теплого несладкого чая) свободная соляная кислотность составляет в норме 20–40 титрационных единиц, общая кислотность – 40–60 титрационных единиц.

1. Подготовить бюретку к работе: заполнить натуральным желудочным соком, вторую – 0,1% Н раствором щелочи.
2. В химический стакан налить из бюретки 5 мл желудочного сока и прибавить 1–2 капли 0,5%-ного спиртового раствора диметиламидоазобензола (метилового оранжевого). Последний в присутствии свободной соляной кислоты окрашивает сок в красный цвет. Титровать желудочный сок щелочью следует до оранжево-красного цвета желудочного сока, не исчезающего в течение 1 минуты. Отметить количество мл щелочи, израсходованной на нейтрализацию свободной соляной кислоты.
3. Затем в этот же желудочный сок добавить 1–2 капли 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина и титровать его 0,1 Н раствором едкого натрия до появления малинового окрашивания, не исчезающего в течение одной минуты. Фенолфталеин в щелочной среде дает фуксин-красную окраску. Отметить количество раствора едкого натрия, которое пошло на второе титрование.
4. Вычислить свободную соляную кислоту и общую кислотность в расчете на 100 мл желудочного сока. Например, на титрование свободной соляной кислоты в 5 мл сока израсходовано 1,5 мл раствора щелочи, тогда на 100 мл – в 20 раз больше, то есть 30 мл. На титрование всех кислот, включая и свободную соляную кислоту, в 5 мл желудочного сока пошло 2,5 мл едкого натра, тогда на 100 мл пошло бы 50 мл, что и составляет величину общей кислотности.
5. Вычислить содержание свободной кислоты (в граммпроцентах), зная, что 1 мл 0,1 Н раствора едкого натра нейтрализует 1 мл 0,1 Н раствора соляной кислоты или 0,00365 г соляной кислоты.

6. В отчете записать полученные данные по общей, свободной и связанной кислотности; зарисовать и провести анализ часовых кривых желудочного сокоотделения на хлеб, мясо и молоко.

РАБОТА № 5
Виртуальный физиологический эксперимент. Роль химических и физических процессов в пищеварении

Необходимо: персональный компьютер, программа LuPraFi-Sim (раздел «Физиология пищеварительной системы»).

Учебно-исследовательская цель работы: изучить субстратную специфичность амилазы слюны и влияние pH на действие пепсина.

Ход работы

1. Роль амилазы в переваривании крахмала.
2. Оценка роли слюны в переваривании целлюлозы.
3. Переваривание белка пепсином.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные функции пищеварительной системы.
2. Чем обусловлено бактерицидное действие слюны?
3. Назовите основной пищеварительный фермент слюны.
4. Какие пищевые вещества расщепляет α-амилаза слюны и до каких продуктов?
5. Чем отличается слюна околоушной железы от слюны подчелюстной и подъязычной желез?
6. Какие процессы, относящиеся к пищеварению, происходят в ротовой полости?
7. Чему равно pH слюны?
8. Сколько процентов воды содержится в слюне?
9. Где находится рефлексогенная зона безусловного слюноотделительного рефлекса?
10. Каков механизм регуляции деятельности слюнных желез?
11. Какой отдел ЦНС посылает симпатические волокна к слюнным железам?
12. Каким способом И.П. Павлов изучал деятельность слюнных желез у собак?
13. Как влияют на состав слюны симпатические и парасимпатические нервы?
14. Как реагируют слюнные железы на отвергаемые вещества, попадающие в полость рта?
15. Где находится центр слюноотделения?
16. Когда возникает вторая фаза акта глотания?
17. Какая фаза акта глотания является непроизвольной?
18. Как классифицируют ферменты желудочного сока по виду перевариваемых пищевых веществ?

19. Какие ферменты вызывают гидролиз белка в желудке?
20. Чем активируется пепсиноген?
21. При каком нарушении секреции в желудке может возникнуть брожение пищи в нем?
22. Как называются клетки, секретирующие соляную кислоту в желудке?
23. Какой фермент продолжает расщеплять углеводы в желудке?
24. Какими показателями характеризуют величину кислотности желудочного сока?
25. Какова роль внутреннего фактора Касла?
26. Какое вещество вырабатывается главными клетками желудочных желез?
27. Какова общая кислотность желудочного сока в титровальных единицах натощак?
28. На какие пищевые вещества действует пепсин и до каких продуктов их расщепляет?
29. Какое значение имеет соляная кислота для пищеварения в желудке?
30. Назовите вещество, являющееся предшественником пепсина.
31. Чему равен pH желудочного сока человека?
32. Назовите основной фермент, вызывающий створаживание молока в желудке.
33. Укажите причину слабого гидролиза жиров в желудке.
34. Каков механизм возбуждения желудочных желез при мнимом кормлении?
35. Назовите нервы, стимулирующие секрецию желудка.
36. Нарисуйте схему опыта «мнимого кормления» по И.П. Павлову.
37. Вызывает ли механическое раздражение слизистой оболочки желудка секрецию его желез?
38. Как отразится перерезка блуждающих нервов на первой фазе желудочной секреции?
39. Где расположены рецепторы, раздражение которых приводит к безусловно-рефлекторному возбуждению желудочных желез?
40. Чем вызывается возбуждение желез желудка во вторую фазу желудочной секреции?
41. Какие вещества стимулируют железы желудка во второй фазе желудочной секреции?
42. Назовите фазы желудочной секреции.
43. Где образуется гастрин, и какова его роль?
44. Как влияет гистамин на деятельность желудка?
45. Какие виды сокращений наблюдаются в желудке?
46. Как называется метод регистрации электрических потенциалов желудка?
47. Как влияют блуждающие нервы на моторику желудка?
48. Какая пища дольше всего задерживается в желудке?

49. Что определяет время нахождения пищи в желудке? Как отразится на эвакуации пищи из желудка введение кислого раствора в 12-перстную кишку?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ФЕРМЕНТЫ СЛЮНЫ В ОСНОВНОМ ДЕЙСТВУЮТ НА
   1) белки
   2) жиры
   3) углеводы
   4) нуклеиновые кислоты
2. РЕАКЦИЯ СЛЮНЫ
   1) кислая (pH-4)
   2) близка к нейтральной (pH-5,8–7,8)
   3) щелочная (pH-12)
   4) сильно кислая (pH-2)
3. ПЕПСИН ГИДРОЛИЗУЕТ
   1) жиры
   2) углеводы
   3) белки
   4) мукополисахариды
4. СОЛЯНАЯ КИСЛОТА ВЫРАБАТЫВАЕТСЯ _____КЛЕТКАМИ
   1) обкладочными
   2) главными
   3) добавочными
5. БОЛЬШЕ ВСЕГО ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА ВЫДЕЛЯЕТСЯ НА
   1) углеводы
   2) белки
   3) жиры
   4) минеральную воду

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Известно, что в желудочном пищеварении есть 3 фазы. Первую фазу называют сложнорефлекторной.

Определить, можно ли у собаки с неповрежденным пищеводом наблюдать в чистом виде первую фазу желудочной секреции?

Задача № 2. В желудке, поверхность слизистой покрыта слоем Холлендера, который представляет собой мукозобикарбонатный барьер, толщиной 1 мм.

Объяснить, что произойдет со слизистой желудка животного, если с ее поверхности убрать слой Холлендера?

Задача № 3. В древности подозреваемого в преступлении под-

вергали «суду богов». Ему предлагали проглотить горсть сухого риса. Если это не удавалось, виновность считалась доказанной.

Дайте физиологическую трактовку этой пробе.

Задача № 4. Динамика эвакуации химуса из желудка определяется его консистенцией и pH. В регуляции этого процесса, также, принимает участие 12-перстная кишка.

Указать, какой раствор быстрее эвакуируется из желудка – кислый или щелочной?

Задача № 5. В двух пробирках находится желудочный сок, смешанный с грудным молоком. В первой пробирке расщепилось 25% жиров молока, во второй – значительно меньше.

1. *Определить, в какой из пробирок содержится желудочный сок ребенка?*
2. *Указать, какой фермент осуществляет данный гидролиз, и чем он активируется?*

ЗАНЯТИЕ № 2
Пищеварение в кишечнике, всасывание

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить процесс пищеварения в тонком и толстом кишечнике и механизмы стабилизации уровня пищевых веществ в организме.
2. Познакомиться с методами исследования пищеварительных функций кишечника.

Вопросы для самоподготовки

1. Роль двенадцатиперстной кишки в пищеварении.
2. Состав и свойства поджелудочного сока. Регуляция панкреатической секреции. Детские особенности.
3. Роль печени в пищеварении. Образование и отделение желчи, ее состав и значение в пищеварении. Методы изучения желчеотделения. Детские особенности.
4. Пищеварение в тощей и подвздошной кишках. Состав и свойства кишечного сока.
5. Методы изучения секреторной и моторной функций кишечника.
6. Моторика кишечника, ее регуляция.
7. Полостное и пристеночное пищеварение в кишечнике.
8. Пищеварение в толстом кишечнике. Непищеварительная функция толстого кишечника. Акт дефекации.
9. Всасывание веществ в различных отделах пищеварительного аппарата и механизмы всасывания.
10. Функциональная система поддержания постоянства питательных веществ в организме.
11. Периодическая деятельность ЖКТ. Открытие голодной перио-

дики и современная трактовка этого феномена.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Пристеночное пищеварение», «Кишечник и пищеварение», «Ферменты в тонком кишечнике», «Печень, желчный пузырь и поджелудочная железа».

Электронный учебник «Пищеварение»: пищеварение, физиология поджелудочной железы, физиология печени, пищеварение в тонком и толстом кишечнике.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Исследование влияния желчи на фильтрацию жира

Необходимо: бумажные фильтры, воронки, желчь, вода, жир.

Учебно-исследовательская цель работы: изучить влияние желчи на фильтрацию жира.

Ход работы

1. Бумажные фильтры, вложенные в воронки, тщательно смачивают: один желчью, другой водой. Воронки с фильтрами вставляют в пробирки и наливают в них немного жира. Через фильтр, смоченный желчью, жир фильтруется довольно быстро, а через фильтр, смоченный водой, он не проходит.
2. Оценить выявленное в опыте свойство желчи применительно к процессам пищеварения в кишечнике.

РАБОТА № 2
Исследование эмульгирующего действия желчи на жиры

Необходимо: пробирки, желчь, жир, вода.

Учебно-исследовательская цель работы: изучить эмульгирующее влияние желчи на жир.

Ход работы

1. Взять две пробирки. В первую налить 3 мл воды, а во вторую – 3 мл воды и 10 капель желчи.
2. В каждую пробирку прибавьте по 7 капель жира. Зажав отверстие пробирок пальцами, сильно встряхнуть, после этого сравнить длительность существования эмульсий в обеих пробирках.
3. Оценить полученные различия, свойство желчи применительно к процессам пищеварения в кишечнике.

РАБОТА № 3
Виртуальный физиологический эксперимент. Липаза, желчь и переваривание липидов

Необходимо: персональный компьютер, программа LuPraFi-

Sim (раздел «Физиология пищеварительной системы»).

Учебно-исследовательская цель работы: изучить влияние липазы на растительное масло в зависимости от желчи и pH буферной среды.

Ход работы

Используя программу, исследуйте роль желчи и pH в обеспечении оптимального режима активности липазы поджелудочной железы.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные группы пищеварительных ферментов поджелудочной железы.
2. Чем обусловлена щелочная реакция поджелудочного сока?
3. Какие питательные вещества расщепляются ферментами, содержащимися в соке поджелудочной железы?
4. До каких продуктов расщепляются углеводы при совместном действии ферментов поджелудочной железы?
5. Что называют гидролизом пищевых веществ?
6. Какие пищеварительные ферменты выделяются поджелудочной железой в неактивном состоянии?
7. В каких отделах ЖКТ находятся рецепторы, раздражение которых стимулирует секрецию поджелудочного сока?
8. Назовите нервы, стимулирующие секрецию поджелудочной железы.
9. Какова роль секретина в процессе пищеварения?
10. Чем активируется липаза, выделяемая поджелудочной железой?
11. До каких веществ расщепляет жиры липаза поджелудочного сока?
12. Укажите функции энтерокиназы.
13. Где образуются секретин и панкреозимин?
14. Назовите гормоны, стимулирующие внешнесекреторную деятельность поджелудочной железы.
15. Чем активируется пепсиноген?
16. Какое количество желчи образуется в сутки у человека?
17. Какую величину имеет pH желчи?
18. Образуется ли желчь печенью непрерывно или периодически?
19. Назовите главные компоненты желчи.
20. Какой компонент желчи необходим для всасывания жира из кишечника?
21. Что такое эмульгирование жира?
22. Как влияет желчь на моторику кишечника?
23. В чем заключается роль желчи при переваривании жиров?
24. Чем отличается желчь желчного пузыря от желчи, находящейся в печени?
25. Как действует желчь на микрофлору кишечника?
26. Какое вещество является предшественником желчных пигментов?
27. Какой гормон стимулирует сокращение желчного пузыря?

28. Какая пища вызывает наиболее интенсивное желчеотделение?
29. Какие витамины плохо усваиваются при недостаточном поступлении желчи в кишечник?
30. Что такое «барьерная функция печени», и какова ее роль?
31. Какова роль желчных пигментов в пищеварении?
32. Что называется пристеночным пищеварением?
33. Перечислите ферменты кишечного сока, переваривающие углеводы.
34. Каков pH кишечного сока?
35. Назовите виды сокращений кишечника.
36. Что понимают под местным механизмом активации кишечных желез?
37. Как действуют на моторику кишечника симпатические и парасимпатические нервные волокна?
38. В каких отделах ЖКТ осуществляется преимущественное всасывание воды?
39. За счет каких процессов осуществляется транспорт питательных веществ из кишечника в кровь и лимфу?
40. Подвергается ли гидролизу клетчатка в пищеварительной системе?
41. Какое полезное значение имеет микрофлора кишечника?
42. Где расположены рецепторы, раздражение которых вызывает дефекацию?
43. При активации какого отдела ЦНС возникают чувство голода и пищевая мотивация?
44. Какое нарушение, связанное с пищеварением, возникает при повреждении медиальных ядер гипоталамуса?
45. Какие витамины синтезирует кишечная микрофлора?
46. Нарисуйте схему функциональной системы, поддерживающей постоянство концентрации питательных веществ в организме.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ХОЛЕРЕЗ В ГЕПАТОЦИТАХ ПРОТЕКАЕТ
   1) периодически
   2) ночью
   3) постоянно
   4) только при действии стимуляторов холереза
2. ЭНТЕРОКИНАЗА АКТИВИРУЕТ
   1) амилазу
   2) всасывание белков
   3) липазу
   4) трипсиноген
3. ГЛАВНЫМ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИМ ФЕРМЕНТОМ ПОДЖЕЛУДОЧ-

НОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЯВЛЯЕТСЯ

1) пепсин
2) трипсин
3) амилаза
4) нуклеаза

4. В СОСТАВ ЖЕЛЧИ ВХОДЯТ

1) протеолитические ферменты, билирубин, желчные кислоты
2) желчные кислоты, билирубин, холестерол, фосфолипиды
3) желчные кислоты, аминокислоты, билирубин
4) билирубин, стеркобилин, уробилин, желчные кислоты

5. КИШЕЧНАЯ МИКРОФЛОРА СИНТЕЗИРУЕТ ВИТАМИНЫ

1) Е, К, В
2) А, С, D
3) РР, Е, D
4) А, В, С

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Собаке вводят в кишечник готовые конечные продукты расщепления пищевых веществ (мономеры).

Объснить, будет ли такое питание более эффективным по сравнению с обычным? Обосновать ответ.

Задача № 2. Больному рекомендована диета, содержащая повышенное количество хлеба грубого помола и овощей.

Указать, с какой целью назначается такая диета?

Задача № 3. В желудочно-кишечном тракте вырабатываются такие гормоны как: секретин, вилликинин, холецистопанкреозимин, энтерокиназа, дуокринин, гастрин, гистамин, энтерогастрин, инсулин, глюкагон.

Выделите из перечисленных веществ гормоны, которые вырабатываются в 12-перстной кишке

Задача № 4. Моторика кишечника регулируется местными, рефлекторными и гуморальными механизмами.

Определить, как изменится моторная активность кишечника, если собаке ввести атропин?

Задача № 5. Как известно, прикорм помогает отучить малыша от грудного молока и смесей. Такая пища стимулирует выделение пищеварительных ферментов, развивает жевательные навыки и заинтересовывает ребенка своими вкусовыми качествами.

Указать, как возрастает ферментативная активность поджелудочной железы к концу первого года жизни?

ЗАНЯТИЕ № 3
Обмен веществ и энергии

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Сформировать представление о закономерностях обмена веществ и энергетического обмена.
2. Ознакомить студентов с основными методами исследования обмена энергии.
3. Освоить правила составления пищевых рационов.
4. Сформировать представление о механизмах поддержания температурного гомеостаза в человеческом организме и организации функциональной системы терморегуляции.

Вопросы для самоподготовки

1. Понятие об энергетическом обмене. Процессы анаболизма и катаболизма.
2. Пластическая и энергетическая роль питательных веществ.
3. Методы изучения энергетических трат организма: а) прямая калориметрия, б) непрямая калориметрия (дыхательный и калорический коэффициенты, их значение в исследовании обмена энергии).
4. Распределение суточного расхода энергии в зависимости от возраста.
5. Основной обмен и факторы, определяющие его. Значение определения основного обмена для клиники. Изменение основного обмена с возрастом.
6. Специфическое динамическое действие пищи и теории, объясняющие этот феномен.
7. Рабочий обмен, энергетические траты организма при различных видах труда.
8. Физиологические нормы питания и требования к пищевому рациону в зависимости от возраста, состояния организма.
9. Структурная организация системы терморегуляции. Физиологическая роль ее элементов.
10. Механизмы теплообразования и теплоотдачи: химическая и физическая терморегуляция.
11. Регуляция изотермии и ее значение для организма.
12. Гипотермия, ее применение в медицине.
13. Гипертермия. Тепловой и солнечный удары.
14. Лихорадка. Ее положительное и отрицательное влияние на функции организма.
15. Применение эффектов гипо- и гипертермии в медицине.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебный видеофильм: «Обмен веществ и энергии в клетке», **«**Терморегуляция», «Температура тела и теплорегуляция».

Электронный учебник «Пищеварение»: обмен веществ и энергии, терморегуляция.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1. Расчет должного основного обмена у человека по таблицам Гарриса-Бенедикта

Необходимо: испытуемый, таблицы для расчета должного основного обмена (ДОО) у мужчин и женщин и массы тела.

Учебно-исследовательская цель работы: научиться определять по таблицам Гарриса и Бенедикта величину должного основного обмена у человека с учетом пола, массы тела, роста и возраста.

Ход работы

Основной обмен характеризует величину энергетического обмена у бодрствующего человека в условиях мышечного и эмоционального покоя (через 12–16 часов после последнего приема пищи в положении лежа с полностью расслабленной скелетной мускулатурой при температуре «комфорта»).

Должный основной обмен – это средний показатель, который был установлен на основании результатов обследования большого числа здоровых людей. Его принято считать нормой. По этим результатам составлены специальные таблицы, в которых указан должный основной обмен с учетом пола, возраста и веса. Должный основной обмен принят за 100%. Измеряется он в килокалориях (ккал) за 24 часа.

1. Пользуясь таблицами 31, 32, найти величину основного обмена с учетом пола, роста и возраста человека.
2. Используя таблицу 33, найти величину основного обмена с учетом пола и массы человека.
3. Рассчитать величину ДОО с учетом пола, массы тела, роста и возраста. Для этого нужно суммировать две найденные с помощью таблиц Гарриса и Бенедикта цифры. Сумма этих чисел и составляет должную величину основного обмена за сутки.
4. Зная массу тела человека, можно рассчитать должный основной обмен в ккал на 1 кг массы тела за 1 ч. Известно, что основной обмен у взрослого человека за 1 час составляет примерно 1 ккал на 1 кг массы тела.

Таблица 31

Данные для определения основного обмена за сутки у мужчин по росту и возрасту

Рост (см)	Возраст, годы										
	17	19	21	23	25	27	29	33	41	51	63
144	593	568									
148	633	608									
152	673	648	619	605	592	578	565	538	484	416	335
156	713	678	639	625	612	598	585	558	504	436	355
160	743	708	659	645	632	618	605	578	524	456	375
164	773	738	679	665	652	638	625	598	544	476	395
168	803	768	699	685	672	658	645	618	564	496	415
172	823	788	719	705	692	678	665	638	584	516	435
176	843	808	739	725	712	698	685	658	604	536	455
180	863	828	759	745	732	718	705	678	624	556	475
184	883	848	779	865	752	738	725	698	644	576	495

Таблица 32

Данные для определения основного обмена за сутки у женщин по росту и возрасту

Рост (см)	Возраст, годы										
	17	19	21	23	25	27	29	33	41	51	63
144	171	162									
148	187	178									
152	201	192	183	174	164	155	146	127	89	43	13
156	215	206	190	181	172	162	153	134	97	50	6
160	229	220	198	188	179	170	160	142	104	57	1
164	243	234	205	196	186	177	168	149	112	65	9
168	255	246	213	203	194	184	175	156	119	72	17
172	267	258	220	211	201	192	183	164	126	80	24
176	279	270	227	218	209	199	190	171	134	87	31
180	291	282	235	225	216	207	197	179	141	94	38

Таблица 33

Данные для определения основного обмена по массе тела

Женщины				Мужчины			
масса, кг	энергоза-траты, ккал	масса, кг	энергоза-траты, ккал	масса, кг	энергоза-траты, ккал	масса, кг	энергоза-траты, ккал
45	1085	68	1305	46	699	72	1057
46	1095	70	1325	48	727	74	1084
47	1105	72	1344	50	754	76	1112
48	1114	74	1363	52	782	78	1139
50	1133	76	1382	54	809	80	1167
52	1152	78	1401	56	837	82	1194
54	1172	80	1420	58	864	84	1222
56	1191	82	1439	60	892	86	1249

Продолжение таблицы 33

58	1210	84	1458	62	919	88	1277
60	1229	86	1478	64	947	90	1304
62	1248			66	974		
64	1267			68	1002		
66	1286			70	1029		

РАБОТА № 2
Определение должного основного обмена (ДОО) по площади поверхности тела (по М. Рубнеру)

Необходимо: испытуемый, ростомер, весы, таблица.

Учебно-исследовательская цель работы: освоить методику расчета должного основного обмена.

Ход работы

1. С помощью ростомера каждый студент у испытуемого определить у себя рост, вес, взвешивается и, пользуясь прилагаемой таблицей 34, находит площадь поверхности своего тела (S, м^2).
2. Рассчитать должный основной обмен (ДОО) за сутки по формуле:

$$ДОО = S \times k \times 24,$$

где S – поверхность тела, k – коэффициент расхода энергии (на 1 м^2 поверхности тела в час; равен у мужчин в возрасте 20–50 лет 38–40 кал, у женщин – 36–38 кал), 24 – количество часов в 1 сутках.

Таблица 34

Поверхность тела человека (кв. м) соответственно росту и весу (Дю Буа, Сандифорд и Бутби)

Вес, (кг)	Рост, (см)						
	150	155	160	165	170	175	180
46	1,40	1,42	1,44	1,46	1,48	1,49	1,51
50	1,46	1,48	1,50	1,52	1,54	1,56	1,58
52	1,52	1,54	1,56	1,58	1,60	1,62	1,64
54	1,58	1.60	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70
58	1,63	1,65	1,68	1,70	1,72	1,74	1,76
66	1,69	1,71	1,73	1,75	1,78	1,80	1,82
70	1,74	1,76	1,78	1,81	1,82	1,85	1,88
74	1,79	1,81	1,84	1,86	1,88	1,91	1,93
78	1,84	1,86	1,89	1,91	1,94	1,96	1,98

РАБОТА № 3
Определение суточных энергозатрат хронометражно-табличным методом

Необходимо: таблицы расхода энергии при различных видах

деятельности.

Учебно-исследовательская цель работы: определить количество суточных энергозатрат студента.

Ход работы

1. После предварительного хронометрирования (можно брать ориентировочные временные интервалы наиболее стереотипного дня (суток), в течение которого продолжительность различных видов деятельности достаточно хорошо известна) по таблице 35 находят численные значения энергозатрат в единицу времени на 1 кг массы тела.

Таблица 35

Общий расход энергии при различных видах деятельности (включая основной обмен)

Вид деятельности	Энергозатраты на 1 кг массы тела	
	кДж	Ккал/мин
Бег со скоростью 180 м/мин	0,74	0,178
Беседа сидя	0,105	0,0252
Беседа стоя	0,105	0,0262
Домашняя работа	0,22	0,053
Личная гигиена (умывание и др.)	0,14	0,0329
Надевание и снимание обуви и одежды	0,12	0,0281
Отдых стоя	0,11	0,0264
Отдых сидя	0,09	0,0229
Прием пищи сидя	0,1	0,0236
Произнесение речи без жестов	0,15	0,0369
Работа в лаборатории стоя (практические занятия)	0,15	0,036
Работа в лаборатории сидя (практические занятия)	0,1	0,025
Работа хирурга (операция)	0,11	0,0266
Работа бетонщика	0,36	0,0856
Работа каменщика	0,4	0,0952
Работа огородника (подготовка грядок, прополка мотыгой)	0,36	0,0857
Работа шофера	0,14	0,034
Работа столяра	0,24	0,0571
Сон	0,06	0,0155
Стирка белья вручную	0,21	0,0511
Слушание лекций	0,11	0,0255
Уборка постели	0,44	0,0329

2. Найденные значения умножают на продолжительность данной деятельности и массу тела испытуемого, получится величина энергозатрат за определенный промежуток времени. Подобные расчеты делают для каждого вида деятельности и сна в течение суток. Суммирование всех полученных величин дает ориентировочные представления о величине суточных энергозатрат данного индивидуума.

3. Результаты работы оформить в виде таблицы (табл. 36): в ре-

зультате суммирования чисел последней колонки таблицы получаются численные значения суточных энергозатрат.

Таблица 36

№	Характер деятельности	Продолжительность деятельности	Энергозатраты, ккал	Энергозатраты за время работы

4. Сопоставить полученные значения с энергозатратами различных профессиональных групп населения и сделать вывод о соответствии энергозатрат характеру деятельности.

РАБОТА № 4
Вычисление отклонения основного обмена от должного у человека по формуле Рида

Необходимо: испытуемый, сфигмоманометр, фонендоскоп, секундомер.

Учебно-исследовательская цель работы: научиться определять процент отклонения основного обмена от должных величин.

Ход работы

Формула Рида основана на взаимосвязи между теплопродукцией организма, артериальным давлением и пульсом у человека. Расчет по этой формуле дает только приближенные значения процента отклонения основного обмена от должного.

1. У испытуемого при соблюдении условий, необходимых для определения основного обмена (натощак, в положении лежа, при максимальном расслаблении скелетных мышц, в состоянии психического покоя, при температуре комфорта), измерить систолическое и диастолическое давление в плечевой артерии по способу Н.С. Короткова и частоту пульса на лучевой артерии три раза с интервалом в две минуты.

2. Рассчитать средние значения изучаемых показателей гемодинамики. Процент (величину) отклонения (ПО) основного обмена от нормы подсчитывают по формуле Рида:

$$ПО = 0{,}75 \times (ЧП + 0{,}74ПД) - 72,$$

где 0,75, 0,74 и 72 – расчетные коэффициенты, ЧП – частота пульса, ПД – пульсовое давление.

3. Рассчитать отклонение можнос помощью номограммы Рида (рис. 41).

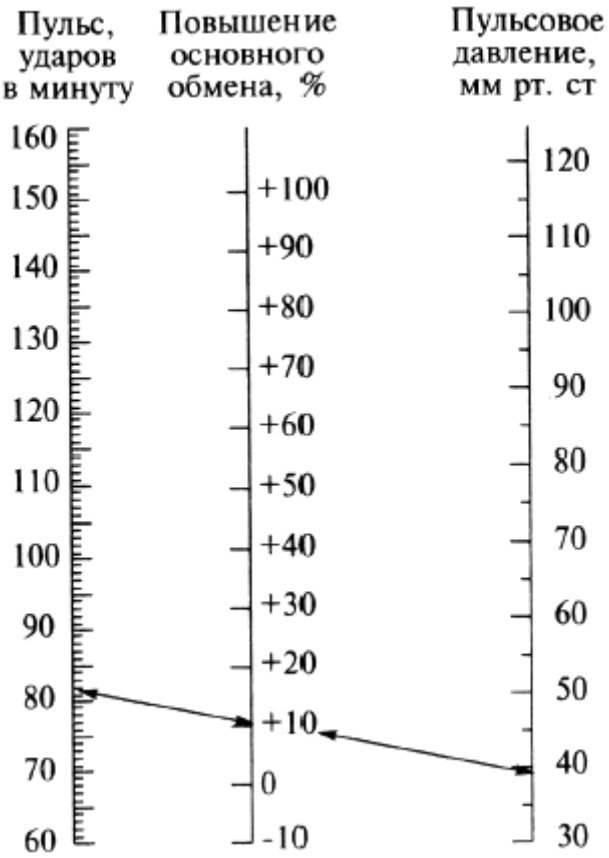

Рис. 41. *Номограмма Рида*

Отклонение от должного основного обмена в сторону повышения фиксируются со знаком плюс, в сторону понижения – со знаком минус

Допустимое отклонение от должной величины колеблется от +10 до +15%. Отклонения в пределах от +15% до +30% считаются сомнительными, требуют контроля и наблюдения; от +30% до +50% относят к отклонениям средней тяжести; от +50% до +70% - к тяжелым, а свыше +70% - к очень тяжелым. Снижение обмена на 10% еще нельзя считать патологическим, При снижении на 30-40% требуется лечение основного заболевания.

РАБОТА № 5
Оценка состояния обмена веществ и энергии человека по индексу массы тела

Необходимо: испытуемый, весы, ростомер, калькулятор.

Учебно-исследовательская цель работы: оценить состояние обмена веществ и энергии человека по индексу массы тела (ИМТ).

Ход работы

Избыточная масса тела – один из факторов риска для здоровья. Интенсивность этого фактора возрастает от 4% при удовлетворительной адаптации до 52% при неудовлетворительной адаптации и до 46% при ее срыве. Под ожирением следует понимать хрониче-

ское нарушение обмена веществ, ведущее к избыточному развитию жировой ткани, вызывающему определенные осложнения и обладающему высокой вероятностью рецидива после окончания курса лечения.

Изменения в регуляции метаболизма, которые приводят к ожирению, способствуют развитию артериальной гипертензии, дислипидемии, атеросклерозу, ишемической болезни сердца, инсулиннезависимому сахарному диабету, неинфекционным заболеваниям. Следовательно, большая группа болезней причинно связана с ожирением. Этот факт обосновывает необходимость разработки мер целенаправленной профилактики и лечения данного вида заболеваний и определения критериев для оценки степени ожирения.

Наиболее используемым диагностическим критерием ожирения является избыток массы тела по отношению к норме. В последнее время достаточно часто пользуются показателем идеальной массы тела. Индекс массы тела (индекс Кетле) – это отношение массы тела в килограммах к росту человека в метрах, возведенному в квадрат. ИМТ был предложен бельгийским социологом и статистиком А. Кетле в 1869 г.

1. Определите массу тела исследуемого в килограммах и его рост в метрах.
2. Рассчитайте индекс массы тела (ИМТ, кг/м^2), по формуле:

$$ИМТ = \frac{M}{P^2},$$

где М – масса тела, кг; Р – рост, м.

3. Оцените степень ожирения по индексу массы тела, таблица 37.

Таблица 37

Степень ожирения по индексу массы тела

Индекс Кетле	**Оценка массы тела**
20–23	Идеальная
24–29	Избыточная
30 и более	Ожирение

4. Сделайте вывод и объясните, почему избыточная масса тела является фактором риска сердечно-сосудистых и других заболеваний.

РАБОТА № 6
Подсчет калорийности продуктов, употребляемых за сутки, и составление должного суточного рациона

Необходимо: персональный компьютер с установленной программой «Рацион».

Учебно-исследовательская цель работы: приобретение навыков составления должного суточного рациона.

Ход работы

1. Составить список продуктов, съеденных за сутки, с указанием

примерного веса каждого.
2. С помощью компьютера и программы «Рацион» обсчитать калорийность и состав продуктов.
3. Составить рацион, соответствующий должной суточной калорийности, и расписать суточное меню. Оценить соответствие реального и должного суточного меню по калорийности, составу белков, жиров, углеводов, режиму питания и т. д.

РАБОТА № 7
Составление пищевого рациона по таблицам

Необходимо: таблицы рекомендуемого потребления энергии, белков, жиров и углеводов для взрослого трудоспособного населения по группам активности, таблица химического состава пищевых продуктов и их энергетической ценности.

Учебно-исследовательская цель работы: составить суточный пищевой рацион для удовлетворения потребностей организма в энергии и пищевых веществах по физиологическим нормам питания.

Ход работы

Под рациональным питанием понимают правильно организованное и своевременное снабжение организма питательной и вкусной пищей, содержащей оптимальное количество различных пищевых веществ, необходимых для его развития и функционирования. Составление пищевых рационов, как правило, обусловлено необходимостью организации питания больших групп населения: военнослужащие, отдыхающие санаториев и домов отдыха, дети в летних оздоровительных лагерях и др.

В результате изучения потребностей организма в энергии и пищевых веществах разработаны физиологические нормы питания. Эти нормы основываются на следующих принципах.

Энергетическая ценность (калорийность) пищевого рациона должна соответствовать энерготратам организма (при этом необходимо учитывать усвояемость пищи – около 90%, т. е. энергетическая ценность рациона должна на 10% превышать потребности организма в энергии): энерготраты организма определяются уровнем основного обмена и величиной рабочей прибавки. Рабочая прибавка в свою очередь зависит от характера трудовой деятельности. В зависимости от тяжести труда все население делится на пять (мужчины) или четыре (женщины) профессиональные группы: I группа – работники преимущественно умственного труда; II группа – работники, занятые легким физическим трудом; III группа – работники среднего по тяжести труда; IV группа – работники тяжелого физического труда; V группа – работники, занятые особо тяжелым физическим трудом. В каждой из групп выде-

лена дифференциация по возрасту. В качестве дополнительных групп выделяются беременные и кормящие женщины с детьми 1–6 мес и 7–12 мес. Для них указаны добавки к соответствующим их трудовой деятельности групповым нормам.

Питательные вещества, поступающие с пищевыми продуктами, должны быть сбалансированы между собой, в частности, для белков, жиров и углеводов, как правило, должна соблюдаться пропорция 1:1:4.

Не менее 55% для взрослых и 60% для детей белка должно поступать с продуктами животного происхождения, протеины которых являются полноценными (содержат полный набор незаменимых аминокислот).

Не менее 30% жиров должны иметь растительное происхождение для удовлетворения потребностей организма в ненасыщенных жирных кислотах (растительные масла).

Потребность в витаминах должна удовлетворяться за счет включения в рацион овощей и фруктов (желательно свежих), ржаного хлеба и хлеба из муки грубого помола (витамины группы В).

Пища должна быть достаточной по объему и содержать так называемые балластные вещества: клетчатку, пектины. Эти вещества не всасываются и не используются на энергетические и пластические нужды человека, но выполняют ряд важных физиологических функций: обеспечивают своевременное формирование чувства насыщения, адсорбируют токсины, нормализуют микрофлору пищеварительной системы, стимулируют ее перистальтику.

Кратность приема пищи должна быть оптимальной: при трехразовом питании завтрак должен составлять 35% от суточной калорийности, обед – 45%, ужин – 25%; при четырехразовом питании завтрак – 25%, второй завтрак (или полдник) – 15%, обед – 35%, ужин – 25%. В первой половине дня должны преобладать мясные продукты питания, во второй – молочно-растительные.

Обстановка должна благоприятствовать пищеварению: внешний вид, запах, вкус пищи должны способствовать выделению «аппетитного» сока.

Следует отметить, что перечисленные принципы являются лишь ориентировочными и в основном (как отмечалось) используются при организации питания значительных контингентов людей, находящихся в одинаковых условиях. Часто набор продуктов и характер питания определяются национальными традициями, религиозными догмами, доступностью продуктов (город-село), характером природных и климатических факторов.

1. Выберите соответствующую профессиональную группу. Возможно составление пищевого рациона для себя (I профессиональная группа).

2. Для определения суточных энергозатрат и состава пищевого

рациона воспользуйтесь таблицами 38, 39.

3. Произведите выбор продуктов в соответствии с изложенными ранее принципами, таблица 40. По ходу выполнения работы заполните таблицу 41 «Набор продуктов пищевого рациона человека». В графе «Наименование продукта» укажите название блюда, а затем перечислите входящие в это блюдо продукты. Например: «суп куриный, состоит: крупа, картофель...». Таблица завершается (последняя горизонтальная строка) итоговыми численными значениями, характеризующими суточный рацион питания.

4. Сформируйте заключение о соответствии составленного рациона его основным принципам рационального питания. Работа трудоемкая и требует много времени, поэтому рекомендуется основную ее часть выполнить в качестве домашнего задания.

5. Оценить соответствие реального (работа №6) и должного суточного меню по калорийности, составу белков, жиров, углеводов, режиму питания и т. д.

Таблица 36

Дополнение к норме питания беременным и кормящим женщинам

Группа	Ккал	Белки		Жиры, г	Углеводы, г
		Всего, г	Животные белки, г		
Беременные	+350	+30	+24	+12	+30
Кормящие (1–6 мес)	+500	+40	+26	+15	+40
Кормящие (7–12 мес)	+450	+30	+20	+15	+30

Таблица 38

Состав пищевого рациона, соответствующий профессиональной группе

Группа физической активности	Возраст, годы	Энергия, ккал	Белки, г		Жиры, г	Углеводы, г
			Всего	Животные белки		
Мужчины						
I	18–29	2450 (2275–2625)	72	40	81	358
	30–39	2300 (2145–2475)	68	37	77	335
	40–59	2100 (2015–2325)	65	36	70	303
II	18–29	2800 (2625–3150)	80	44	93	411
	30–39	2650 (2475–2970)	77	42	88	387
	40–59	2500 (2325–2790)	72	40	83	366

Продолжение таблицы 38

III	18–29	3300 (3150–3675)	94	52	110	484
	30–39	3150 (2970–3465)	89	49	105	462
	40–59	2950 (2790–3255)	84	46	98	432
IV	18–29	3850 (3675–4200)	108	59	128	566
	30–39	3600 (3465–3960)	102	56	120	528
	40–59	3400 (3255–3720)	96	52	113	499
V	18–29	4200 и более	117	64	154	586
	30–39	3960 и более	111	61	144	550
	40–59	3720 и более	104	7	137	524
Женщины						
I	18–29	2000 (1800–2070)	61	34	67	289
	30–39	1900 (1740–2010)	69	33	63	274
	40–59	1800 (1690–1950)	58	32	60	257
II	18–29	2200 (2070–2500)	66	36	73	318
	30–39	2150 (2010–2410)	65	36	72	311
	40–59	2100 (1950–2340)	63	35	70	305
III	18–29	2600 (2500–2900)	76	42	87	378
	30–39	2550 (2410–2810)	74	41	85	372
	40–59	2500 (2340–2730)	72	40	83	366
IV	18–29	3050 (2900–3300)	87	48	102	462
	30–39	2950 (2810–3200)	84	46	98	432
	40–59	2500 (2340–2730)	72	40	83	366

Таблица 39

Дополнение к норме питания беременным и кормящим женщинам

Группа	Ккал	Белки		Жиры, г	Углеводы, г
		Всего, г	Животные белки, г		
Беременные	+350	+30	+24	+12	+30
Кормящие (1–6 мес)	+500	+40	+26	+15	+40
Кормящие (7–12 мес)	+450	+30	+20	+15	+30

Таблица 40

Состав пищевых продуктов и их энергетическая ценность

Наименование продукта	Содержание, %			Энергетическая ценность 100 г продукта, ккал
	Белки	Жиры	Углеводы	
Гречневая крупа	12,5	2,5	67,4	350,8
Манная крупа	11,2	0,8	73,3	353,9
Пшенная крупа	12,0	2,5	69,6	357,8
Рис	7,6	1,0	75,8	351,3
Макароны	11,0	0,9	74,2	357,7
Горох	22,4	2,4	54,1	335,9
Хлеб ржаной	6,9	0,9	42,8	222,2
Хлеб пшеничный	8,1	0,9	47,0	234,2
Батоны	8,2	1,1	50,2	249,7
Картофель	2,0	—	20,0	90,2
Морковь	1,3	—	8,7	41,0
Свекла	1,5	—	10,4	48,8
Капуста свежая	1,8	—	5,3	29,1
Капуста квашеная	1,0	—	2,1	12,7
Лук зеленый	1,3	—	4,4	23,4
Лук репчатый	2,5	—	10,5	53,3
Арбузы	0,6	—	9,0	39,4
Дыни	0,7	—	11,3	49,2
Огурцы	1,0	—	2,4	13,9
Огурцы соленые	0,5	—	1,2	7 0
Томаты	1,0	—	3,8	19,7
Апельсины	0,9	—	9,1	41,0
Виноград	0,7	—	16,2	69,3
Вишня	1,0	—	14,3	62,7
Лимоны	0,6	—	10,3	44,7
Мандарины	0,9	—	10,0	44,7
Яблоки	0,5	—	11,2	48,0
Сахар-рафинад	—	—	99,9	409,6
Шоколад	6,3	37,2	53,2	589,9
Масло подсолнечное	—	99,8	—	928,1
Молоко коровье	3,4	3,7	4,5	66,8
Масло сливочное	0,5	83,5	0,5	780,7
Кефир	3,5	3,5	4,3	64,5
Сметана	3,0	30,0	2,5	301,6
Творожная масса	12,5	16,0	15,0	261,6
Творог жирный	15,0	18,0	1,0	233,0

Продолжение таблицы 40

Мороженое	4,0	10,0	17,0	179, 1
Сыр	22,5	25,0	3,5	339,1
Сыр плавленый	22,5	20,0	3,0	290,6
Мясо говяжье	20,0	10,7	—	181,5
Мясо баранье	19,0	5,9	—	132,8
Мясо свиное	23,5	10,0	—	189, 4
Курица	20,0	5,0	—	128,5
Колбаса любительская	12,5	15,1	1,2	196,6
Сосиски	12,4	19,4	0,4	232,9
Яйца	12,5	12,0	0,5	164,9
Сало	2,0	91,0	-	854,5
Вобла вяленая	45,1	6,4	12,7	244,4
Морской окунь	17,8	5,2	1,2	124,2
Лещ	16,8	7,6	1,0	139,6
Судак	19,0	0,8	1,3	85,3
Перец фаршированный	1,6	6,6	11,6	115,5

Таблица 41

Набор продуктов пищевого рациона человека

Наименование продукта	Количество продукта	Содержание во взятом количестве продукта, г			Энергетическая ценность, ккал
		Белков	Жиров	Углеводов	
Завтрак					
Итого					
Второй завтрак					
Итого					
Обед					
Итого					
Ужин					
Итого					
Итого за сутки					

РАБОТА № 7
Виртуальный физиологический эксперимент. Определение общего холестерина крови

Необходимо: персональный компьютер, программа PhysioEx 6.0 for Human Physiology (раздел «Физиология крови»).

Учебно-исследовательская цель работы: используя про-

грамму, научиться определять общий холестерин в крови.

Ход работы

С помощью персонального компьютера и обучающей программы PhysioEx 6.0 for Human Physiology выполнить работу «Определение общего холестерина крови».

РАБОТА № 8
Адаптация температурного анализатора

Необходимо: испытуемый, три стаканчика с водой, нагретой до 10, 25 и 40 ^{o}C, термометр, спиртовка.

Учебно-исследовательская цель работы: убедиться в способности к адаптации температурного анализатора.

Ход работы

1. В стаканчики наливают нагретую до 10, 25 и 40 ^{o}C воду.
2. Палец правой руки помещают в первый стакан, левой руки – в третий.
3. Через 30 секунд помещают пальцы правой и левой руки в стакан с водой, нагретой до 25 ^{o}C. Убеждаются, что в правой руке возникает ощущение тепла, а в левой – холода.
4. Объясните полученный результат.

РАБОТА № 9
Влияние физической нагрузки на процессы теплопродукции и теплоотдачи

Необходимо: испытуемый, термобумага.

Учебно-исследовательская цель работы: оценить величину потоотделения до и после физической нагрузки.

Ход работы:

1. Приложить на 5 секунд лист термобумаги к области лобных бугров и ладони.
2. Повторить пробу после 20 приседаний.
3. Оценить величину потоотделения до и после физической нагрузки, сравнить количество потовых желез и интенсивность потоотделения на лобной области и ладони.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое энергетический обмен? Что он отражает?
2. Какие основные методы энергообмена у человека Вам известны?
3. Кратко охарактеризуйте сущность, преимущество и недостатки: а) прямой калориметрии, б) непрямой калориметрии.
4. Как называется устройство для определения расхода энергии по методу прямой калориметрии?
5. Что необходимо определить для расчета обмена энергии по

методу косвенной калориметрии.

6. Что подразумевает исследование газообмена с целью определения обмена энергии?
7. В чем заключается принципиальное различие между методом Дугласа-Холдена и методом спирографии?
8. Что такое калорический эквивалент кислорода?
9. Какова изменчивость калорического эквивалента кислорода в зависимости от природы окисляемого вещества?
10. Дайте определение понятию «дыхательный коэффициент».
11. С помощью каких показателей рассчитывается дыхательный коэффициент?
12. Напишите формулу для расчета дыхательного коэффициента.
13. Чему равен дыхательный коэффициент при окислении белка?
14. Чему равен дыхательный коэффициент при окислении углеводов?
15. Чему равен дыхательный коэффициент при окислении жира?
16. Чему равен дыхательный коэффициент при смешанном питании?
17. В каком случае дыхательный коэффициент может иметь значение меньше 0,7?
18. Нарисуйте график зависимости величины дыхательного коэффициента на фоне длительной физической нагрузки и последующего отдыха.
19. Когда по отношению к периоду физической нагрузки возникает и ликвидируется кислородная задолженность организма?
20. Что такое основной обмен?
21. Назовите главные факторы, от которых зависит величина основного обмена.
22. Как определить величину должного основного обмена для конкретного человека?
23. Как определяется поверхность тела человека для исследования энергообмена?
24. Соблюдение каких условий необходимо для исследования основного обмена?
25. Как основной обмен изменяется с возрастом?
26. Как с возрастом меняется интенсивность основного обмена?
27. Сформулируйте «правило поверхности» Рубнера.
28. Является ли основной обмен, рассчитанный на 1 $м^2$ поверхности тела, одинаковым для животных разных видов?
29. Каким прибором чаще всего определяют газообмен при исследовании основного обмена?
30. Какое расхождение допустимо между должным и истинным основными обменами у здорового человека?
31. Что следует понимать под специфическим динамическим действием пищи?
32. Что такое рабочий обмен? Каковы пределы его вариабельности?
33. На сколько групп подразделяются представители разных про-

фессий в зависимости от энергетических трат?
34. Как изменяются энергетические траты организма при интенсивном умственном труде?
35. Как изменится обмен энергии при физической работе?
36. Что такое рацион?
37. Что такое диета?
38. Что такое усвояемость?
39. Каков процент усвояемости пищи животного происхождения?
40. Каков процент усвояемости пищи растительного происхождения?
41. Каков процент усвоения смешанной пищи?
42. Назовите основные требования к составлению пищевых рационов.
43. Какие вещества служат для организма источником энергии?
44. Какова в среднем суточная потребность организма в белках?
45. Какова в среднем суточная потребность организма в жирах?
46. Какова в среднем суточная потребность организма в углеводах?
47. Назовите средние суточные величины (в калориях) основного обмена у мужчин.
48. Назовите средние суточные величины (в калориях) основного обмена у женщин.
49. Как в процентном выражении суточной калорийности наиболее целесообразно распределить пищевой рацион человека при трехразовом питании?
50. Что является различием между гомойотермными и пойкилотермными организмами?
51. Какой закономерностью связаны между собой размеры тела и интенсивность теплопродукции?
52. Сколько выделяется способов термогенеза? Как они называются?
53. Какие способы сократительного термогенеза выделяются?
54. Каков механизм образования тепла при несократительном термогенезе?
55. Какие механизмы теплообразования преобладают у взрослого и новорожденного?
56. Что подразумевается под терморегуляцией за счет поведенческих реакций?
57. Что такое температурный комфорт?
58. Что следует понимать под температурной зоной?
59. Что такое термонейтральная зона?
60. Как изменится значение зоны температурного комфорта при повышении температуры воздуха окружающей среды?
61. Как изменится значение зоны температурного комфорта при повышении влажности воздуха окружающей среды?
62. Как изменится значение зоны температурного комфорта при повышении скорости движения воздушного потока окружающей среды?
63. Как изменится значение зоны температурного комфорта при

понижении температуры воздуха окружающей среды?
64. Что такое наружный поток тепла?
65. Что такое внутренний поток тепла?
66. Как наличие одежды влияет на процесс теплоотдачи?
67. Температуру какого отдела (органа, системы) организма следует понимать под температурой тела?
68. Во сколько раз по отношению к уровню основного обмена может максимально увеличиваться выработка тепла?
69. За счет чего уравновешивается тепловой баланс при повышении температуры среды?
70. Каковы значения температуры тела у здорового человека в сердечной мышце, поджелудочной железе, почках?
71. Почему обязательным условием измерения температуры тела в подмышечной впадине является длительность измерения не менее 5 минут?
72. Почему у человека, длительно работающего физически, может наблюдаться понижение кожной температуры?
73. Как увеличение теплопроводности окружающей среды влияет на изменение термонейтральной зоны?
74. Как увеличение теплоемкости окружающей среды будет влиять на изменение термонейтральной зоны?
75. Что такое терморецепторы?
76. Назовите виды терморецепторов.
77. Назовите месторасположение центров терморегуляции в ЦНС.
78. Обладают ли центры терморегуляции специфичностью реагирования на разную направленность температурной изменчивости?
79. Что такое тепловая адаптация?
80. Что такое пороговая температура и пороговый сдвиг сосудодвигательной реакции?
81. В каких пределах температуры отмечается пороговый сдвиг?
82. У жителей какого климатического пояса наблюдается умеренный тепловой сдвиг?
83. Что такое гипертермия?
84. Что является критерием гипертермии?
85. Что такое тепловой удар?
86. Что такое солнечный удар?
87. Что такое лихорадка?
88. Каков механизм нарушения температурного баланса при лихорадке?
89. В чем заключается защитная роль лихорадки?
90. Что такое холодовая адаптация?
91. Что такое гипотермия?
92. Как изменяется восприятие холодовых ощущений в процессе тепловой адаптации?
93. Что такое искусственная гипотермия?

94. Какой биологический эффект позволяет применять гипотермию в медицине?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ЭНЕРГИЯ ОСНОВНОГО ОБМЕНА НЕ ЗАТРАЧИВАЕТСЯ
    1) на кровообращение
    2) на дыхание
    3) на клеточный метаболизм
    4) на специфически-динамическое действие пищи
2. СУТОЧНАЯ ПОТРЕБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА В УГЛЕВОДАХ РАВНА
    1) 70–100 г
    2) 150–200 г
    3) 400–450 г
    4) 40–60 г
3. ЭНЕРГОЗАТРАТЫ ОРГАНИЗМА В УСЛОВИЯХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОКОЯ, В ПОЛОЖЕНИИ ЛЕЖА, НАТОЩАК, ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ КОМФОРТА СОСТАВЛЯЮТ
    1) рабочий обмен
    2) специфически-динамический обмен
    3) основной обмен
    4) обмен энергии
4. ОТНОШЕНИЕ ОБЪЕМА ВЫДЕЛЕННОГО УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА К ОБЪЕМУ ПОГЛОЩЕННОГО КИСЛОРОДА НАЗЫВАЕТСЯ
    1) калорической ценностью пищевого вещества
    2) калорическим эквивалентом кислорода
    3) дыхательным коэффициентом
    4) дыхательным объемом
5. НАИБОЛЬШАЯ ТЕМПЕРАТУРА ЯДРА НАБЛЮДАЕТСЯ
    1) в мозге
    2) в печени
    3) в мочевом пузыре
    4) в сердце

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Как известно, азот содержится только в белковых продуктах. У испытуемого изучают белковый обмен. Установлено, что с мочой выделилось в сутки 12 г азота.

Указать, сколько белка распалось в организме?

Задача № 2. В ходе эксперимента изучается влияние различных рационов на энергообмен животного. Обнаружено, что за время

опыта окислялись только углеводы, и при этом выделилось 6 литров CO_2.

Вычислить количество потребленной энергии животным в этом эксперименте.

Задача № 3. У больного мужчины ростом 180 см и весом 100 кг основной обмен равен 1900 ккал.

Определить, соответствует ли норме эта величина, если поверхность тела равна 2,18 м^2?

Задача № 4. Для того, чтобы согреться от холода, один человек пьёт горячий чай, а другой – алкоголь.

Объяснить, почему человек, находящийся на морозе в состоянии алкогольного опьянения, особенно подвержен угрозе замерзания?

Задача № 5. Известно, что при составлении пищевых рационов учитываются несколько условий, например, соответствие калорийности пищи суточным затратам энергии.

Указать, какие еще условия необходимо учитывать при составлении пищевых рационов, кроме соответствия калорийности пищи суточным затратам энергии?

ЗАНЯТИЕ № 4
Итоговое занятие по разделу «Физиология пищеварения, обмена веществ и энергии, терморегуляция»

Учебно-исследовательская цель занятия: контроль знаний по разделу «Физиология пищеварения, обмена веществ и энергии, терморегуляция».

Контрольные вопросы для устного собеседования на итоговом занятии

1. Значение и сущность пищеварения для организма. Методы исследования деятельности желудочно-кишечного тракта. Значение павловского метода хронических экспериментов для изучения функций пищеварительного аппарата. Функции пищеварительного тракта.
2. Пищеварение в полости рта. Методы изучения слюноотделения. Состав и физиологическое значение слюны. Закономерность, специфичность и приспособляемость в деятельности слюнных желез. Нервные и гуморальные механизмы регуляции слюноотделения.
3. Пищеварение в желудке. Методы изучения желудочного сокоотделения в эксперименте и клинике. Пробные завтраки и функциональные пробы.
4. Состав и свойства желудочного сока. Образование соляной

кислоты и ее значение. Ферменты желудочного сока и их действие на пищевые вещества.

5. Нервные и гуморальные механизмы отделения желудочного сока. Методы изучения первой и второй фаз желудочного сокоотделения. Роль гастрина, энтерогастрина, гистамина и продуктов гидролиза пищи в регуляции отделения желудочного сока. Анализ часовых кривых отделения желудочного сока на мясо, хлеб и молоко.

6. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Методы изучения поджелудочного сокоотделения. Состав и действие поджелудочного сока.

7. Нервная и гуморальная регуляция внешней секреции поджелудочной железы. Отделение поджелудочного сока на различные пищевые вещества.

8. Переход пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку. Факторы, определяющие переход химуса из желудка в кишечник.

9. Роль печени в пищеварении. Образование желчи. Методы изучения желчеотделительной функции печени. Печеночная и пузырная желчь. Состав желчи, ее значение для пищеварения и гомеостаза. Регуляция желчеотделительной функции печени.

10. Желчевыделительная функция печени. Методы изучения желчевыделения. Нервно-гуморальная регуляция желчевыделительной функции печени. Анализ часовых кривых желчевыделения на мясо, хлеб и молоко.

11. Пищеварение в тощей и подвздошной кишке. Количество, состав и свойства кишечного сока. Методы изучения кишечного сокоотделения. Участие экстрамуральной и интрамуральной иннервации в регуляции отделения кишечного сока.

12. Полостной и мембранный гидролиз питательных веществ в тонком кишечнике. Всасывание веществ в различных отделах пищеварительного аппарата.

13. Механизмы транспорта веществ в желудочно-кишечном тракте. Сопряжение гидролиза и всасывания.

14. Пищевой центр. Физиологические основы голода и насыщения. Периодическая деятельность органов пищеварения.

15. Двигательная функция и методы ее изучения. Виды сокращений желудка, тонкого и толстого кишечника. Регуляция моторной функции желудочно-кишечного тракта.

16. Общее понятие об обмене веществ и энергии. Организм как открытая термодинамичекая система. Процессы ассимиляции и диссимиляции веществ. Баланс прихода и расхода веществ.

17. Обмен белков в организме. Азотистое равновесие. Положительный и отрицательный баланс азота. Заменимые и незаменимые аминокислоты. Полноценные и неполноценные белки. Белковый оптимум и минимум. Регуляция белкового обмена.

18. Обмен углеводов. Значение углеводов для организма. Уровень

сахара в крови. Гипергликемия. Гипогликемия. Регуляция обмена углеводов.

19. Обмен жиров. Роль жиров в организме. Незаменимые жирные кислоты. Жировое депо. Участие печени в обмене липидов. Регуляция жирового обмена.

20. Значение минеральных веществ и микроэлементов, потребность в них организма. Значение воды для организма. Понятие о водном балансе. Регуляция водного и минерального обмена.

21. Витамины, их физиологическая роль в организме. Характеристика основных групп витаминов.

22. Энергетический баланс организма. Учет прихода и расхода энергии. Физическая калориметрия. Калорическая ценность разных питательных веществ. Физиологическая калориметрия.

23. Непрямая калориметрия. Методы полного и неполного газового анализа. Дыхательный коэффициент. Калорический эквивалент 1 л кислорода.

24. Основной обмен, величина и факторы, определяющие его. Специфически-динамическое действие питательных веществ. Рабочий обмен. Энергетические затраты при различных видах труда и в разном возрасте.

25. Физиологические нормы питания. Суточная потребность человека в питательных веществах. Принципы правильного составления пищевых рационов. Закон изодинамии Рубнера и его критика.

26. Значение терморегуляции для организма. Температура тела человека и ее суточные колебания. Пойкилотермные, гомойтермные и гетеротермные организмы. Химическая и физическая терморегуляция.

27. Терморецепторы периферические и центральные. Регуляция изотермии. Понятие о гипо- и гипертермии.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Пищеварение в ротовой полости

Слюнные железы новорожденного выделяют мало слюны. С 4-месячного возраста объем секреции возрастает и к 1 году достигает 1/10 секреции взрослых.

Ранний переход на смешанное питание увеличивает объем саливации. Она значительно усиливается также в период прорастания зубов (физиологическая гиперсаливация).

Пища грудного ребенка – молоко, а одним из назначений слюны является увлажнение пищи. Естественно, что в этом ребенок нуждается мало, но слюна участвует в других процессах.

Так, для эффективного сосания необходима герметичность контакта губ ребенка с грудью, это обеспечивается смачиванием места

контакта слюной. Нарушение слюноотделеления (а также проходимости носа) делает акт сосания неполноценным или невозможным.

Важна слюна и в переваривании молока. Хотя ферментативная активность слюны новорожденных низка, действие ее на молоко способствует его створаживанию в желудке, что облегчает гидролиз казеина.

Ведущее значение в стимуляции слюноотделения имеет безусловный рефлекс с рецепторов языка и слизистой. В течение 1-го года на основе этого рефлекса образуются условные слюноотделительные рефлексы (на вид матери, обстановку, время кормления).

Глотание новорожденных имеет особенности. В этом возрасте начало пищевода расположено примерно на 2 позвонка выше, чем у взрослого. Выше расположена и гортань. Это затрудняет попадание молока в воздухоносные пути. В отличие от взрослых, у детей глотание не сопровождается расслаблением желудка.

В гидролизе питательных веществ грудного молока в ЖКТ ребенка участвует аутолитическое и собственное пищеварение.

Аутолитическое пищеварение при лактотрофном питании производится содержащимися в молоке ферментами. Ферменты молока синтезируются молочными железами, транспортируются из крови матери.

Молоко обладает высокой липолитической и эстеразной активностью. Амилолитическая активность молока обусловлена содержанием нескольких изоформ амилазы. Аутолитическое пищеварение имеет существенное значение в первые сутки и недели после рождения. При сниженной ферментативной активности молока рост и развитие ребенка задерживаются. В дальнейшем все более повышается роль собственного пищеварения.

С переходом на дефинитивное питание особое значение приобретает размельчение пищи, что достигается с помощью жевания. Для жевания особое значение имеет развитие зубов (рис. 42).

Вначале прорезаются 2 медиальных резца нижней челюсти (6–8 месяц), потом – верхней. Затем появляются боковые резцы верхней челюсти, за которыми следуют боковые резцы нижней челюсти. Таким образом, к 12 месяцам ребенок должен иметь 8 зубов. После небольшого перерыва (2–3 месяца) прорезаются молочные премоляры, за ними – клыки и последние премоляры. К 2,5–3 годам заканчивается прорезывание всех 20 молочных зубов.

Прорезывание постоянных зубов начинается с 1 моляра в 6–8-летнем возрасте и продолжается в определенной последовательности (рис. 42). В 12–13 лет молочные зубы полностью заменяются постоянными. Окончательной дифференцировки зубочелюстной аппарат достигает к 15–17 годам (табл. 42).

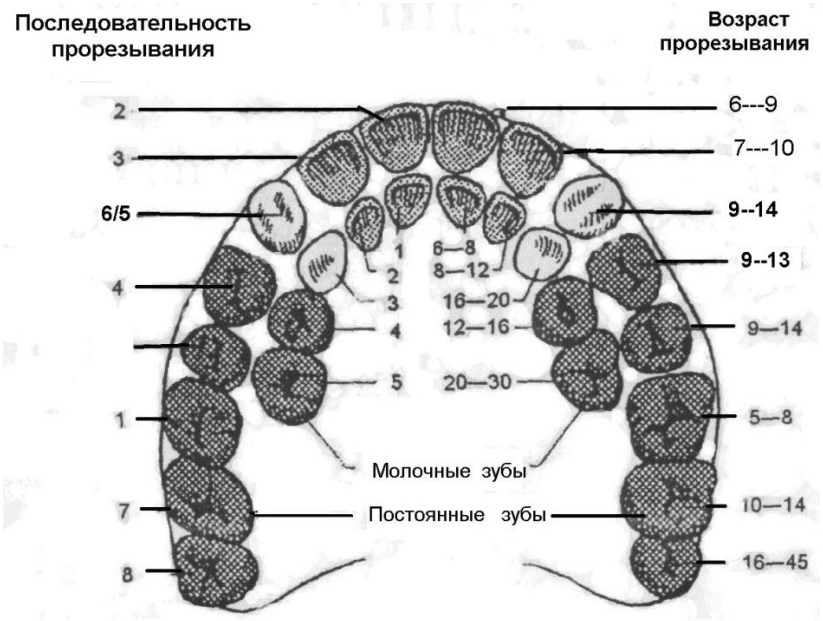

Рис. 42. *Возрастная последовательность появления зубов у человека. Возраст прорезывания молочных зубов указан в месяцах, постоянных – в годах жизни*

Прорезавшиеся и ставшие на свое место зубы верхней и нижней челюстей при смыкании находятся в определенном соотношении, формируя прикус (occlusio). Физиологическим прикусом (синоним нормального прикуса) принято считать состояние, когда коронки первых нижних коренных зубов смыкаются частично с коронками первых верхних больших зубов и частично со вторыми малыми коренными (премолярами) верхней челюсти, обеспечивая полноценную функцию жевания и нормальный внешний вид. Передние верхние зубы при этом перекрывают не более чем на 1/3 коронки нижних резцов, или же режущие края верхних передних зубов совпадают с режущими краями нижних.

Таблица 42

Сроки формирования и прорезывания постоянных зубов

Зуб	Сроки прорезывания, лет	Сроки формирования корней, лет
I	6–8	10
II	8–9	10
III	10–11	13
IV	9–10	12
V	11–12	12
VI	6	10
VII	12–13	15
VIII	От 16*	От 16*

*Примечание – сроки прорезывания VIII зубов («зубов мудрости»), формирования их корней могут быть не ограничены.

Особенности желудочного пищеварения

Емкость желудка новорожденных – 5–10 мл. Это ограничивает

возможности желудка как депо: желудок вмещает лишь небольшое количество пищи, которая довольно быстро переводится в кишечник.

В первые недели емкость желудка увеличивается до 30–35 мл, к концу года – до 250–300 мл.

Кислотность желудочного сока в раннем постнатальном периоде обусловлена в основном не HCL, а молочной кислотой, поэтому кислотность ниже, чем у взрослых.

Развитие секреции HCL зависит от типа питания. При смешанном питании она увеличивается в 2 раза.

Ферменты желудочного сока в этом возрасте адаптированы к гидролизу казеина: он расщепляется с большей скоростью, чем другие белки.

Белки растительного происхождения в первые 2 месяца практически не расщепляются. Начиная с 2–3-месячного возраста, фитолитическая активность начинает возрастать и к 4-месячному возрасту имеет высокие показатели.

Белки мяса начинают перевариваться желудочным соком с 5–6-месячного возраста.

Желудочный сок новорожденных имеет относительно высокую липолитическую активность, он гидролизует эмульгированные жиры молока.

Кардиогенный сфинктер новорожденных имеет низкий тонус, вследствие чего у них отмечаются забрасывание (рефлюкс) содержимого желудка в пищевод и срыгивание. Формирование кардиального отдела завершается лишь к 8 годам.

Эвакуация содержимого желудка после кормления ребенка грудным молоком происходит за 2–3 часа. Это определяет частоту кормления. Питательная смесь с коровьим молоком того же объема при искусственном вскармливании задерживается в желудке дольше. Увеличение в пище количества белков и жиров замедляет эвакуацию из желудка до 4,5–6,5 часов.

У грудных детей более выражено торможение эвакуации белками, а у взрослых – жирами.

Особенности панкреатической секреции

В первые месяцы жизни ребенка внешнесекреторная функция поджелудочной железы быстро нарастает (особенно при искуственном вскармливании), обеспечивая гидролиз легкоусвояемых пищевых веществ молока. Так, объем панкреатической секреции к концу первого года жизни увеличивается в 10 раз.

Возрастает и ферментативная активность панкреатического сока: первой повышается активность протеиназ, а к 9 годам становится максимальной амило- и липолитическая активность.

Пищеварительная функция печени

Пищеварительная функция печени развивается медленно. В течение 1-го полугодия постнатальной жизни ребенок получает преимущественно жировую диету (около 50% калорийности женского молока покрывается за счет жира, что сопровождается его недорасщеплением в кишечнике). Это связано с ограниченной липазной активностью поджелудочной железы и недостатком желчных солей, образуемых гепатоцитами.

Дезаминизация аминокислот в печени в неонатальном периоде мало эффективна. В первые дни жизни ребенка наблюдается недоразвитие глюкоронилтрансферазной активности, что ограничивает возможности экскреции билирубина. Это является главной причиной билирубинемии новорожденных (физиологическая желтуха).

ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ

ЗАНЯТИЕ № 1
Процессы мочеобразования и мочевыделения

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить роль и строение выделительной системы.
2. Изучить физиологическую роль и процесс регуляции мочеобразования и мочевыделения.

Вопросы для самоподготовки

1. Органы выделения: кожа, легкие, ЖКТ, почки.
2. Функции почек.
3. Нефрон как структурная и функциональная единица почек.
4. Клубочковая фильтрация.
5. Процессы канальцевой реабсорбции.
6. Поворотно-противоточный механизм в концентрации конечной мочи.
7. Процессы канальцевой секреции.
8. Регуляция почечного кровотока.
9. Регуляция мочеобразования.
10. Регуляция мочеотделения.
11. Искусственная почка.
12. Роль почек в регуляции водно-солевого баланса.
13. Роль почек в регуляции pH крови.

ДЕМОНСТРАЦИИ
Учебный видеофильм: «Выделение».
Электронный учебник: «Выделение»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Виртуальный физиологический эксперимент. Физиология почечной системы

Необходимо: персональный компьютер, программа PhysioEx 6.0 for Human Physiology, методические указания по теме «Физиология почечной системы».

Учебно-исследовательская цель работы:

1. Дать определение нефрону, почечной корпускуле (тельце), почечной тубуле (канал), афферентной артериоле, гломерулярной фильтрации, эфферентной артериоле, альдостерону, АДГ

(антидиуретический гормон) и реабсорбции.
2. Описать компоненты и функции нефрона.
3. Понять, как диаметр артериол влияет на функцию нефрона.
4. Понять, как кровяное давление влияет на функцию нефрона.
5. Объяснить процесс реабсорбции.
6. Объяснить роль переносчиков в реабсорбции глюкозы.
7. Описать механизм действия АДГ и альдостерона на реабсорбцию растворенного вещества и поглощение воды.

Ход работы

1. Эффект влияния диаметра артериолы на гломерулярную фильтрацию.
2. Эффект давления на гломерулярную фильтрацию.
3. Эффект градиента растворенного вещества на концентрацию мочи.
4. Реабсорбция глюкозы.
5. Эффект гормонов на реабсорбцию.

РАБОТА № 2
Виртуальный физиологический эксперимент. Мочевыводящая система

Необходимо: персональный компьютер, обучающая программа LuPraFi-Sim (раздел «Мочевыводящая система»).

Учебно-исследовательская цель работы: изучить процесс образования мочи.

Ход работы

1. Влияние гидростатического давления и осмотического давления на образование мочи.
2. Влияние альдостерона и антидиуретического гормона на скорость образования мочи.
3. Влияние глюкозы на скорость образования мочи.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие органы относятся к органам выделения?
2. Опишите общее строение мочевыделительной системы.
3. Как устроена капсула Шумлянского-Боумена?
4. На какие отделы делятся почечные канальцы, и в каких слоях почки они расположены?
5. Перечислите функции почек.
6. Опишите, как осуществляется фильтрационная фаза.
7. Укажите процент воды, подвергающейся реабсорбции в почечных канальцах.
8. Опишите механизм функционирования противоточно-множительной системы.
9. Объясните механизм действия антидиуретического гормона

(вазопрессина).

10. Назовите значение pH мочи и ее удельный вес.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ОБРАЗОВАНИЕ ПЕРВИЧНОЙ МОЧИ ИЗ ПЛАЗМЫ КРОВИ ЯВЛЯЕТСЯ ФУНКЦИЕЙ
    1) проксимальных канальцев нефрона
    2) дистальных канальцев
    3) собирательных трубочек
    4) капилляров клубочков почечного тельца
    5) колена петли Генле
2. ОТ РАЗНИЦЫ ДИАМЕТРОВ ПРИНОСЯЩЕЙ И ВЫНОСЯЩЕЙ АРТЕРИОЛ ПОЧЕЧНОГО КЛУБОЧКА НЕПОСРЕДСТВЕННО ЗАВИСИТ ВЕЛИЧИНА
    1) онкотического давления
    2) секреции
    3) реабсорбции
    4) фильтрации
    5) объема конечной мочи
3. РЕАБСОРБЦИЯ НАТРИЯ ПРОИСХОДИТ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО
    1) в проксимальном канальце, толстом восходящем отделе петли Генле
    2) в юкстагломерулярном аппарате
    3) в капсуле нефрона
    4) в мочеточниках
    5) в лоханках
4. АНТИДИУРЕТИЧЕСКИЙ ГОРМОН УВЕЛИЧИВАЕТ РЕАБСОРБЦИЮ ВОДЫ
    1) в проксимальном канальце
    2) в петле Генле
    3) в собирательной трубочке
    4) в мочеточниках
    5) в капсуле нефрона
5. РЕЗКО ПОВЫШЕННЫЙ ДИУРЕЗ ПРИ ПОНИЖЕННОЙ ПЛОТНОСТИ СУТОЧНОЙ МОЧИ ХАРАКТЕРЕН ДЛЯ ПОРАЖЕНИЯ
    1) коры больших полушарий
    2) мозжечка
    3) гиппокампа
    4) гипофиза
    5) ствола мозга

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. В мочевом пузыре человека содержится 300 мл мочи.

Объяснить, испытывает ли он позыв на мочеиспускание?

Задача № 2. В эксперимете животному в кровь введен ренин. *Определить, какие изменения в мочеобразовании у него произойдут и почему?*

Задача № 3. При обследовании в крови больного обнаружено повышение повысилось содержания альдостерона.

Объяснить, какие изменения в функциях почек следует при этом ожидать?

Задача № 4. В экперименте обнаружено, что диаметр приносящей артерии клубочка почки больше, чем выносящей.

Объяснить, как изменится скорость образования мочи, если будет наоборот?

Задача № 5. За первые четыре часа после поступления больного в клинику у него выделилось 50 мл мочи, за вторые 4 часа – 80 мл, в следующие четырех часовые промежутки 100 мл, 160 мл и 100 мл соответственно.

Указать, в какое время суток поступил больной в клинику?

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

С возрастом меняется количество и состав мочи. Мочи у детей отделяется значительно больше, чем у взрослых. Мочеиспускание происходит чаще за счет интенсивного водного обмена и относительно большого количества воды и углеводов в рационе питания у ребенка. Только в первые 3–4 дня после рождения количество отделяющейся мочи у детей невелико. У месячного ребенка мочи отделяется в сутки 350–380 мл, к концу первого года жизни – 750 мл, в 4–5 лет – 1 л, в 10 лет – 1,5 л, а в период полового созревания – до 2 л.

У новорожденного реакция мочи резкокислая. С возрастом она становится слабокислой. Реакция мочи может меняться в зависимости от получаемой ребенком пищи. При питании преимущественно мясной пищей в организме образуется много кислых продуктов обмена, соответственно, и моча становится более кислой. При употреблении растительной пищи реакция мочи сдвигается в щелочную сторону.

У новорожденных детей повышена проницаемость почечного эпителия, отчего в моче почти всегда обнаруживается белок. Позже у здоровых детей и взрослых белка в моче быть не должно.

У грудных детей имеет место непроизвольное испускание мочи. Старшие дети, как и взрослые, могут произвольно задерживать и вызывать мочеиспускание. Уже к 2-летнему возрасту у детей сформированы условнорефлекторные механизмы задержки мочеиспускания не только днем, но и ночью. Однако у детей в возрасте 5–10 лет, иногда до полового созревания, встречается ночное непроизвольное недержание мочи – энурез. В весенне-зимние периоды года в связи с большей возможностью охлаждения организма энурез учащается.

ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ЗАНЯТИЕ № 1

Безусловные и условные рефлексы. Общие закономерности деятельности высшей нервной деятельности. Физиологические основы поведения. Торможение условных рефлексов

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить базовые механизмы, лежащие в основе высшей нервной деятельности человека.
2. На практике ознакомиться с выработкой условных рефлексов, их торможением.

Вопросы для самоподготовки

1. Понятия о безусловных и условных рефлексах.
2. Характеристика и классификации безусловных рефлексов.
3. Инстинкты и их физиологическое значение.
4. Характеристика и значение условных рефлексов.
5. Правила выработки условного рефлекса.
6. Классификации условных рефлексов.
7. Структура рефлекторной дуги условного рефлекса.
8. Механизмы формирования временной связи в коре больших полушарий.
9. Торможение в коре больших полушарий.
10. Внешнее торможение: внешний тормоз, запредельное торможение. Физиологические механизмы их образования.
11. Внутреннее торможение (угасание, дифференцировка, условный тормоз, отставленное торможение). Условия выработки видов условного торможения.
12. Понятие о динамическом стереотипе. Роль динамического стереотипа в обучении и приобретении практических навыков.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Физиология ВНД», «Условные рефлексы», «Условный рефлекс», «Торможение условных рефлексов».

Плакаты: Высшая нервная деятельность. Образование и торможение условных рефлексов. Схема образования условного рефлекса. Пример взаимодействия первой и второй сигнальных систем.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1

Выработка условного словесно-двигательного рефлекса у человека

Необходимо: испытуемый, прибор Иванова-Смоленского. Объ-

ект исследования – человек.

Учебно-исследовательская цель работы: с помощью прибора Иванова-Смоленского выработать у человека условный словесно-двигательный рефлекс

Ход работы

1. Ознакомиться с прибором для выработки словесно-двигательного условного рефлекса у человека.

2. Условный словесно-двигательный рефлекс вырабатывается на базе закрепленного условного рефлекса, который состоит в том, что испытуемый в ответ на команду экспериментатора «нажмите» нажимает резиновую грушу. В качестве индифферентного – будущего условного – раздражителя используют световые и звуковые раздражители. Экспериментатор включает белую лампочку и одновременно подает команду «нажмите». Сочетание условного раздражителя (свет лампочки) и подкрепления (команда «нажмите») производится 6–10 раз. Интервалы между сочетаниями должны составлять 10–20 секунд. Характер ответной реакции испытуемого регистрируется с помощью чернильной записи на ленте прибора.

3. Экспериментатор включает белую лампочку без подкрепления командой «нажмите» и отмечает реакцию испытуемого. В случае успешного образования временной связи испытуемый нажимает на грушу без словесного подкрепления.

4. В отчетах необходимо схематически зарисовать рефлекторную дугу словесно-двигательного рефлекса.

РАБОТА № 2
Торможение условного словесно-двигательного рефлекса у человека

Необходимо: испытуемый, прибор Иванова-Смоленского.

Учебно-исследовательская цель работы: ознакомиться с видами торможения условных рефлексов у человека.

Ход работы

1. У испытуемого вырабатывают условный словесно-двигательный рефлекс на свет белой лампочки.

2. Угасание условного рефлекса вырабатывают неоднократным предъявлением условного раздражителя без подкрепления командой «нажмите».

3. Исследуют обобщение или генерализацию условного рефлекса. Для этого проверяют реакцию на свет желтой или зеленой лампочки. Как правило, предъявление родственного раздражителя приводит к осуществлению условно-рефлекторной реакции.

4. Дифференцировочное торможение. Проверяют реакцию на условный (белая лампочка) и родственные раздражители (лампочки других цветов). При этом условный раздражитель подкрепляют, а

родственные не подкрепляют. Через некоторое время реакция на родственные раздражители тормозится, тогда как на условный остается. В случае если у испытуемого плохо выражена дифференцировка, возможно отрицание реакции на родственные раздражители (команда «не нажимайте» или «плохо»).

5. Условный тормоз испытуемому с выработанным условным рефлексом на свет белой лампочки предъявляют одновременно два раздражителя, сочетание которых не подкрепляется (например, белая лампочка – красная лампочка). При этом один из раздражителей является условным, а другой – индифферентным. При неоднократном неподкреплении этого сочетания условно-рефлекторная реакция на него тормозится, но сохраняется на условный раздражитель.

6. Запаздывание. При выработке этого вида торможения увеличивают интервал между условным раздражителем (белая лампочка) и его подкреплением командой «нажмите». Этот вид внутреннего торможения проявляется в том, что условно-рефлекторная реакция при подаче условного раздражителя тормозится и проявляется с запаздыванием.

7. Внешнее торможение. Гаснущий тормоз. У испытуемого с выработанным условным рефлексом на свет белой лампочки проверяют несколько раз условно-рефлекторную реакцию. Затем одновременно с условным раздражителем подают сильный звуковой раздражитель и наблюдают исчезновение условно-рефлекторной реакции. Обычно это происходит только при первых предъявлениях внешнего раздражителя, так, 3–4-е предъявление уже сопровождается проявлением условного рефлекса.

8. В отчетах необходимо дать описательную характеристику видов внешнего и внутреннего торможения и назвать их основные механизмы.

РАБОТА № 3
Выработка и угасание условного вегетативного зрачкового рефлекса на звонок у человека

Необходимо: испытуемый, звонок, темный лист бумаги.

Учебно-исследовательская цель работы: изучить методику выработки условного вегетативного рефлекса и его угасания.

Ход работы

1. В работе принимают участие одновременно все студенты группы. Одна половина студентов – исследуемые, вторая – экспериментаторы. Экспериментаторы проверяют у исследуемых отсутствие расширения зрачка на свет при включении звонка, затем приступают к выработке условного вегетативного зрачкового рефлекса на звонок.

2. При включении звонка исследуемые закрывают глаз плотным темным листом бумаги, при выключении звонка исследуемые открывают глаз, и экспериментаторы наблюдают постепенное сужение зрачка у исследуемого на свету. Если звонок предъявлять 15 раз в сочетании с затемнением, то на 16 раз только включение звонка без затемнения глаза вызывает условно-рефлекторное расширение зрачка.

3. Для выработки угасания условного вегетативного зрачкового рефлекса звонок перестают подкреплять безусловным раздражителем – затемнением. У различных исследуемых условный вегетативный зрачковый рефлекс на звонок угасает через различное число изолированных действий условного раздражителя.

4. В отчете необходимо привести схему рефлекторной дуги данного условного рефлекса, полную его классификацию и указать тип торможения условнорефлекторной деятельности, использованный в работе.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите различия между условными и безусловными рефлексами.
2. Дайте определение инстинкта. В чем его отличие от безусловного рефлекса?
3. Какие условия необходимы для выработки условного рефлекса?
4. Какие изменения внешней и внутренней среды организма могут служить условными сигналами?
5. Какие условные рефлексы называются искусственными?
6. Какова биологическая значимость условных рефлексов?
7. Охарактеризуйте механизмы и этапы образования временных связей по Павлову.
8. Какова роль коры и подкорки в образовании временных связей по Э.А. Асратяну?
9. Сформулируйте современное представление о механизме образования временной связи по П.К. Анохину.
10. Перечислите периоды образования условного рефлекса.
11. Дайте схему простейшей рефлекторной дуги условного рефлекса.
12. В чем роль динамического стереотипа в приобретении практических навыков?
13. Опишите механизм формирования стереотипа у человека.
14. Дайте отличия динамического стереотипа у молодых и пожилых людей.
15. Что произойдет с выработанным условным рефлексом после удаления коры головного мозга?
16. Опишите основные методы изучения функции коры головного мозга.
17. Перечислите виды коркового торможения, объясните их меха-

низмы.

18. Укажите разновидности безусловного торможения в коре больших полушарий, объясните их механизмы.
19. Дайте определение импринтингу.
20. Какие условные рефлексы называются натуральными?
21. При каких условиях развивается дифференцировка?
22. Укажите роль условного тормоза.
23. При каких условиях в коре больших полушарий развивается запредельное торможение? В чем его физиологическое значение?
24. В чем заключается физиологическое значение угасательного торможения?
25. Назовите отличия между внешним и внутренним торможением в коре больших полушарий.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ДЛЯ УСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА, В ОТЛИЧИЕ ОТ БЕЗУСЛОВНОГО, НЕ ХАРАКТЕРНО(Ы)
    1) наследственный характер, жесткость рефлекторной дуги
    2) приобретенность, индивидуальный характер
    3) гибкость, временность нервных связей
    4) замыкание нервных связей преимущественно на уровне коры
    5) замыкание временных связей на уровне подкорковых структур
    6) все неверно
2. МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕДПОСЫЛКАМИ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ СЛУЖИТ(АТ)
    1) ревербация возбуждения
    2) активация обмена
    3) миелинизация аксонов, рост числа шипиков, увеличение синаптической поверхности нейронов
    4) синхронизация активности нейронов
    5) все неверно
3. ВНУТРЕННЕЕ ТОРМОЖЕНИЕ БЫВАЕТ
    1) угасательным
    2) дифференцировочным
    3) запаздывающим
    4) все верно
4. К УСЛОВИЯМ ВЫРАБОТКИ УСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА ОТНОСЯТ
    1) индифферентный раздражитель, который предшествует безусловному раздражителю
    2) силу индифферентного раздражителя меньше силы безусловного раздражителя

3) неоднократное сочетание индифферентного и безусловного раздражителей
4) отсутствие патологических процессов в организме

5. ВАЖНЕЙШИМ МЕХАНИЗМОМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИМ ОБРАЗОВАНИЕ УСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА, СЛУЖИТ(АТ)
1) синаптическое облегчение, долговременная потенциация
2) депрессия синаптической передачи
3) реципрокное торможение
4) возвратное торможение
5) латеральное торможение

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Известно, что при выработке условных рефлексов сила условного раздражителя не должна превышать силу безусловного раздражителя. В противном случае условный рефлекс выработать не удастся.

1. *Объяснить, почему должна быть такая последовательность раздражителей?*
2. *Указать, какое будет поведение у собаки при сильном условном раздражителе и при слабом безусловном раздражителе?*

Задача № 2. У собаки выработали условный пищевой рефлекс (выделение слюны) на условный раздражитель в виде светящегося круга. При включении раздражителя в виде светящегося эллипса также выделялась слюна (пища не предъявлялась). После нескольких включений светящегося эллипса слюна перестала выделяться.

1. *Определить, что произошло с условным рефлексом при включении светящегося эллипса?*
2. *Объяснить, можно ли восстановить условный рефлекс при включении светящегося эллипса?*
3. *Указать, как изменится поведение собаки, если постепенно светящийся эллипс приближать по форме к светящемуся кругу?*

Задача № 3. Для проверки предположения о наличии у животного цветового зрения провели следующий эксперимент. Вырабатывали пищевой условный рефлекс на свет зеленой лампы мощностью 150 Вт. Результат был положительный.

1. *Указать, к какому виду торможения относится дифференцировочное торможение?*
2. *Объяснить, можно ли утверждать о наличии у животного цветового зрения?*

Задача № 4. На опыты по изучению пищевых условных рефлексов привели двух собак. Перед началом опыта одна из них выпила большое количество воды. Затем началось исследование. Вначале у обеих собак пищевые условные рефлексы протекали нормально. Но через некоторое время у собаки, пившей воду, пищевые условные рефлексы исчезли. Никаких случайных внешних воздействий отмечено не было.

1. *Определить, какой процесс в ЦНС вызвал исчезновение пищевых условных рефлексов?*
2. *Указать, как называется данный процесс в данной ситуации?*
3. *Объяснить, какой фактор вызвал исчезновение условных рефлексов?*

Задача № 5. Собака в течение суток не получала пищу и воду. Затем ее ввели в комнату, в одном углу которой для нее была приготовлена пища, а в другом – вода.

1. *Объяснить, каково наиболее вероятное поведение животного?*
2. *Определить, какая мотивация будет доминировать и почему?*

ЗАНЯТИЕ № 2

Типы высшей нервной деятельности. Функциональная асимметрия коры больших полушарий. 1-я и 2-я сигнальные системы. Основные психические процессы. Функциональные системы. Экспериментальные неврозы

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Изучить принципы, лежащие в основе типизации высшей нервной деятельности (ВНД).
2. Изучить физиологические свойства и механизмы высших психических процессов.
3. Изучить на практике методики определения латерального фенотипа человека и типа ВНД.
4. Освоить методы оценки смысловой и кратковременной памяти.

Вопросы для самоподготовки

1. Современное учение о типах ВНД, классификация типов ВНД по Павлову.
2. Функциональная асимметрия коры больших полушарий.
3. Понятие о первой и второй сигнальных системах, их физиологическое значение.
4. Роль второй сигнальной системы в формировании абстрактного мышления и речи.
5. Структурные элементы формирования сознания, мышления, мотиваций.

6. Физиология эмоций. Теории эмоций. Структурная организация эмоций. Биологическое значение эмоций.
7. Память. Виды памяти.
8. Механизмы кратковременной и долговременной памяти.
9. Сон и биологическое значение фазы сна. БДГ-сон и его характеристика.
10. Экспериментальные неврозы и способы их получения. Значение изучения экспериментальных неврозов для клинической медицины.
11. Понятие о функциональных системах (П.К. Анохин), их физиологическое значение.
12. Структурные элементы функциональной системы.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Физиология мотиваций и эмоций», «Эмоции», «Память», «Головной мозг. Как улучшить память?», «Биологические ритмы. Сон и его значение», «Боль».

Плакаты: Типы высшей нервной деятельности. Происхождение памяти. Эмоции. Сравнительная характеристика фаз медленного и быстрого сна.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАБОТА № 1
Исследование объема кратковременной памяти

Необходимо: испытуемый, заранее приготовленные 7 рядов цифр, содержащих последовательно 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 элементов.

Учебно-исследовательская цель работы: Определить объем непосредственного запоминания.

Ход работы

1. Экспериментатор один раз громко зачитывает ряды цифр, начиная с короткого. После прочтения каждого ряда через 2–3 секунды по команде «пишите» испытуемые записывают в протоколе те элементы ряда, которые запомнили, в том же порядке, в котором они читались экспериментатором.
2. Для получения надежного результата опыт повторяют три раза, каждый раз зачитывают все 7 рядов вне зависимости от результатов испытуемых.
3. Сверяют результаты каждой серии с исходным материалом, отмечая правильно воспроизведенные ряды. Сравнивают результаты разных испытуемых.

РАБОТА № 2
Исследование смысловой памяти

Необходимо: испытуемый, заранее заготовленный набор из 18 и более понятий типа «веселый праздник», «вкусный ужин» и т. д.

Учебно-исследовательская цель работы: выяснить значение представления, воображения и мышления в объеме долговременной памяти.

Ход работы

1. Экспериментатор зачитывает 18 понятий с интервалом, достаточным для того, чтобы испытуемые сделали необходимые пометки.
2. Испытуемые для лучшего запоминания понятий делают на листе бумаги зарисовки или пометки, ассоциирующиеся с данными понятиями.
3. Через 60 минут каждый испытуемый подписывает понятия по своим пометкам.
4. Определяют количество запомненных понятий.
5. Сравнивают результаты нескольких испытуемых.
6. В выводах отмечают значение представления, воображения и мышления в долговременной памяти.

РАБОТА № 3
Исследование функциональной асимметрии мозга.

Необходимо: испытуемый, секундомер, периметр для определения полей зрения, динамометр, лист бумаги с отверстием диаметром 1 см.

Учебно-исследовательская цель работы: с помощью функциональных проб определить латеральный фенотип человека.

Ход работы

1. В процессе выполнения практической работы студенты в парах выполняют пробы для оценки сенсомоторных асимметрий, таблица 43.

Таблица 43

Пробы для оценки сенсомоторных асимметрий

ПРОБА	Оцениваемый показатель
1. Взять ручку со стола. Выполняется по команде: «Возьмите ручку со стола».	Ведущей считается рука, которой испытуемый берет предмет.
2. Без зрительного контроля одновременно двумя руками нарисовать круги, квадраты, треугольники.	Ведущей считается рука, которой более эффективно осуществляется движение.
3. Переплетение пальцев рук.	Большой палец ведущей руки ложится сверху.
4. Поза Наполеона.	Ведущая рука первой начинает движение и располагает кисть на противоположном предплечье.

Продолжение таблицы 43

5. Динамометрия.	Трижды определяется сила сжатия динамометра каждой рукой. Определяют средние значения. Наибольшая сила у ведущей руки.
6. Аплодирование.	Ведущей считается более активная в движении рука.
7. Тест вытянутых рук. С закрытыми глазами обе руки вытягиваются вперед на уровне плеч.	Ведущей считается поднятая выше рука.
8. Закидывание ноги на ногу.	Ведущая нога располагается сверху.
9. Подпрыгнуть на одной ноге.	Толчковая нога считается ведущей.
10. Подняться со стула.	Ведущая нога начинает движение.
11. Подойти к двери, вернуться пятясь.	Ведущая нога начинает движение.
12. Пнуть ногой воображаемый мяч.	Ведущая нога ударяет.
13. Отклонение движения от заданного направления. С закрытыми глазами испытуемый проходит по прямой 5–10 м.	Нога, противоположная отклонению от прямой, оценивается как ведущая.
14. Проба с секундомером. Оценивается, каким ухом испытуемый наклоняется к секундомеру после инструкции: «Каким ухом громче слышно тиканье часов?»	Ведущим считается ухо, которое испытуемый приближает к секундомеру.
15. Воспроизведение цифр, произносимых экспериментатором при одном закрытом ухе испытуемого.	Большее количество цифр запоминается ведущим ухом.
16. Проба Розенбаха. В вытянутой руке испытуемый держит карандаш и фиксирует его взором на определенной точке (3–4 м). Затем поочередно закрывает правый и левый глаз.	Закрытие ведущего глаза ведет к смещению карандаша относительно точки фиксации.
17. Проба «Дырка в карте». Испытуемый фиксирует предмет через небольшое отверстие в листе бумаги. Затем поочередно закрывает правый и левый глаз.	Закрытие ведущего глаза ведет к исчезновению предмета из поля зрения.
18. Прищуривание глаза после команды: «Поочередно прищурить глаза».	Первым прищуривается ведущий глаз.
19. Измерение полей зрения.	С помощью периметра Форстера выявляют большее поле зрения.

2. Результаты проб студенты заносят в протокол эксперимента и фиксируют в тетради для практических работ (табл. 44).

Таблица 44

Протокол эксперимента по определению латерального фенотипа

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**
П																			
Л																			

3. На основании функциональных проб определяют коэффициент правосторонней латерализации (КПЛ):

$$КПЛ = \frac{П - Л}{П + Л} \times 100\%,$$

где П – количество правосторонних признаков, Л – количество левосторонних признаков.

4. На основании коэффициента латерализации определяют моторный фенотип (пробы 1–13), сенсорный фенотип (пробы 14–19) и общий сенсомоторный фенотип (по всем пробам).

5. На основании коэффициентов латерализации определяют ведущее полушарие в моторной и сенсорной деятельности. При определении ведущего полушария необходимо помнить, что правый фенотип движений и сенсорики определяется левым полушарием, а левый фенотип – правым.

РАБОТА № 4
Определение типов темперамента по тесту Г. Айзенка.

Необходимо: испытуемый, личностный опросник Г. Айзенка.

Учебно-исследовательская цель работы: определить типы темперамента у испытуемых с помощью теста Айзенка.

Ход работы

Инструкция:

Вам предлагается ответить на 57 вопросов. Вопросы направлены на выявление вашего обычного способа поведения. Постарайтесь представить типичные ситуации и дайте первый «естественный» ответ, который придет вам в голову. Если вы согласны с утверждением, поставьте рядом с его номером знак + (да), если нет – знак - (нет).

Список вопросов к личностному опроснику Г. Айзенка:

1. Нравится ли вам оживление и суета вокруг вас?
2. Часто ли у вас бывает беспокойное чувство, что вам что-нибудь хочется, а вы не знаете что?
3. Вы из тех людей, которые не лезут за словом в карман?
4. Чувствуете ли вы себя иногда счастливым, а иногда печальным без какой-либо причины?
5. Держитесь ли вы обычно в тени на вечеринках или в компании?
6. Всегда ли в детстве вы делали немедленно и безропотно то, что вам приказывали?
7. Бывает ли у вас иногда дурное настроение?
8. Когда вас втягивают в ссору, предпочитаете ли вы отмолчаться, надеясь, что все обойдется?
9. Легко ли вы поддаетесь переменам настроения?
10. Нравится ли вам находиться среди людей?

11. Часто ли вы теряли сон из-за своих тревог?
12. Упрямитесь ли вы иногда?
13. Могли бы вы назвать себя бесчестным?
14. Часто ли вам приходят хорошие мысли слишком поздно?
15. Предпочитаете ли вы работать в одиночестве?
16. Часто ли вы чувствуете себя апатичным и усталым без серьезной причины?
17. Вы по натуре живой человек?
18. Смеетесь ли вы иногда над неприличными шутками?
19. Часто ли вам что-то так надоедает, что вы чувствуете себя «сытым по горло»?
20. Чувствуете ли вы себя неловко в какой-либо одежде, кроме повседневной?
21. Часто ли ваши мысли отвлекаются, когда вы пытаетесь сосредоточиться на чем-то?
22. Можете ли вы быстро выразить ваши мысли словами?
23. Часто ли вы бываете погружены в свои мысли?
24. Полностью ли вы свободны от всяких предрассудков?
25. Нравятся ли вам первоапрельские шутки?
26. Часто ли вы думаете о своей работе?
27. Очень ли вы любите вкусно поесть?
28. Нуждаетесь ли вы в дружески расположенном человеке, чтобы выговориться, когда вы раздражены?
29. Очень ли вам неприятно брать взаймы или продавать что-нибудь, когда вы нуждаетесь в деньгах?
30. Хвастаетесь ли вы иногда?
31. Очень ли вы чувствительны к некоторым вещам?
32. Предпочли бы вы остаться в одиночестве дома, чем пойти на скучную вечеринку?
33. Бываете ли вы иногда беспокойными настолько, что не можете долго усидеть на месте?
34. Склонны ли вы планировать свои дела тщательно и раньше, чем следовало бы?
35. Бывают ли у вас головокружения?
36. Всегда ли вы отвечаете на письма сразу после прочтения?
37. Справляетесь ли вы с делом лучше, обдумав его самостоятельно, а не обсуждая с другими?
38. Бывает ли у вас когда-либо одышка, даже если вы не делали никакой тяжелой работы?
39. Можно ли сказать, что вы человек, которого не волнует, чтобы все было именно так, как нужно?
40. Беспокоят ли вас ваши нервы?
41. Предпочитаете ли вы больше строить планы, чем действовать?
42. Откладываете ли вы иногда на завтра то, что должны сделать сегодня?

43. Нервничаете ли вы в местах, подобных лифту, метро, туннелю?
44. При знакомстве вы обычно первыми проявляете инициативу?
45. Бывают ли у вас сильные головные боли?
46. Считаете ли вы обычно, что все само собой уладится и придет в норму?
47. Трудно ли вам заснуть ночью?
48. Лгали ли вы когда-нибудь в своей жизни?
49. Говорите ли вы иногда первое, что придет в голову?
50. Долго ли вы переживаете после случившегося конфуза?
51. Замкнуты ли вы обычно со всеми, кроме близких друзей?
52. Часто ли с вами случаются неприятности?
53. Любите ли вы рассказывать истории друзьям?
54. Предпочитаете ли вы больше выигрывать, чем проигрывать?
55. Часто ли вы чувствуете себя неловко в обществе людей выше вас по положению?
56. Когда обстоятельства против вас, обычно вы думаете тем не менее, что стоит еще что-либо предпринять?
57. Часто ли у вас сосет под ложечкой перед важным делом?

Ключ, обработка результатов личностного опросника Г. Айзенка:

Экстраверсия – интроверсия:

«да» (+): 1, 3, 8, 10, 13, 17, 22, 25, 27, 39, 44, 46, 49, 53, 56;

«нет» (-): 5, 15, 20, 29, 32, 34, 37, 41, 51.

Нейротизм (эмоциональная стабильность – эмоциональная нестабильность):

«да» (+): 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 19, 21, 23, 26, 28, 31, 33, 35, 38, 40, 43, 45, 47, 50, 52, 55, 57.

«Шкала лжи»:

«да» (+): 6, 24, 36;

«нет» (-): 12, 18, 30, 42, 48, 54.

Ответы, совпадающие с ключом, оцениваются в 1 балл.

Интерпретация результатов личностного опросника Г. Айзенка:

При анализе результатов следует придерживаться следующих ориентиров.

Экстраверсия – интроверсия:

больше 19 – яркий экстраверт,

больше 15 – экстраверт,

больше 12 – склонность к экстраверсии,

12 – среднее значение,

меньше 12 – склонность к интроверсии,

меньше 9 – интроверт,

меньше 5 – глубокий интроверт.

Нейротизм:

больше 19 – очень высокий уровень нейротизма,

больше 13 – высокий уровень нейротизма,

9–13 – среднее значение,

меньше 9 – низкий уровень нейротизма.

Ложь:

больше 4 – неискренность в ответах, свидетельствующая также о некоторой демонстративности поведения и ориентированности испытуемого на социальное одобрение,

меньше 4 – норма.

Описание шкал:

Экстраверсия – интроверсия

Характеризуя типичного экстраверта, автор отмечает его общительность и обращенность индивида вовне, широкий круг знакомств, необходимость в контактах. Он действует под влиянием момента, импульсивен, вспыльчив, беззаботен, оптимистичен, добродушен, весел. Предпочитает движение и действие, имеет тенденцию к агрессивности. Чувства и эмоции не имеют строгого контроля, склонен к рискованным поступкам. На него не всегда можно положиться.

Типичный интроверт – это спокойный, застенчивый, интроективный человек, склонный к самоанализу. Сдержан и отдален от всех, кроме близких друзей. Планирует и обдумывает свои действия заранее, не доверяет внезапным побуждениям, серьезно относится к принятию решений, любит во всем порядок. Контролирует свои чувства, его нелегко вывести из себя. Обладает пессимистичностью, высоко ценит нравственные нормы.

Нейротизм

Характеризует эмоциональную устойчивость или неустойчивость (эмоциональная стабильность или нестабильность). Нейротизм, по некоторым данным, связан с показателями лабильности нервной системы. Эмоциональная устойчивость – черта, выражающая сохранение организованного поведения, ситуативной целенаправленности в обычных и стрессовых ситуациях. Характеризуется зрелостью, отличной адаптацией, отсутствием большой напряженности, беспокойства, а также склонностью к лидерству, общительности. Нейротизм выражается в чрезвычайной нервности, неустойчивости, плохой адаптации, склонности к быстрой смене настроений (лабильности), чувстве виновности и беспокойства, озабоченности, депрессивных реакциях, рассеянности внимания, неустойчивости в стрессовых ситуациях. Нейротизму соответствуют эмоциональность, импульсивность, неровность в контактах с людьми, изменчивость интересов, неуверенность в себе, выраженная чувствительность, впечатлительность, склонность к раздражительности. Нейротическая личность характеризуется неадекватно сильными реакциями по отношению к вызывающим их стимулам. У лиц с высокими показателями по шкале нейротизма в неблагоприятных стрессовых ситуациях может развиться невроз.

Представление результатов по шкалам экстраверсии и нейро-

тизма осуществляется при помощи системы координат. Интерпретация полученных результатов проводится на основе психологических характеристик личности, соответствующих тому или иному квадрату координатной модели (рис. 43) с учетом степени выраженности индивидуально-психологических свойств и степени достоверности полученных данных.

Привлекая данные из физиологии высшей нервной деятельности, Айзенк высказывает гипотезу о том, что сильный и слабый типы по Павлову очень близки к экстравертированному и интровертированному типам личности. Природа интроверсии и экстраверсии усматривается во врожденных свойствах центральной нервной системы, которые обеспечивают уравновешенность процессов возбуждения и торможения.

Рис. 43. *Круг Айзенка.*
Пояснение: сангвиник = стабильный + экстравертированный, флегматик = стабильный + интровертированный, меланхолик = нестабильный + интровертированный, холерик = нестабильный + экстравертированный

Таким образом, используя данные обследования по шкалам экстраверсии, интроверсии и нейротизма, можно вывести показате-

ли темперамента личности по классификации Павлова, который описал четыре классических типа: сангвиник (по основным свойствам центральной нервной системы характеризуется как сильный, уравновешенный, подвижный), холерик (сильный, неуравновешенный, подвижный), флегматик (сильный, уравновешенный, инертный), меланхолик (слабый, неуравновешенный, инертный).

«Чистый» сангвиник (высокая экстраверсия и низкий нейротизм) быстро приспосабливается к новым условиям, быстро сходится с людьми, общителен. Чувства легко возникают и сменяются, эмоциональные переживания, как правило, неглубоки. Мимика богатая, подвижная, выразительная. Несколько непоседлив, нуждается в новых впечатлениях, недостаточно регулирует свои импульсы, не умеет строго придерживаться выработанного распорядка жизни, системы в работе. В связи с этим не может успешно выполнять дело, требующее равной затраты сил, длительного и методичного напряжения, усидчивости, устойчивости внимания, терпения. При отсутствии серьезных целей, глубоких мыслей, творческой деятельности вырабатываются поверхностность и непостоянство.

Холерик (высокая экстраверсия и высокий нейротизм) отличается повышенной возбудимостью, действия прерывисты. Ему свойственны резкость и стремительность движений, сила, импульсивность, яркая выраженность эмоциональных переживаний. Вследствие неуравновешенности, увлекшись делом, склонен действовать изо всех сил, истощаться больше, чем следует. Имея общественные интересы, темперамент проявляет в инициативности, энергичности, принципиальности. При отсутствии духовной жизни холерический темперамент часто проявляется в раздражительности, эффективности, несдержанности, вспыльчивости, неспособности к самоконтролю при эмоциональных обстоятельствах.

Флегматик (высокая интроверсия и высокий нейротизм) характеризуется сравнительно низким уровнем активности поведения, новые формы которого вырабатываются медленно, но являются стойкими. Обладает медлительностью и спокойствием в действиях, мимике и речи, ровностью, постоянством, глубиной чувств и настроений. Настойчивый и упорный «труженик жизни», он редко выходит из себя, не склонен к аффектам, рассчитав свои силы, доводит дело до конца, ровен в отношениях, в меру общителен, не любит попусту болтать. Экономит силы, попусту их не тратит. В зависимости от условий в одних случаях флегматик может характеризоваться «положительными» чертами – выдержкой, глубиной мыслей, постоянством, основательностью и т. д., в других – вялостью, безучастностью к окружающему, ленью и безволием, бедностью и слабостью эмоций, склонностью к выполнению одних лишь привычных действий.

Меланхолик (высокая интроверсия и высокий нейротизм). У не-

го реакция часто не соответствует силе раздражителя, присутствуют глубина и устойчивость чувств при слабом их выражении. Ему трудно долго на чем-то сосредоточиться. Сильные воздействия часто вызывают у меланхолика продолжительную тормозную реакцию (опускаются руки). Ему свойственны сдержанность и приглушенность моторики и речи, застенчивость, робость, нерешительность. В нормальных условиях меланхолик – человек глубокий, содержательный, может быть хорошим тружеником, успешно справляться с жизненными задачами. При неблагоприятных условиях может превратиться в замкнутого, боязливого, тревожного, ранимого человека, склонного к тяжелым внутренним переживаниям таких жизненных обстоятельств, которые вовсе этого не заслуживают.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте типы ВНД по Павлову.
2. Перечислите современные методики изучения ВНД.
3. Чем отличается первая сигнальная система от второй? Приведите примеры раздражителей первой и второй сигнальных систем.
4. В чем заключается биологическое значение сна?
5. Опишите виды памяти в зависимости от длительности хранения информации.
6. Перечислите виды памяти в зависимости от участия того или иного анализатора.
7. Опишите механизмы возникновения кратковременной и долговременной памяти.
8. Что такое мотивация и потребность, их физиологическое значение?
9. Дайте классификацию потребностей.
10. Опишите роль гипоталамуса в формировании мотиваций.
11. Опишите роль коры больших полушарий в формировании мотиваций.
12. Дайте классификацию эмоций.
13. Каковы условия возникновения эмоций? Роль вентромедиальных и латеральных ядер гипоталамуса в формировании эмоций.
14. Опишите роль катихоламинов при эмоциональном возбуждении.
15. Охарактеризуйте роль эмоций в приспособлении организма к условиям существования.
16. Нарисуйте схему функциональной системы поведенческого акта.
17. Перечислите составные компоненты афферентного синтеза.
18. Роль приспособительного результата в формировании функциональных систем.
19. Когда и почему распадается функциональная система целенаправленного поведенческого акта?
20. Укажите типы темперамента по Гиппократу.
21. Укажите основные компоненты эмоций.

22. При каких условиях развиваются экспериментальные неврозы?
23. Какое полушарие является ведущим в регуляции двигательной активности у «правшей»?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. СТАДИЯ АФФЕРЕНТНОГО СИНТЕЗА В ЦНС ЗАВЕРШАЕТСЯ
    1) формированием программы действия
    2) принятием решения
    3) началом действия
    4) формированием акцептора результата действия
    5) достижением результата
2. В ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МОТИВАЦИИ ЛЕЖИТ
    1) обстановочная афферентация
    2) пусковая афферентация
    3) внутренняя потребность
    4) память о предшествующих событиях
3. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОЙ И ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ, ПРОИСХОДЯТ
    1) в соме нейрона
    2) в аксоне
    3) в синапсах
    4) в рецепторах
    5) в нервной терминали
4. ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ПАМЯТЬ ХРАНИТСЯ В МОЗГЕ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО
    1) в ограниченных участках коры больших полушарий
    2) в четверохолмиях
    3) в базальных ядрах
    4) в гиппокампе
5. «СРЫВ» ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ НЕВРОЗ) РАЗВИВАЕТСЯ ПРИ
    1) перенапряжении силы возбудительного процесса
    2) перенапряжения подвижности возбудительного процесса
    3) перенапряжении силы тормозного процесса
    4) перенапряжении подвижности тормозного процесса
    5) уравновешивании процессов возбуждения и торможения

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Студент собирается ехать в институт на занятия, но замок в его квартире сломался, и он не смог выйти из нее до вечера.

1. *Указать, какое состояние возникло у студента в первый момент?*
2. *Определить, какая стадия формирования поведения возникла в ЦНС?*

Задача № 2. Человек в результате травмы головы потерял способность предвидения будущих событий.

1. *Определить, какая стадия системной архитектоники психической деятельности нарушена?*
2. *Указать, где локализуется в мозге механизм предвидения?*

Задача № 3. У человека в результате травмы головы поражено левое полушарие головного мозга.

1. *Указать, какие функции при этом нарушаются?*
2. *Определить, какие центры расположены в левом полушарии у правшей?*

Задача № 4. Студента утром разбудил будильник, и он рассказал, что видел сон.

1. *Указать, в какую стадию сна проснулся студент?*
2. *Объяснить, что характерно для этой стадии сна?*
3. *Указать, как эту стадию сна можно обнаружить у спящего человека?*

Задача № 5. Человек в результате травмы головы потерял способность адекватно оценивать результаты деятельности.

1. *Указать, как обозначается механизм оценки результатов деятельности?*
2. *Объяснить, где локализуется механизм оценки результатов деятельности?*

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Антенатальный и ранний постнатальный периоды

Вопрос о развитии высшей нервной деятельности человеческого плода может рассматриваться лишь с точки зрения степени готовности больших полушарий к функционированию. Известно, что дети, родившиеся на 3–3,5 месяц раньше срока, несмотря на несовершенство безусловных пищевых, защитных и регуляторных реакций, оказываются жизнеспособными. Следовательно, к 5,5–6 месяцам антенатального периода низшие отделы центральной нервной системы уже достаточно функционально зрелы и обеспечивают необходимую, пусть еще очень несовершенную адаптацию организма. Сколько-нибудь достоверных данных о функционировании больших полушарий в этом периоде нет. Возможность выработать условный

рефлекс у неродившегося плода крайне сомнительна. Получаемые реакции плода здесь едва ли можно расценивать как непосредственный его ответ на применяемые раздражители (например, звуковые), скорее они являются отражением реакций материнского организма.

Получить условные оборонительные рефлексы на звуковые раздражители у детей, недоношенных на 1–2 месяца, оказалось возможным лишь в середине 2-го месяца постнатальной жизни. У плодов, родившихся с недоношенностью в 2–2,5 месяца, условный рефлекс был получен к 1,5–2-месячному возрасту, а у плодов с более глубокой степенью недоношенности – в 3–3,5 месяца – к 3-му месяцу постнатальной жизни. У доношенного новорожденного младенца удается получить условные рефлексы на аналогичные раздражители к концу 1-го месяца жизни. Очевидно, обстоятельства развития центральной нервной системы при более раннем появлении ребенка на свет способствуют и более раннему образованию условных рефлексов. Морфофизиологические исследования показывают, что порядок и сроки созревания (прежде всего миелинизация) той или иной части нервной системы зависят от интенсивности ее функционирования.

Новорожденный младенец связан с окружающим миром лишь посредством ограниченного числа врожденных рефлексов. Эти реакции не только бедны количественно, но и очень несовершенны: они имеют генерализованный характер, неточны и вызываются в равной степени как внешними, так и висцеральными раздражениями. Это связано с тем, что высшие отделы нервной системы еще малоактивны и превалирует роль подкорковых структур.

Первый год жизни

Более значительная зрелость вегетативных безусловных рефлексов к рождению ребенка обуславливает тот факт, что самыми ранними являются интероцептивные условные рефлексы. При точном соблюдении промежутков времени между кормлениями 5–6-дневные младенцы пробуждаются и проявляют беспокойство за несколько минут до срока кормления. У них повышается газообмен перед приемом пищи. При строгом режиме кормления на 6–7-й день у младенцев повышается содержание лейкоцитов уже за 30 мин до кормления. К концу 2-й недели жизни появляется условный состоятельный рефлекс на «положение для кормления». Сигналом, вызывающим этот рефлекс, служит комплексный раздражитель, включающий импульс с кожи, проприоцептивного и вестибулярного аппарата, а подкреплением – кормление, т. е. и здесь как условные действуют пока интероцептивные и проприоцептивные раздражения.

Лишь с конца 3-го месяца жизни у ребенка начинают вырабатываться временные связи на экстероцептивные раздражения. В это

время удается получить первые естественные условные рефлексы на зрительные раздражения, что делает поведение ребенка более адекватным конкретным жизненным обстоятельствам: он реагирует «комплексом оживления» на лицо человека, на вид ванночки с водой, кричит и отворачивается, когда к его лицу подносят намыленную руку при умывании, и т. д.

Интересно отметить, что у детей этого возраста скорость и прочность образования условных связей на зрительные раздражители зависит от того, совпадает ли по времени их действие с действием тактильно-кинестетических раздражителей. Связь звуковых раздражений с кинестетическими является позднее благоприятным условием образования временных связей на звуковые раздражения. Этот факт свидетельствует о том, что в онтогенезе высшей нервной деятельности ребенка различные анализаторные системы неравноценны. Различение явлений внешнего мира функционально менее зрелыми анализаторными системами совершается успешнее при участии других, более зрелых анализаторов. Сроки формирования естественных рефлексов довольно близко совпадают со сроками морфологического созревания проводящих путей анализаторных систем. К 5-му месяцу жизни уже все анализаторные системы ребенка достигают достаточно высокого функционального совершенства и широко включаются в деятельность.

Существенной чертой условно-рефлекторной деятельности ребенка в первом полугодии жизни нужно считать то, что действенными для него раздражителями являются комплексные. При этом наиболее эффективны комплексы одновременных раздражений (например, «положение для кормления», при котором тактильные, проприоцептивные, вестибулярные импульсы действуют одновременно); в отличие от одновременных комплексы последовательных раздражений оказывают более слабое воздействие. Ответные реакции ребенка представляют собой пока одиночные рефлекторные акты (например, мигание, если что-то мелькнуло перед глазами) или автоматическое повторение одного и того же рефлекторного акта (как состоятельные движения). Цепи из различных рефлекторных актов пока еще не формируются.

Интересна последовательность развития различных форм центрального торможения в первые месяцы жизни ребенка. Как известно, различаются два вида центрального торможения: безусловное (или врожденное) и условное (вырабатываемое). К первому относятся те случаи, когда один очаг более сильного возбуждения подавляет другой, более слабый (гаснущий тормоз, постоянный тормоз, индукционное торможение и запредельное торможение). Ко второму виду относят угасательное торможение, дифференцировочное, условный тормоз и запаздывательное торможение.

О первых проявлениях условного торможения можно говорить

лишь с 8–9-го дня жизни. Если при проявлении условнорефлекторного пищевого лейкоцитоза изменить время кормлений, то через 2 дня повышение числа лейкоцитов передвигается во времени соответственно новому расписанию кормлений, т. е. обнаруживается дифференцировочное торможение. Это крайне интересный факт, так как угашение и дифференцирование экстероцептивных раздражений удается получить у ребенка не ранее чем в 3-месячном возрасте. Четкое диффереципование ребенком зрительных и слуховых условных раздражителей у детей более раннего возраста не привело к успеху.

На протяжении всего первого года жизни для правильного развития ребенка исключительно важным является строгий режим сна, бодрствования, питания и прогулок. Такой режим определяет выработку стереотипов интероцептивных условных рефлексов, которые в этот период имеют несравненно большее значение, чем стереотипы экстероцептивных раздражений. Ребенок первого года жизни очень болезненно реагирует на нарушения режима сна или питания, в то время как изменение обстановки и других внешних воздействий для него не является еще очень значимым.

От 1 года до 3 лет

Период от 1 года до 3 лет представляет совершенно исключительный интерес. Отношение ребенка к окружающему его предметному миру и человеческому обществу коренным образом изменяется с развитием ходьбы и речи. Самостоятельное передвижение позволяет ребенку более всесторонне ознакомиться с окружающими его предметами; развитие же речи дает возможность вступать в более сложный контакт с людьми. Поведение ребенка 2-го и 3-го годов жизни поражает своей бурной, настойчивой и исследовательской деятельностью. Ребенок тянется к каждому предмету, трогает его, ощупывает, толкает, пробует поднять и т. д.

Очевидно, что явления внешней среды как раздражители приобретают для ребенка на 2-м году жизни принципиально новый характер. Из обобщенного, недифференцированного мира, окружающего ребенка, начинают выступать отдельные предметы как обособленные комплексы раздражителей. Этот огромный прогресс в анализе внешней среды оказывается возможным лишь как следствие действия ребенка с предметами.

Постепенно у ребенка вырабатывается система адекватных действий с различными предметами: на стул он садится, ложкой ест, из чашки пьет и т. д. Если действия ребенка с предметами ограничить, то его познавательная деятельность не только оказывается очень обедненной, но и задерживается в своем развитии. Благодаря действиям ребенка с предметами начинается формирование функции обобщения, которая далее станет отличительной,

специальной человеческой чертой деятельности мозга.

Психология описывает процесс обобщения нескольких предметов в одну группу как выделение существенного в каком-нибудь отношении свойства в этих предметах и отвлечение от второстепенных, несущественных свойств. Физиологически это явление связано с тем, что данное свойство вызывает более сильную ориентировочную реакцию, чем другие. Однако далее выделение существенного свойства становится процессом условно-рефлекторным, основанным на том, что данное свойство получает более сильное безусловное подкрепление по сравнению с другими свойствами.

В специальных экспериментах было установлено, что для детей в возрасте до 3 лет выработка большого числа стереотипов не только не представляет трудностей, но каждый последующий стереотип вырабатывается все легче и легче. Очевидно, что для детей 3 лет физиологически оправданным является бережное отношение ко всем вырабатываемым стереотипам. Детей этого возраста следует оберегать от ломки стереотипов, какой бы незначительной она не казалась.

Интересен ход развития обобщающей функции слова у ребенка этого возраста. В результате разработанных действий с предметом, обозначаемым определенным словом, на это слово вырабатывается большое количество условных связей. Приведенными экспериментами установлено, что на 2-м и 3-м годах жизни ребенка словесные сигналы непрерывно обогащаются новыми непрерывными связями. Одни и те же слова у ребенка 2 и 3 лет совершенно несоизмеримы по количеству условных связей (величине «ассоциативных полей»), образованных на них, а следовательно, и по их способности обобщать конкретные сигналы первой сигнальной системы. В этом заложены безграничные возможности высшей нервной деятельности человека.

Старший дошкольный возраст

Период с 5 до 7 лет характеризуется тем, что существенно возрастают силы и подвижность нервных процессов. Это выражается в повышении работоспособности коры головного мозга, большей стабильности всех видов внутреннего торможения.

Дети способны теперь сосредотачивать внимание в течении 15–20 мин и более. Выработанные условные реакции менее поддаются внешнему торможению при действии экстерораздражителей. Внутреннее торможение становится более сильным. Угашение и дифференцирование вырабатываются почти вдвое быстрее, чем у детей 3–5 лет, длительнее становятся периоды удержания тормозного состояния. Однако выработка всех видов условного торможения представляет еще большую трудность для нервной системы.

У детей 5–7 лет отмечается также возрастание функционально-

го значения второй сигнальной системы. Роль «первых сигналов действительности», т. е. непосредственных ощущений и представлений, остается еще значительной, но словесное мышление начинает оказывать все более сильное влияние и на реакции 1-й сигнальной системы. Есть данные, что именно в этом периоде появляются зачатки так называемой внутренней речи. После 5 лет оказывается возможным словесное внушение.

К 6–7 годам для детей оказывается доступным выделение общих или групповых признаков. Ребенок начинает пользоваться понятиями, которые уже абстрагированы от действий. В связи с началом обучения чтения и письму слово приобретает все более выраженные абстрагирующие свойства.

У детей старшего дошкольного возраста отражение действительности проявляется также в том, что к 7 годам ребенок оказывается в состоянии удерживать программу действий из ряда движений. Как известно, реакции с предвидением результатов действия формируются при участии коры. Именно к 7-летнему возрасту происходит морфологическое созревание лобного отдела больших полушарий. Классовский связывает позднее развитие нервно-психических функций у ребенка с поздней интерокортикальной миелинизацией прилегающих к коре участков белого вещества в лобных областях.

Имеются данные о том, что степень вероятности подкрепления начинает оказывать влияние на ход выработки условных рефлексов лишь у детей старше 5 лет. До этого времени выработка условных рефлексов происходит по принципу «максимализации», когда даже минимальная степень вероятности подкрепления приводит к упорному повторению положительного условного рефлекса (приобретает максимальный эффект). Известно, что вероятностный принцип реагирования определяется функцией лобных долей, а принцип максимализации – функцией лимбической системы.

Эти факты являются еще одним свидетельством того, что уровень сложности ассоциативной деятельности мозга находится в зависимости от степени зрелости лобных областей.

Таким образом, возраст с 5 до 7 лет представляет собой период активного формирования всех основных проявлений высшей нервной деятельности ребенка.

Младший школьный возраст

Этот очень ответственный этап развития деятельности мозга изучен крайне недостаточно. Влияние новых требований, предъявляемых нервной деятельности детей, влияние систематического обучения не подвергнуты пока должному анализу. По данным Иванова-Смоленского и его сотрудников, у детей в возрасте 7–10 лет основные свойства нервных процессов приближаются по характе-

ристикам к таковым у взрослых людей: отмечаются хорошо выраженные индукционные отношения, последовательное торможение быстро концентрируется, т. е. оказывает сильное влияние на процесс возбуждения. Происходят дальнейшее развитие и стабилизация тех отношений, которые были достигнуты в предыдущем возрасте.

В ряде исследований изучались типологические особенности высшей нервной деятельности детей. Красногорским и Ивановым-Смоленским были сделаны попытки классификаций ее типов. Красногорский взял за основу соотношение возбудимости коры подкорковых отделов и выделил четыре типа: 1) центральный, уравновешенный тип, 2) кортикальный тип с преобладанием корковых процессов над подкорковыми, 3) подкорковый – с преобладанием субкортикальных процессов и 4) гиподинамический – с пониженной возбудимостью как коры, так и подкорковых отделов. Эти четыре типа со своими характеристиками очень близко совпадают с четырьмя основными Павловскими типами.

Некоторыми авторами делались попытки использовать двигательные реакции как показатель типологических особенностей нервной системы. Однако до сих пор остается неясным, отражают характеристики двигательных реакций лишь особенности двигательного анализатора или нейродинамики вообще. Сила и подвижность нервных процессов с возрастом развиваются, изменяется и баланс обоих нервных процессов. Соответственно изменяются и типологические особенности. По-видимому, о типе нервной деятельности у детей можно говорить лишь очень условно. Проблема эта, однако, имеет большое практическое значение и требует разработки.

Переходный период

Период с 11–13 лет у девочек и с 13–15 лет у мальчиков является первой фазой переходного возраста.

В поведении подростков отмечается явное преобладание возбуждения, реакции по силе и характеру часто неадекватны вызвавшим их раздражителям, имеет место развитие фазовых состояний в высшей нервной деятельности. Ряд данных свидетельствует об общем повышении возбудимости центральной нервной системы в этот период. Возрастает число интерсигнальных реакций, дифференцирование ухудшается. Появляется широкая генерализация возбуждения, которая выражается в том, что все реакции теперь сопровождаются дополнительными сопутствующими движениями рук, ног и туловища подобно тому, как это было в раннем детстве.

В экспериментальных исследованиях обнаруживается тенденция к широкому обобщению предъявляемых раздражителей, как непосредственных, так и словесных; одновременно отмечается увеличение латентных периодов условных реакций. Изменяется и речь

подростков: она замедляется, ответы становятся лаконичными и стереотипными. Для того чтобы получить исчерпывающий ответ, необходимо задать ряд дополнительных вопросов. Это заставляет предполагать известные ослабления высшего функционального уровня корковой деятельности – 2-й сигнальной системы – и как результат этого – усиление функции 1-й сигнальной системы. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что скорость образования условных рефлексов на непосредственные (зрительные, звуковые, тактильные) раздражители теперь возрастает, в то время как процесс образования условных связей на словесные сигналы затрудняется. На речевые раздражители подростки реагируют медленнее, чем на непосредственные: латентные периоды реакции на речевые раздражители возрастают.

Вторая фаза переходного периода считается с 13–15 лет у девочек и с 15–17 лет у мальчиков. Это наиболее критическая и бурно протекающая полоса в развитии подростков. К сожалению, работ по экспериментальному изучению высшей нервной деятельности в этот период очень мало, и не все данные являются вполне бесспорными. В этот период у подростков наблюдаются психическая неуравновешенность с резкими переходами из одного состояния в другое – от экзальтации к депрессии и от депрессии к экзальтации, резко критическое отношение к окружающим взрослым, чрезвычайная обидчивость, у девочек склонность к слезам. Высшая нервная деятельность дает картину дальнейшего нарастания общего возбуждения и ослабления всех видов условного торможения. У подростков во 2-й фазе переходного периода очень часты проявления негативизма и аффективных состояний именно как следствие развития фазовых состояний. Однако следует подчеркнуть, что в этот период роль высшего функционального уровня кортикальной деятельности – 2-й сигнальной системы – начинает опять возрастать. Согласно данным, с 15–17 лет роль словесных сигналов снова возрастает, а латентные периоды на словесные раздражители уменьшаются.

В возрасте 15–17 лет организм может считаться созревшим. Если на всех выше описанных этапах развития были созданы благоприятные условия, то с этого времени функции больших полушарий уже дают картину более или менее уравновешенной и гармонической деятельности.

ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

ЗАНЯТИЕ № 1
Зрительная, слуховая, вестибулярная, обонятельная и вкусовая сенсорные системы

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Сформировать понятие о сенсорных системах, их свойствах и особенностях строения анализаторов.
2. Изучить принципы функционирования зрительной, обонятельной, тактильной и вкусовой сенсорных систем.

Вопросы для самоподготовки

1. Учение об анализаторах (основные положения, структура).
2. Классификация рецепторов. Механизм их возбуждения.
3. Понятие об адаптации рецепторов и механизм кодирования информации в ЦНС.
4. Зрительный анализатор, его строение и функции, методы исследования.
5. Фотохимия восприятия света на сетчатке.
6. Обонятельный анализатор, его строение и функции, методы исследования.
7. Вкусовой анализатор, его строение и функции, методы исследования.

ДЕМОНСТРАЦИИ

Учебные видеофильмы: «Зрительный анализатор», «Вкусовой анализатор».

Плакаты: Схема строения анализатора. Механизмы возникновения возбуждения в рецепторах. Формы специализированных рецепторных клеток. Анализаторы (зрительный и слуховой). Построение изображения на сетчатке. Механизмы аккомодации глаза. Кодирование информации в зрительном рецепторе. Периферический отдел зрительного анализатора. Проводящие пути зрительного анализатора и поле зрения. Рецепторный отдел слухового анализатора. Слуховой путь. Строение костного и перепончатого лабиринтов. Вкусовой и обонятельный анализаторы. Схема организации анализатора общей соматической чувствительности.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Сенсорной системой (анализатором) называют часть нервной системы, состоящую из воспринимающих элементов – сенсорных

рецепторов, получающих стимулы из внешней или внутренней среды, нервных путей, передающих информацию от рецепторов в те части мозга, которые перерабатывают эту информацию.

По И.П. Павлову, каждый анализатор представляет единую функциональную систему, которая состоит из трех отделов: периферического (рецепторного), проводникового, центрального (мозгового).

Периферический отдел анализатора представлен рецепторным аппаратом, воспринимающим преимущественно определенный вид раздражителя и трансформирующим внешнюю энергию в нервный процесс. Функцией проводникового отдела является проведение нервного возбуждения от рецепторов к центрам спинного и головного мозга, где может осуществляться рефлекторная связь с различными эфферентными системами и происходить взаимодействие между импульсами, принадлежащими разным анализаторам. Центральный, или мозговой, отдел является высшим отделом анализатора. В нем происходят переработка и анализ полученной информации.

Каждая сенсорная система выполняет ряд основных функций или операций с сенсорными сигналами (обнаружение сигнала, его анализ, передача, преобразование, кодирование, детектирование и опознание). Обнаружение и первичный анализ сигналов обеспечиваются уже рецепторами, а их детектирование и опознание – нейронами корковых уровней сенсорной системы. Передачу, преобразование и кодирование сигналов осуществляют нейроны всех уровней системы.

РАБОТА № 1
Определение остроты зрения

Необходимо: испытуемый, таблица Д.А. Сивцева, вставленная в аппарат Ротта, указка, щиток.

Учебно-исследовательская цель работы: определить остроту зрения с помощью таблицы.

Аппарат Ротта представляет собой ящик, стенками которого являются зеркала шириной 15 см для равномерного отражения света. В центре имеется закрытая лампа, таким образом, свет освещает таблицу и не ослепляет испытуемого.

Таблица Сивцева состоит из нескольких рядов букв или незамкнутых окружностей. Слева от каждого ряда стоит число, обозначающее расстояние в метрах, с которого человек с нормальным зрением видит данную строку. Справа от строки указана острота зрения, которая рассчитывается по формуле:

$$V = d \times D,$$

где d – расстояние от исследуемого глаза до таблицы; D – расстоя-

ние, с которого данная строка читается глазом с нормальной остротой зрения; V – острота зрения.

Ход работы

1. Таблицу повесить на стену. Испытуемому предложить сесть на расстоянии 5 м от таблицы и закрыть один глаз специальным щитком.
2. Указкой показать ту или иную букву на разных строчках, выясняя, какую наименьшую строку видит испытуемый. Если испытуемый не знает букв (например, ребенок), то показывают расположенные справа на таблице незамкнутые окружности.
3. Используя аппарат Ротта, определить остроту зрения для каждого глаза.

Аппарат Ротта представляет собой ящик, стенками которого являются зеркала шириной 15 см для равномерного отражения света. В центре имеется закрытая лампа, таким образом, свет освещает таблицу и не ослепляет испытуемого. Таблица состоит из нескольких рядов букв или незамкнутых окружностей. Слева от каждого ряда стоит число, обозначающее расстояние в метрах, с которого человек с нормальным зрением видит данную строку. Справа от строки указана острота зрения, которая рассчитывается по формуле:

$$V = d \times D,$$

где d – расстояние от исследуемого глаза до таблицы; D – расстояние, с которого данная строка читается глазом с нормальной остротой зрения; V – острота зрения.

4. В отчете указать остроту зрения для каждого глаза и сделать вывод, есть отличия от нормы или нет.

РАБОТА № 2
Определение полей зрения

Необходимо: испытуемый, периметр Форстера, белые и цветные метки, цветные карандаши, линейка. Объект исследования – человек.

Учебно-исследовательская цель работы: определить поля зрения для белой метки.

Ход работы

Полем зрения называется пространство, видимое глазом человека при фиксации взгляда в одной точке. Величина поля зрения у различных людей неодинакова и зависит от глубины расположения и формы глазного яблока, надбровных дуг и носа, сетчатки глаза, а также функционального состояния организма. Различают цветовое (хроматическое) и бесцветное (ахроматическое) поля зрения. Ахроматическое поле зрения больше хроматического, так как оно обусловлено деятельностью палочек, число которых больше и которые расположены преимущественно на периферии сетчатки. Для различных цветов поле зрения также неодинаково: больше всех оно

для желтого цвета, а самое узкое – для зеленого. Границы ахроматического поля зрения составляют смещенный по горизонтали эллипс: наружу примерно 100°, внутрь и вверх 60° и вниз 65°.

1. Поставить периметр против света. Посадить испытуемого спиной к свету и попросить его поставить подбородок в выемку подставки штатива периметра. Если определяется поле зрения левого глаза, то подбородок ставят на правую часть подставки. Высота подставки регулируется так, чтобы деревянный конец штатива пришелся к нижнему краю глазницы. Испытуемый фиксирует одним глазом белый кружок в центре дуги, а другой глаз закрывает рукой. Установить дугу в горизонтальном положении и начать измерение (рис. 44).
2. Испытуемый смотрит в центральную белую точку периметра. В это время необходимо провести белую метку от конца периметра к центру. Отметить тот момент, когда испытуемый начинает видеть метку. Записать результат в градусах.
3. Аналогичные наблюдения провести при горизонтальном положении периметра и под углом 45°.

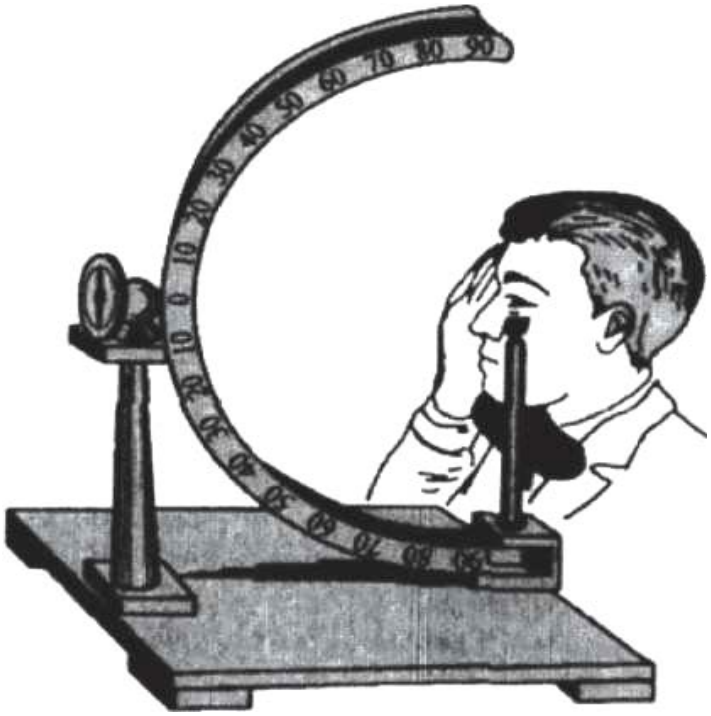

Рис. 44. *Определение полей зрения с помощью периметра Форстера*

4. Определить поля зрения для цветных меток. При этом необходимо отметить тот момент, когда испытуемый начинает видеть не только метку, но и ее цвет. Испытуемый не должен знать, какую метку ему предъявляют, поэтому желательно предъявлять разные по цвету метки с разных сторон, чередуя их, что позволяет более точно определить поля цветного зрения, избегая угадывания.
5. Результаты измерения занести в таблицу 45.

Таблица 45

Направленность взгляда	Поле зрения							
	Белая метка		Красная метка		Зеленая метка		Желтая метка	
	Правый глаз	Левый глаз	Правый глаз	Левый глаз	Правый глаз	Левый глаз	Правый глаз	Левый глаз
вверх								
вниз								
наружу								
внутрь								

6. По полученным результатам начертить периметрические снимки разных цветовых меток для обоих глаз, соединив полученные точки линиями соответствующего цвета (рис. 45).
7. Сравните величину полей зрения для разных цветовых меток. Объясните полученные результаты.

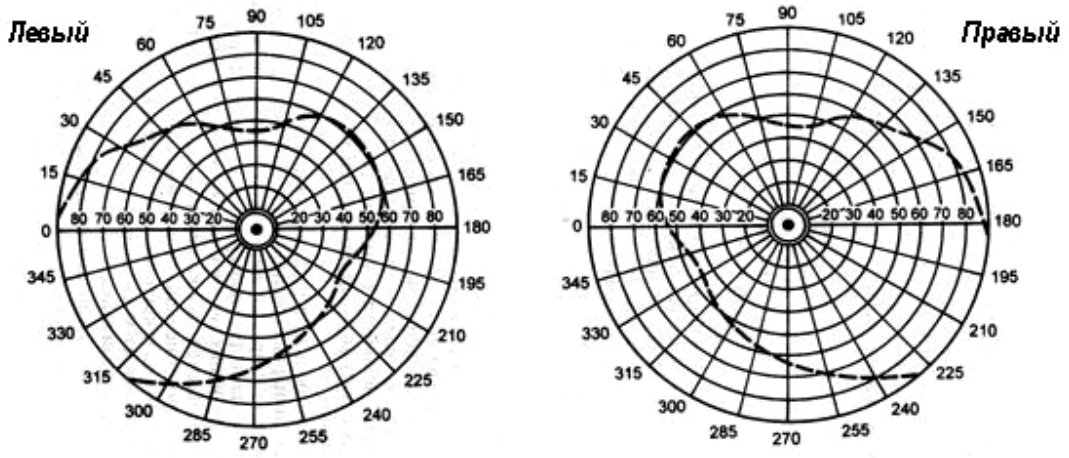

Рис. 45. *Диаграммы полей зрения*

РАБОТА № 3
Демонстрация слепого пятна на сетчатке глаза (опыт Мариотта)

Необходимо: испытуемый, рисунок Мариотта, сантиметровая лента.

Учебно-исследовательская цель работы: доказать существование слепого пятна на сетчатке опытом Мариотта.

Ход работы

1. Слепое пятно (место выхода зрительного нерва из глазного яблока) не чувствительно к свету, так как не содержит палочек и колбочек. Если изображение предмета падает на слепое пятно, зрительные ощущения не возникают. Испытуемый берет в руки рисунок (рис. 46).

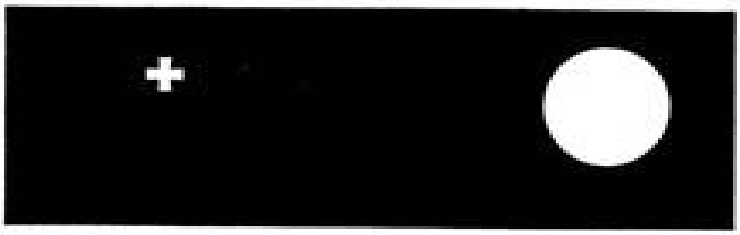

Рис. 46. *Рисунок опыта Мариотта*

2. Закрыв левый глаз, правым смотрит на крестик (белый круг должен быть расположен кнаружи) и медленно приближает рисунок к глазу. На расстоянии примерно 15–25 см изображение белого кружка исчезает (рис. 46). Происходит это потому, что при фиксации глазом крестика лучи от него падают на желтое пятно, а лучи от кружка при определенном расстоянии рисунка от глаза – на слепое пятно, и белый кружок перестает быть видимым (рис. 47).

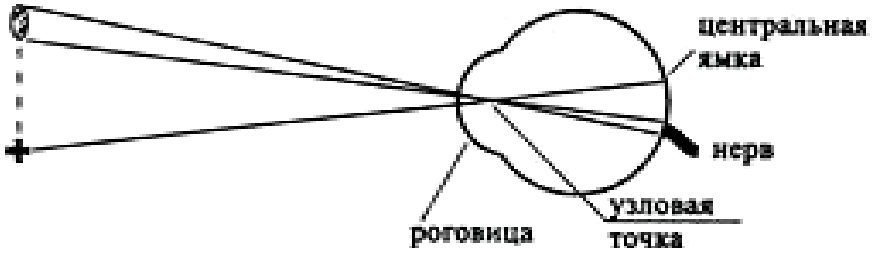

Рис. 47. *Схема опыта Мариотта*

РАБОТА № 4
Определение остроты слуха

Необходимо: испытуемый.

Учебно-исследовательская цель работы: определить остроту слуха.

Ход работы

1. Расположить испытуемого на расстоянии 6 м от экспериментатора и повернуть исследуемое ухо в его сторону, а другое закрыть.
2. Назвать шепотом после спокойного выдоха простые слова или двузначные числа. Испытуемому следует повторять сказанное. При нормальной остроте слуха испытуемый слышит шепот с расстояния 6 м. Если острота слуха понижена, то расстояние уменьшается, если повышена – увеличивается.
3. Определить остроту слуха для другого уха.

Если испытуемый не воспринимает шепот, то исследование остроты слуха провести речью обычной (разговорной) громкости.

РАБОТА № 5
Определение костной и воздушной проводимости звука

Необходимо: испытуемый, камертон, вата.

Учебно-исследовательская цель работы: изучить функциональные пробы Вебера и Ринне, ознакомиться с костной и воздушной проводимостью звука.

Ход работы

1. Поднести звучащий камертон к уху на расстояние 0,5 см и определить длительность восприятия его звучания в секундах.
2. Ножку камертона поставить на сосцевидный отросток височной кости и определить длительность восприятия его звучания в секундах.
3. Сравнить продолжительность восприятия звука в первом и во втором случаях. Убедиться в том, что проводимость звука через воздух лучше, чем через кости черепа.
4. Опыт Вебера. Ножку звучащего камертона приложить на середину темени испытуемого. Отметить, что через оба уха испытуемый слышит звук одинаковой силы. Если наружный слуховой проход закрыть ватным тампоном, то со стороны уха, заложенного ватным тампоном, звук будет казаться более сильным. Это объясняется тем, что звук достигает слуховых рецепторов кратчайшим путем – через кости черепа, и тем самым компенсируется потеря звуковой энергии. Аналогичная ситуация наблюдается при нарушении звукопроводящего аппарата уха.
5. Опыт Ринне. Он основан на костной и воздушной проводимости звука. Ножку звучащего камертона приложить к сосцевидному отростку височной кости. После исчезновения слышимости звука камертон поднести к наружному слуховому проходу. Испытуемый снова слышит звук. В норме звук камертона слышен вдвое дольше, чем через кость.

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация органов чувств и их физиологическое значение.
2. Сенсорные системы, основные функции.
3. Анализаторы, основные отделы анализатора.
4. Основные виды рецепторов, их локализация, свойства.
5. Закон Вебера-Фехнера.
6. Охарактеризуйте в целом функциональные отделы зрительного анализатора: диоптрический аппарат, аккомодационный аппарат, сетчатку.
7. Каково значение диоптрического аппарата? Что такое физическая и клиническая рефракция?
8. Охарактеризуйте глаз как центрированную оптическую систему. Какие «линзы» в данной системе обладают постоянной, а какие переменной преломляющей способностью?
9. Основные виды и аномалии клинической рефракции.
10. Основное назначение аккомодационного аппарата глаза. Благодаря каким рефлексам реализуются основные аккомодационные процессы. Нарисуйте рефлекторные дуги зрачкового ре-

флекса и рефлекса изменения кривизны хрусталика.

11. Последовательность процессов, отражающих фотохимические явления на сетчатке. Поле зрения, различные поля зрения для различных цветов.
12. Теории цветового зрения. Основные формы нарушения цветового зрения.
13. Каковы особенности проведения информации в зрительном анализаторе от периферической части до коркового представительства? Особенности нарушения восприятия зрительной информации при повреждении зрительных нервов и зрительных трактов.
14. В каких зонах коры головного мозга находится корковое представительство зрительного анализатора?
15. Каковы функции звеньев периферического отдела слухового анализатора: ушной раковины, слухового прохода, среднего и внутреннего уха?
16. Определение кортиева органа. Какие образования во внутреннем ухе выполняют функцию рецепции звука? Какие явления лежат в основе этого процесса?
17. Основные теории кодирования информации в органе слуха (Бекеши, Резерфорда, Гельмгольца).
18. В каких зонах коры головного мозга находится корковое представительство зрительного анализатора?
19. Методы исследования слухового анализатора. Функциональные пробы Ринне и Вебера. Основные гипотезы возникновения костной проводимости.
20. Вестибулярный анализатор. Строение периферического отдела вестибулярного анализатора. Механизмы восприятия информации о положении тела в пространстве.
21. С какими отделами ЦНС функционально и анатомически связан вестибулярный аппарат? Методы исследования вестибулярного анализатора.
22. Обонятельный анализатор: классификация одорантов, особенности восприятия запахов.
23. Особенности проводящего отдела обонятельного анализатора. В каких зонах коры находится корковое представительство обонятельного анализатора? Особенности нарушения обоняния на центральном и периферическом уровнях анализатора.
24. Вкусовой анализатор: строение рецепторного аппарата (вкусовой почки). Основные категории вкусовых ощущений, механизмы восприятия различных вкусов рецепторным аппаратом. Методы исследования вкусовой чувствительности.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ВОЗБУЖДЕНИЕ РЕЦЕПТОРОВ В КОРТИЕВОМ ОРГАНЕ ВОЗНИКАЕТ ПРИ
    1) деформации барабанной перепонки
    2) деформации волосковых клеток
    3) колебании барабанной перепонки
    4) колебании перилимфы
2. ПЕРЕХОД ЭНЕРГИИ СТИМУЛА В НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС В РЕЦЕПТОРЕ НАЗЫВАЕТСЯ
    1) адаптацией
    2) декодированием
    3) сенсибилизацией
    4) первичным кодированием
3. К ЗВУКОПРОВОДЯЩИМ ОБРАЗОВАНИЯМ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА ОТНОСЯТ
    1) барабанную перепонку, молоточек, наковальню, стремечко
    2) евстахиеву трубу, преддверие
    3) кортиев орган, полукружные протоки
4. МЕХАНИЗМ АККОМОДАЦИИ ГЛАЗА СОСТОИТ В ИЗМЕНЕНИИ
    1) преломляющей силы хрусталика
    2) количества палочек
    3) количества активных рецепторов
    4) диаметра зрачка
5. К КОНТАКТНЫМ РЕЦЕПТОРАМ ОТНОСЯТСЯ РЕЦЕПТОРЫ
    1) обонятельные
    2) вкусовые
    3) слуховые
    4) зрительные

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Если надеть на испытуемого призматические очки, то в зрительном поле произойдет кажущееся смещение объективов. Это приведет к различным нарушениям сенсомоторной координации: например, человек не сможет точно положить палец на предмет, который он видит. Однако если носить очки достаточно долго, то произойдет перестройка, и приблизительно через несколько часов ошибки такого рода почти полностью исчезают.

1. *Указать, какой отдел анализатора играет основную роль в такой перестройке?*
2. *Объяснить, принимают ли участие в этом процессе другие области коры головного мозга?*

Задача № 2. К врачу обратились три пациента со следующими формами расстройства: У 1-го пациента - неузнавание при рассмотрении известных ему предметов; у 2-го пациента - неузнавание знакомых звуков; у 3-го пациента - неузнавание предметов при их ощупывании.

1. *Объяснить, какие доли мозга поражены у этих пациентов?*
2. *Указать, где формируется процесс узнавания в зрительном, слуховом и тактильном анализаторах?*

Задача № 3. Человек длительное время находился в условиях постепенного и медленного снижения температуры окружающей среды. Он не испытывал ощущения холода, но произошло обморожение конечностей.

1. *Указать, какие параметры изменения температурного воздействия являются необходимыми для появления соответствующего температурного ощущения?*
2. *Объснить, почему чувствительность холодовых рецепторов была снижена?*

Задача № 4. Если лягушку поместить на стол, ритмически наклоняющийся каждые 5 с, животное будет делать компенсаторные движения, направленные на сохранение нормальной пространственной ориентации. Эти компенсаторные движения продолжаются в течение длительного времени, не затухая. В основном эта реакция опосредована через полукружные каналы. Однако если перерезать зрительный нерв, реакция затухает.

1. *Объяснить, какой механизм распространения возбуждения в цнс лежит в основе указанного явления?*
2. *Указать, как называются зоны коры головного мозга, в которые поступают возбуждения от разных анализаторов?*

Задача № 5. На экспертизу привезли человека, который утверждал, что не слышит звуков. Однако анализ ЭЭГ, зарегистрированной от височных областей коры мозга, помог отвергнуть ложное утверждение обследуемого.

1. *Объяснить, что увидел врач на ээг при включении звонка?*
2. *Определить, почему врач регистрировал ээг от височных областей мозга?*

ЗАНЯТИЕ № 2
Физиология ноцицептивной и антиноцицептивной систем

Учебно-исследовательская цель занятия:

1. Сформировать понятие о болевой сенсорной системе, ее свойствах и особенностях строения и функционирования.
2. Изучить основные уровни и закономерности работы антиноцицептивной системы.

3. Рассмотреть значение этих систем для нормальной жизнедеятельности организма.

Вопросы для самоподготовки

1. Определение понятия «боль».
2. Значение ноцицептивной системы для организма.
3. Пути поступления болевой информации в организм.
4. Какие виды раздражителей являются адекватными для ноцицептивной системы?
5. Могут ли болевые ощущения быть связаны не с раздражением ноцицепторов, а с нарушением обработки информации, поступившей от любого рецептора, на уровне ЦНС?
6. Существуют ли эндогенные механизмы, контролирующие развитие болевых ощущений?
7. Какой уровень существования противоболевых механизмов наиболее оправдан – центральный (ЦНС) или периферический (рецепторы)?
8. Медикаментозные методы обезболивания.
9. Немедикаментозные методы обезболивания, разрешенные для применения.
10. Знание каких закономерностей позволяет оперировать таким понятием, как «электрообезболивание»?

ДЕМОНСТРАЦИИ

Плакаты: Схема строения анализатора. Механизмы возникновения возбуждения в рецепторах. Формы специализированных рецепторных клеток. Схема организации анализатора общей соматической чувствительности.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Краткая теоретическая часть. В настоящее время под определением «боль» понимают неприятное сенсорное ощущение, обладающее ярко выраженной аффективной окраской и сигнализирующее о повреждении тканей организма или функциональных нарушений в них.

Согласно существующим представлениям, боль можно классифицировать различным образом: по месту возникновения (соматическая и висцеральная), по происхождению (физическая и психогенная), по продолжительности (острая и хроническая).

Болевые ощущения имеют ряд основных компонентов: сенсорно-дискриминативный; аффективный; вегетативный; моторный; когнитивный. Все они возникают вместе, но могут вовлекаться изолированно друг от друга. На основе этих компонентов происходит выражение боли, зависящее от социального статуса, этнических усто-

ев, воспитания.

Проводящие пути для ноцицептивной информации расположены на разных уровнях ЦНС, но они выполняют не только проводниковую функцию, а еще и интегративную и эфферентную.

Спинной мозг (задние рога). Проводниковая функция: образуют восходящие пути к стволовой части мозга.

Стволовые структуры: тригеминальный комплекс. Проводниковая функция: получают информацию от нижележащих структур и проводят к вышележащим; интегративная функция: осуществляют взаимодействие между ноци- и неноцицептивными сигналами.

Ретикулярная формация. Проводниковая функция: проводит информацию от органов челюстно-лицевой области к орбитально-фронтальной области коры больших полушарий; интегративная функция: за счет связей со структурами лимбико-гипоталамической области участвует в формировании эмоционально-аффективного компонента.

Таламус. Проводит информацию к филогенетически более молодым церебральным структурам, обеспечивающим осознание сенсорных стимулов и сознательное целенаправленное поведение.

Лимбическая система формирует вегетативный компонент боли, мотивационно-эмоциональный компонент, пролонгирование субъективных переживаний, адаптивные реакции.

Кора больших полушарий в целом формирует сложные эмоционально-аффективные проявления боли и связанные с ней эмоционально-аффективные состояния. В коре больших полушарий выделяют несколько зон, ответственных за обработку ноцицептивной информации:

1. Сенсорная зона I (СЗI). Формирует представление о характеристике боли (качество, пространственная локализация, интенсивность боли) и ощущение первичной эпикрической боли, регулирует двигательные акты.

2. Сенсорная зона II (СЗII). Получает информацию от специфических и неспецифических ядер, отвечает за формирование адекватных защитных реакций, оценку потенциально опасных воздействий, включение механизмов антиноцицепции.

3. Орбитально-фронтальная область. Участвует в формировании сложных эмоционально-аффективных проявлений боли и связанных с ней эмоционально-аффективных состояний.

РАБОТА № 1
Количественная оценка индивидуальных болевых порогов по Т.И. Невидимовой

Необходимо: испытуемый, пластиковый шприц объемом 2 мл.

Учебно-исследовательская цель работы: определение ниж-

него болевого порога и порога переносимости боли.

Ход работы

Экспресс-методика определения индивидуальных болевых порогов с помощью шприца является вариантом тензоалгометрии.

1. Нанести болевое раздражение пластиковым шприцем объемом 2 мл, поршень которого выставить на отметку «2», а сам шприц зажать между большим и безымянным пальцами руки. При этом подушечка безымянного пальца должна герметично закрывать отверстие шприца. Испытуемый сжимает пальцы до появления болевых ощущений, что соответствует нижнему болевому порогу (НБП) чувствительности, который оценивают по шкале шприца. Затем продолжают сжатие до появления нестерпимой боли и по соответствующей остановке поршня на шкале определяют порог индивидуального предела переносимости боли (верхнего порога болевой чувствительности). Поршень движется от отметки «2» к нулю, проходя 20 мелких делений. Число пройденных делений определяет величину порогов. При необходимости испытание можно повторить (лучше на другой руке).

Например: испытуемый почувствовал слабую боль, когда поршень шприца, двигаясь от отметки «2», прошел пять мелких делений шкалы. Это соответствует нижнему болевому порогу (НБП = 5). Испытуемый продолжает сжимать пальцы, до появления нестерпимой боли поршень проходит еще восемь мелких делений (всего 13), это соответствует верхнему болевому порогу (ВБП = 13).

2. Пациенту предлагается изобразить интенсивность боли в момент обследования в виде отметки на данном отрезке. Для этого нужно задать вопросы: покажите на визуально-аналоговой шкале, какие ощущения вы испытывали при оценке НБП? А верхнего? Допустим, испытуемый показал на участки шкалы, соответствующие трем и восьми баллам. Кроме того, можно попросить испытуемого оценить с помощью визуально-аналоговой шкалы уровень страха боли при предполагаемом стоматологическом вмешательстве (страх ожидания боли может быть оценен испытуемым, например, в девять баллов).

3. Результаты исследования болевой чувствительности занести в таблицу 44.

Визуально-аналоговая шкала представляет собой отрезок прямой линии длиной 10 условных единиц, сопровождаемый цифровой, вербальной и пиктографической ранговыми шкалами. Начальная точка (0) отображает отсутствие боли, а конечная (10) – невыносимые болевые ощущения (рис. 46). Необходимо помнить, что ни визуально-аналоговая шкала, ни тензоалгометрический тест не связаны с измерением абсолютных порогов болевой чувствительности, которые в эксперименте чаще всего оцениваются по возникновению оборонительных рефлексов.

***Рис. 48**. Вариант визуально-аналоговой шкалы оценки боли*

Таблица 46

Показатель	Результаты испытания	Условная норма
Нижний болевой порог в делениях шкалы шприца		6–10
Верхний болевой порог в делениях шкалы шприца		12–14
Выраженность боли в баллах визуально-аналоговой шкалы при измерении нижнего болевого порога		1–3
Выраженность боли в баллах визуально-аналоговой шкалы при измерении верхнего болевого порога		4–6
Выраженность предполагаемой при стоматологическом вмешательстве боли в баллах визуально-аналоговой шкалы		3–7

РАБОТА № 2
Исследование болевой чувствительности разных участков кожи человека

Необходимо: испытуемый, булавка с острым кончиком, картонный трафарет с отверстием 1 х 1 см, стул, стол.

Учебно-исследовательская цель работы: определение наличия болевых механорецепторов и плотности их расположения на разных участках кожи человека

Ход работы

Болевые механорецепторы преимущественно локализованы в поверхностных слоях кожи с различной плотностью расположения – 3–20 на 1 см^2. Отсутствуют на мочке уха и внутренней поверхности щеки (уровень 2-го коренного зуба).

1. Испытуемый сидит в удобном положении с закрытыми глазами, положив руку на стол. С помощью острого кончика булавки устанавливают на кожной поверхности тела (ладонь, предплечье, щека, шея) наличие отдельных болевых и тактильных точек и их плотность расположения (с помощью наложения трафарета с отверстием 1 см^2). Ощущение прикосновения возникает, когда волосок попадает в тактильную точку, а ощущение жжения (боли), когда острие булавки попадает в болевую точку. Задача заключается в том, чтобы отыскать раздельные тактильные и болевые точки.

2. Результаты работы и их оформление. Полученные данные заносят в таблицу 47 и сравнивают их с показателями у разных испытуемых.

Таблица 47

№	Параметры	Локализация рецепторов						
		Ладонь	Тыльная сторона кисти	Предплечье	Плечо	Шея	Спина	Щека
1.	Наличие болевых точек, +/-							
2.	Плотность расположения болевых точек на 1 см^2							

Вопросы для самоконтроля

1. Определение боли, основное назначение боли для организма. Что понимается под системой ноцицепции?
2. Теории возникновения боли, доказательства этих теорий.
3. Основные компоненты болевых ощущений.
4. На каких «этажах» ЦНС происходит обработка ноцицептивной информации? Роль каждого отдела (спинного мозга, продолговатого мозга, таламуса, лимбической системы, коры больших полушарий) в обработке ноцицептивной информации.
5. Определение антиноцицептивной системы. Структуры первого, второго, третьего уровней, их локализация и назначение в ЦНС.
6. Возможные варианты обезболивания с позиции нормальной физиологии (виды воздействия на ноци- и антиноцицептивную системы).

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ РАЗДРАЖИТЕЛИ ДЛЯ НОЦИЦЕПТОРОВ, ВЫДЕЛЯЮЩИЕСЯ ИЗ ПОВРЕЖДЕННОЙ ТКАНИ, НАЗЫВАЮТСЯ
   1) антигены
   2) гаптены
   3) аллогены
   4) иммуноглобулины
2. ОСНОВНЫМИ ВИДАМИ ЛИГАНДОВ НОЦИЦЕПТОРОВ ЯВЛЯЮТСЯ
   1) тканевые и плазменные
   2) плазменные и нейрогенного происхождения
   3) тканевые и нейрогенные
   4) тканевые, плазменные, нейрогенные
3. СТРУКТУРАМИ ПЕРВОГО УРОВНЯ АНТИНОЦИЦЕПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЯВЛЯЮТСЯ
   1) центральное серое околопроводное вещество, ядро шва,

ретикулярная формация
2) ядра гипоталамуса, миндалевидное тело
3) сенсорная зона коры больших полушарий

4. СТРУКТУРАМИ ВТОРОГО УРОВНЯ АНТИНОЦИЦЕПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЯВЛЯЮТСЯ
1) центральное серое околопроводное вещество, ядро шва, ретикулярная формация
2) ядра гипоталамуса, миндалевидное тело
3) сенсорная зона коры больших полушарий

5. РЕБЕНОК МОЖЕТ ОПРЕДЕЛИТЬ МЕСТО БОЛЕВОГО РАЗДРАЖЕНИЯ НА КОЖЕ
1) в возрасте 1-го года
2) в возрасте 2–3 лет
3) в возрасте 4–5 лет

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Известный революционер Камо, попав в тюрьму, симулировал психическое расстройство, выражавшееся в отсутствии ощущения боли. Он хохотал, когда ему прижигали кожу, кололи ее иголками. Однако у врачей все же возникли сомнения.

Объяснить, на чем основывались сомнения врачей?

Задача № 2. Больной обратился с болевой симптоматикой: болевые ощущения стойкие, не снимаются доступными медикаментами. Боль возникает при любом неноцицептивном воздействии: свет, звук.

Обозначить возможную причину наблюдаемых изменений.

Задача № 3. В эксперименте на человека действует болевой раздражитель.

Определить, можно ли, не спрашивая отчета о его ощущениях, узнать, чувствует ли он боль или нет?

Задача № 4. Человек обратился к врачу с жалобами на боль в левой руке, лопатке, эпигастральной области. После сбора анамнеза и осмотра больной был направлен на обследование к кардиологу.

1. Объяснить, почему при заболевании сердца человек может ощущать боль в указанных областях?

2. Указать, каков механизм отраженной боли?

Задача № 5. При воспалении пульпы в полость зуба для некротизации пульпы и ее болевых рецепторов вводят мышьяковистую пасту, компоненты которой ослабляют миогенный тонус сосудов. В первые часы после применения пасты боль может усилиться.

Объяснить, почему возникает такая реакция?

Объяснить, как можно предотвратить этот побочный эффект?

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АНАЛИЗАТОРОВ

Зрительный анализатор

Как и другие анализаторы зрительный к моменту рождения оказывается недостаточно зрелым. Сетчатка заканчивает развитие к концу первого года жизни. Слезная жидкость, имеющая важное защитное значение, в небольшом количестве секретируется со времени рождения, однако усиление слезообразования при плаче развивается у детей с 1,5–2 месяцев жизни. Миелинизация зрительных нервных путей начинается на 8–9-м месяце внутриутробного развития и заканчивается к 3–4-му месяцу после рождения. Созревание и дифференцировка коркового отдела анализатора заканчиваются лишь к 7 годам.

Движения глаз в первые дни жизни новорожденного некоординированные (один глаз может двигаться независимо от другого), толчкообразны, замедленны, наблюдаются нистагмоидные движения. Фиксация взора на предмете с одновременным торможением движения (зрительное сосредоточение) появляется не ранее 2-недельного возраста и составляет в этот период всего лишь 1–2 мин. Слежение взором за движущимся предметом к 2–2,5 месяцам достаточно совершенно.

Движения век сформированы к концу 1-го месяца жизни. Защитный мигательный рефлекс на внезапное световое раздражение имеется с первых дней жизни. Защитный рефлекс смыкания век при приближении предметов к глазам появляется к 1,5 месяцам.

Зрачковый рефлекс (сужение зрачка на свет) появляется у плода в 6 месяцев. Расширение зрачка в темноте у плода и новорожденного выражено слабо: недостаточно развиты круговые мышцы радужной оболочки, зрачки узкие. Изменения зрачков и сужение зрачков на свет в зависимости от возраста представлены в таблице 48.

Таблица 48

Изменения зрачков и сужение зрачков на свет в зависимости от возраста

Возраст, годы	**Диаметр зрачков в мм (при средней силе света)**	**Сужение зрачков в мм**
1 год	1,5–2,5	1,4
6–12 лет	3,2	1,9
взрослые		2,5

Оптическая система глаза. Хрусталик у детей очень эластичен,

поэтому дети обладают большей способностью к аккомодации, чем взрослые (табл. 49). Но уже с 10-летнего возраста вследствие постепенной потери хрусталиком эластичности объем аккомодации уменьшается. В возрасте 10 лет ближайшая точка ясного зрения находится на расстоянии 7 см, в 20 лет – 10 см, в 30 лет – 14 см, т. е. с возрастом, чтобы лучше видеть предмет, его надо удалять от глаз.

Таблица 49

Способность к аккомодации у детей

Возраст, годы	**Ближайшая точка от глаза**	**Объем аккомодации в диоптриях**
10	7	14
15	8	12
20	10	10
25	12	8,5
30	14	7

Глаза подавляющего большинства (около 90%) новорожденных характеризуются небольшой дальнозоркостью (1–3 диоптрии), обусловленной шарообразной формой глазного яблока и, следовательно, укороченной переднезадней осью глаза. Дальнозоркость (гиперметропия) постепенно к 8–12 годам жизни исчезает, и глаза становятся эмметропическими в результате увеличения переднезаднего размера глазных яблок.

Однако у значительной части детей (30–40%) в результате чрезмерного увеличения переднезадних размеров глазного яблока развивается близорукость (миопия) – задний фокус оптической системы находится перед сетчаткой. Близорукость у детей может возникнуть в дошкольном и школьном возрасте. Чрезмерное увеличение глазного яблока происходит вследствие повышения кровенаполнения глаза и увеличения внутриглазного давления при длительном чтении в положении сидя с большим наклоном головы, при напряжении аккомодации, происходящем при недостаточном освещении и продолжительном рассматривании мелких предметов. Следует также заметить, что предрасположенность к близорукости передается по наследству (наследуется, в частности, недостаточная жесткость склеры). С целью профилактики развития близорукости необходимо научить детей держать рассматриваемые предметы (особенно книгу при чтении) на расстоянии 35–40 см от глаз, устранить другие перечисленные причины развития близорукости.

Светочувствительность в период внутриутробного развития, судя по зрачковому рефлексу (сужение зрачка при действии света), появляется с 6 месяцев. Сразу после рождения она еще слишком низка, но быстро увеличивается в первые месяцы жизни. Увеличение светочувствительности, как и совершенствование других свойств зрительного анализатора, происходит до 20 лет в результа-

те созревания сетчатки и ЦНС, улучшаются при этом темновая и световая адаптация зрительного анализатора.

Острота зрения у новорожденных очень низкая; она постепенно увеличивается и к 6 месяцам составляет 0,1–0,3; в возрасте 1 года – 0,3–0,6; в 5 лет – 0,8–1,0; затем в подавляющем большинстве случаев (80–90%) острота зрения у детей и подростков несколько выше (0,9–1,1), чем у взрослых. В возрасте 18–60 лет острота зрения остается практически неизменной и равна 0,9–1,0 у подавляющего большинства лиц.

Возрастная динамика остроты зрения (на расстоянии 5 метров) представлена в таблице 50.

Таблица 50

Возрастная динамика остроты зрения

Возраст	**Острота зрения**
1 неделя	0,004–0,02
1 месяц	0,008–0,03
3 месяца	0,05–0,1
6 месяцев	0,1–0,3
1 год	0,3–0,6
2 года	0,4–0,7
3 года	0,6–1,0
4 года	0,7–1,0
5 лет	0,8–1,0
6–7 лет	0,9–1,0
8–15 лет	0,9–1,1

Поле зрения у детей значительно уже, чем у взрослых, но оно с возрастом быстро увеличивается (особенно в возрасте 8 лет) и продолжает расширяться до 20–25 лет. Восприятие пространства начинает формироваться с 3-месячного возраста в связи с созреванием сетчатки и коркового отдела зрительного анализатора.

Объемное зрение, т. е. восприятие формы предмета, начинает формироваться с 5-месячного возраста. В интервале между 6-м и 9-м месяцами жизни устанавливается способность стереоскопического восприятия пространства, возникает представление о глубине и отдаленности расположения предметов, чему способствуют тактильная и проприоцептивная чувствительность.

Цветовое зрение. Специфическая реакция зрительного анализатора на различные цвета у детей имеется сразу после рождения и заключается в характерных изменениях электроретинограммы и интенсивности функционирования различных органов и систем (вегетативные показатели). Так, фотостимуляция красным светом приводит к замедлению дыхания и сердечной деятельности, к синхронизации биопотенциалов в коре, преимущественно выраженной в зрительной области. Воздействие зеленым цветом сопровождается учащением дыхания и сердечного ритма и десинхронизацией потенциалов в зрительной зоне коры. Методом условных рефлексов

установлено наличие дифференцирования цветовых раздражителей с 3–4 месяцев. В 6 месяцев дети различают все цвета, начинают выбирать по цвету игрушки, но правильно называют все цвета лишь с 3 лет.

Слуховой анализатор

Развитие периферических и подкорковых отделов слухового анализатора в основном заканчивается к моменту рождения. Миелинизация проводникового отдела заканчивается к 4 годам жизни. Наружный слуховой проход узкий и сформирован хрящевой тканью. Окостенение стенок слухового канала заканчивается к 10 годам.

Восприятие звука возможно еще в период внутриутробного развития, о чем говорят возникновение шевеления плода и учащение у него сердцебиений в ответ на сильные звуки в последние месяцы антенатального периода. У новорожденного в ответ на сильный звук происходят общее вздрагивание, сокращение мимических мышц, закрывание глаз, открывание рта, выпячивание губ, урежение дыхания и пульса. Условный мигательный рефлекс на звук формируется в конце первого месяца жизни.

Острота слуха. У новорожденных слух (восприятие высоты и громкости) снижен; он улучшается к концу 2-го – началу 3-го месяца жизни. Различение звуков, разнящихся на 4–7 тонов, возможно на 3-ем или 4-ом месяце жизни, нормы взрослого (тонкость различения звуков до 3/4–1/2 тона) ребенок достигает в 7 месяцев.

Слуховой аппарат ребенка воспринимает звуки разной высоты (частота тонов до 32 000 Гц), взрослый – от 16 Гц до 20 000 Гц. Наибольшая острота слуха наблюдается в 14–19 лет. С возрастом острота слуха постепенно снижается.

При исследовании остроты слуха у детей и взрослых используют не только критерии частоты, но и силы (громкости) тонов. Звуки до 30 дБ слышны очень слабо, от 30 до 50 дБ соответствуют шепоту человека, от 50 до 65 дБ – обыкновенной речи, от 65 до 100 дБ – сильному шуму.

На развитие слуха у ребенка оказывает решающее значение тренировка, особенно занятия музыкой.

Вестибулярный анализатор

Вестибулярный анализатор филогенетически более древний, так как сила тяжести действует всюду и постоянно. Закладка вестибулярного аппарата происходит одновременно с закладкой слухового анализатора в виде единого слухового пузырька, и развивается он довольно быстро: миелинизация вестибулярного нерва происходит на 4-м месяце. Вестибулярные тонические рефлексы появляются у плода в 4–5 месяцев, что свидетельствует о раннем созревании вестибулярного анализатора. У новорожденных наблюдаются ста-

тические и статокинетические рефлексы. У грудных детей имеются рефлексы на прямолинейное ускорение, а также лифтные рефлексы. Особенно четко можно наблюдать эти рефлексы в первые месяцы жизни ребенка. Возбудимость рецепторов вестибулярного анализатора у детей старшего возраста выше, чем у взрослых. Натуральные условные вестибулярные рефлексы на положение кормления и рефлексы на покачивание в коляске вырабатываются на 3-й неделе жизни ребенка.

Кожный анализатор

К моменту рождения кожа человека обычно недоразвита ни в функциональном, ни в анатомическом отношении. Кожа как орган чувств начинает функционировать у плода со 2–3-го месяца, а к времени рождения все виды кожной чувствительности уже выражены достаточно хорошо, хотя чувствительность кожного анализатора у новорожденного значительно ниже, чем у взрослого человека. Тактильная чувствительность возникает на 5–6-й неделе внутриутробного развития, причем сначала она локализована лишь в пероральной области, затем зона чувствительности расширяется, и к 11–12-й неделе вся поверхность кожи плода становится рефлексогенной зоной. В первые дни жизни ребенка тактильные раздражения всех участков кожи вызывают общую двигательную реакцию. Лишь в возрасте 1–1,5 месяцев можно наблюдать местные (локальные) реакции. Первые локальные реакции можно вызвать при механическом раздражении области рта, век, носа (открывание рта, поворот головы, смыкание век). С 2,5–3 месяцев можно наблюдать локальные реакции и при раздражении других зон – лба, уха, живота. Характерно, что к этому возрасту появляются движения рук, позволяющие ребенку легко отстранить раздражитель. Тактильная чувствительность, как и становление всех видов кожной чувствительности, возрастает с момента рождения до 17–20 лет, после чего снижается. На долю кожной рецепции в первый год жизни приходится большая часть встречаемых раздражителей.

Сосочковый слой, потовые и сальные железы достигают своего окончательного развития только к 2–3 месяцам жизни ребенка. Далее идет процесс стабилизации до 14–16 лет, после чего начинается процесс полового созревания и развиваются вторичные половые признаки (волосяной покров в подмышечной впадине, области лобка, борода, усы, увеличиваются секреции сальных и потовых желез). Процесс этот заканчивается к 25 годам.

В юном возрасте процессы деления клеток базального слоя эпидермиса преобладают над процессами ороговения, поэтому молодая кожа нежная, бархатная, с тонким роговым слоем и почти незаметными порами. Она обладает прекрасными восстановительными и адаптационными способностями.

Температурная чувствительность

Температурная чувствительность (холодовая и тепловая) к моменту рождения ребенка выражена достаточно хорошо, морфологическое развитие терморецепторов полностью завершено. Однако чувствительность к охлаждению значительно выше, чем к перегреванию. Холодовых рецепторов почти в 10 раз больше, чем тепловых. При попадании в холодную среду новорожденный начинает кричать, дрожать, при действии тепла быстро успокаивается. Локальное раздражение холодом вызывает ответную реакцию в виде сморщивания лица, дрожания, крика, задержки дыхания. В целом чувствительность терморецепторов у детей ниже, чем у взрослых, однако с возрастом она довольно быстро увеличивается.

Одной из основных особенностей кожи детей и подростков является то, что поверхность ее у них относительно больше, чем у взрослых. Чем моложе ребенок, тем большая поверхность кожи приходится у него на 1 кг массы тела. Абсолютная же поверхность кожи у детей меньше, чем у взрослых, и увеличивается с возрастом. На 1 кг массы тела приходится следующая площадь поверхности кожи: у новорожденного – 704 $см^2$, у ребенка 1 года – 528 $см^2$, у дошкольника 6 лет – 456 $см^2$, у школьника 10 лет – 423 $см^2$, у подростка 15 лет – 378 $см^2$ и у взрослых – 221 $см^2$.

Эта особенность обусловливает значительно большую теплоотдачу организма детей по сравнению со взрослыми. При этом, чем младше дети, тем в большей мере эта особенность выражена. Высокая теплоотдача вызывает и высокое теплообразование, которое у детей и подростков на единицу массы тела также выше, чем у взрослых. Регуляция температуры кожи по взрослому типу устанавливается к 9 годам.

В течение жизни общее количество потовых желез не меняется, увеличиваются их размеры и секреторная функция. Неизменность числа потовых желез с возрастом определяет их большую плотность в детском возрасте. Количество потовых желез на единицу поверхности тела у детей в 10 раз больше, чем у взрослых. Морфологическое развитие потовых желез в основном завершается к 7 годам.

Болевая чувствительность

Ощущение боли может возникнуть под влиянием любого сильного раздражителя. Реакцию на боль можно наблюдать и у плода. К 30 неделям развития плода все пути проведения и восприятия боли уже сформированы. С этого времени ребенок воспринимает боль, а ее интенсивность часто оказывается даже большей, чем у взрослых.

Новорожденные дети реагируют на болевые раздражители в первые дни жизни. Вначале новорожденный реагирует на болевое раздражение слабо, со значительным латентным периодом, ответная реакция выражается общим движением, отдергиванием конеч-

ностей, изменением частоты сердцебиения, дыхания. Болевая чувствительность области лица выше, чем в других участках тела. Через неделю после рождения чувствительность к болевым раздражителям повышается. Реакция становится более дифференцированной. Уменьшается общая двигательная реакция, появляются более локальные ответы. Ребенок пытается отстраниться от раздражителя. К концу первого года жизни ребенок может хорошо дифференцировать места болевого раздражения. Однако локализация болевых ощущений, вызванных раздражением рецепторов внутренних органов (следовательно, и при заболеваниях внутренних органов), отсутствует до 2–3 лет вследствие недоразвития центростремительных путей нервных центров, а также вследствие недостатка опыта. Пониженная чувствительность к электрическому току сохраняется до 6–7 лет.

Вкусовой анализатор

Вкусовые почки плода к 6 месяцам сформированы полностью, известно, что в поздние сроки внутриутробного развития плод способен реагировать мимическими движениями на вкусовые вещества, что можно наблюдать в случае преждевременных родов. К моменту рождения рецепторные приборы располагаются по всей поверхности слизистой ротовой полости и языка. С возрастом меняется их топография, и они локализуются преимущественно на поверхности языка. В отличие от других анализаторов, вкусовой не имеет специальных вкусовых нервов. Импульсация от вкусовых рецепторов проводится преимущественно по одной из ветвей лицевого нерва, волокнам языкоглоточного нерва и верхнегортанного нерва (веточка блуждающего нерва).

Особенности вкусовой чувствительности у детей. Новорожденные различают сладкое, кислое, горькое и соленое (табл. 51). Сладкие вещества вызывают обычно сосательные движения, обладают успокаивающим действием. Горькие, кислые и соленые вызывают отрицательную реакцию: общее возбуждение, закрывание глаз, открывание или судорожное искривление рта, выпячивание губ и языка.

Таблица 51

Особенности вкусовой чувствительности у детей

Возраст	Концентрация вещества в %			
	Горькое	Кислое	Соленое	Сладкое
Новорожденные				
недоношенные	0,01	0,05	0,5	1,0
доношенные	0,2	0,02	0,25	1,0
Взрослые	0,002	0,01	0,1	0,1

Пороги вкусовой чувствительности у новорожденных, особенно недоношенных, детей значительно выше, чем у взрослых. Но уже в 3-месячном возрасте появляется способность дифференцировать

концентрацию вкусовых раздражителей. Вкусовая чувствительность у детей школьного возраста близка к вкусовой чувствительности взрослых. Латентные периоды двигательных реакций при раздражении вкусовых рецепторов ребенка зависят от возраста (табл. 52).

Таблица 52

Латентные периоды двигательных реакций
при раздражении вкусовых рецепторов ребенка

Возраст в днях	Латентный период двигательной реакции на сладкие и горькие вещества (в сек.)
1–3	1,5
9–10	0,5

Обонятельный анализатор

В 7 месяцев плод способен реагировать мимическими движениями на пахучие вещества. Функция обонятельного анализатора у ребенка проявляется сразу после рождения. Острота обоняния у новорожденных в 20–100 раз ниже, чем у взрослых. На 4-м месяце жизни ребенок начинает отличать приятные запахи от неприятных и реагировать на них адекватной эмоционально-двигательной реакцией. Обонятельный анализатор в процессе онтогенеза быстро созревает и функционально полностью сформирован к 6 годам жизни. Острота обоняния достигает максимума в период полового созревания.

ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ «СДАЧА ОБЛИГАТНЫХ МАНУАЛЬНЫХ И ВЕРБАЛЬНЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ»

Учебно-исследовательская цель занятия: контроль знаний облигатных мануальных и вербальных практических навыков.

Контрольные вопросы для устного собеседования на итоговом занятии

1. Техника взятия крови.
2. Определение содержания гемоглобина по методу Сали.
3. Подсчет лейкоцитов.
4. Подсчет эритроцитов.
5. Расчет цветного показателя крови.
6. Определение групповой принадлежности.
7. Определение Rh-фактора.
8. Определение СОЭ.
9. Регистрация электрокардиограммы.
10. Анализ электрокардиограммы.
11. Определение артериального давления у человека по Рива-Роччи и Короткову.
12. Методы исследования внешнего дыхания. Спирометрия.
13. Пневмотахометрия.
14. Функциональные дыхательные пробы.
15. Определение кислотности желудочного сока.
16. Определение должного основного обмена человека.
17. Исследование сухожильных рефлексов у человека.
18. Мозжечковые пробы.
19. Определение остроты и полей зрения.
20. Исследование костной и воздушной проводимости. Пробы Ринне и Вебера. Аудиометрия.

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ И СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

ЗАНЯТИЕ № 1
Современные представления о структурно-функциональной организации клеточной мембраны и ее функциях

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	4	3	1	4	4

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Известно, что липиды в бислое плазматических мембран совершают перемещения, в основном 3 типов:

1) латеральные перемещения в плоскости мембраны со скоростью до 5 мкм/с;
2) вращательные движения вокруг своей оси со скоростью поворота 1 радиан за 10^{-9} секунды;
3) трансмембранные перемещения по типу «флип-флоп» перескоков, которые совершаются довольно редко.

При увеличении температуры тела человека происходит увеличение всех видов перемещений липидов в билипидном слое плазматических мембран клеток, а также скорости ферментативных процессов, и уменьшается время полужизни её компонентов.

Задача № 2. Да, так как хорошей растворимостью в билипидном слое плазматических мембран обладают вещества, которые являются неполярными и поэтому хорошо жирорастворимыми. Жирорастворимость вещества определяется коэффициентом распределения между липидной и водной фазами. Наличие одной водородной связи между веществом и водой снижает коэффициент распределения в 40 раз.

Задача № 3. Известно, что интегральные белки при физиологических температурах совершают в основном (латеральные до 0,5 мкм/с), вращательные (1 радиан за 10^{-5} секунды) перемещения и, очень редко, трансмембранные перемещения. Перемещения в латеральной плоскости и вокруг своей оси ограничиваются не толь-

ко липидным окружением, но, вследствие притяжения между собой функционально связанных белков, и образованием кластеров. Это, в конечном итоге, приводит к мозаичному распределению белков в липидном матриксе. Кроме этого, некоторые белки практически неподвижны, так как закреплены на структурных белках цитоскелета мембран и клеток. Считается, что время полужизни мембранных белков составляет в среднем около 70 часов. В условиях гипотермии снизятся все виды перемещения белков в билипидном слое плазматической мембраны клеток, скорость ферментативных реакций и увеличится время их полжизни.

Задача № 4. Известно, что облегченная диффузия веществ через мембрану осуществляется с участием специализированных белковых переносчиков, за счет чего значительно ускоряется их транспорт. В отличие от простой диффузии, облегченная диффузия характеризуется кинетикой насыщения и укладывается в рамках кинетики Михаэлиса-Ментена. Это свидетельствует о том, что число транспортируемых молекул достигает максимума в соединении с существующим числом переносчиков. Кроме этого, транспорт веществ посредством облегченной диффузии можно предотвратить действием различных специфических блокаторов.

Задача № 5. Хорошо известно, что в отличие от облегченной диффузии, которая осуществляет транспорт веществ за счет потенциальной энергии, запасенной в форме разности концентрации вещества на противоположных сторонах мембраны, активный транспорт веществ обеспечивает перенос через мембрану против концентрационного, а, в некоторых случаях, и против электрического градиентов, обеспечивая неравновесное распределение веществ, и требует метаболической энергии, которая обычно поступает в форме АТФ. Если поступление энергии блокируется ингибитором метаболизма (динитрофенол), то активный транспорт веществ подавляется, и их распределение по обе стороны плазматической мембраны будет определяться процессами пассивной и облегченной диффузии. Системы, с помощью которых осуществляется активный транспорт веществ против их концентрационных градиентов, обобщенно называют мембранными насосами, а способность использовать энергию, высвобождающуюся при гидролизе АТФ ферментами, присутствующими в мембране, – АТФ-азами. При этом АТФ-азы могут быть как частью насоса, так и существовать отдельно. Наиболее известными и изученными мембранными насосами являются: Na^+/K^+-насос (Na^+/K^+-АТФ-аза), Ca^{2+}-насос (Ca^{2+}-АТФ-аза), H^+/K^+-насос (H^+/K^+-АТФ-аза).

ЗАНЯТИЕ № 2
Понятие о возбудимости. Процесс возбуждения. Механизмы возбудимости. Мембранный потенциал покоя возбудимых клеток

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	1	1	2	2

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Согласно уравнению Нернста, величина потенциала покоя уменьшится, так как градиент концентрации ионов калия между внутренним и наружным содержимым в нервном волокне снизится. Возникает деполяризация величиной около 30% от исходного потенциала покоя.

Задача № 2. Согласно уравнению постоянного поля Гольдмана, снижение проницаемости плазматической мембраны для ионов натрия будет приводить к увеличению отрицательного заряда внутри клетки, и, следовательно, к росту величины потенциал покоя.

Задача № 3. Хорошо известно, что блокирование работы Na-K-насоса будет приводить к выравниванию концентрации ионов натрия и калия по обе стороны плазматической мембраны клеток. Это будет способствовать развитию частичной деполяризации клеток и повышению возбудимости.

Задача № 4. Увеличение проницаемости мембраны клеток для ионов натрия будет приводить к снижению отрицательного заряда клетки и, как следствие, к развитию деполяризации, что будет сопровождаться повышением возбудимости.

Задача № 5. Хорошо известно, что повышение концентрации ионов калия в крови будет сопровождаться увеличением его концентрации в межтканевой жидкости, что приведет к уменьшению диффузного тока положительно заряженных ионов из клетки. Это приведет к деполяризации клеточной мембраны, то есть к уменьшению значения величины потенциала покоя.

ЗАНЯТИЕ № 3
Мебранно-ионные механизмы возникновения потенциала действия

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	4	2	1	2

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Известно, что проницаемость мембраны для натриевых каналов значительно увеличивается при возникновении потенциала действия. Блокада тетродоксином приведёт к невозможности возникновения и распространения возбуждения по нервному волокну.

Задача № 2. Если во время генерации потенциала действия увеличится число активированных калиевых каналов клеточной мембраны, то возрастет диффузионный поток положительно заряженных ионов калия, который выходит из клетки в основном во время нисходящей фазы потенциала действия. Это приведет к уменьшению длительности этой фазы, а, следовательно, и всего потенциала действия в целом. Кроме того, может также несколько уменьшиться его амплитуда.

Задача № 3. Хорошо известно, что снижение концентрации ионов натрия в крови будет сопровождаться уменьшением его концентрации в межклеточной жидкости. Это характеризуется уменьшением градиента концентрации ионов натрия на клеточной мембране, и, как следствие, уменьшением амплитуды потенциал действия.

Задача № 4. При увеличении числа инактивированных натриевых каналов клеточной мембраны уменьшится ее проводимость для ионов натрия. В результате этого уменьшится диффузионный поток положительно заряженных ионов натрия, входящий в клетку во время восходящей фазы потенциала действия. Это приведет к уменьшению крутизны этой фазы и к уменьшению амплитуды потенциала действия.

Задача № 5. В соответствии с уравнением Нернста для калиевого равновесного потенциала при повышении внеклеточной концентрации ионов калия потенциал покоя клеток будет уменьшаться. По мере приближения потенциала действия клетки к нулю, как следствие, будет уменьшаться и амплитуда потенциала

действия этой клетки. Скорость проведения потенциала действия по клеточной мембране находится в прямой зависимости от амплитуды распространения потенциала действия. Таким образом, при ухудшении кровоснабжения миокарда скорость проведения потенциала действия по его волокнам уменьшится.

ЗАНЯТИЕ № 4
Физиология нервного волокна. Исследование механизмов электрического раздражения и проведения возбуждения по нервным волокнам и через синапс. Законы действия постоянного тока. Строение и классификация синапсов в центральной нервной системе. Физиология синаптической передачи

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	2	2	2	1

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Известно, что атропин блокирует периферические М-холинорецепторы, находящиеся на мембране эффекторных клеток у окончаний постганглионарных холинергических волокон, то есть блокирует парасимпатическую холинергическую иннервацию. Блокируются преимущественно мускариновые эффекты ацетилхолина, действие атропина на нервно-мышечные синапсы не распространяется, так как атропин блокирует только М-холинорецепторы. Поэтому блокируется действие парасимпатической нервной системы, а соматическая регуляция скелетной мускулатуры не нарушается.

Задача № 2. Использовался эффект действия анода (положительный полюс источника постоянного тока). Действие анода вызывает гиперлоляризацию мембран чувствительных нервных окончаний и волокон. При этом увеличивается мембранный порог возбуждения (разность между критическим уровнем деполяризации и мембранным потенциалом). Увеличение порога соответствует снижению возбудимости и блокаде проведения возбуждения от болевых рецепторов.

Задача № 3. Импульсы высокочастотных токов обладают очень малой длительностью, недостаточной для пороговой деполяризации клеточной мембраны.

Задача № 4. При повышении проницаемости мембраны нервного волокна для ионов калия их выход из волокна усилится. Это приведет к гиперполяризации мембраны и, следовательно, к увеличению

ее порогового потенциала, а также к некоторому уменьшению амплитуды потенциала действия. В результате этих двух сдвигов скорость проведения нервных импульсов по волокну уменьшится.

Задача № 5. При значительном уменьшении выброса медиатора в нервно-мышечном синапсе уменьшится амплитуда потенциала концевой пластинки, возникающего на постсинаптической мембране, и одиночные потенциалы концевой пластинки не будут достигать порогового значения. В результате этого каждый отдельный пресинаптический потенциал действия потеряет возможность проходить через нервно-мышечный синапс. Синаптическая передача возбуждения будет возможной лишь при суммации нескольких одиночных потенциалов концевой пластинки, вызываемых следующими друг за другом пресинаптическими потенциалами действия.

ЗАНЯТИЕ № 5
Физиологические свойства мышц. Утомление

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	5	2	3	4

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Раздражение называется непрямым, если оно производится через нерв, подходящий к мышце. От момента раздражения нерва до момента начала мышечного сокращения происходят следующие события: возбуждение нерва – движение возбуждения по нерву – возбуждение пресинаптической мембраны – возбуждение мембраны мышечного волокна – движение возбуждения по мышечному волокну – электромеханическое сопряжение – активация актомиозинового комплекса – сокращение.

Задача № 2. Иннервация обеспечивает не только сократительную деятельность, но и трофические влияния. При повреждении седалищного нерва нарушается синтез белков в мышцах и уменьшается их масса – происходит атрофия.

Задача № 3. Мышца расслабится, так как d-тубокураин блокирует передачу импульсов в холинэргических синапсах, за счет инактивации Н-ацетилхолиновых рецепторов на постсинаптической мембране.

Задача № 4. Н-зона – это центральный участок толстой протофибриллы, который не перекрыт актиновыми нитями. При растяжении

мышцы степень перекрытия миозиновых нитей уменьшается, так как актиновые нити частично выходят из промежутков между миозиновыми. Следовательно, в эксперименте, ширина Н-зоны увеличивается.

Задача № 5. При быстром сокращении мостики совершают больше гребковых движений в единицу времени, и на это затрачивается больше энергии АТФ.

ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

ЗАНЯТИЕ № 1
Общая характеристика центральной нервной системы. Нейрон. Аксонный транспорт. Глия. Рефлекс. Рефлекторная дуга

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	5	3	3	3

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Дендрит имеет реобазу 100 мв, сома - 30 мв, аксонный холмик 10 мв.

Задача № 2. Продолжительность клинической смерти определяется временем, в течение которого клетки коры мозга могут выдерживать отсутствие кислорода. Охлаждение замедляет интенсивность метаболизма, поэтому отсутствие кислорода сказывается в меньшей степени, и клиническая смерть продолжается несколько дольше.

Задача № 3. Отличие рефлекторных дуг вегетативной нервной системы от соматической нервной системы заключается в том, что в эффектное звено рефлекторных дуг вегетативной нервной системы включены нервные ганглии. Рефлекторные дуги парасимпатической нервной системы имеют более длинный путь до ганглиев, расположенных в самих иннервируемых органах.

Задача № 4. Будет нарушена трофика мышцы.

Задача № 5. Изменение времени рефлекторной реакции происходит в основном в центральном компоненте, а также на уровне рецептора и афферентного волокна. Время рефлекторной реакции зависит от числа синапсов.

ЗАНЯТИЕ № 2
Свойства нервных центров. Принципы координированной деятельности ЦНС. Торможение в ЦНС

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	2	1	4	4

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Возбуждение произойдет, т. к. при одномоментном подпороговом возбуждении нескольких синапсов на постсинаптической мембране произойдет суммация подпороговых квантов медиатора (пространственная суммация)

Задача № 2. Для того чтобы могла произойти суммация медиаторов в синапсе, необходимо, чтобы интервал между раздражениями был меньше, чем время разрушения кванта ацетилхолина холинэстеразой.

Задача № 3. В основе этого явления лежит механизм пресинаптического и постсинаптического торможения.

Задача № 4. По мере созревания человека высшие отделы мозга полностью подчиняют себе спинальные центры и подавляют некоторые из спинальных рефлексов.

Задача № 5. При выполнении коленного рефлекса раздражаются только рецепторы четырехглавой мышцы бедра. Если сцепить руки, дополнительно раздражаются рецепторы мышц верхней конечности. При этом в мотонейроны спинного мозга поступает дополнительный поток афферентных импульсов, и возникает явление облегчения, что проявляется в усилении коленного рефлекса.

ЗАНЯТИЕ № 3
Физиология спинного, продолговатого, среднего мозга, ретикулярной формации и мозжечка. Физиология промежуточного мозга. Подкорковые образования. Локализация функций в коре

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	2	1	2	1

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Явление децеребрационной ригидности (гипертонус разгибателей) получается при перерезке ствола мозга между средним и продолговатым мозгом так, чтобы красное ядро было выше места перерезки.

Задача № 2. Нет, произвольные движения невозможны. Регуляцию движений осуществляют: экстрапирамидная система, передняя центральная извилина коры.

Задача № 3. Нет, не проявится. Сеченовское торможение – прямое доказательство наличия тормозной нисходящей системы ретикулярной формации среднего мозга.

Задача № 4. Цетры продолговатого мозга: дыхательный центр, сердечно-сосудистый центр, центры защитных реакций – рвотный, кашлевой, центры некоторых тонических рефлексов. Симптомы при поражении продолговатого мозга: нарушения деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Опасность поражения продолговатого мозга состоит в остановке дыхания.

Задача № 5. Никаких изменений не обнаружится, поскольку произвольный контроль за процессами мочеиспускания и дефекации у новорожденных детей отсутствует. Эти рефлексы контролируются непроизвольными центрами поясничного и крестцового отделов, которые не повреждены.

ЗАНЯТИЕ № 4
Общая концепция организации движений и целевых функций двигательной системы

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	2	3	1	2

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. В координации движений участвуют все отделы ЦНС (от спинного мозга до коры головного мозга). Важная роль принадлежит мозжечку. Токсическое повреждение нейронов ведет к нарушению интегративной и координационной деятельности ЦНС, нарушению связей.

Задача № 2. После удаления мозжечка наблюдаются атония, астения, атаксия, астазия, дизэквилибрия.

Задача № 3. Импульсы от рецепторов шейных мышц играют важную роль в распределении тонуса мышц конечностей. Поэтому голова спортсмена должна занимать определенное положение при выполнении тех или иных движений. Так, если конькобежец на повороте повернет голову в сторону, противоположную направлению поворота, он может упасть.

Задача № 4. При запрокидывании головы назад увеличивается тонус разгибателей передних конечностей и сгибателей задних.

Задача № 5. Будет раздражаться нижняя часть передней центральной извилины коры больших полушарий головного мозга.

ЗАНЯТИЕ № 5
Рефлекторная регуляция вегетативных функций

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	2	2	2	5

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Возникает аксонный рефлекс – рефлекс без участия центральной нервной системы.

Задача № 2. Надавливание на глазные яблоки, вызывая раздражение афферентных волокон блуждающих нервов, приводит к повышению тонуса их ядер и усилению тормозного влияния блуждающих нервов на сердечную деятельность (глазосердечный рефлекс Данини-Ашнера). Экстракардиальные рефлексы: солярный (Тома-Ру), синокаротидный (Чермака), дыхательно-сердечный (Геринга), рефлекс Гольца.

Задача № 3. Постганглионарные симпатические волокна, иннервирующие потовые железы, являются холинергическими. Медиатор ацетилхолин повышает активность потовых желез за счет взаимодействия с М-холинорецепторами. После введения атропина будет уменьшаться или прекращаться потоотделение в результате блокады М-холинорецепторов, так как атропин является М-холиноблокатором.

Задача № 4. Преганглионарные нервные волокна симпатики и парасимпатики относятся к группе В, а постганглионарные – к группе

С. Поскольку эфферентный путь парасимпатического отдела представлен большей частью преганглионарными волокнами, а симпатического – постганглионарными, скорость передачи импульсов у парасимпатической нервной системы выше.

Задача № 5. У взрослой собаки произойдет учащение работы сердца, а у щенка частота сердцебиений не изменится, так как у новорожденных животных (собака, кошка) центры блуждающих нервов не обладают тонусом и выключение холинорецепторов атропином не сказывается на работе сердца.

ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	1	2	2	4

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Стероидные гормоны яичников по принципу отрицательной обратной связи оказывают угнетающее влияние как на выделение гонадотропин-рилизинг-гормона, так и непосредственно на гонадотропные клетки аденогипофиза, поэтому при ослаблении отрицательной обратной связи уровни ФСГ и ЛГ повышаются – гипергонадотропный гипогонадизм.

Задача № 2. Гиперкальциемия и остеопороз возникли вследствие гиперфункции паращитовидных желез, продуцирующих паратиреоидный гормон (паратгормон, паратирин). Мишенями для паратирина являются кости и почки. В костной ткани происходит деминерализация, в почках реабсорбция кальция усиливается. Все это приводит к повышению уровня кальция в крови. Антагонистом паратгормона служит гормон щитовидной железы тиреокальцитонин.

Задача № 3. Сперматогенез стимулируют гонадотропные гормоны аденогипофиза – фолликулостимулирующий (ФСГ) и лютеинезирующий (ЛГ), причем ЛГ в яичках, связываясь с рецепторами клеток Лейдига, стимулируют выработку последними также необходимого для сперматогенеза тестостерона. Повышение содержания в крови вводимых извне андрогенов угнетает по механизму обратной связи выработку ФСГ и ЛГ, что приводит к снижению сперматогенеза.

Задача № 4. Гормоны коры надпочечников – глюкокортикоиды – повышают уровень глюкозы в крови за счет глюконеогенеза – образование глюкозы, в частности, из аминокислот. Глюкокортикоиды по-

давляют процессы белкового синтеза, следовательно, в обмене белков преобладает их распад (катаболизм), что приводит к увеличению выделения азота с мочой. Глюкокортикоиды обладают выраженным противовоспалительным и иммунодепрессивным действием, что и обеспечивает их терапевтическое применение, несмотря на выраженные побочные эффекты.

Задача № 5. Стероидные половые гормоны вырабатываются, помимо половых желез, в коре надпочечника. Преждевременное половое созревание может быть связано с развитием гормонально-активной опухоли надпочечника.

ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ

ЗАНЯТИЕ № 1
Кровь как часть внутренней среды организма. Функции крови. Состав и свойства плазмы. Физиологические константы крови

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	5	2	1	2	3

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Раствор Рингера отличается от крови тем, что не содержит форменных элементов и молекул белка. В растворе Рингера отсутствует онкотическое давление белков, поэтому общее осмотическое давление во внутрисосудистой жидкости меньше, чем в межтканевой жидкости и вода переходит в ткани мышц, что и приводит к отеку.

Задача № 2. Угарный газ образует с гемоглобином патологическое соединение – карбоксигемоглобин, которое слабо диссоциирует. При дыхании свежим воздухом CO постепенно отщепляется, поэтому при отравлении угарным газом необходимо проветрить помещение, открыв все окна и двери. При наличии возможности – вынести пострадавшего из помещения.

Задача № 3. При разрушении эритроцитов гемоглобин после отщепления гема превращается в желчный пигмент билирубин, который с желчью поступает в кишечник, где превращается в стеркобилин и уробилин, выводимые с калом и мочой. Исходя из этого, количество билирубина в крови может увеличиваться вследствие трех причин:

- ✓ при механической закупорке общего желчного протока;

- ✓ при заболевании паренхимы печени;
- ✓ при массированном гемолизе эритроцитов.

Задача № 4. Сгущение крови связано с потерей значительных количеств жидкости. В условии задачи говорится о молодой здоровой женщине. Какое состояние, специфичное для молодой здоровой женщины, может приводить к потерям избыточных количеств жидкости? Кормление грудного ребенка. Поэтому молодая мать должна скорректировать свой питьевой режим и принимать дополнительно больше жидкости.

Задача № 5. Спектральный анализ гемоглобина позволяет выявить различные его формы: оксигемоглобин, дезоксигемоглобин, карбоксигемоглобин, карбгемоглобин, метгемоглобин. Учитывая, что привычка вредная, должно увеличиться количество патологических форм гемоглобина. По-видимому, это курение. У курильщиков в крови обнаруживаются значительные количества карбоксигемоглобина.

ЗАНЯТИЕ № 2
Форменные элементы крови. Свертывание крови. Функциональные системы

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	4	1	4	4	3

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. В хирургическую клинику поступил больной. Врач подозревает у больного наличие острого воспаления червеобразного отростка с образованием инфильтрата. Можно ли с помощью общего анализа крови подтвердить или опровергнуть предполагаемый диагноз?

Задача № 2. После экспериментальной нефрэктомии у собаки изменилась реакция эритрона на гипоксию. В чем причина наблюдаемых изменений? В чем различия между вышеописанной реакцией у интактных и нефрэктомированных собак?

Задача № 3. Ребенку 1 год. В лейкоцитарной формуле найдено 60% лимфоцитов, является ли это свидетельством наличия заболеваний?

Задача № 4. При анализе крови оказалось, что количество эритроцитов равно 8 Т/л, средний диаметр 8,2 мкм у некоторых клеток до 12 мкм. В анамнезе – резекция желудка (6 месяцев назад). С чем связаны подобные изменения и как они называются.

Задача № 5. У пациента в клиническом анализе крови обнаружено увеличенное количество ретикулоцитов. Какие изменения осмотической и кислотной резистентности эритроцитов можно спрогнозировать в данном случае?

ЗАНЯТИЕ № 3
Серологические свойства крови

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	4	3	4	2

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. У пациента III(+) группа крови по системе АВО и по резус-принадлежности. Вне зависимости от объема целесообразно переливать одногруппную кровь с обязательным проведением проб на индивидуальную и биологическую совместимость.

Задача № 2. У пациента IV(-) группа крови по системе АВО и по резус-принадлежности. Вне зависимости от объема целесообразно переливать одногруппную кровь с обязательным проведением проб на индивидуальную и биологическую совместимость.

Задача № 3. Переливать кровь необходимо с учетом не только принадлежности по системе АВО, но и с учетом резус-принадлежности. Первичная иммунизация в данной ситуации произошла в ходе беременности, а повторная встреча с антигеном (переливание резус-несовместимой крови) привела к реализации реакции антиген-антитело (агглютинации), что и послужило причиной для развития осложнений в виде резус-конфликта.

Задача № 4. Опасности нет. Если резус-антиген матери и попадет в кровь плода, то иммунизации не произойдет, так как у плода иммунокомпетентные органы еще не развиты.

Задача № 5. В данном случае наблюдается симптоматика пирогенной гематрансфузионной реакции. Причин для подобного развития событий несколько: внесение пирогенов в кровеносное русло реци-

пиента или же изосенсибилизация к антигенам тромбоцитов, лейкоцитов и плазменных белков.

ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

ЗАНЯТИЕ № 1
Физиологические свойства и особенности сердечной мышцы

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	3	3	5	3

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Ударный объем сердца (УОС) равен минутному объему кровотока (МОК), деленному на частоту сердцебиений (ЧСС). МОК определяется по методу Фика как отношение количества поглощенного в минуту кислорода в мл к артериовенозной разнице кислорода в мл. В данном случае МОК равен 7 л, УОС – 93,5 мл.

Задача № 2. Частота сокращений уменьшится, т. к. в этом случае уровень мембранного потенциала пейсмекера удалился от критического уровня деполяризации и время медленной диастолической деполяризации удлиняется.

Задача № 3. Ударный объем сердца тоже возрастает на 10 мл, т.к. в здоровом сердце приток равен оттоку (это основной закон гемодинамики).

Задача № 4. Ударный объем сердца = МОК : ЧСС. ЧСС = 60 с : 0,6 с = 100. УОС = 80 мл.

Задача № 5. УОС = МОК : ЧСС. До работы УОС = 71,5 мл. Во время работы от стал равен 86 мл. ЧСС возросла до 140. В этих условиях МОК = 12,1 л.

ЗАНЯТИЕ № 2
Клинические методы изучения кардиореспираторной системы (ЭКГ)

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	3	3	3	1

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Неполный сердечный блок 1 степени.

Задача № 2. Гипертрофия левого желудочка. На ЭКГ – левограмма (максимальная амплитуда зубца R в I отведении).

Задача № 3. Такие соотношения зубцов ЭКГ бывают при гипертрофии левого желудочка (левограмма).

Задача № 4. Синдром удлиненного QT, характеризующийся длинным интервалом QT (>470 мс у мужчин, >480 мс у женщин).

Задача № 5. ЧСС = 60/R-R = 60/0,8 = 75 ударов в мин.

ЗАНЯТИЕ № 3
Регуляция деятельности сердца

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	3	3	1	2

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. При укорочении абсолютного рефрактерного периода сердце может сокращаться тетанически, что несовместимо с его насосной функцией и может привести к смерти.

Задача № 2. Частота сердечной деятельности увеличивается, так как в данном эксперементе снимается тормозное действие на сердце блуждающих нервов.

Задача № 3. Частота сокращений денервированного сердца возрастает, так как в этих условиях исключается тормозное влияние блуждающих нервов, центр которых в норме находится в постоянном тонусе.

Задача № 4. При повышении АД в сонной артерии усиливается поток импульсов к центру блуждающего нерва от рецепторов синокаротидной и аортальной рефлексогенных зон. Поэтому наблюдаются урежение частоты сердцебиения и ослабление силы его сокращения.

Задача № 5. Работа сердца увеличится за счет механизмов клеточной и органной саморегуляции. Это проявление закона Франка-Старлинга на изолированном сердце.

ЗАНЯТИЕ № 4
Сосуды. Регуляция тонуса сосудов. Параметры гемодинамики и методы их определения

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	1	3	4	3

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Линейная скорость кровотока рассчитывается по формуле: $V = Q / P*r^2$, где V – линейная скорость, Q – объемная, P = 3,14, r – радиус сосуда, S – площадь поперечного сечения кровеносного сосуда, которая вычисляется по формуле $S= P*r^2$. Зная, что 1 мл = 1 $см^3$, находим V = 100 / 3,14 х 1,252 = 20,4 см/с = 0,2 м/с. С учетом диаметра, это должно быть крупные вены грудной полости (полые вены).

Задача № 2. Накопление CO_2 и снижение кислорода во вдыхаемом воздухе вызывают гипоксию и гиперкапнию в крови. Следствием является раздражение хеморецепторов сосудов и тканей, в результате чего увеличивается частота сердцебиения и повышается артериальное давление – кровоток усиливается.

Задача № 3. Покраснение кожи под горчичником является результатом расширения сосудов, в основе которого лежит аксон-рефлекс.

Задача № 4. Очевидно, учитывались колебания сосудистой стенки, не связанные непосредственно с работой сердца, но достаточно сильные, чтобы при отсутствии опыта можно было принять их за пульсовой толчок. Таковым у некоторых людей может быть только дикротический подъем. Поэтому истинная частота пульса ровно в 2 раза меньше. В случае сомнений можно при подсчете прощупывать не пульс, а сердечный толчок или записать ЭКГ.

Задача № 5. При увеличении вязкости крови повышается сопротивление кровотоку, т.к. более вязкую кровь труднее проталкивать по кровеносным сосудам. При этом возрастает сила сердечных сокращений, а, следовательно, повышается систолическое давление. В еще большей степени - диастолическое. Последнее связано с большим затруднением оттока крови в период диастолы. Пульсовое давление оказывается уменьшенным.

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

ЗАНЯТИЕ № 1
Внешнее дыхание и методы его исследования

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	1	2	2	4

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Более тренированным является спортсмен № 1. При одинаковой со спортсменом № 2 величине МОД у него будет больше объем альвеолярной вентиляции (что и определяет эффективность внешнего дыхания), поскольку при более редком дыхании меньшее количество воздуха приходится на объем “мертвого” пространства, в котором не происходит газообмена.

Задача № 2. Растяжимость легких выше у обследованного № 2, т. к. у него выше ЖЕЛ. ЖЕЛ - это максимальный объем воздуха, который может выдохнуть человек после максимального вдоха.

Задача № 3. Операции на сердце требуют вскрытия грудной полости. При этом нарушается герметичность грудной полости, и самостоятельное дыхание становится невозможным (легкие не будут следовать за движениями грудной клетки и диафрагмы).

Задача № 4. Основным стимулом к осуществлению вдоха и возникновению ощущения «нехватки воздуха» является возбуждение дыхательного центра при повышении напряжения CO_2 в крови. Гипервентиляция ведет к гипокапнии и, следовательно, к возможности более длительной задержки вдоха. (При гипервентиляции не происходит существенного увеличения содержания O_2 в крови, так как исходно кровь практически полностью им насыщена). Кислородная емкость крови (КЕК) - максимальное количество O_2, которое может быть связано гемоглобином в 1 л крови (1 г гемоглобина связывает около 1.36 мл кислорода). В норме КЕК = 200 мл O_2/л. В задаче КЕК = 1.36 × 80 равно около 110 мл O2/л. Из-за снижения КЕК даже при небольших нагрузках возникают гипоксия тканей, нарушение процессов тканевого дыхания и метаболизма, ацидоз. Ацидоз приводит к возбуждению дыхательного центра и гипервентиляции.

Задача № 5. Минутный объем дыхания, МОД = ДО × ЧД, где ДО - дыхательный объем. ЧД — частота дыхания. Альвеолярная венти-

ляция легких, АВЛ = МОД - (МП ×ЧД), где МП - объем анатомического мертвого пространства (около 0.15 л).

Случай № 1: АВЛ = 5 - (0,15 × 20) = 5 - 3 = 2 л/мин.

Случай № 2: АВЛ = 5 - (0,15 × 10) = 5 - 1.5=3.5 л/мин.

Таким образом, во втором случае за 1 минуту через альвеолы пройдет на 1,5 л воздуха больше, чем в первом.

ЗАНЯТИЕ № 2
Регуляция дыхания.
Дыхание при различных состояниях организма

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	2	3	1	1

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. МОД у пловца по прекращению плавания под водой повысится. Механизм его повышения связан с усилением активности периферических (каротидных, аортальных) и центральных хеморецепторов под влиянием сформировавшейся при задержке дыхания под водой гиперкапнии, гипоксемии и повышенного содержания ионов водорода. Это, в свою очередь, вызовет рефлекторное повышение активности инспираторных нейронов дыхательного центра, что приведет к увеличению глубины и частоты дыхания, следовательно, увеличению МОД.

Задача № 2. При вдыхании газовой смеси с высоким парциальным давлением кислорода увеличивается напряжение его в крови, что сопровождается увеличением кислородной емкости крови за счет ее оксигенации. Это способствует лучшему кислородному обеспечению тканей. Однако в условиях гипероксии резко снижается возбудимость дыхательного центра. В этой связи для поддержания его возбудимости к кислороду добавляют углекислый газ, который стимулирует активность дыхательного центра продолговатого мозга, раздражая центральные (медуллярные) и периферические (сосудистые) хеморецепторы.

Задача № 3. При «поверхностном дыхании» усилена вентиляция мертвого пространства, что способствует испарению воды и уменьшению отека. Вентиляция же легких в условиях “поверхностного дыхания” снижена, в связи, с чем оно не может осуществляться в течение длительного времени.

Задача № 4. «Центр глотания» находится в реципрокных взаимоотношениях с центрами жевания и дыхания. Возбуждение нейронов центра глотания приводит к торможению жевания, задержке дыхания и к закрытию надгортанником входа в гортань. Нарушение этой координации, в частности, при анестезии рецепторов ротовой полости и глотки, может приводить к аспирации - попаданию содержимого ротовой полости во вдыхательные пути.

Задача № 5. Некоторые механизмы развития горной болезни. Снижение атмосферного давления на высоте приводит к снижению парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе и, следовательно, напряжения O_2 в крови (гипоксемия). Гипоксемия:

1) сопровождается гипоксией тканей, в том числе головного мозга;

2) через периферические хеморецепторы стимулирует: а) прессорный отдел сосудодвигательного центра, что приводит к повышению АД (возможная причина головной боли, головокружения); б) дыхательный центр, что приводит к возникновению одышки (ощущение «нехватки воздуха») и к гипервентиляции. Из-за гипервентиляции снижается напряжение CO_2 в крови (гипокапния), что может вызывать спазм мозговых сосудов (CO_2 - вазодилататор) и усиление гипоксии мозга.

Компенсаторные механизмы:

1) абсолютный эритроцитоз за счет усиления эритропоэза;
2) увеличение содержания гемоглобина в эритроците;
3) сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина вправо;
4) увеличение густоты капиллярной сети в тканях;
5) увеличение активности окислительных ферментов;
6) адаптация сенсорных систем к гипоксии («гипоксическая глухота»).

ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

ЗАНЯТИЕ № 1
Пищеварение в полости рта и желудка

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	2	3	1	2

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. У такой собаки можно наблюдать только условно-рефлекторный компонент I фазы слюноотделения (при виде и запахе пищи). После попадания в полость рта пища проглатывается, и начинается II фаза.

Задача № 2. Слизистый защитный слой Холлендера предохраняет эпителий желудка от самопереваривания. Если его нарушить, может развиться язва.

Задача № 3. Глотание невозможно при абсолютно сухой пище. При сильном волнении резко тормозится слюноотделение, и глотательный рефлекс не возникает. Спокойный невинный человек рис проглотит. Однако тут есть опасность того, что волнение связано не с тем, что человек виновен, а с тем, что он боится неудачного исхода пробы. Поэтому она вовсе не является доказательством виновности человека в совершении преступления.

Задача № 4. В 1 пробирке содержится желудочный сок грудного ребенка, который содержит фермент липокиназу, которая активирует липазу грудного молока. У детей старшего возраста и взрослых липокиназы в желудочном соке нет, и жиры в желудке расщепляются мало.

Задача № 5. Когда часть кислого содержимого попадает в 12-перстную кишку, рефлекторно закрывается пилорический сфинктер. Он останется закрытым до тех пор, пока содержимое кишки не приобретет щелочную реакцию. Следовательно, кислый раствор будет эвакуироваться порциями, т. е. медленнее, чем щелочной.

ЗАНЯТИЕ № 2
Пищеварение в кишечнике, всасывание

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	4	2	2	1

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. В естественных условиях мономеры образуются в результате пристеночного пищеварения в гликокаликсе на ворсинках, откуда обеспечивается быстрое всасывание и куда не могут проникать микробы. В случае введения мономеров в просвет кишки усво-

ение их будет менее эффективным, так как они будут медленнее всасываться, и часть их пойдет на питание микрофлоры.

Задача № 2. Указанные продукты содержат большое количество клетчатки, которая не усваивается организмом человека, но оказывает сильное механическое воздействие на стенки желудка и кишечника, способствуя их перистальтике.

Задача № 3. Секретин, энтерогастрин, вилликинин, холецистокинин, панкреозимин, энтерокиназа, дуокринин, энтерогастрон.

Задача № 4. Атропин блокирует передачу в холинергических синапсах. Вагус усиливает моторику тонкого кишечника, поэтому блокада его синапсов вызовет ослабление моторной функции кишечника.

Задача № 5. Объем панкреатической секреции к концу первого года жизни увеличивается в 10 раз.

ЗАНЯТИЕ № 3
Обмен веществ и энергии

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	1	2	1	2

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Один грамм азота соответствует 6,25 г. белка. В данном случае в организме разрушилось 75 г белка.

Задача № 2. Если окислялись углеводы, значит ДК=1. Следовательно, количество поглощенного кислорода равно количеству выделенного углекислого газа. Калорический эквивалент при ДК=1 составляет 5,05 ккал. 5,5х6=30,3 ккал.

Задача № 3

Для определения должного основного обмена у мужчин необходимо площадь тела помножить на 40 ккал и на 24 часа. В нашем случае это 2100 ккал. С учетом 15% допустимых колебаний основной обмен соответствует должному.

Задача № 4. Алкоголь вызывает расширение сосудов кожи, что создает субъективное ощущение тепла, несмотря на действие холода. Потому пьяный человек распахивает шубу, его теплоотдача резко усиливается, но ощущение тепла сохраняется. Таким образом, алкоголь извращает обратную связь в системе терморегуляции.

Задача № 5. При составлении пищевых рационов кроме соответствия калорийности пищи суточным затратам энергии необходимо учитывать: суточную потребность в питательных веществах; оптимальное соотношение продуктов растительного и животного происхождения; степень усвоения пищи; содержание витаминов, минеральных слей, микроэлементов; разнообразие блюд и их органолептические свойства; состояние организма человека; оптимальное суточное распределение пищевых продуктов.

ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ

ЗАНЯТИЕ № 1
Процессы мочеобразования и мочевыделения

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номера ответов	1	4	1	3	4

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Да, так как 300 мл в норме является порогом для появления позыва на мочеиспускание

Задача № 2. Увеличение количества ренина способствует увеличению мочеобразования, т. к. при этом возрастает АД в клубочках, что приводит к росту фильтрационного давления.

Задача № 3. Альдостерон усилит реабсорбцию натрия, это повлечет за собой увеличение реабсорбции воды, и количество мочи уменьшится.

Задача № 4. Узкая выносящая артерия способствует высокому давлению в капиллярах клубочка. Если бы было наоборот, давление в клубочке не смогло бы обеспечить фильтрацию.

Задача № 5

Больной поступил в клинику ночью, поэтому наблюдается сначала незначительный диурез, а затем в дневное время диурез увеличивается.

ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Занятие № 1
Безусловные и условные рефлексы. Общие закономерности деятельности высшей нервной деятельности. Физиологические основы поведения. Торможение условных рефлексов

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	3	4	1, 3, 4	1

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Условный рефлекс всегда формируется на основе врожденного безусловного раздражителя. У собаки возникает ориентировочно-исследовательская реакция.

Задача № 2. Условный эффект при включении эллипса затормозился. Если после включения эллипса давать животному пищу, то условный эффект восстановится. У собаки может возникнуть срыв высшей нервной деятельности.

Задача № 3. Дифференцировочное торможение относится к внутреннему торможению. Однозначно нельзя, так как животное может различать лампы по яркости.

Задача № 4. Процесс торможения. Внешнее торможение. Позыв к мочеиспусканию.

Задача № 5. Собака, прежде всего, отправится к чашке с водой. Мотивация жажды будет доминирующей, так как при жажде возникает опасность изменения осмотического давления плазмы крови.

ЗАНЯТИЕ № 2
Типы высшей нервной деятельности. Функциональная асимметрия коры больших полушарий. 1-я и 2-я сигнальные системы. Основные психические процессы. Функциональные системы. Экспериментальные неврозы

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	1, 3	3	4	1, 3

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. У студента возникла отрицательная эмоция вследствие рассогласования в аппарате акцептора результатов действия. В ЦНС формируется стадия афферентного синтеза для решения вопроса «Что делать и как делать?».

Задача № 2. Нарушено формирование акцептора результатов действия. Механизм предвидения является функцией целого мозга.

Задача № 3. Нарушаются речь и движения правых конечностей. Центр речи.

Задача № 4. Студент проснулся в парадоксальную стадию сна. В эту стадию сна человек видит сны. Парадоксальную стадию сна можно обнаружить при регистрации ЭЭГ, когда появляется β-ритм.

Задача № 5. Обратная афферентация. Обратная афферентация от параметров результата поступает к акцептору результата деятельности, в состав которого входят нейроны различных структур головного мозга.

ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

ЗАНЯТИЕ № 1
Зрительная, слуховая, вестибулярная, обонятельная и вкусовая сенсорные системы

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номера ответов	2	4	1	1	1, 2

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. Центральный (корковый) отдел зрительного анализатора играет основную роль в такой перестройке. Помимо этого в такой перестановке принимают участие ассоциативные области коры.

Задача № 2. У 1-го пациента — затылочные доли коры больших полушарий; 2-го пациента — височные доли; 3-го пациента — верхняя теменная доля. процесс узнавания в зрительном, слуховом и тактильном анализаторах формируется в центральном (корковом) отделе анализатора с участием ассоциативных зон коры.

Задача № 3. Для появления соответствующего температурного ощущения необходимы определенная скорость изменения темпера-

турного режима воздействия и температурный градиент (изменение температуры должно быть не менее чем на 0,5 °С). Чувствительность холодовых рецепторов была снижена, поскольку терморецепторы адаптировались при длительном воздействии температурного раздражителя.

Задача № 4. Механизмы распространения возбуждения в цнс, лежащий в основе указанного явления – это дивергенция и конвергенция. От разных анализаторов возбуждения поступают в ассоциативные области коры.

Задача № 5. При включении звонка врач увидел на ээг реакцию десинхронизации. Врач регистрировал ээг от височных областей мозга поскольку Корковый отдел слухового анализатора локализируется в височной доле коры (поля 41, 42).

ЗАНЯТИЕ № 2
Физиология ноцицептивной и антиноцицептивной систем

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номера ответов	3	3	1	2	1

ОТВЕТЫ НА СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача № 1. При отсутствии болевой чувствительности не выражена и болевая реакция симпатической нервной системы, одно из проявлений которой – расширение зрачка. Вероятно, у Камо реакция на боль сохранялась, что выражалось в расширении зрачка при нанесении болевого раздражителя. Это и заставило врачей усомниться в наличии у революционера психического расстройства, сопровождающегося отсутствием болевых ощущений.

Задача № 2. В симптоматике указано на возникновение болевых ощущений на неадекватные для ноцицептивной системы стимулы (свет, звук). Вероятно, в данном случае проблема в обработке сенсорной информации на том уровне ЦНС, где происходит интеграция афферентации от разных видов рецепторов, в том числе и болевого. Функцию первичного коллектора чувствительности для большинства сенсорных систем выполняет таламус, а патологические процессы в таламусе могут лежать в основе описанного болевого синдрома – т. н. таламические боли.

Задача № 3. Можно. При болевом раздражении наблюдается рефлекторное расширение зрачка.

Задача № 4. За счет «отраженной боли». Отраженная боль охватывает участки периферии, иннервируемые тем же сегментом спинного мозга, что и затронутый внутренний орган (ноцицетивная стимуляция). Одна из причин отраженной боли – конвергенция ноцицептивных афферентов от кожи и внутренних органов на одних и тех же нейронах, дающих начало восходящим ноцицептиным трактам (спиноталамические). Другая причина – ветвление первичных ноцицептивных афферентов в спинальных нервах с образованием двух или более коллатералей, так что одно волокно иннервирует и поверхностную, и внутреннюю структуру.

Задача № 5. Последовательность событий: ослабление миогенного тонуса артериол – их расширение (уменьшение прекапиллярного сопротивления) – увеличение кровенаполнения сосудов и гидростатического давления в капиллярах – усиление фильтрации – отек пульпы – повышение давления в полости зуба – возбуждение болевых рецепторов пульпы.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Нормальная физиология : учебник для студентов медицинских вузов по специальностям «Лечебное дело» и «Педиатрия» / М. А. Медведев [и др.] ; под ред. В. М. Смирнова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Академия, 2010. – 480 с.
2. Практикум по физиологии : учебное пособие для студентов медицинских вузов / Сибирский медицинский университет (Томск); под ред. М. А. Медведева. – 2-е изд., испр. и доп. – Томск : Печатная мануфактура, 2006. – 208 с.
3. Орлов Р. С. Нормальная физиология [Электронный ресурс] : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060101.65 «Лечебное дело» по дисциплине «Нормальная физиология» / Р. С. Орлов, А. Д. Ноздрачев. – 2-е изд., испр. и доп. – Электрон. текстовые дан. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 832 с.
4. Нормальная физиология [Электронный ресурс] : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060101.65 «Лечебное дело» по дисциплине «Нормальная физиология» / К. В. Судаков [и др.] ; под ред. К. В. Судакова ; Московский медицинский университет им. И. М. Сеченова (1 ; М.), кафедра нормальной физиологии. – Электрон. текстовые дан. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 880 с. – Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru.
5. Нормальная физиология [Электронный ресурс] : учебник для студентов высших медицинских учебных заведений / под ред. В. П. Дегтярева, С. М. Будылиной. – Электрон. текстовые дан. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 736 с. – Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Нормальная физиология : учебник для вузов / Р. С. Орлов, А. Д. Ноздрачев ; под ред. Э. Г. Улумбекова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 696 с.
2. Физиология человека : [Руководство] : в 3 томах : пер. с англ. / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. – М. : Мир, 1996. – Т. 1. – 323 с.
3. Физиология человека : [Руководство] : в 3 томах : пер. с англ. / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. – М. : Мир, 1996. – Т. 2. – 198 с.
4. Физиология человека : [Руководство] : в 3 томах : пер. с англ. / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. – М. : Мир, 1996. – Т. 3. – 313 с.

5. Основы физиологии человека : учебник для высших учебных заведений : в 3 томах / под ред. Б. И. Ткаченко. – СПб. : Международный фонд истории науки, 1994. – Т. 1. – 568 с.
6. Основы физиологии человека : учебник для высших учебных заведений: в 3 томах / под ред. Б. И. Ткаченко. – СПб. : Международный фонд истории науки, 1994. – Т. 2. – 412 с.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

1. База данных Электронно-библиотечной системы Сибирского государственного медицинского университета http: //irbis64.medlib.tomsk.ru
2. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» http://www.studentlibrary.ru/ ООО «Политехресурс».
3. Электронно-библиотечная система «BookUp» http://books-up.ru
4. Электронно-библиотечная система «Лань» http://e.lanbook.com
5. Электронно-библиотечная система «Юрайт» http://www.biblio-online.ru/
6. Электронная библиотека диссертаций http://diss.rsl.ru
7. Научная электронная библиотека http://elibrary.ru/
8. Электронная библиотека для учебных программ и исследований в гуманитарных науках «Университетская информационная система РОССИЯ» http://uisrussia.msu.ru.
9. Springer http://link.springer.com/
10. Электронные журналы издательства «SAGE Publications» http://online.sagepub.com
11. Электронная версия журнала Nature (NaturePublishingGroup) http://www.nature.com
12. База данных издательства Taylor&Frencis Group Journals http://www.tandfonline.com
13. Электронная версия научной базыданных “SCIENCE ONLINE-SCIENCE NOW”компании «The American Association for the Advancement of Science» http://www.sciencemag.orghttp://www.sciencemag.org/content/by/year
14. Электронный каталог «Медицинская книга» http://medlib.tomsk.ru/

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Авторы:
М.А. Медведев, И.Р. Князева, В.Б. Студницкий,
М.В. Егорова, М.В. Кусков, А.Н. Байков, И.П. Полякова,
Н.М. Кротенко, Ю.А. Коноваленко, В.Ю. Бармин,
Ю.А. Погудин, О.И. Антонов, А.В. Кольцов

Практикум по физиологии для студентов врачебных факультетов

Учебное пособие
Под редакцией академика РАН, профессора М.А. Медведева

Редактор В.А. Антонова
Обложка И.Г. Забоенкова
Технический редактор О.В. Коломийцева

Издательство СибГМУ
634050, г. Томск, пр. Ленина, 107
тел. 8(3822) 51-41-53
E-mail: otd.redaktor@ssmu.ru

Подписано в печать 26.06.2017.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Печать ризограф. Гарнитура «Arial». Печ. л. 21,9. Авт. л.15,9.
Тираж 150 экз. Заказ №

Отпечатано в Издательстве СибГМУ
634050, Томск, ул. Московский тракт, 2
E-mail: lab.poligrafii@ssmu.ru