

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Сибирский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

# **ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ С ОСНОВАМИ АНАТОМИИ**

Учебное пособие

Под редакцией академика РАН,  
профессора М.А. Медведева

Томск  
Сибирский государственный медицинский университет  
2015

УДК 612(076.1)  
ББК 28.073  
П69

**Составители:**

М.А. Медведев, М.В. Кусков, Н.М. Кротенко, Н.А. Кочурина,  
М.В. Егорова, В.Б. Студницкий, В.Ю. Бармин, И.П. Полякова,  
И.Р. Князева, Ю.А. Коноваленко, Ю.А. Погудин, О.И. Антонов,  
А.В. Кольцов, Т.И. Невидимова, А.Н. Байков, С.В. Низкодубова.

**Рецензенты:**

Ю.И. Савченков – д-р мед. наук, профессор кафедры физиологии человека  
ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский  
университет им. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России;  
И.В. Ковалев – д-р мед. наук, профессор кафедры биофизики  
и функциональной диагностики ГБОУ ВПО «Сибирский государственный  
медицинский университет» Минздрава России.

**Практикум по физиологии с основами анатомии** / под ред.  
П69 М.А. Медведева. – Томск, 2015. – 264 с.

ISBN 978-5-98591-120-6

«Практикум по физиологии с основами анатомии» подготовлен по дисциплине «Физиология с основами анатомии» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом для студентов, обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования, по специальности «Фармация». В настоящем практикуме изложены основные разделы физиологии: возбудимых тканей, системы крови, центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, дыхания, пищеварения, энергообмена, выделения и высшей нервной деятельности.

Материал представлен в виде работ, распределенных по отдельным темам с учетом 2–3-часовых занятий. Для каждого занятия определены тема и цель, вопросы для самоконтроля, тестовые задания, задачи.

УДК 612(076.1)  
ББК 28.073

Утверждено и рекомендовано к печати Центральным методическим советом ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России (протокол № 6 от 15.09.2015)

ISBN 978-5-98591-120-6

© Сибирский государственный медицинский университет, 2015

# СОДЕРЖАНИЕ

## *Раздел I*

### **ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОЛОГИЮ** ..... 6

    ЗАНЯТИЕ № 1. Понятие о клетке, ткани, органе, системе ..... 6

## *Раздел II*

### **ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ**..... 9

    ЗАНЯТИЕ № 1. Строение и роль плазматической мембраны клеток. Транспорт веществ через плазматическую мембрану ..... 9

    ЗАНЯТИЕ № 2. Общие свойства возбудимых тканей ..... 13

    ЗАНЯТИЕ № 3. Физиология мышечного сокращения ..... 21

    ЗАНЯТИЕ № 4. Физиология нервного волокна. Физиология синаптической передачи ..... 29

    ЗАНЯТИЕ № 5. Итоговое занятие по разделу «Физиология возбудимых тканей» ..... 33

## *Раздел III*

### **ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**..... 35

    ЗАНЯТИЕ № 1. Общая физиология ЦНС ..... 35

    ЗАНЯТИЕ № 2. Частная физиология. Физиология спинного, продолговатого и среднего мозга ..... 43

    ЗАНЯТИЕ № 3. Частная физиология. Физиология мозжечка, промежуточного мозга, подкорковых образований, коры головного мозга 54

    ЗАНЯТИЕ № 4. Нервная регуляция висцеральных функций ..... 65

    ЗАНЯТИЕ № 5. Итоговое занятие по разделу «Физиология центральной нервной системы» ..... 74

## *Раздел IV*

### **ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ**..... 78

    ЗАНЯТИЕ № 1. Нейрогормональные отношения и механизм действия гормонов. Физиология лактации..... 78

## *Раздел V*

### **ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ**..... 83

    ЗАНЯТИЕ № 1. Кровь как средство транспорта и внутренняя среда организма..... 83

ЗАНЯТИЕ № 2.	Клетки крови, их строение и функции .....	89
ЗАНЯТИЕ № 3.	Гемостаз. Группы крови. Резус-фактор .....	96
ЗАНЯТИЕ № 4.	Итоговое занятие по разделу. «Физиология системы крови».....	100

*Раздел VI*

<b>ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ</b> .....	103	
ЗАНЯТИЕ № 1	Внешнее дыхание и методы его исследования ...	103
ЗАНЯТИЕ № 2.	Регуляция дыхания. Дыхание при различных состояниях организма .....	120
ЗАНЯТИЕ № 3.	Итоговое занятие по разделу «Физиология дыхательной системы» .....	129

*Раздел VII*

<b>ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА</b> .....	132	
ЗАНЯТИЕ № 1.	Морфофункциональные показатели работы сердца.....	132
ЗАНЯТИЕ № 2.	Основные физиологические свойства сердечной мышцы .....	139
ЗАНЯТИЕ № 3.	Регуляция деятельности сердца .....	149
ЗАНЯТИЕ № 4.	Сосуды. Регуляция тонуса сосудов. Параметры гемодинамики и методы их определения .....	156
ЗАНЯТИЕ № 5.	Итоговое занятие по разделу «Физиология сердечно-сосудистой системы» .....	165

*Раздел VIII*

<b>ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ, ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ</b> .....	167	
ЗАНЯТИЕ № 1	Пищеварение в полости рта и желудке.....	167
ЗАНЯТИЕ № 2.	Пищеварение в кишечнике, всасывание.....	175
ЗАНЯТИЕ № 3.	Обмен веществ и энергии .....	179
ЗАНЯТИЕ № 4.	Терморегуляция .....	189
ЗАНЯТИЕ № 5.	Итоговое занятие по разделу «Физиология пищеварения, обмена веществ и энергии, терморегуляция» .....	193

*Раздел IX*

<b>ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ</b> .....	196	
ЗАНЯТИЕ № 1.	Физиология почек.....	196

*Раздел X*

<b>ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ</b> .....	201
ЗАНЯТИЕ № 1. Зрительная, слуховая, вестибулярная, обонятельная и вкусовая сенсорные системы ...	201
ЗАНЯТИЕ № 2. Физиология ноцицептивной и антиноцицеп- тивной систем .....	211

*Раздел XI*

<b>ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	218
ЗАНЯТИЕ № 1. Выработка и торможение условных рефлексов..	218
ЗАНЯТИЕ № 2. Память, мотивации, эмоции, сон.....	224
ЗАНЯТИЕ № 3. Итоговое занятие по разделу «Физиология высшей нервной деятельности» .....	235
<b>СТРУКТУРА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗА ИТОГОВЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО РАЗДЕЛАМ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ</b> ...	237
<b>ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО КУРСУ ФИЗИОЛОГИИ</b> .....	238
<b>ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ И ЗАДАЧИ</b> .....	243
<b>РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА</b> .....	263

*Раздел I*  
**ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОЛОГИЮ**

**ЗАНЯТИЕ № 1. Понятие о клетке, ткани, органе, системе**

**Учебно-исследовательские цели занятия:**

1. Знакомство с кафедрой, ее историей, коллективом, областью научных интересов.

2. Формирование современных представлений о физиологии с основами анатомии, ее целях и задачах, методах исследования.

3. Определение значения данной дисциплины для фармакологической практики.

**Вопросы для самоподготовки**

1. Анатомия и физиология как фундаментальные биомедицинские науки.

2. Предмет и методы нормальной физиологии.

3. Организм, основные функции организма.

4. Единство нервной и гуморальной регуляции жизнедеятельности.

5. Клетка как элементарная живая система. Строение клетки.

6. Современные представления об ультраструктуре и значении цитоплазматической мембраны.

7. Понятие о ткани, органе, системе.

8. Классификация тканей. Общее представление о строении и функции эпителиальной, соединительной, мышечной, костной и нервной ткани.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

**Плакаты:** анатомическое строение тела человека, строение клетки, строение цитоплазматической мембраны, камера выработки пищевых условных рефлексов.

**Видеофильм:** «История кафедры нормальной физиологии».

## Практическая работа

### РАБОТА № 1. Строение клетки

**Необходимы:** таблицы, слайды, электронные микрофотографии (клеточная мембрана, митохондрии, рибосомы, лизосомы, пластинчатый комплекс Гольджи).

**Учебно-исследовательская цель работы:** познакомиться с клеточными и субклеточными структурами, с элементарными физиологическими процессами.

#### Ход работы

1. Ознакомиться с основными элементами клетки и клеточной оболочки, уметь назвать и показать их.
2. Нарисовать в тетради схему строения клетки с обозначениями клеточных структур.
3. Схематически изобразить биологическую мембрану, обозначить виды мембранного транспорта.

### РАБОТА № 2. Классификация тканей

**Необходимы:** таблицы, пособие по гистологии в рамках электронного учебника по физиологии PhysioEx 6.0 for human physiology.

**Учебно-исследовательская цель работы:** познакомиться со строением разных видов тканей.

#### Ход работы

1. Ознакомиться с основными видами тканей.
2. Пользуясь электронным пособием по гистологии, проанализировать принадлежность тех или иных тканей к разным системам организма. Уделить особое внимание строению костной ткани.

### **РАБОТА № 3. Знакомство с системами организма**

**Необходимы:** таблицы, электронные пособия.

**Учебно-исследовательская цель работы:** познакомиться со строением опорно-двигательной системы.

#### **Ход работы**

1. Ознакомиться со строением опорно-двигательной системы – функциональной совокупностью костей скелета, их соединений (суставов и синартрозов) и соматической мускулатуры.

2. Научиться прощупывать выступающие костные точки (ость лопатки, грудинный конец ключицы, бугорки плечевой кости, локтевой отросток локтевой кости, шиловидные отростки костей предплечья).

3. Работая в парах, оценить осанку друг друга по состоянию естественных изгибов позвоночника (грудного кифоза и поясничного лордоза).

4. Определить число степеней свободы (осей вращения), определяющих степень подвижности, у эллипсоидного лучезапястного сустава, шаровидного плечевого сустава и блоковидного межфалангового сустава.

## *Раздел II*

# **ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ**

### **ЗАНЯТИЕ № 1. Строение и роль плазматической мембраны клеток. Транспорт веществ через плазматическую мембрану**

#### **Учебно-исследовательские цели 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 клеточной мембраны.

10. Классификация и виды транспорта веществ через плазматическую мембрану.

11. Роль транспорта веществ через плазматическую мембрану в функции клеток.

12. Роль и характеристика прямого транспорта веществ. Механизм транспорта  $H_2O$ .

13. Роль и характеристика облегченной диффузии.

14. Роль и характеристика активного и вторично-активного транспорта.

15. Роль и значение эндо- и экзоцитоза.

16. Моделирование ионной проницаемости биомембран.

17. Нарушение транспорта веществ через плазматическую мембрану.

18. Основные свойства возбудимых тканей.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

**Учебные видеофильмы:** «Натрий-калиевый насос», «Транспорт веществ».

**Работа с электронными учебниками:** «Клеточная мембрана», «Мембранный транспорт».

## Практическая работа

### РАБОТА № 1. Транспорт веществ через мембрану

**Необходимы:** персональный компьютер, программа PhysioEx 6.0 for human physiology (тема Cell transport mechanisms and permeability), методические указания по теме «Транспорт веществ через плазматическую мембрану».

#### **Учебно-исследовательские цели 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**

С помощью персонального компьютера, программы PhysioEx 6.0 for human physiology и методических указаний по теме «Транспорт веществ через плазматическую мембрану» выполнить следующие 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 ион-транспортирующих систем мембраны клеток (обменников, насосов, каналов).

9. Значение и виды эндо- и экзоцитоза.

### *Тестовые задания*

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. МЕХАНИЗМ ДВИЖЕНИЯ ИОНОВ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ ПО ГРАДИЕНТУ КОНЦЕНТРАЦИИ, НЕ ТРЕБУЮЩИЙ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ, НАЗЫВАЕТСЯ
  - 1) пассивным транспортом
  - 2) пиноцитозом
  - 3) эндоцитозом
  - 4) активным транспортом
2. МЕХАНИЗМ ДВИЖЕНИЯ ИОНОВ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ ПРОТИВ КОНЦЕНТРАЦИОННОГО ГРАДИЕНТА, ТРЕБУЮЩИЙ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ, НАЗЫВАЕТСЯ
  - 1) пассивным транспортом
  - 2) пиноцитозом
  - 3) эндоцитозом
  - 4) активным транспортом
3. ЖИДКОСТНО-МОЗАИЧНУЮ МОДЕЛЬ СТРОЕНИЯ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ ПРЕДЛОЖИЛ
  - 1) И.П. Павлов
  - 2) Дж. Робертсон
  - 3) Дж. Даниэлли и Г. Доусон
  - 4) С. Сингер и Г. Николсон
  - 5) Э. Гorter и Ф. Грендель
4. 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
5. 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

### *Задачи*

- 1, Будет ли нарушаться барьерная функция клеточных мембран при увеличении в ее бислое лизоформ фосфолипидов?
2. Активность каких клеточных ферментов будет сопровождаться увеличением количества лизоформ фосфолипидов в бислое?
- 3, Какие вещества хорошо растворяются в билипидном слое плазматических мембран?
4. Основные остатки спиртов, входящих в состав фосфолипидов.
5. Что представляет собой по форме молекула фосфолипидов?

## **ЗАНЯТИЕ № 2. Общие свойства возбудимых тканей**

**Учебно-исследовательская цель занятия:** на основе общепризнанных представлений изучить физиологические механизмы возбудимости, возбуждения, возникновения мембранного потенциала и потенциала действия.

### **Вопросы для самоподготовки**

1. Общие свойства возбудимых тканей.
- 2, Строение и функции мембран. Активный и пассивный транспорт веществ через мембраны.
3. Электрические явления в возбудимых тканях. Мембранный потенциал и его происхождение.
4. Современное представление о процессе возбуждения. Местное и распространяющееся возбуждение.
5. Потенциал действия и его фазы.
6. Законы распространения возбуждения.
7. Возбудимость и ее изменение при возбуждении. Параметры возбудимости.
8. Действие постоянного тока на возбудимые ткани.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

**Учебные видеофильмы:** «Опыты Гальвани», «Опыт Маттевучи», «Потенциал действия», «Наблюдение за процессами возбуждения».

### Практическая работа

#### **РАБОТА № 1. Определение возбудимости и величины мембранных потенциалов**

**Необходимы:** персональный компьютер, обучающая программа LuPraFiSim (разделы: «Физиология нервной системы», «Физиология мышечной системы»).

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить методы регистрации потенциала покоя и потенциала действия.

##### **Ход работы**

С помощью персонального компьютера и обучающей программы LuPraFiSim выполнить следующие работы.

1. Установление порога возбудимости и демонстрация явления суммации возбуждения.
2. Демонстрация воздействия анестезирующих веществ и низкой температуры на потенциал действия.
3. Мембранный потенциал покоя (ПП).
4. Мембранный потенциал действия (ПД).

#### **РАБОТА № 2. Компьютерное моделирование расчета величины потенциала покоя аксона кальмара с помощью математической модели**

**Необходим:** персональный компьютер с установленной программой xx-new.

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить на компьютерной модели условия, необходимые для формирования потенциала покоя.

##### **Примечание:**

1. Загрузить программу xx-new двойным щелчком мышки, затем пользоваться только клавишами **Esc**, **Enter** и стрелками.

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

3. Прежде чем написать цифру, клавишей **Backspace** стереть предыдущую цифру; эту клавишу нажимать столько раз, сколько знаков нужно поставить. Например, перед написанием 0.75 нажать четыре раза. При написании дробных чисел **использовать точку**, запятую программа не воспринимает.

4. Проверять задаваемые параметры («Условия», «Параметры потенциала», «Параметры экрана»), чтобы убедиться, пороговый, сверхпороговый или подпороговый 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» посмотреть и зарегистрировать в своих отчетах исходные стандартные параметры (температура и распределение ионов калия и натрия).

2. Клавишей **Esc** перейти к окну расчета  $V_K$ ,  $V_{Na}$  и начального значения потенциала. Полученные результаты зарегистрировать в отчетах.

3. Клавишей **Esc** перейти к графическому отображению заданного мембранного ПП при исходных условиях и построить график в своих отчетах.

4. Двойным нажатием клавиши **Enter** вернуться к исходным условиям.

*Задание № 2. 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 показатель содержания калия внутри клетки: 5 ммоль, 10, 20, 40, 60, 80 и 100 ммоль, определить величину потенциала покоя.

2. Зарегистрировать полученные результаты в табл. 1 и построить график зависимости ПП от содержания внеклеточного калия.

Т а б л и ц а 1

Содержание $K^+_{вне}$ , ммоль	5	10	20	40	60	80	100
Начальное значение ПП, мВ							

3. Сделать выводы.

### **РАБОТА № 3. Компьютерное моделирование потенциала действия аксона кальмара с помощью математической модели**

**Необходим:** персональный компьютер с установленной программой xx-new.

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить на компьютерной модели условия, необходимые для формирования потенциала действия.

*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:

- а) амплитуда стимула 1 – 1 мкА,
- б) продолжительность стимула 1 – 5 мс.

2. В окне «**Параметры экрана**» задать:

MAX значение времени – 25 мс.

3. Двойным нажатием **Esc** перейти к графическому отображению полученного потенциала действия.

4. Изобразить в своих отчетах ПД и обозначить его фазы.

5. Сделать вывод.

*Задание № 2. Определение порога возбуждения мембраны нервного волокна. Определение реобазы.*

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

### **Ход работы**

1. В окне «**Условия**» установить исходные стандартные параметры (температура и распределение ионов калия и натрия).

2. В окне «**Параметры потенциала**» задать:  
продолжительность стимула 1 – 5 мс.

3. Изменять значение амплитуды стимула 1 от 0,1 мВ с интервалом 0,1 мВ до появления ПД. Проследить развитие электротонического потенциала, локального ответа и ПД. Увеличивая амплитуду стимула 1 выше порога возникновения ПД в два, три и более раз, проследить время возникновения ПД.

4. Построить график зависимости амплитуды ответа от величины стимула, определить порог возникновения ПД и зону действия правила «**Всё или ничего**».

5. Сделать выводы.

*Задание № 3. Определение полезного времени.*

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

### **Ход работы**

1. В окне «**Условия**» установить исходные стандартные параметры (температура и распределение ионов калия и натрия).

2. В окне «**Параметры потенциала**» задать:

а) амплитуда стимула 1 – величина пороговой силы возникновения ПД (задание № 4).

б) продолжительность стимула 1 изменять от 1 мс до момента генерации ПД с интервалом 0,25 мс.

3. Зарегистрировать значение полезного времени в отчетах.

4. Сделать выводы.

*Задание № 4. 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**» установить исходные стандартные параметры (температура и распределение ионов калия и натрия).

2. В окне «**Параметры потенциала**» задать:  
продолжительность стимула 1 – поочередно равным 0,05 мс;  
0,08; 0,1; 0,15; 0,2; 0,35; 0,5; 0,7; 1; 2,5; 5; 7; 10; 15 мс.

Амплитуда стимула 1 определяется для каждого значения  
«Продолжительность стимула – 1» порогом возникновения ПД.

3. В окне «**Параметры экрана**» задать:

MAX значение времени – 50 мс.

4. Занести данные в таблицу и построить в тетради кривую зависимости «сила – длительность» (по оси ОХ откладывая время, по оси ОУ – силу), определить значения реобазы и хронаксии, сделать соответствующие выводы.

5. Проверить методом подбора, что хронаксия вычислена правильно. Задать в окне «**Параметры потенциала**»:

а) амплитуда стимула 1 – равна значению двух реобаз,

б) продолжительность стимула 1 – равна значению хронаксии.

6. Сделать выводы.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Что такое критический уровень деполяризации?
2. Параметры возбудимости.
3. Какие две величины определяют величину порога раздражения?
4. Что такое полезное время (порог времени)?
5. Что такое хронаксия?
6. Какова зависимость силы от времени Гоорвега – Вейса.
7. Что называется аккомодацией возбудимой ткани?
8. Зависит ли критический уровень деполяризации от характера раздражения?
9. Что называется лабильностью?
10. Каково соотношение содержания ионов Na, K и Cl вне и внутри клетки в покое?
11. Какие факторы обеспечивают наличие мембранного потенциала?
12. Каково соотношение проницаемости мембраны для ионов K и Na в покое?

13. Какими изменениями свойств мембраны обусловлена фаза деполяризации?

14. Каков характер выделения тепла в нервах и мышцах при возбуждении?

15. Почему для работы натрий-калиевого насоса должна тратиться энергия?

16. Чем обусловлен локальный ответ?

17. Как зависит амплитуда локального ответа от силы раздражения?

18. Как изменится возбудимость ткани во время локального ответа?

19. Отличия локального ответа от потенциала действия.

20. Когда локальный ответ перерастает в потенциал действия?

21. Какова величина потенциала действия при внутриклеточном отведении?

22. Что называется пороговым потенциалом, или порогом деполяризации?

23. Зависит ли величина потенциала действия от силы раздражения?

24. Какова амплитуда и длительность следовых потенциалов?

25. Какими изменениями свойств мембраны обусловлена фаза реполяризации?

26. Что называется возбудимостью?

27. Какие фазы изменения возбудимости наблюдаются в нервной и мышечной ткани при возбуждении?

### ***Тестовые задания***

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. МИНИМАЛЬНАЯ СИЛА РАЗДРАЖИТЕЛЯ, СПОСОБНАЯ ВЫЗВАТЬ ВОЗБУЖДЕНИЕ, НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) подпороговой
- 2) сверхпороговой
- 3) пороговой
- 4) субмаксимальной

2. МАКСИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ, В ТЕЧЕНИЕ КОТОРОГО ДОЛЖЕН ДЕЙСТВОВАТЬ РАЗДРАЖИТЕЛЬ ВЕЛИЧИНОЙ В ОДНУ РЕОБАЗУ, ЧТОБЫ ВЫЗВАТЬ ВОЗБУЖДЕНИЕ, НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) хронаксией
- 2) временем реакции
- 3) полезным временем
- 4) электротонном

3. МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ, В ТЕЧЕНИЕ КОТОРОГО ДОЛЖЕН ДЕЙСТВОВАТЬ РАЗДРАЖИТЕЛЬ ВЕЛИЧИНОЙ В ДВЕ РЕОБАЗЫ, ЧТОБЫ ВЫЗВАТЬ ВОЗБУЖДЕНИЕ, НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) электротонном
- 2) временем реакции
- 3) полезным временем
- 4) хронаксией

4. ТКАНИ, СПОСОБНЫЕ ОТВЕЧАТЬ НА ДЕЙСТВИЕ РАЗДРАЖИТЕЛЯ АКТИВНОЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАКЦИЕЙ НАЗЫВАЮТСЯ

- 1) релаксирующими
- 2) сократительными
- 3) возбудимыми
- 4) проводимыми

5. К ВОЗБУДИМЫМ ТКАНЯМ ОТНОСЯТСЯ

- 1) мышечная
- 2) нервная
- 3) железистая

### *Задачи*

1. Как изменится мембранный потенциал, если поток натрия внутрь клетки увеличится, а количество калия останется прежним?

2. Как изменится мембранный потенциал нервного волокна, если закрыть натриевые каналы?

3. Как изменится мембранный потенциал, если заблокировать работу Na-K-зависимой АТФ-азы?

4. Порог раздражающего тока 3 В. Ткань раздражается током 10 В, но возбуждения не возникает. В каком случае это может наблюдаться?

5. Как изменится возбудимость ткани, если при гиперполяризации мембраны критический уровень деполяризации остается прежним?

### **ЗАНЯТИЕ № 3. Физиология мышечного сокращения**

#### **Учебно-исследовательские цели занятия:**

1. На основе общебиологических представлений изучить физиологический механизм мышечного сокращения и электромеханического сопряжения.

2. Сформировать представление о необходимости мышечной активности как одного из важных элементов здорового образа жизни.

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Физические и физиологические свойства скелетных мышц. Понятие о моторных единицах, их классификация. Распространение возбуждения по нервам.

2. Механизм передачи возбуждения от нерва к мышце.

3. Современная теория мышечного сокращения и расслабления (электромеханическое сопряжение).

4. Виды и режимы сокращения скелетных мышц. Одиночное и тетаническое сокращение, оптимум и пессимум раздражений.

5. Сила и работа мышц. Утомление.

6. Лабильность, парабриоз и его фазы.

7. Функциональная характеристика гладких мышц.

#### **ДЕМОНСТРАЦИИ**

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

**Работа с электронным учебником:** «Физиология скелетных мышц».

## **Практическая работа**

### **РАБОТА № 1. Физиология мышечного сокращения**

**Необходимы:** персональный компьютер, программа LuPraFiSim (раздел «Физиология мышечной системы»).

**Учебно-исследовательские цели работы:**

1. Визуализировать и измерить фазы простого мышечного сокращения, проследить связи между силой стимула и силой мышечного сокращения.

2. Изучить виды сложного сокращения поперечнополосатой мускулатуры и проанализировать получившиеся миограммы.

**Ход работы**

С помощью персонального компьютера и обучающей программы LuPraFiSim выполнить следующие работы.

1. Простое сокращение скелетных мышц.

2. Сокращение скелетных мышц в результате действия нескольких стимулов.

### **РАБОТА № 2. Динамометрия**

**Необходимы:** ручной и становой динамометры. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** исследование силы разных групп мышц при нормированной с помощью динамометров физической нагрузки.

*Задание № 1. Ручная динамометрия.*

Определить силу правой, а затем левой руки на сжатие с помощью ручного динамометра Матье – Лоллена, состоящего из эллипсоидной стальной пружины, которая подвергается сжатию или растяжению. Шкала с двумя рядами делений и стрелка показывают мышечную силу в килограммах.

**Ход работы**

1. Используемый в положении стоя отводит вытянутую руку с динамометром в сторону под прямым углом к туловищу и сжимает

его с максимальной силой. После измерения стрелку вернуть в нулевое положение, и прибор снова готов к работе.

2. Повторить измерение три раза и на основании трех значений вычислить среднюю величину мышечной силы руки (в килограммах).

3. Рассчитать показатель отношения мышечной силы руки к массе тела по формуле

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

*Удовлетворительный показатель силы руки составляет:*

– у женщин – 50 ед.,

– у мужчин – 55 ед.

4. Зарегистрировать полученные результаты:

– средняя сила мышц левой руки, кг;

– показатель силы левой руки, ед.;

– средняя сила мышц правой руки, кг;

– показатель силы правой руки, ед.

*Показатель сильнейшей руки в среднем составляет:*

– у мужчин 65–80 ед.,

– у женщин 48–50 ед.

5. Сделать выводы.

*Задание № 2. Становая динамометрия.*

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

### **Ход работы**

1. Определение становой силы провести три раза и вычислить среднюю величину (в килограммах).

2. Рассчитать 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 два раза, для женщин – 1,5 раза.*

3. Зарегистрировать полученные результаты:
  - средняя сила мышц-разгибателей спины, кг;
  - станочная сила превышает вес испытуемого, количество раз.
4. Провести сравнительный анализ средних показателей полученных результатов у мужчин и женщин в группе и сделать выводы.

*Задание № 3. Расчет сило-росто-весового показателя.*

### **Ход работы**

1. Рассчитать этот коэффициент по формуле

$$\frac{\text{Средняя сила сильнейшей руки (кг)}}{\text{Рост (см)} \cdot \text{Вес тела (кг)}} \cdot 100 \text{ в относительных единицах}$$

2. Провести сравнительный анализ средних показателей полученных результатов у мужчин и женщин в группе и сделать выводы.

*Задание № 4. Оценка силовой выносливости по данным динамометрии.*

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

### **Ход работы**

1. Испытуемый на вытянутой руке сжимает кистевой динамометр с наибольшей возможной силой и отмечает максимальную силу мышц предплечья ( $A_{\max}$ ).

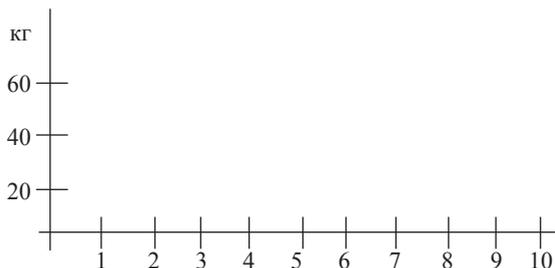
2. Затем испытуемый выполняет 10 сжатий динамометра с частотой один раз за 5 с. Зарегистрировать полученные результаты:  $A_1 = \dots$  кг,  $A_2 = \dots$  кг и т.д. до  $A_{10} = \dots$  кг.

3. Определить уровень работоспособности мышц по формуле

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

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

4. Построить график снижения работоспособности: на оси абсцисс – порядковые номера усилий, на оси ординат – показатели динамометра при каждом усилии.



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

$$S = \frac{A_1 - A_{\text{мин}}}{A_{\text{max}}},$$

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

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

### **РАБОТА № 3. Утомление**

**Необходим:** велотренажер или велоэргометр. Объект исследования – человек.

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

#### **Ход работы**

**Краткая теоретическая часть.** 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.

Различают умственное и физическое утомление. При умственном – снижается внимание, память, замедляется мышление. При физическом – снижается сила, выносливость мышц, быстрота и точность движений. Несмотря на различия в эффектах, физиологические механизмы утомления во всех случаях имеют много общего. Основоположителем 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 работоспособности при постоянной нагрузке во времени. Мерой работоспособности является частота вращения педалей велотренажера или велоэргометра.

### **Ход работы**

1. Удобно разместить обследуемого на велоэргометре или велотренажере.

2. Установить следующую нагрузку:

– на велотренажере: мужчины – 25–40 Вт, женщины – 20–30 Вт;

– на велоэргометре: мужчины – 140–260 Вт, женщины – 100–200 Вт.

3. Регистрировать частоту вращения педалей, начиная с нулевой отметки времени каждые 10 с.

4. Построить график в системе координат: ось абсцисс – время (с), ось ординат – частота вращения (об./мин).

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

#### **РАБОТА № 4. Механизмы мышечного сокращения**

**Необходимы:** персональный компьютер, программа.

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучение процессов электромеханического сопряжения в скелетных мышцах.

##### **Ход работы**

С помощью персонального компьютера и обучающей программы выполнить работу № 3 и ответить на поставленные вопросы письменно в рабочей тетради.

##### ***Вопросы для самоконтроля***

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.

##### ***Тестовые задания***

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. «БЕЛЫЕ» МЫШЕЧНЫЕ ВОЛОКНА ХАРАКТЕРИЗУЮТСЯ
  - 1) большим содержанием миоглобина и гликогена, низкой утомляемостью, преобладанием аэробных процессов
  - 2) более сильными, но быстро утомляемыми миофибриллами, выраженными аэробными процессами
2. СВЯЗЫВАНИЮ МИОЗИНА С АКТИНОМ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ ПРЕПЯТСТВУЕТ
  - 1) актин

- 2) тяжелый меромиозин
  - 3) тропомиозин
3. ПРИ ОДИНОЧНОМ МЫШЕЧНОМ СОКРАЩЕНИИ ГЛАДКИЙ ТЕТАНУС МОЖНО ПОЛУЧИТЬ ПРИ НАНЕСЕНИИ РАЗДРАЖЕНИЯ В
- 1) латентный период
  - 2) период укорочения
  - 3) период расслабления
4. ПРИ ОДИНОЧНОМ МЫШЕЧНОМ СОКРАЩЕНИИ ЗУБЧАТЫЙ ТЕТАНУС МОЖНО ПОЛУЧИТЬ ПРИ НАНЕСЕНИИ РАЗДРАЖЕНИЯ В
- 1) латентный период
  - 2) период укорочения
  - 3) период расслабления
5. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ: СИЛА МЫШЦЫ – ЭТО
- 1) вес максимального груза, поднятого на высоту
  - 2) максимальная скорость, с которой мышца может сокращаться

### *Задачи*

1. Какие процессы протекают в мышце во время латентного периода при непрямом раздражении?
2. Длительность рефрактерного периода мышцы 10 мс. Длительность одиночного сокращения 200 мс. Назовите интервал частот раздражения, при которых данная мышца будет сокращаться в режиме гладкого тетануса?
3. Длительность потенциала действия мышцы 10 мс. Какую частоту раздражения следует дать, чтобы каждый импульс попадал в фазу супернормальной возбудимости?
4. Площадь физиологического поперечного сечения мышцы  $25 \text{ см}^2$ . Рассчитайте удельную силу мышцы, если она в состоянии поднять максимально 200 кг.

## **ЗАНЯТИЕ № 4. Физиология нервного волокна.**

### **Физиология синаптической передачи**

#### **Учебно-исследовательские цели 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. Каков механизм электрического раздражения клеток?

2. Каков принцип метода определения возбудимости нервов и мышц по пороговой силе или пороговому напряжению раздражающего электрического тока?

3. Пассивные и активные механизмы, происходящие под катодом и анодом, при действии постоянного тока. Законы действия постоянного тока.

4. Какова ионная природа локального ответа (ЛО) и физиологические характеристики, отличающие ЛО от распространяющегося возбуждения?

5. Механизмы проведения возбуждения по нервным и мышечным волокнам и факторы, определяющие скорость проведения возбуждения.

6. Законы проведения возбуждения по нервным и мышечным волокнам.

7. Морфофункциональная классификация синапсов и механизмы передачи информации через синапсы. Электросекреторное сопряжение.

8. Закономерности проведения возбуждения через нервно-мышечные синапсы.

9. Фармакология синапсов.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

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

### Практическая работа

#### **РАБОТА № 1. Механизм проведения возбуждения по нервным волокнам**

**Необходимы:** персональный компьютер, программа LuPraFiSim (разделы: «Физиология мышечной системы», «Физиология нервной системы»).

##### **Учебно-исследовательские цели работы:**

1. Уяснить, что применение нескольких подпороговых стимулов высокой частоты приводит к появлению потенциала действия кумулятивного эффекта.
2. Оценить влияние некоторых анестетиков и воздействия температуры на возбудимость и способность проводимости нерва.
3. Изучить скорости проведения по нервам разного диаметра.

##### **Ход работы**

1. Открыть программу LuPraFiSim.
2. Определить скорость проводимости и ее зависимость от диаметра аксона, а также от наличия или отсутствия миелина.

#### **РАБОТА № 2. Проведение возбуждения через нервно-мышечный синапс**

**Необходимы:** персональный компьютер, программа LuPraFiSim (раздел «Физиология мышечной системы»).

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

##### **Ход работы**

1. Открыть программу LuPraFiSim.
2. Определить роль нервно-мышечного синапса в возникновении утомления.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Основные законы распространения возбуждения по нервным волокнам.
2. Факторы, определяющие скорость проведения потенциала действия по нервным волокнам.
3. Мионевральный синапс, особенности строения мионеврального синапса поперечнополосатых и гладкомышечных клеток.
4. Механизм передачи возбуждения в нервно-мышечном синапсе.
5. Что такое парабиоз? Сколько фаз выделяется в парабиозе? В чем заключаются принципиальные характеристики каждой фазы?

### ***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 В

- 1) синапсе
- 2) скелетной мышце
- 3) нервном волокне

### *Задачи*

1. Ацетилхолин, действуя на клетки, повышает проницаемость их мембраны для ионов калия. Как и почему под влиянием ацетилхолина изменится возбудимость клетки?

2. Пороговый потенциал мембраны клетки  $-20$  мВ. При электрическом раздражении клетки на ее мембране возник деполяризационный местный потенциал, амплитуда которого равна  $18$  мВ. Указать, что это за потенциал и обосновать ответ.

3. В клинике для местного прогревания тканей используются высокочастотные переменные токи высокого напряжения (диатермии). Почему эти токи проходят через клетки, не вызывая их возбуждения? Обоснуйте ответ.

4. Как и почему изменится скорость проведения нервных импульсов при повышении проницаемости мембраны нервного волокна для ионов калия?

5. При одном из заболеваний нервной системы человека, называемом миастенией, каждый нервный импульс, поступающий к нервно-мышечному синапсу, вызывает выделение необычно малого количества ацетилхолина. Какая закономерность нервно-мышечной передачи окажется нарушенной в результате этого явления?

## **ЗАНЯТИЕ № 5. Итоговое занятие по разделу «Физиология возбудимых тканей»**

**Учебно-исследовательская цель занятия:** выяснять степень усвоения материала по разделу «Физиология возбудимых тканей».

### **Контрольные вопросы для устного собеседования на итоговом занятии**

1. Плазматическая мембрана. Классификация, строение и молекулярный состав. Роль, значение и функции 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. Реобазис. Полезное время.

4. Мембранно-ионная теория происхождения потенциала покоя. Ионный градиент и причины его возникновения.

5. Потенциал действия, его величина, способы регистрации, ионные механизмы происхождения. Следовые потенциалы.

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 тока. Законы действия постоянного тока. Явление аккомодации.

9. Паралич нерва, его фазы и причины возникновения. Значение учения о параличе для практической медицины.

10. Функции нервов. Классификация нервных волокон. Законы проведения возбуждения по нервам. Механизмы проведения возбуждения по нервным волокнам.

11. Физиологические свойства мышечной ткани. Двигательные единицы. Изометрическое, изотоническое и ауксотоническое сокращение.

12. 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. Сопряжение возбуждения и сокращения. 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.

16. Утомление, его характеристика. Теории утомления. Активный отдых по методу И.М. Сеченова. Адаптационно-трофическое влияние симпатической нервной системы на скелетную мускулатуру.

17. Классификация синапсов. Строение и механизм передачи возбуждения через электрический синапс. Особенности проведения возбуждения через данный вид синапса.

18. Строение и механизм передачи возбуждения через химический (нервно-мышечный) синапс. Особенности проведения возбуждения через данный вид синапса. Миорелаксанты.

19. Физиологические свойства и особенности гладких мышц.

*Раздел III*

## ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

### ЗАНЯТИЕ № 1. Общая физиология ЦНС

**Учебно-исследовательская цель занятия:** изучить общие свойства функционирования центральной нервной системы.

**Вопросы для самоподготовки**

1. Нейрон как структурная и функциональная единица нервной системы, его физиологические свойства.
2. Строение, классификация и функциональные свойства синапсов.
3. Возбуждающие и тормозящие синапсы. Их медиаторные механизмы, понятие о ВПСП и ТПСП. Особенности передачи возбуждения в синапсах центральной нервной системы (ЦНС).
4. Рефлекторный принцип деятельности ЦНС.
5. Основные свойства нервных центров, особенности распространения возбуждения в ЦНС.
6. Торможение в ЦНС и его механизмы. Виды торможения.
7. Взаимодействие между процессами возбуждения и торможения.
8. Принципы координированной деятельности ЦНС (принципы субординации, реципрокности, обратной связи, общего конечного пути, доминанты).
9. Методы исследования функций ЦНС.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

**Учебные видеофильмы:** «Нервная клетка, строение и функции», «Методы исследования ЦНС», «Рефлексы спинного мозга. Свойства нервных центров».

### Практическая работа

**Краткая теоретическая часть.** Для всех отделов ЦНС характерен ряд общих свойств: нейронная организация, нейроны соединены через синапсы, нейроны образуют нейронные сети, между нейронами существуют прямые и обратные связи.

Функциональной (но не структурной) единицей ЦНС является нейрон. В составе ЦНС около 1011 нейронов. Глиальных клеток во много раз больше.

Функции нейрона: 1) восприятие, хранение, переработка, передача информации, 2) реагирование на раздражитель, 3) установление синаптических контактов, 4) способность генерировать ПД.

Нейроны подразделяются на:

а) рецепторные нейроны (чувствительные). Их тела расположены вне ЦНС, в спинномозговых ганглиях;

б) эффекторные нейроны (двигательные). Они расположены в ЦНС, передних рогах спинного мозга;

в) вставочные нейроны (промежуточные) – самая многочисленная группа нейронов, выполняющая функцию обработки и хранения информации. По строению нейроны делят на три типа: униполярные, биполярные и мультиполярные.

Глиальных клеток значительно больше, чем нейронов, – 140 млрд. По строению и локализации клеток различают: макроглию (эпендимную глию, астроцитную глию, олигодендроглию) и микроглию. Основные функции глиальных клеток: опорная, репаративная, изолирующая, метаболическая.

В основе регуляции функций систем организма лежит рефлекс. Рефлекс (*reflexus* – отражение) – это специализированная ответная реакция организма на воздействие факторов внешней и внутренней среды, протекающая при участии ЦНС.

В основе любого рефлекса лежит рефлекторная дуга (РД) – это комплекс специфически организованных нервных клеток, взаимодействие которых необходимо для осуществления рефлекторного акта. Звенья рефлекторной дуги: 1) рецептор (восприятие стимула и кодирование его характеристик), 2) афферент (кодирование параметров стимула и передача его в центральное звено), 3) центральное звено (анализ и синтез полученной информации), 4) эфферент (передача команды к рабочему органу), 5) рабочий орган (реализация ответной реакции на действие стимула). Рефлекс проявляется только при сохранении целостности всех элементов рефлекторной дуги.

Существует несколько классификаций рефлексов по: 1) И.П. Павлову (условные и безусловные); 2) биологической значимости (ориентировочные, оборонительные, пищевые, половые); 3) рецептору (интерорецептивные, экстерорецептивные и проприорецептивные); 3) рабочему органу (двигательные, секреторные, сосудодвигательные); 4) уровню замыкания РД (спинальные, бульбарные, мезэнцефальные, диэнцефальные, корковые); 5) строению РД (моносинаптические, дисинаптические, полисинаптические); 6) отделу ЦНС (соматические и вегетативные).

Рефлексы могут взаимодействовать: 1) взаимно усиливающие действие друг друга (аллиированные) рефлексы (мигание и слезоотделение, слюноотделение и глотание); 2) антагонистические (глотание и вдох, сгибание и разгибание); 3) цепные рефлексы (шагательный).

Нервный центр (НЦ) – это физиологическая структурная единица ЦНС. Существует два понятия НЦ. Нервный центр – это группа нейронов, расположенная в определенном отделе ЦНС и необходимая для осуществления рефлекса (анатомическое понятие). Нервный центр – это совокупность нейронов, расположенных на различных этажах ЦНС и принимающих участие в регуляции определенной функции (физиологическое понятие).

Нервные центры обладают рядом свойств и особенностей, которые зависят от свойств нейронов, входящих в НЦ, их взаимосвязи между собой, от свойств синапсов внутри НЦ. Свойства нервных центров: одностороннее проведение возбуждения, задержка проведения возбуждения, суммация (пространственная и временная), по-

следствие или следовая активность, усвоение и трансформация ритма, фоновая активность, тонус НЦ, утомление НЦ, посттетаническая потенциация, центральное облегчение и окклюзия, пластичность, чувствительность к кислороду и химическим агентам.

Торможение – самостоятельный нервный процесс, вызываемый возбуждением и проявляющийся в подавлении другого возбуждения. Значение торможения: формирование условных рефлексов, освобождение ЦНС от несущественной информации, обеспечение координации рефлексов, ограничение распространения возбуждения на другие НЦ, выполнение охранительной функции.

Виды торможения: 1) первичное торможение (центральное, возвратное, латеральное, реципрокное; 2) вторичное торможение (пессимальное, торможение вслед за возбуждением).

Механизмы торможения: 1. Пресинаптическое торможение (медиатор ГАМК → выходящий Cl-ток → стойкая деполяризация пресинаптической мембраны → инактивация Na<sup>+</sup>-каналов). Блокаторы – пикротоксин, бикукулин. 2. Постсинаптическое торможение (медиатор глицин → выходящий K<sup>+</sup> и входящий Cl<sup>-</sup> ток → возникновение ТПСП). Блокаторы – стрихнин, столбнячный токсин.

Принципы координированной деятельности ЦНС:

1. Принцип субординации НЦ (подчинения) – нижележащие центры подчиняются вышележащим.

2. Принцип конвергенции, или общего конечного пути.

3. Принцип дивергенции, или иррадиации.

4. Принцип реципрокности – взаимного торможения между центрами антагонистами.

5. Принцип обратной связи.

6. Принцип индукции.

7. Принцип доминанты. Доминанта – временно господствующий очаг возбуждения, определяющий характер ответной реакции организма на внешние и внутренние раздражения.

Основные признаки доминанты (по А.А. Ухтомскому):

1. Повышенная возбудимость доминантного центра (низкий порог возбуждения).

2. Стойкость возбуждения в доминантном центре.

3. Способность подкреплять свое возбуждение посторонними импульсами.

4. Способность тормозить другие текущие рефлексy на общем конечном пути.

5. Инертность доминантного центра.

## **РАБОТА № 1. Исследование поверхностных кожных рефлексов у человека**

**Необходим:** неврологический молоточек. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** наблюдение поверхностных кожных рефлексов у человека.

### **Ход работы**

1. *Исследование брюшных рефлексов.* У обследуемого (в положении лежа на спине, руки вдоль туловища, ноги свободно вытянуты) исследовать верхний, средний и нижний брюшные рефлексy справа и слева. Верхний брюшной рефлекс вызывается штриховым раздражением кожи живота ниже на 1–2 см реберной дуги и параллельно ей, средний брюшной – на уровне пупка, нижний – выше на 1–2 см и параллельно паховой складке. В процессе нанесения раздражения следует прикладывать одинаковое усилие и наблюдать за ответной мышечной реакцией обследуемого (его наличием, симметричностью, воспроизводимостью).

Интерпретация результатов. Дать заключение о наличии кожной чувствительности в соответствующих сегментах спинного мозга (дуга верхнего брюшного рефлексy замыкается на уровне 6–8 сегмента грудного отдела спинного мозга (Th6–Th8), среднего брюшного – на уровне Th9–Th10, нижнего брюшного – на уровне Th11–Th12).

2. *Исследование подошвенного рефлексy.* У обследуемого (в положении лежа) выявить рефлексорное сгибание пальцев ноги в ответ на штриховое раздражение наружного края подошвы в направлении от пятки к большому пальцу.

Интерпретация результатов. Дать заключение о наличии кожной чувствительности в нижних сегментах поясничного отдела позвоночника (дуга рефлексy замыкается в верхних сегментах поясничного отдела (L1–L2) и проходит в составе седалищного нерва).

## **РАБОТА № 2. Исследование проприорецептивных рефлексов у человека**

**Необходим:** неврологический молоточек. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** наблюдение сухожильных рефлексов у человека.

### **Ход работы**

1. *Коленный рефлекс.* Испытуемому в положении сидя, положив ногу на колено другой, неврологическим молоточком нанести легкий удар по сухожилию четырехглавой мышцы бедра в области нижней ямки коленной чашечки. В норме произвольное разгибание хорошо отслеживается при правильном положении ноги и еще более усиливается, если обследуемый сильно сомкнет пальцы рук.

Интерпретация результатов. Дать заключение о наличии проприоцептивной чувствительности в поясничном отделе позвоночника (дуга рефлекса замыкается на уровне L2–L4 и проходит в составе бедренного нерва).

2. *Ахиллов рефлекс.* Испытуемый становится коленями на стол. Неврологическим молоточком нанести легкий удар по ахиллову сухожилию икроножной мышцы в области нижней трети (у пяточной кости). В норме наблюдается подошвенное сгибание стопы.

Интерпретация результатов. Дать заключение о наличии проприоцептивной чувствительности в пояснично-крестцовом отделе позвоночника (дуга рефлекса замыкается на уровне L3–S1 и проходит в составе большеберцового нерва).

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какой основной принцип лежит в основе деятельности ЦНС?
2. Как проводится возбуждение от нейрона к нейрону в ЦНС?
3. Почему время рефлекса зависит от числа вставочных нейронов?
4. Понятие рефлекса.
5. Что такое пресинаптическое торможение нейрона?
6. Когда и кем был установлен принцип рефлекторной деятельности ЦНС?
7. Что называется рефлекторной дугой?

8. Что называется временем рефлекса?
9. Что называется последствием?
10. Какое торможение в ЦНС называют реципрокным?
11. Что такое нервный центр?
12. Что такое общий конечный путь?
13. В каком направлении проводится возбуждение через химический синапс?
14. Что такое постсинаптическое торможение нейрона?
15. В чем заключается явление облегчения в ЦНС?
16. Что такое постсинаптическая мембрана?
17. Какие нейроны спинного мозга называются клетками Реншоу?
18. В чем заключается явление окклюзии?
19. Каковы функции дендритов и аксонов нервных клеток?
20. Что называют синаптической задержкой?
21. Какие медиаторы Вы знаете?
22. Какой процесс называют иррадиацией возбуждения в ЦНС?
23. Как влияет возбуждающий медиатор на постсинаптическую мембрану?
24. Что происходит с мембранным потенциалом нейрона при постсинаптическом торможении?
25. Какими свойствами обладает доминантный очаг?
26. Что называют возбуждающим постсинаптическим потенциалом?
27. В каких участках рефлекторной дуги происходит задержка проведения возбуждения?
28. Что такое торможение в ЦНС?
29. Чем объяснить явление последствия в ЦНС?

### *Тестовые задания*

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. В РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГЕ С НАИМЕНЬШЕЙ СКОРОСТЬЮ ВОЗБУЖДЕНИЕ РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ ПО
  - 1) афферентному звену
  - 2) эфферентному звену
  - 3) центральному звену

## 2. В ОСНОВЕ ОККЛЮЗИИ ЛЕЖАТ ПРОЦЕССЫ

- 1) пролонгирования
- 2) дисперсии
- 3) мультипликации
- 4) конвергенции

## 3. НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ НЕ ОБЛАДАЮТ СВОЙСТВОМ

- 1) пластичности
- 2) высокой чувствительности к химическим раздражителям
- 3) способности к суммации возбуждений
- 4) способности к трансформации ритма
- 5) двустороннего проведения возбуждений

## 4. ПРИ РАЗВИТИИ ПЕССИМАЛЬНОГО ТОРМОЖЕНИЯ МЕМБРАНА НЕЙРОНА НАХОДИТСЯ В СОСТОЯНИИ

- 1) статической поляризации
- 2) устойчивой длительной деполяризации
- 3) гиперполяризации

## 5. ЯВЛЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТОРМОЖЕНИЯ БЫЛО ОТКРЫТО

- 1) братьями Вебер
- 2) И.П. Павловым
- 3) И.М. Сеченовым

### *Задачи*

1. К нейрону по нескольким аксонам одновременно подаются подпороговые стимулы. Произойдет ли в нем возбуждение? Если да, то почему?

2. Длительным раздражением соматического нерва мышца доведена до утомления. Что произойдет с мышцей, если теперь подключить раздражение симпатического нерва, идущего к этой мышце? Как называется этот феномен?

3. При измерении возбудимости сомы, дендритов и аксонального холмика нейрона получены следующие цифры: реобаза разных

отделов клетки оказалась равной 100 мВ, 30 мВ, 10 мВ. Каким отделам клетки соответствует каждый из параметров?

4. При пресинаптическом торможении возникает деполяризация мембраны, а постсинаптическом – гиперполяризация. Почему эти противоположные реакции дают один и тот же тормозной эффект?

## **ЗАНЯТИЕ № 2. Частная физиология.**

### **Физиология спинного, продолговатого и среднего мозга**

**Учебно-исследовательская цель занятия:** изучение функций спинного, продолговатого и среднего мозга, ретикулярной формации мозгового ствола.

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Физиология спинного мозга. Характеристика спинальных животных. Спинальные рефлекссы.

2. Спинальные механизмы регуляции мышечного тонуса и фазных движений.

3. Продолговатый мозг, мост и их участие в процессах саморегуляции функций. Центры продолговатого мозга.

4. Физиология среднего мозга, его рефлекторная деятельность и участие в процессах саморегуляции функций.

5. Роль среднего и продолговатого мозга в регуляции мышечного тонуса. Децеребрационная ригидность и механизмы ее возникновения.

6. Ретикулярная формация ствола мозга и ее нисходящие и восходящие влияния.

7. Вестибулярные ядра и их роль в регуляции мышечной активности.

8. Рефлекссы позы (лабиринтные, шейные, фиксации взора).

9. Средний мозг. Рефлекторная деятельность и функции четверохолмия, красных ядер, черного вещества, ядер III и IV пар черепных нервов, голубого пятна.

10. Установочные рефлекссы: статические и статокINETические (Р. Магнус).

11. Рефлексы настораживания и ориентировочные.
12. Механизм поддержания равновесия тела.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

**Учебный видеофильм:** «Частная ЦНС».

### Практическая работа

**Краткая теоретическая часть.** *Спинной мозг* состоит из восьми шейных (СI–СVIII), 12 грудных (ТI–ТXII), пяти поясничных (L1–LV), пяти крестцовых (S1–SV) и 1–3 копчиковых (CoI–CoIII) сегментов. От каждого сегмента отходят волокна. Вентральные (передние) корешки содержат эфферентные двигательные волокна, а дорсальные (задние) корешки содержат афферентные чувствительные волокна (закон Белла – Мажанди).

Сегментарный и межсегментарный принципы функционирования спинного мозга: каждый сегмент через свои корешки иннервирует три метамера тела и получает информацию также от трех метамеров тела, в итоге перекрытия каждый метамер тела иннервируется тремя сегментами и передает сигналы в три сегмента спинного мозга.

Основные рефлексы спинного мозга: рефлексы на растяжение, рефлексы мышц-антагонистов, сгибательные (защитные), перекрестные сгибательно-разгибательные, рефлексы, ограничивающие напряжение мышц, постуральные (познотонические), ритмические, висцеральные, висцеро-соматические.

Структуры *продолговатого мозга*. Ядра черепно-мозговых нервов: VIII–XII пары; переключающие ядра Голля и Бурдаха; ретикулярные ядра; оливарные ядра. В продолговатом мозге находится ряд жизненно-важных центров: дыхательный, сердечно-сосудистый, центр поддержания уровня сахара в крови. Продолговатый мозг обеспечивает рефлексы: слюноотделения, слезоотделения, кашля, чихания, мигания, рвоты, сосания, жевания, глотания, поддержания позы.

Постуральные (статические) рефлексы продолговатого мозга (Р. Магнус): 1) шейные тонические – запускаются при возбуждении

проприорецепторов мышц шеи; 2) вестибулярные тонические рефлексы связаны с возбуждением рецепторов преддверия перепончатого лабиринта, с шейными тоническими рефлексам.

В *мосту* расположены ядра черепно-мозговых нервов: V–VIII пары.

*Средний мозг* состоит из двух отделов: дорзальный отдел – крышка мозга, вентральный отдел – ножки мозга.

Основные образования среднего мозга:

- черепно-мозговые нервы (III– IV);
- ядро Даркшевича;
- ядро Якубовича – Эдингера;
- ретикулярная формация;
- четверохолмие: верхние бугры отвечают за ориентировочные зрительные рефлексы, нижние бугры – за ориентировочные слуховые рефлексы, вместе отвечают за сторожевой рефлекс;
- черная субстанция связана с четверохолмием, таламусом и базальными ганглиями (отвечает за эмоциональное поведение, точные движения, особенно пальцев рук, регулирует акт жевания и глотания (патология – паркинсонизм));
- красное ядро – стимуляция сгибателей, торможение разгибателей (в случае перерезки головного мозга ниже красного ядра возникает децеребрационная ригидность, которая проявляется в гипертонусе разгибателей).

*Двигательные рефлексы среднего мозга.* Статические (от рецепторов преддверия): рефлексы выпрямления – установочные, переход животного из неестественной позы в обычное для него положение; статокINETические (от рецепторов полукружных каналов): рефлексы прямолинейного ускорения, рефлексы углового ускорения.

## **РАБОТА № 1. Исследование статических рефлексов**

**Необходимы:** салфетка из полиэтиленовой пленки, морская свинка.

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

## Ход работы

1. *Рефлексы позы.* 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 возбуждения запускают рефлекторные механизмы перераспределения тонуса мышц шеи, туловища, конечностей, направленные на формирование новой адекватной позы.

1.1. Посадить морскую свинку на салфетку из пленки.

1.2. Изучить 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.

1.3. Взять морскую свинку за мордочку, поднять ее голову вверх. Отметить, что при этом передние лапки животного разгибаются, задние остаются согнутыми, что обусловлено особенностями типичной позы (рис. 1).

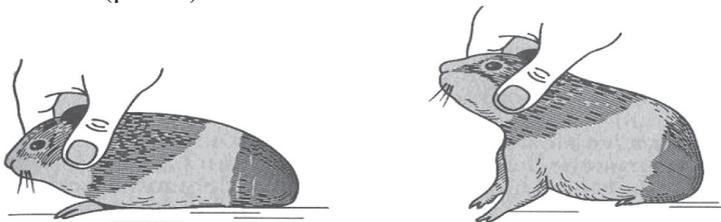


Рис. 1. Разгибание передних лапок после подъема головы: исходная поза (до подъема) и поза после подъема

2. *Выпрямительные рефлексы.* Эти рефлексы возникают при нарушении нормальной позы, например при повороте тела морской свинки на  $180^\circ$  (положение на спине) или на  $90^\circ$  (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.

2.1. Поднять морскую свинку вверх, придерживая ее за плечевой пояс.

2.2. Повернуть туловище относительно продольной оси на  $180^\circ$ , прижимая ее голову пальцами так, чтобы она была направлена теменем книзу (рис. 2).

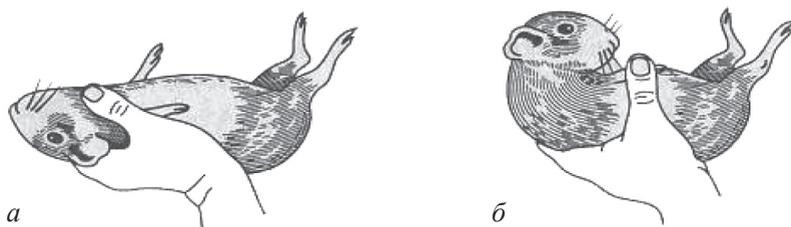


Рис. 2. Восстановление естественного положения головы морской свинки после поворота туловища по продольной оси тела на  $180^\circ$ : *a* – поворот туловища, голова фиксирована; *б* – голова освобождена, выпрямлена теменем кверху

2.3. Далее голову освободить, при этом она немедленно принимает нормальное положение, поворачиваясь теменем кверху.

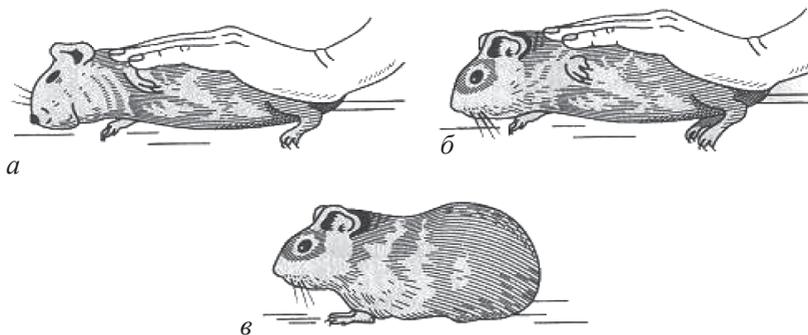
2.4. Перевести туловище морской свинки в вертикальное положение, головой вниз, взяв ее за таз. Отметьте, что и в этих условиях голова принимает нормальное положение – теменем кверху.

2.5. Осторожно уложить морскую свинку на один бок, прижимая голову и туловище ладонью (или дощечкой) к плоскости опоры. Удерживать ее в этом положении до тех пор, пока животное не успокоится. Затем голову освободить. Голова принимает нормальное положение – теменем кверху.

2.6. Выпрямление туловища запускается с проприорецепторов мышц: сухожилий шеи, кожных рецепторов туловища на мышцы туловища и конечностей. Уложить морскую свинку на другой бок, прижимая голову и туловище ладонью.

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

2.8. После этого освободить заднюю часть туловища. Отметить, что животное принимает естественную позу, приподнимаясь на лапках и поворачивая туловище на  $90^\circ$  спиной кверху (рис. 3).



*Рис. 3.* Восстановление естественного положения головы и туловища морской свинки после поворота туловища на  $90^\circ$ : *а* – тело и голова прижаты; *б* – голова освобождена, выпрямлена; *в* – туловище освобождено, выпрямлено

2.9. Поднять морскую свинку вверх, повернуть ее спиной книзу и отпустить, 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  $180^\circ$  и приземляется на все четыре лапки. Описать наблюдаемые статические рефлексы. Охарактеризовать функциональную роль рефлексов позы и выпрямительных рефлексов.

## **РАБОТА № 2. Статокинетические рефлексы**

**Необходимы:** дощечка размером 10 x 10 см, салфетка из полиэтиленовой пленки, вращающийся стул, большая воронка, таз с водой, морская свинка или лягушка.

**Учебно-исследовательская цель работы:** наблюдение статокинетических рефлексов на интактных животных: морской свинке или лягушке.

### **Ход работы**

**Краткая теоретическая часть.** *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:

- возникающие под влиянием прямолинейного ускорения во время поступательного движения;
- 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), рефлексы приземления. Они обусловлены раздражением рецепторов отолитового аппарата и отчасти рецепторов полукружных каналов.

### 1. Лифтные рефлексы.

1.1. Морскую свинку поместить на дощечку, изучить ее позу: передние и задние лапки согнуты, голова приподнята.

1.2. Быстро переместить животное вместе с дощечкой сначала вниз, затем вверх.

1.3. Отметить, 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 (рис. 4).

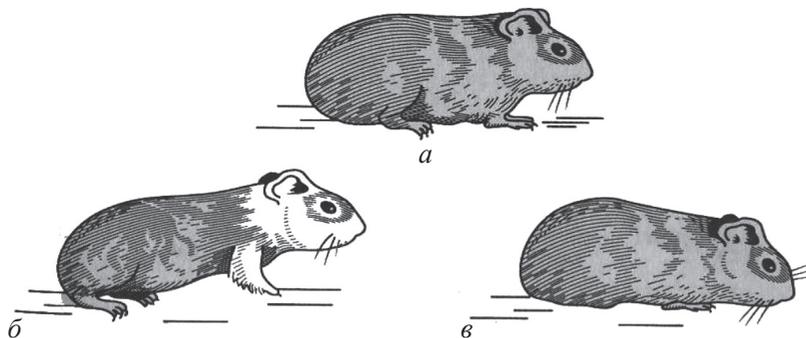


Рис. 4. Изменение позы морской свинки во время быстрого спуска: *а* – исходная поза; *б* – в начале быстрого спуска; *в* – в момент внезапного прекращения быстрого спуска

## 2. Рефлекс приземления.

2.1. Приподнять животное и удерживать его в воздухе: лапки у морской свинки в этой ситуации оказываются полусогнутыми.

2.2. Быстро продвинуть животное по направлению к земле. Отметить, что во время движения передние и задние лапки животного разгибаются и вытягиваются вперед, а пальцы расходятся веером (рефлекс приземления). 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. 5).

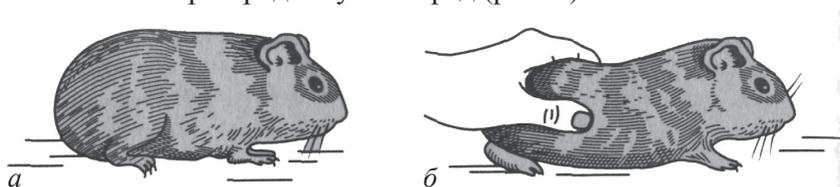


Рис. 5. Изменение позы морской свинки при быстром продвижении вперед (с опорой): *а* – исходная поза, *б* – поза во время продвижения вперед

3. *Статокинетические рефлексy, возникающие под влиянием углового ускорения.* Статокинетические рефлексy на положительное и отрицательное угловое ускорение выявляются в опытах на лягушках.

3.1. Поместить лягушку на вращающийся стул, накрыть ее сверху большой воронкой.

3.2. Быстро вращать стул. Отметить, что в начале вращения, когда сказывается действие положительного углового ускорения, голова лягушки поворачивается в сторону, противоположную направлению вращения. Вслед за головой в ту же сторону изгибается туловище. Нередко удается наблюдать, как, реагируя на положительное угловое ускорение, лягушка ползет по кругу в сторону, противоположную направлению вращения. После окончания вращения исходная поза у лягушки восстанавливается.

3.3. Опустить лягушку в таз с водой, поставить таз на вращающийся стул.

3.4. Отметить, что во время вращения лягушка уплывает в сторону, противоположную вращению.

3.5. Перечислить известные вам статокINETические рефлексy. Указать рецептивные поля этих рефлексов и охарактеризовать их биологическую роль.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Какие методы применяются для изучения функций ЦНС?
2. Каковы главные нисходящие пути спинного мозга?
3. Что произойдет с мышечным тонусом после перерезки ствола мозга по границе между продолговатым мозгом и средним?
4. Какую структуру мозга называют ретикулярной формацией?
5. Какие явления происходят при повреждении красного ядра?
6. Какое экспериментальное животное называют спинальным?
7. Какой нисходящий путь начинается от красного ядра?
8. Главные ядра среднего мозга.
9. Что является причиной децеребрационной ригидности?
10. Как меняется положение головы и глаз при вращательных движениях?
11. Функции спинного мозга.
12. Как изменится тонус конечности при повороте головы влево?
13. Закон Белла – Мажанди.
14. Главные рефлекторные центры спинного мозга.
15. Что является вторым этапом выпрямительного рефлекса?
16. В чем проявляется тормозящее влияние ретикулярной формации на деятельность спинного мозга?
17. Как в эксперименте можно доказать закон Белла –Мажанди?
18. Какое ядро продолговатого мозга принимает участие в регуляции мышечного тонуса?
19. Какую функцию выполняют передние и задние бугры четверохолмия?
20. Главные восходящие пути спинного мозга.
21. Виды статических рефлексов.
22. Как изменится тонус разгибателей при подъеме головы животного кверху?

23. В чем проявляется активирующее влияние ретикулярной формации на деятельность спинного мозга?
24. Откуда начинаются пирамидные пути?
25. Какой отдел ЦНС детерминирует познотонические рефлексы?
26. При каких условиях возникают статокINETические рефлексы?
27. В каких сегментах спинного мозга находятся центры дефекации и мочеиспускания?
28. Функции продолговатого мозга.
29. Какие рефлексы называются статическими?
30. Откуда исходят импульсы, восстанавливающие положение головы при выпрямительных рефлексах?
31. Какое влияние оказывает ретикулярная формация на функции спинного мозга?
32. Где в спинном мозгу расположены центры симпатической нервной системы?
33. Жизненно важные функции продолговатого мозга.
34. Какое действие оказывают импульсы красного ядра на альфа- и гамма-нейроны спинного мозга?
35. Где в спинном мозге расположены центры парасимпатической нервной системы?
36. Какое экспериментальное животное называют бульбарным?
37. Какие рефлексы называются статокINETическими?
38. Что происходит у животного после перерезки задних корешков спинного мозга с одной стороны?
39. Какое преимущественное влияние оказывает ретикулярная формация на деятельность коры больших полушарий?

### ***Тестовые задания***

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. РЕТИКУЛЯРНАЯ ФОРМАЦИЯ СТВОЛА МОЗГА ОКАЗЫВАЕТ НА СПИННОЙ МОЗГ
  - 1) активирующее влияние
  - 2) активирующее и тормозящее влияние
  - 3) тормозящее влияние

2. ПРИ ТОРМОЖЕНИИ РЕТИКУЛЯРНОЙ ФОРМАЦИИ СРЕДНЕГО МОЗГА КОРА ГОЛОВНОГО МОЗГА
  - 1) активируется
  - 2) тормозится
3. ВОЗБУЖДАЮЩИЕ ИМПУЛЬСЫ К ЯДРУ ДЕЙТЕРСА ПОСТУПАЮТ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО
  - 1) от проприорецепторов
  - 2) из среднего мозга
  - 3) из коры больших полушарий
  - 4) от рецепторов вестибулярного анализатора
4. ПРИ ОТДЕЛЕНИИ КРАСНОГО ЯДРА ОТ НИЖЕЛЕЖАЩИХ СТРУКТУР ВОЗНИКАЕТ
  - 1) децеребрационная ригидность
  - 2) хорей (гиперкинез)
  - 3) пластический тонус
5. ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ОКОНЧАНИЯ ПЕРВИЧНЫХ АФФЕРЕНТОВ МЫШЕЧНОГО ВЕРЕТЕНА НАХОДЯТСЯ
  - 1) в дистальных отделах интрафузальных волокон
  - 2) среди экстрафузальных мышечных волокон
  - 3) в сухожилиях мышцы
  - 4) в ядерной сумке интрафузальных волокон

### *Задачи*

1. У больного полный разрыв спинного мозга между грудным и поясничным отделом. Будут ли у него наблюдаться расстройства акта дефекации и мочеиспускания, и если да, то в чем они проявятся в разные сроки после травмы?

2. У человека после огнестрельного ранения в область ягодицы на голени развилась незаживающая язва. Чем можно объяснить ее появление?

3. У животного разрушена ретикулярная формация ствола мозга. Может ли в этих условиях проявиться феномен Сеченовского торможения?

4. Животному введена большая доза аминазина, который блокирует восходящую активирующую систему ретикулярной формации мозгового ствола. Как при этом меняется поведение животного и почему?

5. У двух больных произошло кровоизлияние в мозг. У одного из них – в кору головного мозга, у другого – в продолговатый мозг. У какого больного прогноз более неблагоприятный?

### **ЗАНЯТИЕ № 3. Частная физиология.**

#### **Физиология мозжечка, промежуточного мозга, подкорковых образований, коры головного мозга**

**Учебно-исследовательская цель занятия:** изучение функций коры, подкорковых образований, мозжечка, вегетативной нервной системы.

#### *Вопросы для самоподготовки*

1. Физиология мозжечка, его влияние на моторные и вегетативные функции организма.

2. Таламус, функциональная характеристика и особенности ядерных групп таламуса.

3. Гипоталамус, функциональная характеристика его основных ядерных групп. Участие гипоталамуса в регуляции вегетативных функций, формировании эмоций и мотиваций.

4. Базальные ядра, их функциональная характеристика. Роль базальных ядер в формировании мышечного тонуса и сложных двигательных актов.

5. Лимбическая система мозга, ее роль в формировании мотиваций и эмоций.

6. Локализация функций в коре больших полушарий.

7. Электроэнцефалография как метод объективной оценки функционального состояния мозга, клинические возможности.

8. Вегетативная нервная система, ее морфофункциональная организация и роль в обеспечении процессов жизнедеятельности.

#### **ДЕМОНСТРАЦИИ**

**Плакат:** строение головного и спинного мозга.

## Практическая работа

**Краткая теоретическая часть.** *Мозжечок* можно разделить на несколько отделов в зависимости от филогенетического возраста.

1. *Архицереbellум* (древний мозжечок) представлен небольшой по величине клочково-узелковой долькой, имеет соединения с вестибулярным аппаратом, связан с равновесием и вызванными научением вестибуло-моторными рефлексам.

2. *Палеоцереbellум* (старый мозжечок) включает переднюю долю, участок червя, соответствующий передней доле, пирамиды, язычок, парафлокулярную долю. Эта область мозжечка получает информацию от проприорецепторов, а также копию «моторного плана» из моторной коры. Сравнивая «план» с исполнением, он сглаживает и координирует движения, определяя их последовательность.

3. *Неоцереbellум* (новый мозжечок) включает полушария и часть червя, которая расположена каудальнее. Они взаимодействуют с моторной корой при планировании и программировании движений.

Основные функции мозжечка:

1. Регуляция позы и мышечного тонуса.
2. Коррекция медленных целенаправленных движений.
3. Обеспечение быстрых целенаправленных движений.

*Таламус* (зрительный бугор) – самое крупное скопление нейронов в мозгу. Таламус – это коллектор всех видов чувствительности. Ядра таламуса делят на основании эволюционных и физиологических признаков на неспецифические, специфические, ассоциативные, моторные ядра.

1. *Неспецифические ядра* представляют филогенетически древнюю часть таламуса (не имеют прямого выхода к коре, воздействие на всю кору диффузное, возбуждающее).

2. *Специфические ядра* имеют прямой выход в кору с топографической и функциональной разграниченностью проекций.

3. *Ассоциативные ядра* не имеют прямого афферентного входа из периферии, афференты этих ядер берут начало в других ядрах

таламуса, развитая система связей с ассоциативными полями коры осуществляет сложные интегративные процессы в таламусе.

4. *Моторные ядра* с преимущественно двигательными функциями, самая главная из них – вентролатеральная, связывающая мозжечок и базальные ганглии с двигательной корой.

*Базальные ганглии*: хвостатое ядро, скорлупа, субталамическое (подбугорное) ядро, бледный шар и черное вещество. Хвостатое ядро и скорлупу называют иногда полосатым телом.

Функции базальных ганглиев:

1. Координация сочетанных двигательных актов.
2. Обеспечение сложных безусловных рефлексов и инстинктов.
3. Контроль координации тонуса мышц и произвольных движений.
4. Торможение агрессивных реакций.
5. Участие в механизмах сна.

*Лимбическая система* включает: обонятельную луковицу, обонятельный тракт, обонятельный треугольник, переднее продырявленное вещество, поясную извилину, парагиппокаммальную извилину, зубчатую извилину, гиппокамп, миндалевидное тело, гипоталамус, сосцевидное тело, ретикулярную формацию среднего мозга.

Основные функции лимбики:

1. Организация вегетативно-соматических компонентов эмоций.
2. Организация кратковременной и долговременной памяти.
3. Участие в формировании ориентировочно-исследовательской деятельности.
4. Организация простейшей мотивационно-информационной коммуникации (речи).
5. Участие в механизмах сна.
6. Центр обонятельной сенсорной системы.

Функциональная структура лимбики:

- 1) *нижний отдел* (миндалина и гиппокамп) – центры эмоций и поведения для выживания и самосохранения;
- 2) *верхний отдел* (поясная извилина и височная кора) – центры общительности и сексуальности;

3) *средний отдел* (гипоталамус и поясная извилина) – центры биосоциальных инстинктов;

4) *ретикулярная формация* – протяженная структура в стволе мозга, важная интегративная область неспецифичной системы.

Ретикулярной формация участвует в:

– регуляции возбудимости коры: уровня осознания стимулов и реакций, ритма сон – бодрствование (восходящая активирующая ретикулярная система);

– придании аффективно-эмоциональных аспектов сенсорным стимулам, особенно болевым, передачей афферентной информации в лимбическую систему;

– двигательной регуляции, особенно связанной с так называемыми жизненно важными рефлексам (кровообращения, дыхания, глотания, кашля и чихания), требующими координации нескольких афферентных и эфферентных систем;

– регуляции позы и целенаправленных движений.

В регуляции двигательной активности ретикулярные ядра подразделяют на две системы, функционирующие антагонистически по отношению друг к другу: ядра моста возбуждают антигравитационные мышцы, ядра продолговатого мозга тормозят их.

*Кора больших полушарий мозга* – наиболее молодой в филогенетическом отношении отдел мозга, по своим структурным и функциональным особенностям отличается от других частей центральной нервной системы. Являясь ее высшим отделом на основе безусловных и условных рефлексов, кора отвечает за совершенную организацию поведения животного и человека.

Функциональные зоны коры: сенсорные, моторные, ассоциативные.

В *сенсорных зонах* представлены корковые концы всех анализаторов. Коровый конец зрительного анализатора располагается в затылочной доле. Коровый конец слухового анализатора локализуется в височной доле коры (восприятие и анализ слуховых раздражений, организация слухового контроля речи). В височной доле располагается также корковый конец вестибулярного анализатора. Кожный анализатор, а также болевая и температурная чув-

ствительность проецируются на заднюю центральную извилину (в верхней части представлены нижние конечности, средней – туловище, в нижней – руки и голова). В коре теменной доли заканчиваются пути соматической чувствительности, относящиеся к речевой функции, связанной с оценкой воздействия на рецепторы кожи, веса и свойств поверхности, формы и размера предмета. Корковый конец обонятельного и вкусового анализаторов расположен в гиппокампальной извилине.

*В моторной коре* различают первичную моторную кору, премоторную и дополнительную моторную области. В первичной моторной коре картированы участки, стимуляция которых вызывает сокращения отдельных мышц, но чаще возбуждаются мышечные группы. В премоторной области генерируются сложные спектры движений (например, движения плеча, руки, особенно кисти). Дополнительная моторная область обеспечивает движения, поддерживающие осанку; фиксацию движений различных сегментов тела; позиционные движения головы и глаз; базу для тонкого моторного контроля кистей рук премоторной областью и первичной моторной корой.

*К ассоциативной коре* относят теменно-височно-затылочную, префронтальную и лимбическую области. Она занимает около 80% всей поверхности коры больших полушарий. Ее нейроны обладают мультисенсорными функциями. В ассоциативной коре происходит интеграция различной сенсорной информации и формируется программа целенаправленного поведения, ассоциативная кора окружает каждую проекционную зону, обеспечивая взаимосвязь, например между сенсорными и моторными областями коры. Нейроны, расположенные в этих областях, обладают полисенсорностью, то есть способностью отвечать как на сенсорную, так и моторную информацию.

## **РАБОТА № 1. Исследование координации движений**

Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** исследование координации движений у человека.

## Ход работы

1. *Исследование устойчивости.* Испытуемый стоит, носки и пятки вместе, руки – вдоль туловища, голова слегка приподнята. Такая поза должна удерживаться в течение 10 с.

Интерпретация результатов. В норме сохранение позы на протяжении 5–10 с затруднений не вызывает. Успешное выполнение теста свидетельствует о полной сохранности функций вестибулярного аппарата.

2. *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. Оценить устойчивость позы в течение 10 с. С 10–20-секундным интервалом повторить исследование, усложняя выполнение позы поворотом головы на 90° вправо и влево.

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.

3. *Фланговая походка.* Обследуемый отставляет правую ногу, затем приставляет к ней левую и делает таким образом пять шагов вправо. Затем аналогичным образом выполняет пять шагов влево.

Интерпретация результатов. В норме выполнение теста затруднений не вызывает. При нарушении функции мозжечка наблюдается затруднение фланговой походки на стороне поражения. Поражение вестибулярного аппарата на выполнении фланговой походки не отражается. Таким образом, этот тест служит одной из дифференциальных проб для выявления нарушений функций мозжечка или вестибулярного аппарата.

## **РАБОТА № 2. Исследование асинергии**

Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** исследование асинергии у человека.

### **Ход работы**

1. *Проба Ожеховского.* Встать к испытуемому лицом на расстоянии вытянутой руки. Держать свои руки (ладонями вверх) на уровне плечевого пояса испытуемого, который своими ладонями как бы опирается на обследующего, то есть переносит на него незначительную часть своего веса, достаточную для поддержания равновесия. Резко убрать руки книзу, при этом 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).

2. *Проба Бабинского.* Испытуемый ложится на жесткую кушетку, скрещивает руки на груди. Предложить испытуемому встать с кушетки, не изменяя положения рук. Пронаблюдать за процессом вставания.

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

## **РАБОТА № 3. Исследование динамической атаксии**

Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** исследование динамической атаксии у человека.

### **Ход работы**

1. *Пальце-носовая проба.* Обследуемому предложить указательным пальцем сперва одной, потом другой руки попасть в кончик собственного носа с открытыми и с закрытыми глазами.

Интерпретация результатов. Оценивается 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.

2. *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 пяткой провести по передней поверхности голени от колена до голеностопного сустава и обратно. Оценить 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.

3. *Проба на адиадохокinez.* Испытуемый в положении стоя, вытянув руки перед собой, максимально быстро выполняет кистью супинацию с пронацией. Оценить симметричность выполнения теста разными руками.

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

#### **РАБОТА № 4. Исследование дисметрии**

Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** исследование дисметрии у человека.

##### **Ход работы**

1. *Проба Стюарта – Холмса.* Испытуемому предложить поочередно согнуть руку в локтевом суставе, оказывая ему при этом сопротивление с последующим резким прекращением сопротив-

ления. Оценить 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.

2. *Пронаторная проба Тома.* Испытуемый с закрытыми глазами вытягивает руки ладонями вверх перед собой. Затем ему предложить одновременно обеими руками повернуть кисти ладонями вниз. Оценить 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. Какое количество нервных ядер находится в гипоталамусе?
2. В чем выражается атония (гипотония) после удаления мозжечка?
3. Какие образования ЦНС входят в состав лимбической системы?
4. Какие функции выполняет мозжечок?
5. Как изменяется функция бледного ядра при повреждении полосатого тела?
6. Функции гипоталамуса.
7. В чем выражается астения при удалении мозжечка?
8. В чем выражается астазия при удалении мозжечка?
9. Какие ядра таламуса вам известны?
10. Является ли бледное ядро частью двигательного анализатора?
11. В каком отделе ЦНС вырабатываются рилизинг-факторы (либерины)?
12. Что произойдет при поражении бледных ядер у человека?
13. Какую роль играют ассоциативные ядра таламуса?
14. Где находится центр терморегуляции?
15. На какие две группы делятся специфические ядра таламуса?

16. Какие ядра головного мозга входят в стриопаллидарную систему?
17. В чем выражается атаксия при удалении мозжечка?
18. Какие явления возникают при поражении полосатого тела?
19. Как изменяется тонус мышц при поражении бледных ядер?
20. Что понимают под нейросекрецией в гипоталамусе?
21. Какие изменения тонуса скелетных мышц могут возникать после удаления мозжечка?
22. Какие основные процессы в организме связаны с функцией лимбической системы?
23. Какие явления возникают при повреждении полосатого тела?
24. Что наблюдается при электрическом раздражении сенсорных зон коры больших полушарий?
25. Какую роль играет мозжечок в регуляции вегетативных функций организма?
26. Какое действие оказывают рилизинг-факторы на гипофиз?
27. Как изменяется мимика при повреждении бледного шара?
28. Как изменяется тонус мышц при повреждении полосатого тела?
29. Какой отдел ЦНС управляет всеми основными гомеостатическими процессами?
30. Какие образования ЦНС относят к базальным ядрам?
31. В чем заключается явление хорей при повреждении полосатого тела?
32. Какое действие оказывают статины гипоталамуса на гипофиз?
33. Какие структуры мозга участвуют в формировании эмоций?
34. Как отражается на двигательной деятельности организма поражение бледного шара?
35. В чем выражается дизартрия при поражении мозжечка?
36. В чем проявляются содружественные движения?
37. Как изменяется походка при повреждении мозжечка?
38. Какое животное называется гипоталамическим?
39. Какие гормоны образуются в гипоталамусе?

40. Какой отдел ЦНС регулирует функции периферических желез внутренней секреции?

41. Какую роль играют переключающие ядра гипоталамуса?

42. Главные группы ядер гипоталамуса.

### *Тестовые задания*

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ВЛИЯНИЕ КРАСНОГО ЯДРА НА ЯДРО ДЕЙТЕРСА ЯВЛЯЕТСЯ

1) тормозным

2) возбуждающим

2. ЧЕРНАЯ СУБСТАНЦИЯ НА КРАСНОЕ ЯДРО ОКАЗЫВАЕТ ВЛИЯНИЕ

1) возбуждающее

2) тормозное

3. НАРУШЕНИЕ ФУНКЦИИ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ЯДЕР ТАЛАМУСА ПРИВОДИТ К

1) нарушению двигательных функций

2) выпадению конкретных видов (кожной, мышечной и др.) чувствительности

4. ОСНОВНЫМИ НЕЙРОНАМИ АССОЦИАТИВНЫХ ЯДЕР ТАЛАМУСА ЯВЛЯЮТСЯ

1) «релейные» нейроны

2) нейроны с полисенсорными функциями

5. ФУНКЦИЕЙ ПРОМЕЖУТОЧНОГО МОЗГА ЯВЛЯЕТСЯ

1) координация движений

2) обеспечение только двигательных команд

3) интеграция сенсорных, двигательных и вегетативных реакций

### *Задачи*

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.

2. Известно, что во время наркотического сна при операции наркотизатор постоянно следит за реакцией зрачков больного на свет. Для какой цели он это делает, с чем может быть связано отсутствие этой реакции?

3. Укачивание (морская болезнь) возникает при раздражении вестибулярного аппарата, который влияет на перераспределение мышечного тонуса. Чем объясняется появление симптомов тошноты и головокружения при морской болезни?

4. При выключении коры больших полушарий человек теряет сознание. Возможен ли такой эффект при абсолютно неповрежденной коре и нормальном ее кровоснабжении?

5. В эксперименте на собаке область вентромедиального ядра гипоталамуса нагрели до 50 °С, затем животное содержали в обычных условиях. Как изменился внешний вид собаки через некоторое время?

## **ЗАНЯТИЕ № 4. Нервная регуляция висцеральных функций**

**Учебно-исследовательская цель занятия:** изучение функций вегетативной нервной системы.

### **Вопросы для самоподготовки**

1. Функциональная структура автономной нервной системы.
2. Симпатическая, парасимпатическая и метасимпатическая части автономной нервной системы.
3. Автономный (вегетативный) тонус и особенности конструкции автономной нервной системы.
4. Синаптическая передача возбуждения в автономной нервной системе.
5. Влияние автономной нервной системы на функции тканей и органов.
6. Центры регуляции висцеральных функций.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

**Плакаты:** строение вегетативной нервной системы (ВНС) человека, рефлекторные дуги симпатического и парасимпатического отделов ВНС.

**Учебный видеофильм:** «Вегетативная нервная система».

### Практическая работа

**Краткая теоретическая часть.** Поддержание постоянства и оптимальных показателей внутренней среды (гомеостаз) – задача вегетативного отдела нервной системы.

#### *Анатомические особенности ВНС*

I. Трехкомпонентное очаговое расположение нервных центров.

1. Низший уровень – боковые рога спинного мозга.
2. Высшие подкорковые центры находятся на границе ядер гипоталамуса (симпатический отдел – задняя группа, а парасимпатический – передняя группа).
3. Корковый уровень.

II. Наличие вегетативных ганглиев. В симпатическом отделе они расположены либо по обеим сторонам вдоль позвоночника, либо входят в состав сплетений. Нейроны парасимпатического отдела находятся вблизи рабочего органа или в его стенке.

III. Эфферентные волокна относятся к группе В и С.

#### *Физиологические особенности ВНС*

1. Особенности функционирования вегетативных ганглиев. Наличие феномена мультипликации (одновременного протекания дивергенции и конвергенции). Это обеспечивает надежность передачи информации из ЦНС на рабочий орган. Вегетативные ганглии регулируют поток информации из ЦНС, выполняя функцию периферических нервных центров (поэтому ВНС называют автономной).

2. Особенности нервных волокон. Преганглионарные нервные волокна симпатиков и парасимпатиков относятся к группе В, а постганглионарные – к группе С. Поскольку эфферентный путь парасимпатического отдела представлен большей частью преганглионарными волокнами, а симпатического – постганглионарными.

ми, скорость передачи импульсов у парасимпатической нервной системы выше.

Вегетативная нервная система делится на отделы: симпатический, парасимпатический, метасимпатический.

*Симпатическая нервная система (СНС).* Центральная часть тянется от первых грудных до поясничных сегментов. В паравертебральных ганглиях прерывается только часть преганглионарных волокон, остальные проходят их транзитом и переключаются на постганглионарный нейрон в превертебральных ганглиях на значительном удалении от спинного мозга и вдали от иннервируемых органов.

Цель СНС – обеспечить сверхактивацию организма. СНС чаще отвечает одновременной активацией всех ее отделов. Одновременная активация всей СНС (масс-разряд) наблюдается чаще всего при активации гипоталамуса (испуг, страх, невыносимая боль). Результат этой обширной реакции, охватывающей все тело, – стресс-ответ.

*Парасимпатическая нервная система (ПСНС).* Центральные структуры ПСНС:

- в среднем мозге – ядро глазодвигательного нерва;
- в продолговатом мозге – ядро блуждающего нерва;
- в спинном мозге – крестцовый отдел.

Главным коллектором чувствительных путей парасимпатической нервной системы является блуждающий нерв. Исключительно важна физиологическая роль языкоглоточного нерва. Постганглионарные парасимпатические волокна снабжают почти все те же системы и органы, что и симпатика.

Гладкие мышцы кровеносных сосудов половых органов, мягкой мозговой оболочки и слюнных желез иннервируются только ПСНС.

Цель ПСНС – обеспечить сохранение резервов организма. Она осуществляет локальный и более специфический контроль функций эффекторных органов.

Типы взаимодействия СНС и ПСНС: антагонизм, синергизм, отсутствие взаимодействия.

*Метасимпатическая нервная система.* Иннервирует только внутренние органы, наделенные собственной моторной активностью. Получает синаптические входы от СНС и ПСНС и не имеет прямых синаптических контактов с эфферентной частью соматической рефлекторной дуги. Наряду с общим висцеральным афферентным путем она имеет собственное сенсорное звено. Имеет собственное медиаторное звено.

Она не находится в антагонистических отношениях с другими частями нервной системы. Обладает гораздо большей независимостью от ЦНС, чем СНС и ПСНС. Органы с разрушенными метасимпатическими путями утрачивают способность к координированным ритмическим функциям.

## **РАБОТА № 1. Исследование исходного вегетативного тонуса у человека**

**Необходимы:** таблицы для исследования вегетативного тонуса. Объект исследования – человек.

**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.

1. В парах произвести опрос и соответствующие функциональные пробы, используя для оценки исходного вегетативного тонуса табл. 2.

Т а б л и ц а 2

### **Клиническая характеристика функционального состояния вегетативной нервной системы**

№ п/п	Показатель	Симпатическая реакция	Парасимпатическая реакция
1.	Цвет кожи	Бледность	Склонность к гиперемии

Продолжение табл. 2

№ п/п	Показатель	Симпатическая реакция	Парасимпатическая реакция
2.	Сосудистый рисунок	Не выражена	Усилен, цианоз
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.	Артериальное давление (АД) (систолическое и диастолическое)	Повышено	Понижено или нормальное
18.	Электрокардиограмма (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

Окончание табл. 2

№ п/п	Показатель	Симпатическая реакция	Парасимпатическая реакция
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	Наблюдается 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
32.	Эритроциты	Увеличены	Уменьшены
33.	Лейкоциты	Увеличены	Уменьшены
34.	Сахар крови	Повышен, норма	Снижен (гипогликемия)
35.	Переносимость голода	Обычная	Плохая
36.	Реакция на ультрафиолетовое облучение (УФО)	Нормальная, снижена	Усилена
37.	Ортоstaticическая проба	Пульс относительно ускорен	Пульс относительно замедлен
38.	Клиноstaticическая проба	Пульс относительно замедлен	Пульс относительно ускорен
39.	Проба Ашнера	Норма, парадоксальное ускорение пульса	Значительное замедление пульса
40.	Либи́до	Повышено	Норма

2. Результаты занести в тетрадь для практических работ (фиксируется положительный результат со стороны симпатической нервной системы или со стороны парасимпатической нервной системы).

3. На основании результатов определить коэффициент преобладания симпатической нервной системы (КПС).

$$\text{КПС} = \frac{(C - П)}{(C + П)} \cdot 100\%,$$

где С – количество симпатических признаков, П – количество парасимпатических признаков. Если результат отрицательный, то преобладает парасимпатическая нервная система.

## **РАБОТА № 2. Холодовая проба**

**Необходимы:** кушетка, тонометр, секундомер, чаша с холодной водой (4 °С). Объект исследования – человек.

**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 подсчитать частоту сердечных сокращений и измерить АД.

2. После этого кисть другой руки опустить на 1 мин в холодную воду температурой 4 °С, затем вынуть руку из воды и каждую минуту регистрировать АД 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. Какое основное значение симпатического отдела ВНС?
2. Какое значение имеет парасимпатический отдел ВНС?

3. Какое физиологическое значение имеет метасимпатический отдел ВНС?
4. Физиологическая характеристика преганглионарных волокон.
5. Где расположены низшие центры ПСНС?
6. Какой отдел головного мозга является высшим подкорковым центром ВНС?
7. Какие отделы выделяются в составе ВНС?
8. Где расположены низшие центры СНС?
9. Какой отдел ЦНС управляет всеми основными гомеостатическими процессами?
10. Какой отдел ЦНС регулирует функции желез внутренней секреции?
11. Какой отдел головного мозга является высшим подкорковым центром ВНС?
12. Какие отделы выделяются в составе ВНС?
13. Где расположены низшие центры СНС?
14. Ядра таламуса.
15. В каком отделе ЦНС вырабатываются рилизинг-факторы (либерины)?
16. Где расположены низшие центры ПСНС?
17. Какую роль играют ассоциативные ядра таламуса?
18. Где находится центр терморегуляции?
19. На какие две группы делятся специфические ядра таламуса?

### ***Тестовые задания***

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ЭФФЕРЕНТНЫЙ ПУТЬ СИМПАТИЧЕСКОГО 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 может быть представлен кортико-, руб-ро-, вестибуло-, рекулоспинальным трактом или аксоном мотонейрона спинного мозга

3) эфферентный путь включает два нейрона, из которых первый располагается в грудных сегментах спинного мозга, а второй – в паравертебральных ганглиях

## 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-, руб-ро-, вестибуло-, рекулоспинальным трактом или аксоном мотонейрона спинного мозга

## 3. ДУГА ВЕГЕТАТИВНОГО РЕФЛЕКСА СОДЕРЖИТ

- 1) два синапса
- 2) три синапса
- 3) четыре синапса

## 4. НЕЙРОСЕКРЕТОРНУЮ ФУНКЦИЮ ВЫПОЛНЯЕТ

- 1) средний мозг
- 2) продолговатый мозг
- 3) гипоталамус
- 4) передний мозг

## 5. НИЗШИЙ ОТДЕЛ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЛОКАЛИЗУЕТСЯ В

- 1) спинном мозге
- 2) среднем мозге
- 3) гипоталамусе

## *Задачи*

1. При раздражении волокон, идущих от кожных болевых рецепторов, возникает расширение сосудов и покраснение области кожи, иннервируемой данными волокнами. Почему описанная реакция сохраняется после разрушения спинного мозга у животных в эксперименте?

2. Перед операцией под общим обезболиванием больному в числе так называемых премедикационных средств вводят атропин, являющийся М-холиноблокатором. С какой целью это делается? Какие сопутствующие физиологические эффекты могут при этом наблюдаться? Может ли при этом измениться сократительная функция скелетной мускулатуры?

3. Симпатический и парасимпатический отделы нервной системы имеют разную скорость проведения возбуждения. Какие влияния сказываются быстрее на функциях внутренних органов и почему?

4. Потовые железы по сравнению с другими органами имеют особенности симпатической иннервации. В чем состоят эти особенности, и какие эффекты потовых желез наблюдаются после введения атропина?

5. В клинической практике для купирования приступов тахикардии иногда надавливают на глазные яблоки пациента. Почему этот прием может привести к снижению частоты сердечных сокращений? Как называется этот рефлекс? Какие еще экстракардиальные рефлексы вам известны?

## **ЗАНЯТИЕ № 5. Итоговое занятие по разделу «Физиология центральной нервной системы»**

**Учебно-исследовательская цель занятия:** контроль знаний по общей и частной физиологии ЦНС.

**Контрольные вопросы для устного собеседования на итоговом занятии**

1. Нейрон как основа структурно-функциональной единицы ЦНС. Классификация и функции. Аксонный транспорт, классификация, 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 (Р. Декарт, Н. Прохазка, И.М. Сеченов, И.П. Павлов, П.К. Анохин 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.). Внутримозговое введение веществ (методика микроинъекций и микроионофореза). Гистохимические, радиоиммунологические методики.

6. Понятие о нервных цепях и центрах. Особенности обработки информации в нервных цепях. Свойства нервных центров (одностороннее проведение возбуждения, задержка проведения возбуждения, суммация, последствие, фоновая активность, тонус, утомление, проторение пути, центральное облегчение, окклюзия, пластичность, чувствительность к ноотропным 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 переключения (И.М. Сеченов), реципрокности, облегчения, окклюзии, обратной связи, проторения пути, общего конечного пути, 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 Брун-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 мозга 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. Роль перекрытия экстероцептивных и интероцептивных полей в формировании «отраженной чувствительности» (Г. Захарьин, Х. Гед). Участие ядер таламуса в формировании болевых ощущений.

16. Лимбическая система и ее роль в формировании мотиваций, эмоций, организации памяти. Участие лимбических структур в ре-

гуляции 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, парасимпатический отделы. Принципы организации афферентного и эффекторного звена вегетативных рефлексов. Вегетативные ганглии, их функции и механизмы передачи возбуждения. Медиаторы и рецепторы автономной нервной системы. Синергизм и относительный антагонизм их влияния.

21. Метасимпатическая нервная система. Особенности организации. Взаимоотношения с симпатической и парасимпатической системой. Аксон-рефлекс.

22. 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.

## *Раздел IV*

# **ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ**

### **ЗАНЯТИЕ № 1. Нейрогормональные отношения и механизм действия гормонов. Физиология лактации**

**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 зубной 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.

### **Темы сообщений**

1. Общие понятия о гормонах и гормональной регуляции:
    - гормоны и их функциональное значение;
    - классификация гормонов по химическому строению, по месту, занимаемому в эндокринной системе. Механизм действия гормонов.
  2. Принципы регуляции гормональной секреции:
    - принципы положительной и отрицательной обратной связи;
    - влияние вегетативной нервной системы.
  3. Методы исследования функциональной активности эндокринных желез и способы ее оценки: клинические и экспериментальные.
  4. Гипоталамо-гипофизарная система:
    - анатомо-функциональная организация;
    - гормоны гипоталамуса и их значение в эндокринной регуляции;
    - система гипоталамус – нейрогипофиз (аксонный транспорт и секреция гормонов, понятие о рилизинг-факторах);
    - система гипоталамус – аденогипофиз, эффекты гормонов аденогипофиза.
    - система регуляторных нейропептидов и их эффекты.
- Далее студенты должны представить сообщения о контролируемых гипофизом эндокринных железах. Студентам предлагается 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.

5. Гормоны коры надпочечников:
  - морфологическое строение коры надпочечников;
  - эффекты глюкокортикоидов.
6. Гормоны щитовидной железы.
7. Мужские половые гормоны.
8. Гормоны женских половых желез. Циклическая деятельность яичников.
9. Симпатоадреналовая система и ее роль в неспецифических адаптивных реакциях организма. Понятие о стрессе (Г. Селье, 1936–1952). Нервная регуляция секреторной функции хромаффинной ткани надпочечников.
10. Гипофиз-независимые гормоны.
11. Гормоны поджелудочной железы и их роль в регуляции уровня сахара в крови.
12. Гормональная регуляция натрий-калиевого отношения.
13. Гормональная регуляция уровня кальция в крови.
14. Тканевые гормоны и гормоны ЖКТ.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

**Учебный видеofilm:** «Физиология эндокринной системы».

## Практическая работа

### **РАБОТА № 1. Виртуальный физиологический эксперимент**

**Необходимы:** персональный компьютер, программа LuPraFiSim (раздел «Эндокринная система»).

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

#### **Ход работы**

С помощью персонального компьютера и обучающей программы LuPraFiSim выполнить следующие работы.

1. Влияние тироксина, тиротропина и пропилтиоурацила на метаболизм.
2. Влияние инсулина и аллоксана на уровень глюкозы в крови.

### ***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 корректирующее 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 трансагипофизарную регуляцию гормональной системы?
12. Какие гормоны образуются в передней доле гипофиза?
13. Какова роль тиреотропного гормона?

### ***Тестовые задания***

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ МОЗГ РЕГУЛИРУЕТ
  - 1) обмен веществ
  - 2) потребление пищи и воды
  - 3) поддержание постоянной температуры тела
2. ИНСУЛИН ГЛАВНЫМ ОБРАЗОМ ДЕЙСТВУЕТ НА ОБМЕН
  - 1) белков
  - 2) жиров
  - 3) углеводов
  - 4) солей
3. ГИПОТАЛАМУС – ЧАСТЬ
  - 1) коры больших полушарий

- 2) промежуточного мозга
- 3) среднего мозга
- 4) продолговатого мозга

#### 4. БАЗЕДОВА БОЛЕЗНЬ ВОЗНИКАЕТ ПРИ

- 1) повышенной активности щитовидной железы
- 2) пониженной активности щитовидной железы
- 3) повышенной активности надпочечников
- 4) пониженной активности надпочечников

#### 5. ПРИ ВВЕДЕНИИ АДРЕНАЛИНА В ОРГАНИЗМЕ БУДУТ НАБЛЮДАТЬСЯ ПРОЦЕССЫ

- 1) гликогенолиза, гипергликемии, перехода гликогена в глюкозу
- 2) гликогенеза, гипергликемии, перехода глюкозы в гликоген
- 3) гликогенеза, гипергликемии, перехода гликогена в глюкозу
- 4) гликогенолиза, гипогликемии, перехода глюкозы в гликоген

### *Задачи*

1. Выберите из приведенного ниже списка гормонов те, которые образуются в гипофизе. Тироксин, адренокортикотропный гормон (АКТГ), антидиуретический гормон (АДГ), лютеотропный гормон (ЛТГ), фолликулостимулирующий гормон (ФСГ), кортизон, соматотропный гормон (СТГ), инсулин.

2. У животного наблюдается повышенный распад гликогена в печени и мышцах, гипергликемия. Под влиянием какого гормона могут происходить эти явления?

3. У больного наблюдаются следующие нарушения обмена: гипергликемия, глюкозурия, кетонурия, ожирение печени и повышение распада белка, ацидоз. Для какого заболевания характерны эти симптомы?

4. Назовите гормоны, обеспечивающие сохранение в организме натрия за счет реабсорбции его в канальцах почек, выведение из организма калия, регуляцию калий-натриевого равновесия.

5. Схема развития какого процесса изображена ниже? Добавьте недостающее звено. Стадия тревоги → ? → стадия истощения.

## *Раздел V*

# **ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ**

### **ЗАНЯТИЕ № 1. Кровь как средство транспорта и внутренняя среда организма**

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Понятие о системе крови, свойствах и функциях периферической крови.

2. Состав циркулирующей крови, основные физиологические константы крови и механизм их поддержания.

3. Электролитный состав плазмы крови. Осмотическое давление крови. Функциональная система крови, поддерживающая постоянство осмотического давления крови.

4. Понятия о рН крови и кислотно-щелочном равновесии. Функциональная система, обеспечивающая постоянство кислотно-щелочного равновесия.

5. Белки плазмы крови, их характеристика и функциональная значимость. Онкотическое давление крови и его значение.

6. Понятие о скорости оседания эритроцитов (СОЭ) и ее клиническое значение.

7. Деонтологические аспекты забора, хранения, использования крови.

#### **ДЕМОНСТРАЦИИ**

**Плакаты:** состав плазмы крови, число эритроцитов и уровень гемоглобина в зависимости от возраста.

**Учебный видеофильм:** «Форменные элементы крови. Эритроциты. Лейкоциты».

## **Практическая работа**

### **РАБОТА № 1. Освоение техники взятия крови на анализ**

**Необходимы:** спирт, эфир, йод, вата, скарификаторы для разового использования. Объект исследования – человек.

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

#### **Ход работы**

Взятие крови производят в определенной последовательности.

1. Подготовить и расставить на столе нужные реактивы. Местом укола для взятия крови обычно является мякоть концевой фаланги четвертого пальца левой руки. Кожу пальца на месте укола протереть ватным тампоном, смоченным спиртом, затем эфиром (для дезинфекции и обезжиривания). После высыхания сделать укол специальной иглой для прокола кожи.

2. Первую выступившую каплю крови убрать сухим тампоном. Последующие капли взять для анализа. Укол должен быть достаточной глубины, чтобы кровь выступала при легком надавливании на палец.

Следует помнить, что кровь быстро свертывается, поэтому взятие ее производят быстро. Если на месте укола образуется сгусток крови до того, как взяты пробы, его удалить ватным тампоном и уже из вновь выступившей капли взять кровь для анализа.

3. После взятия крови место укола необходимо смазать йодной настойкой, приложить ватку и кончик пальца прижать к ладони, ватку держать до прекращения кровотечения.

### **РАБОТА № 2. Определение количества гемоглобина в крови по способу Сали**

**Необходимы:** гемометр Сали, 0,1 Н раствор соляной кислоты, скарификатор, спирт.

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

### Ход работы

1. В среднюю пробирку налить 0,1 Н раствор соляной кислоты до нижней кровавой метки.

2. Специальным капилляром от гемометра Сали взять 20 мкл крови. Обтерев кончик капилляра ватой, тотчас выдуть кровь на дно пробирки так, чтобы слой соляной кислоты остался неокрашенным. Не вынимая капилляр, ополоснуть его соляной кислотой.

3. Содержимое пробирки перемешать, ударяя пальцем по концу пробирки, и оставить стоять 5–10 мин.

4. Затем к раствору по капле добавлять дистиллированную воду до тех пор, пока цвет полученного раствора не будет совершенно одинаков с цветом стандарта (добавляя воду, раствор перемешивают стеклянной палочкой).

5. Отметить цифру, стоящую на уровне полученного раствора солянокислого гематина. Она покажет абсолютное содержание гемоглобина в исследуемой крови.

6. Зная, что в стандартном растворе, принятом за 100%, содержится 167 г/л гемоглобина, вычислить относительное содержание гемоглобина в исследуемой крови.

7. Например, по способу Сали нашли, что в исследуемой крови содержится 150 г/л гемоглобина. Составить уравнение

$$\frac{100\%}{X} = \frac{167 \text{ г/л}}{150 \text{ г/л}} \rightarrow X = 90\%$$

8. Сравнить количество гемоглобина в исследуемой крови с нормой.

Нормальное содержание гемоглобина в крови взрослого человека: 121–138 г/л (72–80%) у женщин и 133–156 г/л (79–94%) у мужчин, у новорожденных эта величина может возрасть до 180–210 г/л (100–120%).

### РАБОТА № 3. Изучение различных видов гемолиза

**Необходимы:** кровь, четыре пробирки, штатив, пипетки, физиологический раствор, дистиллированная вода, 5%-й раствор глюкозы, раствор аммиака.

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

#### **Ход работы**

1. В четыре пробирки налить по 3 мл: в первую – физиологического раствора, во вторую – физиологического раствора и 2–3 капли аммиака, в третью – дистиллированной воды, в четвертую – 5%-го раствора глюкозы.

2. В каждую пробирку внести по 20 мкл крови и перемешать содержимое.

3. Через 10 мин прочитать результат. На наличие гемолиза эритроцитов указывает прозрачность раствора. В отчетах зарисовать четыре пробирки и указать, в каких произошел гемолиз.

#### **РАБОТА № 4. Определение скорости оседания эритроцитов (классический метод)**

**Необходимы:** кровь, 33%-й раствор лимоннокислого натрия, прибор Панченкова.

**Учебно-исследовательская цель работы:** ознакомиться с методами определения СОЭ.

#### **Ход работы**

**Краткая теоретическая часть.** Определение СОЭ производится по методу Панченкова. Прибор Панченкова состоит из штатива и капилляров диаметром 1 мм. Капилляры градуированы от 0 до 100 мм. На них имеются на высоте 100 мм метка «К» (кровь) и на высоте 50 мм – метка «Р» (реактив).

1. В капилляр прибора набрать 5%-й раствор лимоннокислого натрия до отметки «Р» (50 мм) и выпустить на часовое стекло.

2. Дважды набрать кровь до метки «К» (или 100 мм) и выпустить на стекло с лимоннокислым натрием. Тщательно перемешать. При этом отношение крови к раствору лимоннокислого натрия составит 4 : 1.

3. Кровь из часового стекла набрать до метки «К» и поставить в штатив строго вертикально. Через 1 ч определить высоту прозрачного столбика плазмы в миллиметрах. Эта и будет величиной СОЭ.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Чему равно общее количество крови в организме?
2. Какие звенья входят в понятие «система крови»?
3. Основные функции крови.
4. Основные физико-химические свойства крови.
5. Буферные системы крови.
6. Чему равно процентное содержание белков в плазме?
7. Основные функции белков плазмы крови.
8. Где локализуется центр водно-солевого обмена?
9. При каких физиологических и патофизиологических состояниях изменяется СОЭ?
10. Что такое гематокритный показатель?
11. Что такое гемолиз?
12. Виды гемолиза.
13. Что такое ацидоз?
14. Виды ацидоза.
15. Осмотическое давление. Что это такое?
16. Чему в среднем равно осмотическое давление крови?
17. На какие группы делятся вещества, входящие в состав плазмы крови?
18. Чему равна в норме активная реакция крови?
19. Как называется сдвиг рН в кислую, щелочную сторону?
20. Каково процентное содержание в плазме крови альбуминов?
21. Что такое онкотическое давление?
22. Что происходит с эритроцитами в гипертоническом растворе?

### ***Тестовые задания***

Выберите один или несколько правильных ответов.

#### **1. УЧАСТИЕ КРОВИ В ГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ КРОВИ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В**

- 1) модификации функций органов и систем под влиянием гормонов и биологически активных веществ, переносимых кровью
- 2) синтезе гормонов
- 3) инактивации гормонов при их избытке в организме

## 2. ЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ КРОВИ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В

- 1) фагоцитарной активности лейкоцитов
- 2) наличию в крови антител, обезвреживающих микробы и чужеродные белки
- 3) предотвращении массивной кровопотери (свертывании крови)

## 3. В СОСТАВ КРОВИ ВХОДИТ

- 1) 70–80% плазмы, 30–20% форменных элементов
- 2) 55–60% плазмы, 40–45% форменных элементов
- 3) 40–45% плазмы, 55–60% форменных элементов

## 4. В НОРМЕ ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО КРОВИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА СОСТАВЛЯЕТ

- 1) 5–7% массы тела
- 2) 6–8% массы тела
- 3) 8–10% массы тела

## 5. PH КРОВИ В НОРМЕ РАВНА

- 1) 7.34–7.40
- 2) 7.50–7.55
- 3) 7.55–7.60

### *Задачи*

1. При замораживании крови точка ее замерзания оказалась равной  $-0,4$  °С. Чему равно осмотическое давление крови?
2. В результате травмы человек потерял 1,5 л крови. Вес человека 75 кг. Каков уровень кровопотери в процентах?
3. В кровь животного введено 5 мл 5%-го раствора коллоидной краски. Через 5 мин из вены была взята кровь, концентрация краски в плазме которой оказалась 0,02%. Гематокритный показатель крови равен 45%. Каков объем циркулирующей крови (ОЦК) в организме?
4. В результате кровопотери количество крови у человека снизилось на 20%. В качестве кровезаменителя ему было перелито столько полиглюкина, что гематокритный показатель составил 30%. Нормальное количество крови принять за 5 л, гематокрит – 42%. Определите концентрацию белка в плазме больного.

## **ЗАНЯТИЕ № 2. Клетки крови, их строение и функции**

### **Учебно-исследовательские цели занятия:**

1. Изучить строение и функции эритроцитов и лейкоцитов.
2. Познакомиться с методами определения количества лейкоцитов и эритроцитов, гемоглобина.
3. Научиться давать заключение о состоянии системы крови.

### ***Вопросы для самоподготовки***

1. Строение, функции, количество эритроцитов.
2. Строение, функции и количество лейкоцитов.
3. Физиологические основы иммунитета, Т- и В-лимфоциты.
4. Строение, функции и количество тромбоцитов.
5. Гуморальная регуляция эритро- и лейкопоэза.
6. Функциональная система поддержания постоянства клеточного состава крови.

## **ДЕМОНСТРАЦИИ**

**Учебный видеofilm:** «Форменные элементы крови. Эритроциты. Лейкоциты».

## **Практическая работа**

### **РАБОТА № 1. Знакомство с принципами подсчета форменных элементов крови**

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

### **Учебно-исследовательские цели работы:**

1. Ознакомиться с устройством счетной камеры с сеткой Горяева.
2. Подсчитать количество лейкоцитов и эритроцитов и исследуемой крови.

### **Ход работы**

**Краткая теоретическая часть.** Для подсчета форменных элементов крови необходимо:

- точно отмерить небольшое количество крови;
- равномерно развести ее определенным количеством жидкости.
- поместить в камеру. Произвести подсчет.

Счетная камера – предметное стекло, на котором имеются три поперечные плоские площадки (их называют пластинками), отделенные друг от друга желобками. Средняя площадка продольным желобком разделена на две, каждая из них имеет выгравированную сетку. Средняя пластинка ниже крайних на 1/10 мм. После притирания покровного стекла к крайним пластинкам, между покровным стеклом и средней пластинкой высота – 1/10 мм.

Сетка Горяева содержит 225 больших квадратов (15 рядов по 15 квадратов в каждом), из них каждый третий разделен на 16 маленьких квадратиков. Сторона малого квадрата 1/20 мм, площадь 1/400 мм<sup>2</sup>, объем пространства камеры над малым квадратиком – 1/4000 мм<sup>3</sup>.

#### 1. Подсчет лейкоцитов.

1.1. В тигелек налить раствор Тюрка (раствор метиленовой сини в 3%-й уксусной кислоте).

1.2. Притереть покровное стекло к счетной камере. Для этого придавить покровное стекло большими пальцами к боковым пластинкам счетной камеры и легко смести его вверх и вниз. Доказательством плотности прилегания покровного стекла служит появление у краев так называемых колец Ньютона (радужного рисунка).

1.3. После соответствующей обработки кожи взять 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). Затем обтереть ваткой кончик капилляра, опустить его в чашку с реактивом Тюрка и набрать с помощью резиновой груши этот раствор до метки 11.

*Примечание:* при смешивании крови с жидкостью не допускать образования пузырьков воздуха, так как этим нарушается правильность разведения. Поэтому жидкость набрать достаточно быстро, держа смеситель под углом к раствору, затем медленно, переводя его в вертикальное положение и одновременно поворачивая

его между пальцами. Как только раствор достигнет метки 11, смеситель перевести в горизонтальное положение. Снять резиновую трубку и поместить его между большим и средним пальцами, встряхивать 2–3 мин для перемешивания содержимого.

1.4. Первые 2–3 капли смесителя удалить, выступающую новую каплю подвести к щели камеры (под покровное стекло средней пластики). Жидкость из смесителя стекает, и камера легко заполняется.

1.5. При слабом увеличении подсчитать количество лейкоцитов в 100 больших квадратах (в 25 учетверенных квадратах). Считать лейкоциты, лежащие внутри квадрата и на двух пограничных сторонах – левой и верхней. Вычисление содержания лейкоцитов производится по формуле

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

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

2. *Подсчет эритроцитов.* Требуется большая степень разведения крови (в 100–200 раз). Поэтому смеситель для эритроцитов имеет следующие метки: 0,5; 1; 101, то есть ампула больше капилляра в 100 раз.

2.1. Налить в тигелек 3%-й раствор поваренной соли.

2.2. Притереть покровное стекло к камере.

2.3. Забрать кровь в смеситель для эритроцитов до метки 0,5.

2.4. Кровь развести гипертоническим раствором (3%-й раствор поваренной соли) до метки 101. В гипертоническом растворе эритроциты сморщиваются и становятся видны.

2.5. Перемешать кровь с растворителем в течение 2–3 мин.

2.6. Внести разведенную кровь в счетную камеру. Для этого первую и вторую капли из смесителя удалить на ватку, а третью поместить на центральную площадку камеры.

2.7. Подсчитать эритроциты в малых квадратах, находящихся в пяти больших, именно тех, которые лежат по диагонали сетки. Предварительно в тетради чертят пять больших квадратов с 16 малыми в каждом. В последующем в них записывают подсчитанные эритроциты. Существуют определенные *правила* подсчета эритроцитов:

– в каждом большом квадрате эритроциты считают по рядам «малых квадратов». В первом ряду счет ведется слева направо, во втором справа налево;

– 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 квадрат. Клетки же, пересеченные пограничной чертой ровно пополам, считают на двух из четырех границ (верхней и левой) (правило Егорова).

2.8. Суммируя общее количество эритроцитов в пяти больших квадратах, вычислить содержание эритроцитов в  $1 \text{ мм}^3$  исследуемой крови по формуле

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

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

2.9. В отчете зарисовать счетную камеру, сетку Горяева и смеситель для эритроцитов и лейкоцитов. Необходимо отразить ход работы по определению числа лейкоцитов и эритроцитов. Вычислить их содержание в  $1 \text{ мм}^3$  исследуемой крови, при этом дать краткое объяснение формуле, по которой производится вычисление. В выводах оценить 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 взрослых людей составляет: у женщин –  $4\text{--}4,5 \cdot 10^6$  на 1 мкл ( $4,0\text{--}4,5 \cdot 10^{12}$  на 1 л); у мужчин  $4,5\text{--}5,0 \cdot 10^6$  на 1 мкл ( $4,5\text{--}5,0 \cdot 10^{12}$  на 1 л). Дети

школьного возраста имеют  $4,0-4,5 \cdot 10^6$  эритроцитов на 1 мкл крови ( $4,0-4,5 \cdot 10^{12}$  эритроцитов на 1 л).

## **РАБОТА № 2. Расчет цветного показателя крови**

**Необходимы:** данные подсчета эритроцитов и данные определения гемоглобина.

**Учебно-исследовательская цель работы:** вычислить цветной показатель (ЦП) исследуемой крови.

### **Ход работы**

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

1. Определить в крови испытуемого количество гемоглобина.
2. Определить у этого же испытуемого число эритроцитов.
3. Вычислить ЦП по формуле

$$\text{ЦП} = \frac{A/100}{B/5000000},$$

где  $A$  – содержание гемоглобина в исследуемой крови, %;  $B$  – содержание эритроцитов в 1 мкл исследуемой крови; 100 – идеальное содержание гемоглобина, %; 5000000 – идеальное содержание эритроцитов в 1 мкл.

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

$$\text{ЦП} = \frac{\text{Гемоглобин}}{\text{Число эритроцитов (3 цифры)}} \cdot 5$$

Цветной показатель в норме составляет 0,8–1. Эритроциты с таким показателем называются нормохромными, с показателем больше 1 – гиперхромными, меньше 0,8 – гипохромными.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое лейкоцитоз?
2. Какие лейкоциты относятся к гранулоцитам?
3. Формула для подсчета лейкоцитов в камере Горяева.

4. Что такое лейкоцитарная формула?
5. Какие функции выполняют эозинофилы?
6. Какие лейкоциты называют макрофагами?
7. Что такое лейкопения?
8. Что такое гиперхромия? В каких случаях она наблюдается?
9. Виды гемоглобина.
10. Какую основную функцию выполняют нейтрофилы?
11. Чему в норме равно количество эритроцитов у мужчин?
12. Какие размеры в норме имеет эритроцит? Как называется такой эритроцит?
13. Какие эритроциты называются макроцитами?
14. Что такое цветной показатель?
15. Каково в среднем нормальное содержание гемоглобина у женщин?
16. Какие лейкоциты называют микрофагами?
17. Какие функции выполняют базофилы?
18. Какими методами определяется концентрация гемоглобина в периферической крови?
19. Основная функция эритроцитов.
20. Сколько лимфоцитов содержится в крови?
21. Какие эритроциты называются нормохромными?
22. Что такое эритроцитоз?
23. Какие виды физиологического лейкоцитоза вы знаете?
24. Какова функция лимфоцитов?
25. Что такое эритропения?
26. На какие группы делят лимфоциты?
27. Допустимые колебания количества гемоглобина у мужчин.
28. Почему молодые эритроциты называются ретикулоцитами?
29. Основная функция моноцитов.
30. Что такое относительный эритроцитоз? В каких случаях наблюдается?
31. Специфические стимуляторы эритропоэза.
32. Сколько времени живет эритроцит?
33. Где происходит эритропоэз, и какие клетки относятся к незрелым формам?

### *Тестовые задания*

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ЭРИТРОЦИТОЗ – ЭТО

- 1) разрушение эритроцитов
- 2) уменьшение числа эритроцитов
- 3) увеличение числа эритроцитов
- 4) созревание эритроцитов

2. АБСОЛЮТНЫЙ ЭРИТРОЦИТОЗ НАБЛЮДАЕТСЯ

- 1) при сгущении крови (ожогах, потении, холере и т.д.)
- 2) при разжижении крови
- 3) при усиленном разрушении эритроцитов или после кровопотери
- 4) у жителей высокогорья

3. ГЕМОГЛОБИН ОБРАЗУЕТСЯ В

- 1) печени
- 2) селезенке
- 3) красном костном мозге

4. ПАТОЛОГИЧЕСКИМ СОЕДИНЕНИЕМ ГЕМОГЛОБИНА ЯВЛЯЕТСЯ

- 1) оксигемоглобин
- 2) дезоксигемоглобин
- 3) карбоксигемоглобин
- 4) карбогемоглобин

5. РОЛЬ Т-ЗАВИСИМЫХ ЛИМФОЦИТОВ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В

- 1) созданию гуморального иммунитета
- 2) осуществлении неспецифических клеточных механизмов защиты

### *Задачи*

1. Цветной показатель равен 0,9; концентрация гемоглобина – 105 г/л. Определите количество эритроцитов, содержащихся в 1 л данной крови.

2. В 4,5 л крови содержится 5 млн/мм<sup>3</sup> эритроцитов. ЦП = 1. Определите уровень гемоглобина в данной крови.

3. У человека натощак найдено в крови  $5 \cdot 10^{12}$  /л эритроцитов. Спустя 30 мин после приема 250 мл теплой воды их стало  $4,8 \cdot 10^{12}$ /л. Гематокритный показатель возрос с 45 до 46%. Определите, как и на какую величину изменился объем эритроцитов (в процентах).

4. Человек потерял 20% крови. Рассчитайте примерное количество эритроцитов, которое будет у него через 1 ч и через 1 сут.

5. У больного не обнаружено в кале стеркобилина, а в моче уробилина. С чем может быть связано такое нарушение пигментного обмена?

### **ЗАНЯТИЕ № 3. Гемостаз. Группы крови. Резус-фактор**

#### **Учебно-исследовательские цели занятия:**

1. Изучить физиологию свертывающей и антисвертывающей систем крови.

2. Сформировать представление о возможностях клинической оценки гемостаза.

3. Научиться определять группы крови и усвоить их значение при переливании крови.

#### ***Вопросы для самоподготовки***

1. Понятие о гемостазе. Процесс свертывания крови и его фазы.

2. Роль плазменных и клеточных факторов в образовании фибрина.

3. Свертывающая система крови.

4. Противосвертывающая система крови. Функциональная система, поддерживающая жидкое состояние крови.

5. Системы групп крови. Резус-фактор. Физиологические основы переливания крови.

#### **Практическая работа**

**РАБОТА № 1. Определение группы крови и резус-принадлежности с помощью коликлонов**

**Необходимы:** планшет, пипетки, цоликлоны. Объект исследования – эритроцитарная масса.

**Учебно-исследовательская цель работы:** определить группу крови и резус-принадлежность.

### **Ход работы**

Моноклональные антитела анти-А и анти-В продуцируются двумя мышинными гибридами и принадлежат к иммуноглобулинам класса М. Цоликлоны изготавливаются из асцитной жидкости мышей – носителей гибридом анти-А и анти-В. Цоликлон Анти-АВ представляет собой смесь моноклональных антител анти-А и анти-В. Имеются и цоликлоны Анти-D для определения резус-принадлежности крови.

1. На планшет индивидуальными пипетками нанести цоликлоны Анти-А, Анти-В и Анти-АВ, а также Анти-D по одной большой капле (0,1 мл). Рядом с каплями антител нанести по одной маленькой капле исследуемой крови (0,01 мл). Кровь смешивается с реагентом. Наблюдается ход реакции с цоликлонами визуально при легком покачивании планшета в течение 3 мин. Агглютинация эритроцитов с цоликлонами обычно наступает в первые 3–5 с, но наблюдение следует вести 3 мин ввиду более позднего появления агглютинации с эритроцитами, содержащими слабые разновидности антигенов А или В или резус-антигена.

2. Результат реакции в каждой капле может быть положительным или отрицательным. 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 табл. 3.

3. Для лучшего усвоения навыка чтения результатов определения групповой принадлежности крови необходимо использовать компьютерную программу «Тренажер по определению групп крови».

Т а б л и ц а 3

Результат реакции с цоликлоном			Исследуемая кровь
Анти-А	Анти-В	Анти-АВ	
–	–	–	0 (I)
+	–	+	А (II)
–	+	+	В (III)
+	+	+	АВ (IV)

*Примечание.* «+» – наличие агглютинации, «–» – отсутствие агглютинации. Наличие агглютинации с цоликлоном Анти-D свидетельствует о том, что кровь резус-положительная, а отсутствие агглютинации – что кровь резус-отрицательная.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Первый плазменный фактор свертывания крови.
2. Как проводится проба на индивидуальную совместимость крови у исследуемого?
3. В чем заключается вторая фаза ферментативного свертывания крови?
4. Что такое антикоагулянты?
5. У матери, имеющей резус-отрицательную кровь, первая беременность привела к резус-конфликту. Почему это могло произойти?
6. Что такое неферментативный фибринолиз?
7. Почему при добавлении лимоннокислого натрия кровь не свертывается?
8. С какого процесса начинается сосудисто-тромбоцитарный гемостаз?
9. В чем заключается сущность свертывания крови?
10. Что происходит в первую фазу ферментативного свертывания крови?
11. Какие условия необходимы для поддержания жидкого состояния крови?
12. Какое состояние организма развивается при переливании несовместимой по группе крови?
13. На какие группы делятся имеющиеся в организме антикоагулянты?

14. Что происходит в третью фазу ферментативного свертывания крови?

15. Резус-иммунизация. Что это такое?

16. Какое значение для свертывания крови имеет витамин К?

17. В каких случаях наблюдается резус-конфликт?

18. Назовите активный первичный антикоагулянт, продуцируемый базофилами и тучными клетками соединительной ткани.

19. В каких случаях развивается гемотрансфузионный шок?

20. Что такое антисвертывающая система?

21. Что происходит с эритроцитами после их агглютинации в результате групповой несовместимости?

22. Сколько групп крови в системе АВ0?

### ***Тестовые задания***

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. В ПРОЦЕСС ГЕМОСТАЗА ВОВЛЕЧЕНЫ

- 1) плазменные факторы свертывания крови
- 2) факторы свертывания форменных элементов
- 3) тканевые факторы

2. К ОСНОВНЫМ ФАЗАМ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ ОТНОСЯТСЯ

- 1) образование протромбиназы, образование тромбина, образование фибрина
- 2) образование плазминогена, образование плазмينا, образование фибрина
- 3) активация плазминогена, образование плазмина, расщепление фибрина

3. К ОСНОВНЫМ ФАЗАМ ФИБРИНОЛИЗА ОТНОСЯТСЯ

- 1) образование протромбиназы, образование тромбина, образование фибрина
- 2) активация плазминогена, образование плазмина, лизис фибрина

4. РЕЗУС-ФАКТОР ВСТРЕЧАЕТСЯ У

- 1) 65% людей

- 2) 75% людей
- 3) 85% людей
- 4) 100% людей

#### 5. В КРОВИ ВТОРОЙ ГРУППЫ ОТМЕЧАЕТСЯ

- 1) содержание агглютиногенов А и В
- 2) содержание агглютиногена А
- 3) содержание агглютиногена В
- 4) отсутствие агглютиногенов

#### *Задачи*

1. Переливание цитратной крови больному во время операции сопровождаются одновременным введением определенного количества  $\text{CaCl}_2$ . С какой целью его вводят?

2. В кровь экспериментальному животному добавили ингибитор плазмينا, например, эпислон-аминокапроновую кислоту (ЭАКК). Какие изменения произойдут при этом в процессе свертывания крови?

3. Агглютинация эритроцитов больного произошла в стандартных сыворотках 0 (I) и В (III) групп. Какие группы крови можно перелить больному?

4. Отец имеет Rh(-) кровь, мать Rh(+). У плода резус-фактора нет. Существует ли опасность резус конфликта матери и плода в данном случае?

5. Больному с Rh(-) кровью по жизненным показаниям перелили свежую кровь первой группы. Больной погиб при явлениях гемотрансфузионного шока. Указать причину смерти больного и ошибку врача.

#### **ЗАНЯТИЕ № 4. Итоговое занятие по разделу «Физиология системы крови»**

**Учебно-исследовательская цель занятия:** контроль качества знаний по физиологии системы крови, усвоения практических навыков и умений по физиологии системы крови, возможности вербальной интерпретации анализов крови с учетом предложенных клинических ситуаций.

## **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, 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.

*Раздел VI*  
**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 видеofilмы:** «Внешнее дыхание», «Дыхание, практические навыки».

## Практическая работа

### **РАБОТА № 1. Измерение на вдохе и выдохе окружности грудной клетки**

**Необходима:** измерительная сантиметровая лента. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** сравнить значения окружности грудной клетки на вдохе и выдохе.

#### **Ход работы**

1. Записать результаты измерений на вдохе и на выдохе.
2. Дать объяснение – почему окружность грудной клетки зависит от характера движения ребер и грудины во время вдоха и выдоха.

### **РАБОТА № 2. Спирометрия**

**Необходимы:** водный (волюметрический) или воздушный (сухой) спирометр, мундштук, спирт, вата. Объект исследования – человек.

**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.

4. Определение *дыхательного объема* (ДО). Поставить спирометр в нулевое положение. Испытуемый берет мундштук в рот и, дыша спокойно, вдох делает 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.

5. Определение *резервного объема выдоха* (РОВд). 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.

6. Определение *резервного объема вдоха* (РОВв). 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

$$\text{РОВв} = \text{ЖЕЛ} - (\text{РОВд} + \text{ДО}).$$

С помощью воздушного спирометра этот показатель определить нельзя, поэтому он рассчитывается косвенно, например

$$\text{РОВв} = 4500 \text{ мл} - (1300 \text{ мл} + 600 \text{ мл}).$$

7. Определение *минутного объема дыхания* (МОД). Рассчитать по формуле

$$\text{МОД} = \text{ДО} - \text{ЧД},$$

где ЧД – частота дыхательных движений в минуту. Кроме того, МОД можно рассчитать по формуле:

$$\text{МОД} = \frac{\text{Должный (стандартный) основной обмен (ккал/сут)}}{7,07 \cdot 40}$$

8. Расчет объема альвеолярной вентиляции и объема мертвого пространства. Часть МОД, достигающая альвеол, называется

альвеолярной вентиляцией  $V_a$ , остальная часть составляет вентиляцию мертвого пространства  $V_m$ . Таким образом,  $МОД = V_a + V_m$ . 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.

9. 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:  $ДЖЕЛ = Н \cdot (27,63 - 0,112А)$ ,

– для женщин:  $ДЖЕЛ = Н \cdot (21,78 - 0,101А)$ ,

где  $Н$  – рост, см,  $А$  – возраст, годы.

ДЖЕЛ можно определить по номограмме (рис. 6).

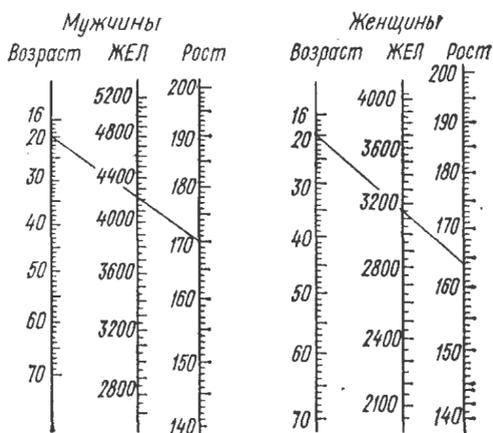


Рис. 6. Номограмма

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.

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:

1. 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.

2. Реструктивные, связанные с наличием препятствия, которое затрудняет расширение и спадание легких (пневмосклероз, спайки плевры, окостенение ребер и т.п.). При реструктивных процессах снижаются ЖЕЛ и МВЛ, в то же время ФЖЕЛ и показатели пневмотахометрии не изменены.

3. Смешанные.

### **РАБОТА № 3. Спирография**

**Необходимы:** спирограф микропроцессорный портативный, мундштук, спирт, вата. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** провести и оценить функциональное исследование механических свойств аппарата вентиляции легких человека.

#### **Ход работы**

1. 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.

2. *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 с, 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:

1) ДО – средний объем воздуха, проходящий через легкие за один цикл вдоха – выдоха;

2) средняя ЧД, дых./мин;

3)  $МОД = ДО \cdot ЧД$ .

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.

3. 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 отводится 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:

1) ЖЕЛ – разница между объемами воздуха в легких при полном вдохе и полном выдохе, л;

2)  $PO_{вд}$  – максимальный объем, который можно дополнительно вдохнуть после спокойного вдоха;

3)  $PO_{выд}$  – максимальный объем, который можно дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха;

4)  $DO$  – средний объем, который выдыхается и вдыхается при спокойном дыхании;

5) емкость вдоха ( $E_{вд}$ ) – сумма  $DO$  и  $PO_{вд}$ .

Возможно 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. 7).

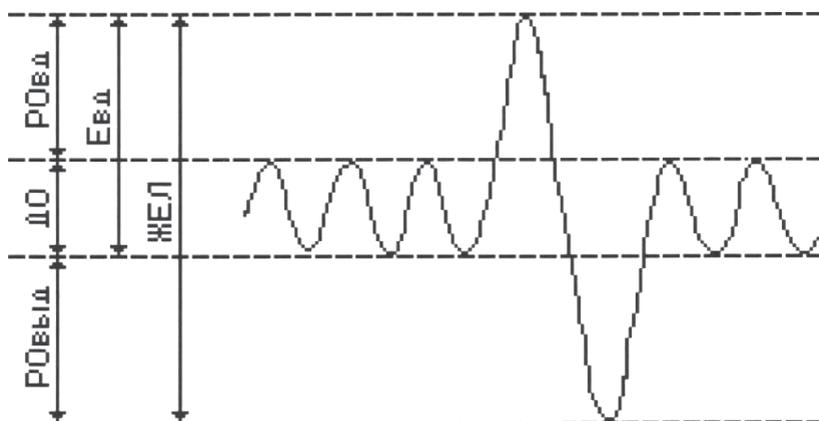


Рис. 7. Спирограмма

4. 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 должно 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:

- 1) ФЖЕЛ – разница между объемами воздуха в легких в точках начала и конца маневра форсированного выдоха, л;
- 2) ОФВ1 – объем форсированного выдоха за первую секунду, л;
- 3) РОфвыд – максимальный объем, который можно дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха;
- 4) РОфвд – максимальный объем, который можно дополнительно вдохнуть после спокойного вдоха;
- 5) ОФВ0,5 – объем форсированного выдоха за первые 0,5 с, л;
- 6) ОФВ1/ЖЕЛ – индекс Тиффно, имеющий диагностическое значение, %;
- 7) ПОС – пиковая объемная скорость (максимальная скорость потока, достигаемая в процессе форсированного выдоха), л/с;
- 8) МОС25 – мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25% ФЖЕЛ, л/с;
- 9) МОС50 – мгновенная объемная скорость в момент выдоха 50% ФЖЕЛ, л/с;
- 10) МОС75 – мгновенная объемная скорость в момент выдоха 75% ФЖЕЛ, л/с;
- 11) СОС25–75 – средняя объемная скорость выдоха, определяемая в процессе выдоха от 25 до 75% ФЖЕЛ, л/с;
- 12) ОФВ ПОС – объем форсированного выдоха до достижения ПОС, л;
- 13) ОФВ ПОС/ФЖЕЛ – отношение ОФВ ПОС к ФЖЕЛ;
- 14) ТПОС – время достижения пиковой объемной скорости, с;
- 15) 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 отводится 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»).

Возможно 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):

$$КР = \frac{МВЛ}{МОД}.$$

5. 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:

1) ДОмвл – максимальный объем воздуха, проходящий через легкие за один цикл вдоха и выдоха;

2) ЧДмвл – максимальная частота дыхания;

3) МВЛ = ДОмвл · ЧДмвл.

**Внимание!** Следите за состоянием обследуемого, после этого теста возможно головокружение. Повторение теста не предусмотрено.

При анализе выделяют основные нарушения функции внешнего дыхания (см. с. 107).

#### **РАБОТА № 4. Расчет коэффициента вентиляции легких**

**Необходимы:** результаты определения легочных объемов.

**Учебно-исследовательская цель работы:** рассчитать коэффициент легочной вентиляции, определить его зависимость от глубины дыхания.

##### **Ход работы**

1. Коэффициент вентиляции легких (КВ) показывает, какая часть альвеолярного воздуха (сумма резервного и остаточного) заменяется во время одного дыхательного цикла. Рассчитать КВ по формуле

$$КВ = \frac{\text{Дыхательный объем} - \text{объем мертвого пространства}}{\text{остаточный объем} + \text{резервный объем вдоха}}.$$

2. 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**

**Необходимы:** пневмотахометр, спирт, вата. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить метод, с помощью которого можно измерить максимальные объемные скорости воздушного потока при форсированном вдохе.

### **Ход работы**

**Краткая теоретическая часть.** 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 срав-

нить данные пневмотахометрии с должной максимальной объемной скоростью потока воздуха при вдохе, вычисленной по формулам:

$$(5,14 \cdot \text{рост, м}) - 4,29 \text{ (для мужчин);}$$

$$(5,27 \cdot \text{рост, м}) - 4,66 \text{ (для женщин).}$$

Абсолютная величина максимальной объемной скорости потока воздуха при вдохе определяется в процентах к должной величине (норма отклонения  $\pm 20\%$ ).

## **РАБОТА № 6. Количественная оценка максимальной объемной скорости потока воздуха (МОСП) при выдохе**

**Необходимы:** пневмотахометр, спирт, вата. Объект исследования – человек.

**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:

$$(2,93 - (0,007 \cdot \text{возраст, годы})) \cdot \text{рост, м (для мужчин);}$$

$$(3,95 - (0,015 \cdot \text{возраст, годы})) \cdot \text{рост, м (для женщин).}$$

Абсолютная величина максимальной объемной скорости потока воздуха при выдохе определяется в процентах к должной величине (норма отклонения  $\pm 20\%$ ). 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**

**Необходимы:** 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

$$\text{СДП} = \frac{Д}{\text{МОСП}},$$

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  $\pm 20\%$ ).

## **РАБОТА № 8. Виртуальный физиологический эксперимент**

**Необходимы:** персональный компьютер, программа LuPraFiSim (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. Каково 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 рН в кислую сторону?

### ***Тестовые задания***

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ПРОЦЕСС ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПУТЕМ
    - 1) периодических изменений объема грудной клетки
    - 2) поступления воздуха в воздухоносные пути
    - 3) входа воздуха из воздухоносных путей
  2. УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЕМА ГРУДНОЙ ПОЛОСТИ ПРИ СПОКОЙНОМ ДЫХАНИИ ПРОИСХОДИТ ЗА СЧЕТ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ
    - 1) наружных межреберных, межхрящевых и диафрагмы
    - 2) внутренних межреберных и диафрагмы
    - 3) наружных межхрящевых и мышц брюшной стенки
  3. ВЫДОХ ПРИ СПОКОЙНОМ ДЫХАНИИ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ
    - 1) активно
    - 2) пассивно
  4. ЭЛАСТИЧЕСКАЯ ТЯГА ЛЕГКИХ НЕ ОБУСЛОВЛЕНА
    - 1) тонусом бронхиальных мышц
    - 2) упругостью ткани альвеол вследствие наличия в них эластических волокон
    - 3) поверхностным натяжением пленки сурфактанта в альвеолах
    - 4) гипоксией
  5. КИСЛОРОД ОТ ЛЕГКИХ К ТКАНЯМ ТРАНСПОРТИРУЕТСЯ
    - 1) в виде растворенного газа
    - 2) в виде оксигемоглобина
- 3) в основном в связанном с гемоглобином виде и лишь менее 1% в растворе

### ***Задачи***

1. Содержание газа в газовой смеси при общем давлении 760 мм рт. ст. составляет 14%. Указать парциальное давление газа.
2. Рост женщины 165 см, возраст 30 лет. Определить ДЖЕЛ.

3. Содержание гемоглобина в крови равно 150 г/л. Чему равна кислородная емкость крови (КЕК)?

4. В грудной полости уменьшилось давление. Как это влияет на кровообращение и почему? В какую фазу дыхательного цикла это происходит?

5. В плазме крови повысилась концентрация углекислоты. Каким образом это повлияет на процесс выделения кислорода из крови?

## **ЗАНЯТИЕ № 2. Регуляция дыхания.**

### **Дыхание при различных состояниях организма**

#### **Учебно-исследовательские цели 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. Автоматия 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,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}^+$ ).

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**

**Необходимы:** секундомер, вата, нашатырный спирт, холодная вода. Объект исследования – человек.

**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 с 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 воду, 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. 4).

Т а б л и ц а 4

Показатель	Нашатырный спирт	Глотание теплой воды	Глотание холодной воды
Число дыхательных движений в минуту			

## **РАБОТА № 2. Зависимость частоты дыхания от возраста и физической нагрузки**

**Необходим:** секундомер (или часы с секундной стрелкой). Объект исследования – человек.

**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. 5).

Т а б л и ц а 5

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

**Необходимы:** спирограф, секундомер. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить функциональные методы исследования дыхательной системы.

#### Ход работы

**Краткая теоретическая часть.** 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 – рестриктивный, 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.

1. *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.

2. *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).

3. *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.

#### **РАБОТА № 4. Виртуальный физиологический эксперимент**

**Необходимы:** компьютер с установленным виртуальным практикумом PhysioEx 6.0 for human physiology (laboratory experiments in physiology).

**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**

**Необходимы:** 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 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  $O_2$  (константа Гюфнера). Зная количество гемоглобина в крови, можно определить кислородную емкость крови:

$$\text{КЕК} = \text{Hb} \cdot 1,34$$

Пример. Если в 100 мл крови содержится 15 г гемоглобина, то кислорода –  $15 \cdot 1,34 = 20$  мл (20 % об).

Определение КЕК важно для характеристики дыхательной функции крови. Средняя КЕК у здорового человека около 18–20 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. Объект исследования – человек.

**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 ( $KиO_2$ ) – это отношение доли кислорода (%), используемой тканями (разности концентрации кислорода в артериальной и венозной крови), к общему содержанию его в артериальной крови, представлен формулой

$$KиO_2 = \frac{100 \cdot (C_{арт} O_2 - C_{вен} O_2)}{C_{арт} O_2}, \text{ где}$$

$C_{арт} O_2$  – концентрация кислорода в артериальной крови,  $C_{вен} O_2$  – концентрация кислорода в венозной крови.

Пример. При обычных состояниях  $C_{арт} O_2 = 20\%$ ,  $C_{вен} O_2 = 12\%$ . Подставляя эти значения в формулу, получаем  $KиO_2 = 40\%$ , то есть тканями здорового человека поглощается от 30– 40% доставляемого им кислорода. При тяжелой мышечной работе  $KиO_2$  способен повышаться до 60–80%. Оценка  $KиO_2$  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 влияет 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. РАССЛАБЛЕНИЮ МЫШЦ БРОНХОВ СПОСОБСТВУЕТ РАЗДРАЖЕНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

- 1) парасимпатической
- 2) симпатической

2. В МЫШЦАХ БРОНХОВ ПРЕОБЛАДАЮТ РЕЦЕПТОРЫ

- 1) альфа-адренорецепторы
- 2) бета-адренорецепторы

3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ ЗАВИСИТ ОТ

- 1) глубины дыхания
- 2) частоты дыхания
- 3) глубины и частоты дыхания

4. ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЕ ДЫХАНИЕ

- 1) учащается и углубляется
- 2) становится частым и поверхностным
- 3) урежается и углубляется
- 4) возникает апноэ

## 5. РЕФЛЕКСЫ ГЕРИНГА – БРЕЙЕРА ВЫЗЫВАЮТСЯ СТИМУЛЯЦИЕЙ

- 1) механорецепторов легких
- 2) аортальных хеморецепторов
- 3) каротидных хеморецепторов
- 4) центральных хеморецепторов

### *Задачи*

1. Спинной мозг перерезан между первым и вторым шейными сегментами. Что произойдет с дыханием?

2. Спинной мозг перерезан между шейным и грудным отделами. Изменится ли дыхание и почему?

3. Известно, что усиление обмена веществ приводит к увеличению минутного объема дыхания. Каков в самых общих чертах механизм этой реакции?

4. Испытуемому поднесли к носу ватку, смоченную нашатырем. Он задержал дыхание, затем закашлялся. Назовите рефлексогенные зоны, с которых возникают данные защитные рефлекс.

5. У экспериментального животного произвели двустороннюю перерезку блуждающих нервов. Какие изменения произойдут на пневмограмме при последующей стимуляции центрального и периферических концов перерезанного вагуса?

## **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. Миславский). 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), рН, 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.

*Раздел VII*  
**ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА**

**ЗАНЯТИЕ № 1. Морфофункциональные показатели работы сердца**

**Учебно-исследовательские цели занятия:**

1. Изучить современные представления о строении сердечно-сосудистой системы, строении сердца и его функционировании.

2. Исследовать внешние проявления деятельности сердца.

3. Научиться определять тоны сердца методом аускультации.

**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 (апекс-кардиография), колебания тела

(баллистокардиография); звуковые: тоны сердца, их происхождение, выслушивание, регистрация (аускультация, фонокардиография). Клиническое значение.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

**Учебные видеофильмы:** «Сердечный цикл», «Физиология сердца».

## Практическая работа

### РАБОТА № 1. Аускультация тонов сердца

**Необходим:** стетофонендоскоп. Объект исследования – человек.

**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**

**Краткая теоретическая часть.** Диагностические методы исследования сердца делятся 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 (лабораторных, инструментальных) следует применить для распознавания или уточнения болезни.

Аускультация (от лат. *ausculto* – 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. Используются фонендоскопы, которые отличаются от стетоскопов тем, что имеют мембрану на воронке (раструбе).

### *Правила аускультации*

А. 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.

Б. Во время аускультации пациент стоит или сидит на стуле.

В. 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.

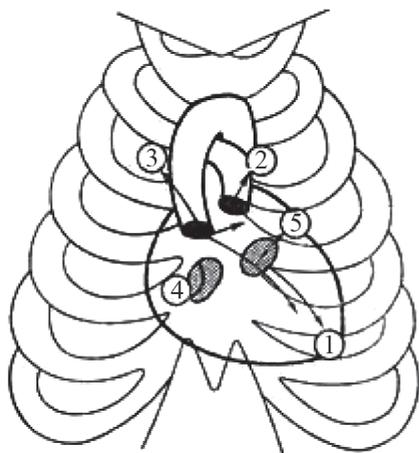
Г. Во время выслушивания стетоскопом нужно плотно всей окружностью прижать его к коже обследуемого, но не оказывать очень большого давления, иначе произойдет ослабление вибрации ткани в зоне прилегания стетоскопа, вследствие чего также становятся тише и выслушиваемые звуки. Стетоскоп исследователь плотно удерживает двумя пальцами.

*Тоны сердца и их характеристика.* Во время деятельности сердца возникают звуковые явления, которые называются сердечными тонами. У здоровых людей при аускультации сердца хорошо выслушиваются два тона:

– I тон (систолический) возникает во время систолы после длинной паузы. По характеру I тон более продолжительный и низкий, чем II.

– II тон (диастолический) образуется во время диастолы после короткой паузы. В отличие от I 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 тонов, а также от особенностей проведения звука к грудной стенке. Поэтому для правильной оценки данных аускультации нужно знать точки наилучшего выслушивания звуковых явлений, исходящих из того или иного клапана (рис. 8).



*Рис. 8.* 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

*Точки наилучшего выслушивания:*

- а) для митрального клапана – область верхушечного толчка;
- б) для трехстворчатого клапана – нижний конец грудины у основания ее мечевидного отростка;
- в) место наилучшего выслушивания клапана легочного ствола совпадает с его истинной проекцией, то есть располагается во втором межреберье слева от грудины;
- г) клапан аорты лучше выслушивается во втором межреберье справа от грудины;
- д) кроме перечисленных точек звуковые явления, связанные с деятельностью аортального клапана или возникающие при его поражениях, выявляются при аускультации слева у грудины, в месте прикрепления.

1. Провести аускультацию сердца в соответствии с правилами.
2. Подготовить отчет о проделанной лабораторной работе: составьте таблицу «Места наилучшего выслушивания тонов сердца и их звуковая характеристика».

3. Нарисовать в тетради проекции сердечных клапанов и места их наилучшего выслушивания на передней поверхности грудной клетки.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Отделы сердца.
2. Клапаны сердца.
3. Для чего необходимы клапаны в сердце?
4. По каким сосудам поступает кровь в левое и правое предсердие?
5. В какой сосуд выбрасывается кровь из правого желудочка?
6. В какой сосуд выбрасывается кровь из левого желудочка?
7. Методы определения границ сердца.
8. Из каких фаз складывается цикл сердечной деятельности?
9. Что называют систолой и диастолой?
10. Что называется протодиастолическим периодом?
11. Из каких фаз складывается систола желудочков?
12. Какова продолжительность одного сердечного цикла?
13. Какова продолжительность фазы быстрого изгнания крови из желудочка?
14. В какую фазу систолы начинается изгнание крови желудочками?
15. Какова в среднем частота сокращений сердца человека в покое?
16. В какой последовательности сокращаются отделы сердца?
17. В каком режиме сокращается мышца сердца во время фазы изгнания?
18. В каком режиме сокращается мышца сердца во время фазы напряжения?
19. Какой величины достигает давление в правом желудочке во время его систолы в покое?
20. Какой величины достигает давление в левом желудочке во время его систолы в покое?
21. Какое давление развивается в предсердиях во время их систолы?
22. Что происходит в сердце во время общей паузы?

23. Какое количество крови (%) притекает в желудочки сердца во время общей паузы и какое количество нагнетается в них во время систолы предсердий?

24. Что называется минутным объемом сердца, как его можно определить?

25. В какую фазу сердечного цикла захлопываются атриовентрикулярные клапаны?

26. В какую фазу сокращения сердца открываются полулунные клапаны?

27. Внешние проявления деятельности сердца.

28. Что такое тоны сердца? Какое значение для клиники имеет выслушивание тонов сердца?

29. Основные тоны сердца. Каковы причины их возникновения?

30. Когда может возникнуть диастолический шум?

31. Места наилучшего выслушивания двухстворчатого, трехстворчатого, аортального клапанов и клапана легочной артерии.

32. Как называется метод графической регистрации тонов сердца?

33. 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. ПРИЧИНОЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ I ТОНА СЕРДЦА ЯВЛЯЮТСЯ ЗВУКОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ

- 1) закрытия полулунных клапанов, закрытия атриовентрикулярных клапанов, вибрации стенки аорты
- 2) вибрации при сокращении миокарда, открытия митрального клапана, закрытия атриовентрикулярных клапанов, сосудистого шума
- 3) вибрации стенок сердца при сокращении миокарда, закрытия атриовентрикулярных клапанов, открытия полулунных клапанов, сосудистого шума
- 4) закрытия полулунных клапанов, открытия атриовентрикулярных клапанов, вибрации стенок сердца при расслаблении миокарда, сосудистого шума

#### 5. ОДНОСТОРОННЕЕ ДВИЖЕНИЕ КРОВИ В СИСТОЛУ ПРЕДСЕРДИЙ ОБУСЛОВЛЕНО

- 1) клапанным аппаратом вен
- 2) створчатыми клапанами
- 3) последовательностью сокращения мышц предсердий, обеспечивающих пережатие устья полых вен

#### *Задачи*

1. За 10 мин человек поглотил 5600 мл кислорода. Определение количества кислорода в крови показало, что в артериальной крови оно равно 200 мл/л, а в венозной – 120 мл/л. Определите ударный объем сердца, если частота сердцебиений 75 в минуту.

2. Минутный объем сердца – 7500 мл. Артерио-венозная разница по кислороду составляет 80 мл. Сколько кислорода поглощает организм в таких условиях за 1 ч?

3. Частота сердцебиений у человека увеличилась в 1,5 раза. Как при этом изменятся ударный объем сердца и длительность фазы медленного наполнения кровью желудочков?

4. До выполнения работы при ЧСС 70 ударов в минуту МОК составлял 5 л. Чему будет равен МОК, если во время работы ударный объем сердца (УОС) увеличится на 20%, а частота сердечбиений – на 100%?

5. При зондировании левого сердца больного человека в один из моментов сердечного цикла было зарегистрировано давление в левом желудочке 125 мм. В какую фазу это было?

## **ЗАНЯТИЕ № 2. Основные физиологические свойства сердечной мышцы**

### **Учебно-исследовательские цели 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 миоцитов проводящей системы. Природа автоматии миоцитов.

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».

### Практическая работа

#### **РАБОТА № 1. Регистрация электрокардиограммы в стандартных отведениях**

**Необходимы:** кушетка, электрокардиограф любого типа, электродный гель (паста), марлевые салфетки. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** научиться регистрировать ЭКГ.

#### **Ход работы**

**Краткая теоретическая часть.** 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. Убедиться в том, что ручка усилителя находится в крайнем левом положении (усилитель выключен). Включить прибор в сеть.

2. Наложить электроды, нанося на них специальную электропроводную пасту. Электроды наложить на запястья обеих рук и на нижнюю поверхность голени обеих ног.

3. Соединить испытуемого с электрокардиографом (красный электрод – правая рука, желтый – левая рука, зеленый – левая нога, черный – правая нога).

4. С помощью калибратора установить нужное усиление прибора. Обычно пользуются усилением, при котором 1 мВ соответствует 1 см по вертикали. Установить необходимую скорость протяжки ленты (25 мм/с, 50 или 75 мм/с; обычно 50 мм/с).

5. Установить переключатель отведений в положение I. Это I отведение: «правая рука – левая рука». С помощью кнопки включить лентопротяжный механизм и произвести запись ЭКГ в течение нескольких сердечных циклов (минимум трех).

6. Повторить те же операции при положениях переключателя отведений II (II отведение: «правая рука – левая нога») и III (III отведение: «левая рука – левая нога»). При необходимости записывают и другие отведения (так называемые усиленные) – aVR, aVL, aVF. При наличии многоканального прибора все эти отведения могут быть зарегистрированы одновременно.

7. Выключить прибор. Снять с конечностей пациента электроды.

8. Подготовить отчет о работе. В отчете необходимо нарисовать места наложения электродов и указать, какого цвета электроды накладываются на правую и левую руку, правую и левую ногу. На рисунке соединить линиями разного цвета электроды, образующие I, II и III стандартные отведения.

## **РАБОТА № 2. Проведение электрокардиограммы и заключение о физиологическом состоянии сердечной мышцы**

**Необходима:** записанная электрокардиограмма.

**Учебно-исследовательская цель работы:** научиться анализировать электрокардиограмму.

### **Ход работы**

1. Анализ кривой ЭКГ. При оценке ЭКГ необходимо:

– убедиться в отсутствии помех на ЭКГ. Они могут быть вызваны наведенными токами, плохим контактом электродов с кожей, мышечным тремором и т.д. Если помехи значительны, запись ЭКГ необходимо повторить;

– определить амплитуду калибровочного сигнала, равного 1 мВ. Она должна соответствовать 1 см. В дальнейшем при подсчете вольтажа зубцов пользуйтесь формулой  $V = A/n$ , где  $V$  – вольтаж зубца, мВ;  $A$  – амплитуда зубца, мм;  $n$  – амплитуда калибровочного сигнала, мм;

– проверить скорость движения бумажной ленты. Обычно она составляет 50 мм/с. В дальнейшем расчет длительности интервалов зубцов проводится по формуле  $T = M/V$ , где  $T$  – длительность интервала или зубца, с;  $M$  – продолжительность интервала или зубца, мм;  $V$  – скорость движения ленты, мм/с.

2. Ритмичность сердечных сокращений. Характеризуется постоянством продолжительности сердечных циклов (интервалов RR). Для ее оценки необходимо измерить не менее пяти интервалов RR (расстояние между верхушками зубцов двух последовательных сердечных циклов) и рассчитать среднюю продолжительность одного цикла. Если продолжительность каждого из взятых циклов не отличается от среднего значения более чем на 10%, то ритм считается правильным. При большем отклонении делают вывод о неправильном ритме или аритмии.

3. Частота сердечных сокращений характеризуется числом сердечных сокращений в минуту. Для ее определения необходимо среднюю продолжительность одного сердечного цикла (время интервала RR), выраженную в секундах, подставить в формулу  $ЧСС = 60/RR$ .

В норме при ЧСС 60–80 уд./мин делают вывод о нормокардии, замедление ЧСС (менее 60 уд./мин) называется брадикардией, ускорение ЧСС (более 80 уд./мин) – тахикардией.

4. Измерить продолжительность интервалов, сегментов и зубцов ЭКГ. Интервал PQ измеряется от начала зубца P до начала зубца Q. В норме он составляет 0,12–0,20 с у взрослых и 0,10–0,13 с – у детей.

Длительность зубца P в норме: восходящая часть не более 0,05 с, нисходящая не более 0,05 с.

Сегмент PQ измеряется от конца зубца P до начала зубца Q. В норме он равен не более 0,1 с.

Комплекс QRS измеряется от начала зубца Q до конца зубца S. В норме составляет 0,06–0,1 с.

Сегмент RS-T (отрезок от конца комплекса QRS до начала зубца T) указывает на то, что миокард желудочков полностью охвачен возбуждением.

Зубец Т соответствует процессам реполяризации желудочков. По форме Т напоминает треугольник с закругленной вершиной. Продолжительность Т 0,16–0,24 с.

Интервал QT (электрическая систола желудочков) измеряется от начала комплекса QRS до окончания зубца Т. В норме должен продолжаться для мужчин  $0,37 \cdot \sqrt{RR}$ , с; а для женщин  $0,4 \cdot \sqrt{RR}$ , с (формула Базетта).

5. Вольтаж зубцов. Измерить амплитуду зубцов ЭКГ в выбранном отведении. Амплитуда измеряется от изоэлектрической линии до вершины зубца. Рассчитать вольтаж зубцов. На нормальной ЭКГ вольтаж зубцов наибольший во II отведении, он колеблется в диапазоне Р – 0,05–0,3 мВ; Q – 0,05–0,3 мВ; R – 0,6–2,0 мВ; S – 0,05–2,0 мВ; T – 0,2–0,6 мВ.

При анализе амплитуды зубцов ЭКГ важно сделать заключение о соотношении наиболее высоких зубцов в разных отведениях, так как по этому показателю можно судить о положении сердца (электрической оси сердца) в грудной клетке. В частности, при отклонении электрической оси вправо фиксируется правограмма, при которой наблюдается глубокий S в I отведении и высокий R в III отведении. При нормограмме амплитуда зубца R – наибольшая во II отведении, а при левограмме наблюдается высокий R в I и глубокий S в III отведении. Анализируя ЭКГ, также обращают внимание на изменение положения сегментов и интервалов относительно изолинии (подъем, опускание, наклоны).

6. Дать заключение об автоматии по результатам анализа правильности ритма сердца, частоты сердечных сокращений, локализации водителя ритма.

Локализация водителя ритма определяется по последовательности и направлению зубцов ЭКГ с учетом ЧСС. Локализация водителя ритма в синоатриальном узле характеризуется правильным расположением и направлением зубцов ЭКГ. При этом во II стандартном отведении зубцы P должны быть положительными и каждый раз предшествовать комплексу QRS. Кроме того, зубец P в одном и том же отведении должен быть постоянно одинаковой формы. Такой ритм будет называться синусовым.

При локализации пейсмекера в атриовентрикулярном узле ЧСС будет 40–60 уд./мин, зубец Р отрицательным и располагаться перед или после комплекса QRS, либо не определяться вовсе. Такой ритм называется атриовентрикулярным.

Если водителями ритма являются центры автоматии третьего порядка (пучок Гиса), то частота сокращений сердца будет менее 40 уд./мин. При этом определяются расширенные и деформированные комплексы QRS вследствие необычного распространения возбуждения. Отсутствует закономерная связь комплекса QRS и зубца Р: желудочки возбуждаются в своем медленном ритме, а предсердия в своем обычном ритме, источником которого продолжает оставаться синоатриальный узел. Ритм, обладающий такими характеристиками, называется желудочковым (идиовентрикулярным).

7. Дать заключение о проведении возбуждения по сердечной мышце. Заключение состоит из двух частей: заключение о положении электрической оси сердца и о функциональной целостности проводящей системы сердца.

Заключение о положении электрической оси сердца делается при сравнении амплитуд зубцов R в трех стандартных отведениях ЭКГ. Иногда при этом учитывается и зубец S в I и III отведениях (см. выше). В норме электрическая ось сердца совпадает с анатомической. На ЭКГ это отражается соотношением зубцов  $R_2 > R_1 > R_3$ , которое называется нормограммой.

При отклонении электрической оси вправо на ЭКГ определяется правограмма, для которой характерно соотношение  $R_3 > R_2 > R_1$ . Правограмма говорит о вертикальном анатомическом смещении оси сердца или о нарушении проведения возбуждения по правому желудочку. При отклонении электрической оси сердца влево на ЭКГ определяется левограмма, для которой характерно соотношение  $R_1 > R_2 > R_3$ . Левограмма свидетельствует о горизонтальном анатомическом смещении оси сердца или о нарушении проведения возбуждения по левому желудочку. Заключение о функциональной целостности проводящей системы сердца делают на основании анализа продолжительности зубцов и интервалов на ЭКГ.

Нарушение проведения возбуждения по предсердиям характеризуется удлинением и нарушением формы зубца Р: восходящей части – для правого предсердия и нисходящей – для левого.

Частичная атриовентрикулярная блокада характеризуется удлинением сегмента PQ, а при углублении степени блокады могут наблюдаться выпадения отдельных желудочковых комплексов. При полной атриовентрикулярной блокаде предсердия сокращаются в своем ритме, а желудочки – в своем. В результате зубцы Р и комплексы QRS на ЭКГ не связаны друг с другом.

Нарушение проведения возбуждения в желудочках (склероз, ишемия, инфаркт миокарда) характеризуются расширением комплекса QRS и смещением сегмента ST выше или ниже изолинии более, чем на 1 мм.

#### *Заключение по ЭКГ*

Ритм правильный (синусовая, атриовентрикулярная аритмия, лево- или правожелудочковая), синусовый (атриовентрикулярный, желудочковый). ЧСС – 70 уд./мин, нормокардия (тахикардия, брадикардия). Нормограмма (правограмма, левограмма). Проводимость не нарушена (блокада, нарушение проводимости с указанием локализации).

Пример. 1. Ритм правильный, атриовентрикулярный, 45 уд./мин, брадикардия. Левограмма. Нарушение проведения возбуждения по правому предсердию. 2. Синусовая аритмия, 125 уд./мин, тахикардия. Правограмма. Нарушение проведения по желудочкам.

#### **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 возбудительная 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 абсолютной 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. ЗУБЕЦ Т НА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЕ ОТРАЖАЕТ
  - 1) возбуждение в желудочках
  - 2) возбуждение предсердий
  - 3) реполяризацию в желудочках

2. РАЗВИТИЕ ФАЗЫ ПЛАТО ПД КАРДИОМИОЦИТА ОБУСЛОВЛЕНО ТОКОМ ВНУТРЬ КЛЕТКИ ИОНОВ

- 1)  $\text{Na}^+$
- 2)  $\text{K}^+$
- 3)  $\text{Ca}^{2+}$
- 4)  $\text{Cl}^-$

3. 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

4. ИМПУЛЬСЫ В АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНОМ УЗЛЕ МОГУТ ВОЗНИКАТЬ С ЧАСТОТОЙ

- 1) 40–50 в минуту
- 2) 70–80 в минуту
- 3) 30–40 в минуту
- 4) 10–20 в минуту
- 5) 120 в минуту

5. В СТАНДАРТНОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЕ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ОТВЕДЕНИЯ  $V_1$  ЭЛЕКТРОД ПОМЕЩАЕТСЯ

- 1) в четвертое межреберье по правому краю грудины
- 2) в четвертое межреберье по левому краю грудины
- 3) на уровне пятого ребра по левой срединно-ключичной линии

*Задачи*

1. Время проведения возбуждения от предсердий к желудочкам возросло в 1,5 раза. Какие изменения на ЭКГ обнаруживаются при этом? Как называется это явление?

2. Амплитуда зубца R у взрослого человека на ЭКГ самая большая в I отведении, а зубца S – в III. Что это значит?

3. Амплитуда зубца R на ЭКГ самая большая в III отведении, а зубца S – в I отведении. О чем говорит такая электрокардиограмма?

4. Мембранный потенциал пейсмекерной клетки сердца увеличился на 10 мВ. Как изменится при этом частота генерации автоматических импульсов?

5. У больного наблюдается внеочередное сокращение сердца, после которого идет компенсаторная пауза длительностью около 0,7 с. В какой части сердечной мышцы находится патологический очаг, который является причиной наблюдаемой экстрасистолы?

### **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 (рефлекс Данини – Ашнера, Гольца). Роль коры головного мозга и гипоталамуса в регуляции сердечной деятельности.
6. Гуморальные влияния на сердечную деятельность.

### **Практическая работа**

#### **РАБОТА № 1. Рефлекторные влияния на сердце от экстеро- и интерорецепторов**

**Необходимы:** секундомер, стерильные салфетки, кушетка. Объект исследования – человек.

**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 замедляется. 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 надавить 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 (соляренный) 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 тоне 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 грудинно-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 вышперечисленных 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)

**Необходимы:** кушетка, сфигмоманометр, стетофонендоскоп. Объект исследования – человек.

**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

$$\text{ВИК} = \left(1 - \frac{\text{ДАД}}{\text{ЧСС}}\right) \cdot 100,$$

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.

2. 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.

3. Ортостатическая *проба Мартина* – переход испытуемого из горизонтального положения в вертикальное в норме вызывает учащение пульса на 10–12 ударов в минуту.

4. Ортоклиностатическая *проба Шелонга*. 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 1-й мин пребывания в измененном положении.

Определить возбудимость центров симпатической иннервации по степени учащения пульса на 1-й мин смены положения. Степень учащения пульса выражается процентным отношением прироста пульса к исходному, представлена в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

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

5. *Проба Руфье* с приседаниями. Исследуемый находится в положении стоя 5 мин. За 15 с подсчитать пульс (P1). После выполнения физической нагрузки (30 приседаний за 1 мин) повторно подсчитать пульс за первые 15 сек (P2) и за последние 15 с (P3) 1-й мин восстановления. При подсчете исследуемый должен спокойно стоять. Вычисляемый показатель сердечной деятельности (ПСД) отражает работоспособность сердца и является критерием оптимальности вегетативного обеспечения физической нагрузки:

$$\text{ПСД} = \frac{(P1 + P2 + P3) - 200}{10}.$$

ПСД < 5 – отличный результат; 5 > ПСД < 10 – хороший; 10 > ПСД < 15 – удовлетворительный.

### **РАБОТА № 3. Виртуальный физиологический эксперимент**

**Необходимы:** персональный компьютер, программа LuPraFiSim (раздел «Физиология сердца»).

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить воздействие электрических стимулов, медикаментов, химических медиаторов и возбуждения блуждающего нерва на сердечную деятельность.

### **Ход работы**

1. Воздействие электрических стимулов на сердечную деятельность.
2. Воздействие медикаментов и химических медиаторов на деятельность сердца.
3. Воздействие возбуждения блуждающего нерва на сердечную деятельность.
4. Наложение лигатур Станниуса.

### ***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 обуславливают 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 деполаризации 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. СИНХРОННОЕ СОКРАЩЕНИЕ КАРДИОМИОЦИТОВ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ

- 1) внутриклеточной регуляцией
- 2) внутрисердечным периферическим рефлексом
- 3) межклеточным взаимодействием

2. УСИЛЕНИЕ СОКРАЩЕНИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ РАСТЯЖЕНИИ СТЕНОК ПРАВОГО ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ

- 1) внутрисердечным периферическим рефлексом
- 2) внутриклеточной регуляцией
- 3) межклеточным взаимодействием

3. ЗАКОН ФРАНКА – СТАРЛИНГА ПРОЯВЛЯЕТСЯ ПРИ

- 1) минимальном растяжении сердечной мышцы
- 2) растяжении мышцы, не превышающем ее физиологические возможности (на 30% больше исходной длины)
- 3) растяжении мышцы на 50–60 % от исходной длины

4. МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ФЕНОМЕНА ЛЕСТНИЦЫ БОУДИЧА И ЭФФЕКТА АНРЕПА ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В

- 1) накоплении ионов калия вблизи миофибрилл
- 2) накоплении ионов кальция вблизи миофибрилл
- 3) дефиците ионов кальция в саркоплазматическом ретикуле

5. В ОКОНЧАНИЯХ БЛУЖДАЮЩЕГО НЕРВА, ИННЕРВИРУЮЩЕГО СЕРДЦЕ, КАК ПРАВИЛО, ВЫДЕЛЯЕТСЯ

- 1) адреналин

- 2) серотонин
- 3) ацетилхолин
- 4) глицин

### ***Задачи***

1. Яд, содержащийся в некоторых видах грибов, резко укорачивает абсолютный рефрактерный период сердца. Может ли отравление этими грибами привести к смерти? Почему?
2. Венозный приток увеличился на 10 мл. Как изменится в этом случае ударный объем сердца? Почему?
3. У животного перерезаны блуждающие и симпатические нервы, идущие к сердцу. Венозный приток крови увеличился в 1,5 раза. Изменится ли в этих условиях работа сердца и почему?
4. Из раны на шее животного выступает конец вагуса. Можно ли определить, центральный это конец, или периферический?
5. Если приток крови в предсердия существенно возрастает, и в них повышается давление, то происходит рефлекторное повышение образования мочи. В чем физиологический смысл этой реакции?

## **ЗАНЯТИЕ № 4. Сосуды. Регуляция тонуса сосудов.**

### **Параметры гемодинамики и методы их определения**

#### **Учебно-исследовательские цели 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 использование их 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, обуславливающие 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 кровяного давления».

## Практическая работа

### **РАБОТА № 1. Измерение артериального давления у человека**

**Необходимы:** сфигмоманометр (тонометр), стетофонендоскоп. Объект исследования – человек.

**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. Роль клапанов в движении крови по венам**

Объект исследования – человек.

**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 № 3. Расчет минутного объема крови в покое и после физической нагрузки**

**Необходимы:** сфигмоманометр (тонометр), стетофонендоскоп. Объект исследования – человек.

### **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 CO – систолический объем, ЧСС – частота сердечных сокращений за 1 мин.

Для определения систолического объема использовать формулу Старра

$$CO = 100 + 0,5 \text{ ПДА} - 0,6 (\text{ДД} + \text{В}),$$

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 табл. 7.

Т а б л и ц а 7

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		

8. Проанализировать полученные данные и сделать выводы.

Как изменятся показатели после нагрузки?

### РАБОТА № 4. Расчет общего периферического сопротивления сосудов

**Необходимы:** сфигмоманометр (тонометр), стетофонендоскоп. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** научиться рассчитывать общее периферическое сопротивление сосудов.

**Ход работы**

1. Расчет общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС) произвести по формуле Пуазейля

$$\text{ОПСС} = \frac{\text{СДД} \cdot 1333 \cdot 60}{\text{МОК}},$$

где МОК = Q, СДД – среднединамическое давление. СДД вычисляется по формуле  $\text{СДД} = 1/2\text{ПДА} + \text{ДД}$ .

2. Полученный результат сравнить с нормальной величиной периферического сопротивления, равной 1200–1500 дин · с · см<sup>-5</sup>.

**РАБОТА № 5. Виртуальный физиологический эксперимент**

**Необходимы:** персональный компьютер, программа LuPraFiSim (раздел «Кровеносные сосуды»).

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить влияние реологических свойств жидкости, нервных и гуморальных воздействий на артериальное давление.

**Ход работы**

1. Влияние давления и вязкости жидкости, а также радиуса и длины сосуда на движение жидкости по сосуду.

2. Влияние минутного сердечного выброса, периферического сопротивления и эластичности сосудов на артериальное давление.

3. Воздействие адреналина, ацетилхолина, атропина и адреналина на основе атропина на артериальное давление.

4. Измерение артериального давления по методу Короткова.

**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 вазодилаторами?
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 вазодилаторы.
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. ОСНОВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТОКУ КРОВИ ВОЗНИКАЕТ В

- 1) венах
- 2) артериях и венах
- 3) артериолах
- 4) капиллярах

## 3. КРОВЬ ДЕПОНИРУЕТСЯ В

- 1) венах
- 2) артериях и венах
- 3) артериолах
- 4) капиллярах

## 4. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ МЕЖДУ КРОВЬЮ И ТКАНЯМИ ПРОИСХОДИТ В

- 1) венах
- 2) артериях и венах
- 3) артериолах
- 4) капиллярах

## 5. СИСТОЛИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ НАЗЫВАЮТ

- 1) максимальное давление крови в артериях при сокращении желудочков
- 2) максимальное давление крови в артериях при сокращении левого желудочка
- 3) минимальное давление крови в артериях при расслаблении левого желудочка
- 4) максимальное давление крови в сердце

### *Задачи*

1. Среднее АД равно 100 мм. Рассчитайте величину сопротивления сосудистой стенки, если частота сердечных сокращений равна 70 в минуту, а ударный объем сердца 74 мл.

2. Определите линейную скорость движения крови в капиллярах артерии А, если в ней самой она равна 25 см/с, а просвет капиллярной сети в 1000 раз больше просвета артерии.

3. Человек находится в затонувшей подводной лодке уже несколько часов. Системы жизнеобеспечения разрушены. Какие изменения работы сердца и АД следует ожидать у такого человека?

4. На месте действия горчичника появляется гиперемия – покраснение кожи. Объясните механизм гиперемии.

5. Если змею долго держать в вертикальном положении головой вверх, то через несколько часов она погибает. Почему?

## **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. Гетерометрические (закон Франка – Старлинга) и гомеометрические (эффект Анрепа, феномен лестницы Боулдича) 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, обуславливающие 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, обуславливающие 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.

## *Раздел VIII*

# **ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ, ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ**

### **ЗАНЯТИЕ № 1. Пищеварение в полости рта и желудке**

#### **Учебно-исследовательские цели 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. Определить роль ротовой полости, пищевода, желудка в процессах пищеварения.

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Понятие о пищеварении. Типы пищеварения. Функции пищеварительной системы.
2. Физиологические механизмы секреции.
3. Пищеварение в полости рта. Механическая и химическая обработка пищи. Жевание, его особенность в связи с видом пищи. Регуляция жевания.
4. Слюноотделение. Количество и состав слюны. Ее значение в пищеварении. Регуляция слюноотделения.
5. Глотание и его фазы. Транспортная функция пищевода.
6. Пищеварение в желудке. Состав и свойства желудочного сока. Методы изучения секреторной функции желудка у животных и человека.

7. Регуляция желудочной секреции, фазы и механизмы отделения желудочного сока. Приспособительный характер желудочной секреции к видам пищи и пищевым рационам.

8. Виды сокращений желудка. Нейрогуморальная регуляция моторики желудка.

9. Эвакуация пищи из желудка в 12-перстную кишку.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

**Учебные видеофильмы:** «Физиология и анатомия пищеварения», «Путешествие по пищеварительной системе», «Методы операций на ЖКТ».

## Практическая работа

### **РАБОТА № 1. Исследование амилалитической активности слюны в состоянии голода и сенсорного насыщения**

**Необходимы:** кусок накрахмаленной ткани (величиной с ладонь), чашка Петри, деревянные палочки с намотанными кусочками ваты, два штатива для пробирок, 16 пробирок, два шприца объемом 2 мл, дистиллированная вода, 0,1%-й раствор крахмала, термостат, 0,1%-й раствор йода.

**Учебно-исследовательская цель работы:** убедиться в амилалитической активности слюны при разных физиологических состояниях.

#### **Ход работы**

1. Смочить вату слюной и написать ею букву в середине кусочка накрахмаленной ткани, зажать ткань между ладонями на 2–3 мин, затем опустить ее в слабый раствор йода и пронаблюдать за окраской.

2. Приготовить два штатива для пробирок по восемь штук в каждом и поместить в них по 1 мл воды.

3. В первую пробирку первого штатива добавить 1 мл разведенной в 10 раз слюны испытуемого в состоянии голода (не менее 4 ч после последнего приема пищи). Содержимое перемешать. Набрать 1 мл жидкости из первой пробирки и перенести во вторую

пробирку. Содержимое перемешать и 1 мл перенести в следующую пробирку и далее до восьмой пробирки. Из восьмой пробирки отобрать и вылить 1 мл жидкости.

4. После этого во все пробирки внести по 2 мл 0,1%-го раствора крахмала и поставить на 30 мин в термостат. Затем добавить по одной капле 0,1%-го раствора йода и перемешать. 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. Отметить номер последней пробирки с желтой окраской, где гидролиз крахмала прошел полностью. Результаты занести в табл. 8. Те же операции повторить со слюной, полученной в состоянии сенсорного насыщения (сразу после приема пищи), в восьми пробирках второго штатива.

5. Полученные результаты внести в тетрадь протоколов опытов и заполнить таблицу амилалитической активности слюны человека в состоянии голода и сенсорного насыщения. Для оценки активности альфа-амилазы используйте знаки «+» и «-». Знаком «+» обозначить активность слюны, знаком «-» – ее неактивное состояние. В отчете объяснить различную окраску накрахмаленной ткани; сравнить амилалитическую активность слюны у сытого и голодного испытуемых. Объяснить наблюдаемые различия и их механизмы.

Т а б л и ц а 8

**Амилалитическая активность слюны у человека в состояниях голода и сенсорного насыщения**

№ пробирки	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 № 2. Определение кислотности желудочного сока**

**Необходимы:** две бюретки по 25 мл, две маленькие воронки, химический стаканчик, натуральный желудочный сок, 0,1 Н раствор щелочи, 0,5%-й спиртовой раствор диметиламиноазобензола, 1%-й спиртовой раствор фенолфталеина.

**Учебно-исследовательская цель работы:** ознакомиться с методикой определения кислотности желудочного сока по методу Михаэлиса, определить свободную и общую кислотность исследуемого желудочного сока.

### **Ход работы**

**Краткая теоретическая часть.** Соляная кислота находится в свободном и связанном состоянии. Общая кислотность соответствует свободной кислотности соляной кислоты и связанной кислотности: органические кислоты и кислореагирующие соли. Одним из методов определения кислотности желудка является титрационный метод, впервые предложенный Михаэлисом.

Кислотность желудочного сока принято выражать количеством 0,1 Н раствора едкого натрия (мл), 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 бюретки к работе: одну 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%-го спиртового раствора диметиламиноазобензола (метилового оранжевого). Последний в присутствии свободной соляной кислоты окрашивает сок в красный цвет. Титровать щелочью следует до оранжево-красного цвета желудочного сока, не исчезающего в течение 1 мин. Отметить количество щелочи (мл), израсходованной на нейтрализацию свободной соляной кислоты.

3. Затем в этот же желудочный сок добавить 1–2 капли 1%-го спиртового раствора фенолфталеина и титровать его 0,1 Н раствором едкого натрия до появления малинового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Фенолфталеин в щелочной среде дает фуксин-красную окраску. Отметить количество раствора едкого натрия, которое пошло на второе титрование.

4. Вычислить количество свободной соляной кислоты 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 натрия, тогда на 100 мл пошло бы 50 мл, что и составляет величину общей кислотности.

5. Вычислить содержание свободной кислоты в граммах, зная, что 1,0 мл 0,1 Н раствора едкого натрия нейтрализует 1,0 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; построить часовые кривые желудочного сокоотделения на хлеб, мясо и молоко и провести их анализ.

### **РАБОТА № 3. Виртуальный физиологический эксперимент**

**Необходимы:** персональный компьютер, программа LuPraFi-Sim (раздел «Физиология пищеварительной системы»).

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить субстратную специфичность амилазы слюны и влияние рН на действие пепсина.

#### **Ход работы**

1. Субстратная специфичность амилазы слюны.
2. Влияние уровня рН на действие пепсина.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Основные функции пищеварительной системы.
2. Чем обусловлено бактерицидное действие слюны?
3. Назовите основной пищеварительный фермент слюны.
4. Чем отличается слюна околоушной железы от слюны подчелюстной и подъязычной желез?

5. Какие процессы, относящиеся к пищеварению, происходят в ротовой полости?

6. Каков механизм регуляции деятельности слюнных желез?

7. Какой отдел ЦНС посылает симпатические волокна к слюнным железам?

8. Как влияют на состав слюны симпатические и парасимпатические нервы?

9. Как реагируют слюнные железы на отвергаемые вещества, попадающие в полость рта?

10. Где находится центр слюноотделения?

11. Когда возникает вторая фаза акта глотания?

12. Является ли акт глотания произвольным?

13. Как классифицируют ферменты желудочного сока по виду перевариваемых пищевых веществ?

14. Какие ферменты вызывают гидролиз белка в желудке?

15. Чем активируется пепсиноген?

16. Как называются клетки, секретирующие соляную кислоту в желудке?

17. Какой фермент продолжает расщеплять углеводы в желудке?

18. Какими показателями характеризуют величину кислотности желудочного сока?

19. Какое вещество вырабатывается главными клетками желудочных желез?

20. На какие пищевые вещества действует пепсин и до каких конечных продуктов их расщепляет?

21. Какое значение имеет соляная кислота для пищеварения в желудке?

22. Чему равен рН желудочного сока человека?

23. Основной фермент, вызывающий створаживание молока в желудке.

24. Нервы, стимулирующие секрецию желудка.

25. Как отразится перерезка блуждающих нервов на первой фазе желудочной секреции?

26. Где расположены рецепторы, раздражение которых приводит к безусловно-рефлекторному возбуждению желудочных желез?

27. Чем вызывается возбуждение желез желудка во вторую фазу желудочной секреции?

28. Какие вещества стимулируют железы желудка во второй фазе желудочной секреции?

29. Фазы желудочной секреции.

30. Где образуется гастрин, какова его роль?

31. Как влияет гистамин на деятельность желудка?

32. Какие виды сокращений наблюдаются в желудке?

33. Как влияют блуждающие нервы на моторику желудка?

34. Какая пища дольше всего задерживается в желудке?

35. Что определяет время нахождения пищи в желудке?

### *Тестовые задания*

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. РЕЦЕПТОРЫ, РАЗДРАЖЕНИЕ КОТОРЫХ ВЫЗЫВАЕТ РЕФЛЕКС ГЛОТАНИЯ, РАСПОЛАГАЮТСЯ НА

- 1) корне языка
- 2) передней трети языка
- 3) средней трети языка
- 4) боковой поверхности языка

2. ЦЕНТР ГЛОТАНИЯ НАХОДИТСЯ В

- 1) продолговатом мозге
- 2) среднем мозге
- 3) промежуточном мозге
- 4) ядрах моста

3. ПРОЦЕСС ЖЕВАНИЯ И СЕКРЕЦИЯ ЖЕЛУДКА НАХОДЯТСЯ

- 1) вне зависимости друг от друга
- 2) в обратной зависимости
- 3) в прямой зависимости

4. ПРИ ГЛОТАНИИ ПИЩЕВОГО КОМКА ГЛАДКИЕ МЫШЦЫ ЖЕЛУДКА

- 1) расслабляются
- 2) сокращаются

- 3) изотоничны
- 4) изометричны

## 5. ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ЖЕВАНИИ ГЛАДКИЕ МЫШЦЫ ЖЕЛУДКА:

- 1) расслабляются
- 2) попеременно расслабляются и сокращаются
- 3) перистальтически сокращаются
- 4) тонически сокращаются

### *Задачи*

1. Жевание даже несъедобных предметов может подавить чувство голода. Аналогичный эффект может наблюдаться при наполнении желудка большим количеством плохо усвояемой пищи. Верно ли утверждение? Объясните механизм этих явлений.

2. При мнимом кормлении собаки измеряли количество выделяющегося желудочного сока. Затем была удалена пилорическая часть желудка. Объем секреции при повторении опыта с мнимым кормлением изменился. Верно ли утверждение? Объясните причину изменения секреции.

3. Один из сотрудников И.П. Павлова обнаружил, что у собаки выделяется желудочный сок даже вне приема пищи в «спокойном периоде». Однако И.П. Павлов подверг эти данные сомнению. В ответ на критику сотрудник повторил опыт, но предварительно тщательно вычистил зубы, проверил содержимое карманов и надел свежевывстиранный халат. Результаты подтвердились, и Павлов согласился с ними. В чем состояли первоначальные возражения И.П. Павлова? Какое явление было открыто в результате перепроверки?

4. Двум собакам внутривенно введена кровь от двух других собак. У первой собаки-реципиента начал отделяться желудочный сок, у второй нет. Объясните причину изменения секреции. Какая собака-донор была голодной?

5. Одну собаку кормят хлебом, другую – мясом. Вес продуктов один и тот же, а состав и количество выделяемой слюны различается. Верно ли утверждение? Объясните причину изменения секреции.

## **ЗАНЯТИЕ № 2. Пищеварение в кишечнике, всасывание.**

### **Учебно-исследовательские цели 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 12-перстной кишки в пищеварении.

2. Состав и свойства поджелудочного сока. Регуляция панкреатической секреции.

3. Роль печени в пищеварении. Образование и отделение желчи, ее состав и значение в пищеварении. Методы изучения желчеотделения.

4. Пищеварение в тощей и подвздошной кишках. Состав и свойства кишечного сока.

5. Методы изучения секреторной и моторной функции 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. Физиология голода (голодная периодика). Механизмы пищевого поведения.

## **ДЕМОНСТРАЦИИ**

**Учебные видеофильмы:** «Пристеночное пищеварение», «Гигиена питания».

## **Практическая работа**

### **РАБОТА № 1. Исследование влияния желчи на фильтрацию жира**

**Необходимы:** бумажные фильтры, воронки, желчь, вода, жир.

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить влияние желчи на фильтрационную способность жира.

**Ход работы**

1. Бумажные фильтры, вложенные в воронки, тщательно смочить: один желчью, другой – водой. Воронки с фильтрами вставить в пробирки и налить 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 действия желчи на жиры**

**Необходимы:** пробирки, жир, желчь, вода.

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить эмульгирующее влияние желчи на жир.

**Ход работы**

1. Взять две пробирки. В первую прилить 3 мл воды, а во вторую – 3 мл воды и 10 капель желчи.

2. В каждую пробирку прибавить по семь капель жира. Зажав отверстие пробирок пальцами, сильно встряхнуть и сравнить длительность существования эмульсий в обеих пробирках.

3. Оценить выявленное в опыте свойство желчи применительно к процессам пищеварения в кишечнике.

**РАБОТА № 3. Виртуальный физиологический эксперимент**

**Необходимы:** персональный компьютер, программа LuPraFiSim (раздел «Физиология пищеварительной системы»).

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить действие липазы поджелудочной железы в зависимости от наличия или отсутствия желчи.

**Ход работы**

Демонстрация действия липазы поджелудочной железы в зависимости от наличия или отсутствия желчи.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Основные группы пищеварительных ферментов, секретируемых поджелудочной железой.

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. Какие пищеварительные ферменты выделяются поджелудочной железой в неактивном состоянии?
6. В каких отделах ЖКТ находятся рецепторы, раздражение которых стимулирует секрецию поджелудочного сока?
7. Нервы, стимулирующие секрецию поджелудочной железы.
8. Какова роль секретина в процессе пищеварения?
9. Чем активируется липаза, выделяемая поджелудочной железой?
10. Функции энтерокиназы.
11. Где образуется секретин и панкреозимин?
12. Гормоны, стимулирующие внешнесекреторную деятельность поджелудочной железы?
13. Чем активируется пепсиноген?
14. Какую величину имеет рН желчи?
15. Образуется ли желчь печенью непрерывно или периодически?
16. Главные компоненты желчи.
17. Какой компонент желчи необходим для всасывания жира из кишечника?
18. Что такое эмульгирование жира?
19. Как влияет желчь на моторику кишечника?
20. Как действует желчь на микрофлору кишечника?
21. Какое вещество является предшественником желчных пигментов?
22. Какой гормон стимулирует сокращение желчного пузыря?
23. Какие витамины плохо усваиваются при недостаточном поступлении желчи в кишечник?
24. Что такое барьерная функция печени, какова ее роль?
25. Какова роль желчных пигментов в пищеварении?
26. Что называется пристеночным пищеварением?
27. Ферменты кишечного сока, переваривающие углеводы.
28. рН кишечного сока.

29. Виды сокращений кишечника.
30. Что понимают под местным механизмом активации кишечных желез?
31. Как действуют на моторику кишечника симпатические и парасимпатические нервные волокна?
32. В каких отделах ЖКТ осуществляется преимущественное всасывание воды?
33. Какие процессы способствуют транспорту питательных веществ из кишечника в кровь и лимфу?
34. Какое полезное значение имеет микрофлора кишечника?
35. Где расположены рецепторы, раздражение которых вызывает дефекацию?
36. При активации какого отдела ЦНС возникает чувство голода и пищевая мотивация?
37. Какие витамины синтезирует кишечная микрофлора?
38. Схема функциональной системы, поддерживающей постоянство концентрации питательных веществ в организме.

### *Тестовые задания*

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ПОД ВЛИЯНИЕМ ЖЕЛЧИ ВСАСЫВАЮТСЯ
  - 1) моносахариды, аминокислоты
  - 2) продукты гидролиза белков
  - 3) жиры
2. РЕГУЛЯТОРНЫМИ ФУНКЦИЯМИ ЖЕЛЧИ ЯВЛЯЮТСЯ
  - 1) инактивация пепсина
  - 2) стимуляция желчевыведения и желчеобразования
  - 3) влияние на всасывание продуктов гидролиза жиров
3. ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ПЕЧЕНИ У БОЛЬНЫХ В КРОВИ ОПРЕДЕЛЯЮТ СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКОВ И ИХ ФРАКЦИЙ, ПОТОМУ ЧТО У ТАКИХ БОЛЬНЫХ
  - 1) в печени происходит утилизация белков
  - 2) усиливается экстракция белков гепатоцитами
  - 3) нарушается синтез белка в печени

#### 4. ИНАКТИВАЦИЯ HCL И ПЕПСИНА В ДВЕНАДЦАТИ- ПЕРСТНОЙ КИШКЕ ПРОИСХОДИТ ПРИ УЧАСТИИ

- 1) энтерокиназы
- 2) трипсина
- 3) бикарбонатов
- 4) желчи

#### 5. ЖЕЛЧЕОБРАЗОВАНИЕ СТИМУЛИРУЕТСЯ

- 1) желудочно-интестинальным пептидом
- 2) гистамином
- 3) секретинном
- 4) соматостатином

#### *Задачи*

1. В нормальных условиях микробы из просвета кишечника не попадают между микроворсинками эпителия в кровь. Верно ли утверждение? Объясните механизм этого явления.

2. У больного после травмы полностью разрушен спинной мозг на границе между грудным и поясничным отделами. Это повреждение не отразилось на акте дефекации. Верно ли утверждение? Объясните механизм этого явления.

3. Собаке вводят в кишечник готовые конечные продукты расщепления пищевых веществ (мономеры). Такое питание более эффективно по сравнению с обычным. Верно ли утверждение? Объясните механизм этого явления.

4. Больному рекомендована диета, содержащая повышенное количество хлеба грубого помола и овощей. Такая диета назначена для улучшения питания микрофлоры кишечника. Верно ли утверждение? Объясните механизм этого явления.

5. Двенадцатиперстную кишку называют гипофизом пищеварительной системы. Верно ли утверждение? Объясните механизм этого явления.

### **ЗАНЯТИЕ № 3. Обмен веществ и энергии**

#### **Учебно-исследовательские цели 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.

### **Вопросы для самоподготовки**

1. Понятие об энергетическом обмене. Процессы анаболизма и катаболизма.

2. Пластическая и энергетическая роль питательных веществ.

3. Методы изучения энергетических затрат 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 затраты организма при различных видах труда.

8. Физиологические нормы питания и требования к пищевому рациону в зависимости от возраста, состояния организма.

## **ДЕМОНСТРАЦИИ**

**Учебный видеофильм:** «Обмен веществ и энергии».

### **Практическая работа**

**РАБОТА № 1. Расчет должного основного обмена у человека по таблицам Гарриса и Бенедикта**

**Необходимы:** таблицы для расчета должного основного обмена (ДОО) у мужчин и у женщин.

**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

**Краткая теоретическая часть.** Основной обмен – один из показателей интенсивности обмена веществ и энергии в организме. Основной обмен характеризует величину энергетического обмена у бодрствующего человека в условиях мышечного и эмоционального покоя (через 12–16 ч после последнего приема пищи, в положении лежа с полностью расслабленной скелетной мускулатурой при комфортной температуре).

Должный основной обмен – это средний показатель, который был установлен на основании результатов обследования большого числа здоровых людей. Его принято считать за норму. 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 ч.

1. Пользуясь табл. 9, рассчитать величину ДОО с учетом пола человека и массы его тела. Для этого в левой части табл. 9 необходимо найти значение, соответствующее массе тела (столбец «Масса, кг»), и относящуюся к нему величину ДОО (столбец «Энергозатраты, ккал»).

Т а б л и ц а 9

### Данные для определения должного основного обмена по массе тела

Женщины				Мужчины			
Масса, кг	Энергозатраты, 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
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		

2. Рассчитать величину ДОО для данного человека с учетом пола, массы тела, роста и возраста. Для этого нужно суммировать два значения, найденные с помощью таблиц Гарриса и Бенедикта (табл. 9, 10, 11).

Т а б л и ц а 10

Данные для определения должного основного обмена у мужчин, ккал

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	765	752	738	725	698	644	576	495

Т а б л и ц а 11

Данные для определения должного основного обмена у женщин, ккал

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

3. Зная массу тела человека, рассчитать ДОО на 1 кг массы тела за 1 ч. Известно, что ДОО у взрослого человека за 1 ч составляет примерно 1 ккал на 1 кг массы тела.

## РАБОТА № 2. Определение должного основного обмена по площади поверхности тела (по М. Рубнеру)

**Необходимы:** ростомер, весы, таблицы. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** определить ДОО по площади поверхности тела.

### Ход работы

С помощью ростомера измерить свой рост, определить массу тела и, пользуясь прилагаемой табл. 13, найти площадь поверхности своего тела ( $m^2$ ). Затем рассчитать ДОО по формуле

$$\text{ДОО} = S \cdot k \cdot 24,$$

где  $k$  – коэффициент расхода энергии (на  $1 m^2$  поверхности тела за 1 ч, равный у мужчин в возрасте 20–50 лет 38–40 ккал, у женщин – 36–38 ккал), 24 – количество часов за 1 сут.

Т а б л и ц а 12

Данные для определения поверхности тела человека,  $m^2$   
(по Дю Буа, Сандифорду и Бутби)

Масса, 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
54	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. Вычисление отклонения основного обмена от должного у человека по формуле Рида

**Необходимы:** сфигмоманометр, фонендоскоп, секундомер. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** научиться определять долю (%) отклонения значения основного обмена от показателя ДОО.

## Ход работы

Формула Рида основана на взаимосвязи между теплопродукцией организма, АД и частотой пульса. Расчет по этой формуле дает только приближенные значения отклонения основного обмена от должного.

1. У испытуемого при соблюдении условий, необходимых для определения ДОО (натошак, 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 2 мин.

2. Рассчитать средние значения изучаемых показателей гемодинамики. Величину отклонения (%) основного обмена от нормы подсчитывают по формуле Рида

$$\text{ПО} = 0,75 \cdot (\text{ЧП} + \text{ПДА} \cdot 0,74) - 72,$$

где ПО – процент отклонения основного обмена от ДОО (в норме составляет  $\pm 10\%$ ), ЧП – частота пульса, ПДА – пульсовое давление, равное разности между систолическим и диастолическим давлением.

## РАБОТА № 4. Оценка состояния обмена веществ и энергии человека по индексу массы тела

**Необходимы:** весы, ростомер, калькулятор. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** оценить состояние обмена веществ и энергии человека по индексу массы тела (ИМТ).

Ход работы

**Краткая теоретическая часть.** 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 хроническое 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, инсулинонезависимому 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, а также определения критериев для оценки степени ожирения.

Наиболее используемым диагностическим критерием ожирения является величина избытка массы тела по отношению к норме. В последнее время достаточно часто пользуются показателем индекса 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. Кетеле в 1869 г.

1. Определить массу тела исследуемого (кг) и его рост (м). Рассчитать по формуле

$$\text{ИМТ} = \frac{M}{P^2},$$

где ИМТ – индекс массы тела ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ),  $M$  – масса тела (кг),  $P$  – рост (м).

2. Оценить степень ожирения по ИМТ (табл. 13). Сделать вывод, объяснить, почему избыточная масса организма является фактором риска сердечно-сосудистых и других заболеваний.

Т а б л и ц а 13

ИМТ	Оценка массы тела	Показатель индекса исследуемого
18,5–24,9	Норма	
25–29	Избыточная	
30 и более	Ожирение	

## **РАБОТА № 5. Подсчет калорийности продуктов, употребляемых за сутки и составление должного суточного рациона**

**Необходим:** компьютер с установленной программой «Рацион».

**Учебно-исследовательская цель работы:** приобретение навыков составления должного суточного рациона.

### **Ход работы**

1. Составить список продуктов, съеденных за 1 сут, с указанием примерного веса каждого.
2. С помощью компьютера и программы «Рацион» рассчитать калорийность и состав продуктов.
3. Составить рацион, соответствующий должной суточной калорийности, и расписать суточное меню.
4. Оценить соответствие реального и должного суточного меню по калорийности, составу белков, жиров, углеводов, режиму питания и т.д.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Что такое энергетический обмен? Что он отражает?
2. Сущность, преимущества и недостатки: а) прямой калориметрии, б) непрямой калориметрии.
3. Что необходимо определить для расчета обмена энергии по методу непрямой калориметрии?
4. Что такое калорический эквивалент кислорода? Как он меняется в зависимости от природы окисляемого вещества?
5. Что такое дыхательный коэффициент, как он рассчитывается?
6. Чему равен дыхательный коэффициент при окислении белков, углеводов, жиров и при смешанном питании?
7. Что такое основной обмен?
8. Главные факторы, от которых зависит величина основного обмена.
9. Как определить величину ДОО для конкретного человека?
10. Как определяется поверхность тела человека для исследования энергообмена?
11. Соблюдение каких условий необходимо для исследования основного обмена?
12. Как с возрастом меняется интенсивность основного обмена?
13. Правило поверхности Рубнера.

14. Какое расхождение допустимо между ДОО и истинным основным обменом у здорового человека?

15. Что следует понимать под специфическим динамическим действием пищи?

16. Что такое рабочий обмен? Каковы пределы его вариабельности?

17. На сколько групп подразделяются представители разных профессий в зависимости от энергетических затрат?

18. Что такое рацион, диета, усвояемость?

19. Какова доля усвояемости пищи животного, растительного происхождения?

20. Какова доля усвоения смешанной пищи?

21. Основные требования к составлению пищевых рационов.

22. Какие вещества служат для организма источником энергии?

23. Какова в среднем суточная потребность организма в белках, жирах, углеводах?

24. Как в процентном выражении суточной калорийности наиболее целесообразно распределить пищевой рацион человека при трехразовом питании?

### ***Тестовые задания***

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. КОЛИЧЕСТВО БЕЛКА, СПОСОБСТВУЮЩЕЕ ПОДДЕРЖАНИЮ АЗОТИСТОГО РАВНОВЕСИЯ В ОРГАНИЗМЕ, НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) положительным азотистым балансом
- 2) отрицательным азотистым балансом
- 3) белковым минимумом
- 4) белковым максимумом

2. КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛА, ВЫДЕЛЯЕМОГО ПРИ СГОРАНИИ 1 Г ПИТАТЕЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА В БОМБЕ БЕРТЛО, НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) калорическим эквивалентом кислорода
- 2) дыхательным коэффициентом

3) физиологическим тепловым коэффициентом

4) физическим тепловым коэффициентом

3. ФИЗИЧЕСКИЙ ТЕПЛОВЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ БОЛЬШЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ДЛЯ

1) углеводов

2) жиров

3) белков

4. В КАЛОРИМЕТРЕ ПРИ СГОРАНИИ БЕЛКА КОНЕЧНЫМИ ПРОДУКТАМИ ЯВЛЯЮТСЯ

1)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

2)  $\text{CO}_2$ , мочевины, мочевая кислота, креатинин

3)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , аммиак

5. В ОРГАНИЗМЕ КОНЕЧНЫМИ ПРОДУКТАМИ ОКИСЛЕНИЯ ЖИРОВ И УГЛЕВОДОВ ЯВЛЯЮТСЯ

1)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

2) мочевины, мочевая кислота, креатинин

3)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , аммиак

*Задачи*

1. Испытуемый поглощает в 1 мин 0,3 л кислорода, а дыхательный коэффициент равен 1. Рассчитайте расход энергии за 1 ч.

2. По данным непрямой калориметрии установлено, что МОД – 10 л; состав вдыхаемого воздуха: 21% кислорода и 0,03% углекислого газа; состав выдыхаемого воздуха: 16% кислорода и 4,03% углекислого газа. Рассчитайте энергетические затраты у испытуемого.

3. У женщины ростом 150 см и весом 60 кг основной обмен оказался равным 1600 ккал. Определите, соответствует ли это норме.

4. С мочой выделилось 12 г азота в сутки. Определить, сколько белка распалось в организме.

5. Взрослый человек принял в сутки 70 г белка, 300 г углеводов, 100 г жиров. Установить, соответствует ли это суточной потребности человека в питательных веществах?

## **ЗАНЯТИЕ № 4. Терморегуляция**

**Учебно-исследовательская цель занятия:** сформировать представление о механизмах поддержания температурного гомеостаза в человеческом организме и организации функциональной системы терморегуляции.

### **Вопросы для самоподготовки**

1. Структурная организация системы терморегуляции. Физиологическая роль ее элементов.
2. Механизмы теплообразования и теплоотдачи: химическая терморегуляция, физическая терморегуляция.
3. Регуляция изотермии, ее значение для организма.
4. Гипотермия, ее применение в медицине.
5. Гипертермия. Тепловой и солнечный удары.
6. Лихорадка. Ее положительное и отрицательное влияние на функции организма.
7. Применение эффектов гипо- и гипертермии в медицине.

### **ДЕМОНСТРАЦИИ**

**Учебные видеофильмы:** «Терморегуляция», «Температура тела и теплорегуляция».

### **Практическая работа**

#### **РАБОТА № 1. Адаптация температурного анализатора**

**Необходимы:** три стаканчика с водой, нагретой до 10 °С, 25 и 40 °С, термометр, спиртовка. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** убедиться в способности к адаптации температурного анализатора.

#### **Ход работы**

1. В стаканчики налить нагретую до 10 °С, 25 и 40 °С воду.
2. Палец правой руки поместить в первый стакан, левой руки – в третий.
3. Через 30 с опустить пальцы правой и левой руки в стакан с водой, нагретой до 25 °С. Убедиться, что в правой руке возникает ощущение тепла, а в левой – холода.
4. Объяснить полученный результат.

## **РАБОТА № 2. Влияние физической нагрузки на процессы теплопродукции и теплоотдачи**

**Необходима:** термобумага. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** оценить величину потоотделения до и после физической нагрузки.

### **Ход работы**

1. Приложить на 5 с 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 является различием между гомойотермными и пойкилотермными организмами?
2. Какой закономерностью связаны между собой размеры тела и интенсивность теплопродукции?
3. Сколько выделяется способов термогенеза? Как они называются?
4. Какие механизмы теплообразования преобладают у взрослого и новорожденного?
5. Что подразумевается под терморегуляцией за счет поведенческих реакций?
6. Что такое температурный комфорт?
7. Что следует понимать под температурной зоной?
8. Что такое термонейтральная зона?
9. Как наличие одежды влияет на процесс теплоотдачи?
10. Температуру какого отдела (органа, системы) организма следует понимать под температурой тела?
11. Во сколько раз по отношению к уровню основного обмена может максимально увеличиваться выработка тепла?
12. За счет чего уравновешивается тепловой баланс при повышении температуры среды?

13. Почему обязательным условием измерения температуры тела в подмышечной впадине является длительность измерения не менее 5 мин?

14. Почему у человека, длительно работающего физически, может наблюдаться понижение кожной температуры?

15. Что такое терморцепторы?

16. Виды терморцепторов.

17. Месторасположение центров терморегуляции в ЦНС.

18. Обладают ли центры терморегуляции специфичностью реагирования на разную направленность температурной изменчивости?

19. Что такое тепловая адаптация?

20. Что такое пороговая температура и пороговый сдвиг сосудодвигательной реакции?

21. Что такое гипертермия? Что является критерием гипертермии?

22. Что такое тепловой удар, солнечный удар?

23. Что такое лихорадка, в чем заключается ее защитная роль?

24. Что такое гипотермия, холодовая адаптация?

25. Что такое искусственная гипотермия?

26. Какой биологический эффект позволяет применять гипотермию в медицине?

### ***Тестовые задания***

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. В ПЕРЕДНЕМ ОТДЕЛЕ ГИПОТАЛАМУСА НАХОДИТСЯ ЦЕНТР

- 1) химической терморегуляции
- 2) жажды
- 3) сна и пробуждения
- 4) физической терморегуляции

2. В ЗАДНЕМ ОТДЕЛЕ ГИПОТАЛАМУСА НАХОДИТСЯ ЦЕНТР

- 1) жажды
- 2) химической терморегуляции

- 3) насыщения и голода
- 4) физической терморегуляции

### 3. ЗОНОЙ КОМФОРТА НАЗЫВАЕТСЯ ТЕМПЕРАТУРА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- 1) 16–18 °С
- 2) 22–24 °С
- 3) 18–20 °С

### 4. ТЕПЛООБРАЗОВАНИЕ В МЫШЦАХ ПРИ ТЯЖЕЛОЙ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ ПОВЫШАЕТСЯ НА

- 1) 10%
- 2) 50–80%
- 3) 400–500%

### 5. СУТОЧНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛА У ЧЕЛОВЕКА В НОРМЕ КОЛЕБЛЕТСЯ В ПРЕДЕЛАХ

- 1) 36,5–36,9 °С
- 2) 36,4–37,5 °С
- 3) 35,6–36,6 °С

#### *Задачи*

1. При подготовке собаки или кошки к участию в выставке некоторые хозяева содержат ее на холоде и при этом кормят жирной пищей. Зачем это делают? Объясните механизм этого явления.

2. Экспериментальное оперативное вмешательство привело к тому, что существенно снизилась способность животного поддерживать изотермию в условиях низкой температуры. Какова возможная локализация оперативного вмешательства? Обоснуйте ответ.

3. Температура воздуха 38 °С. На пляже люди борются с перегревом разными способами: один лежит, свернувшись калачиком, другой находится в воде той же температуры, третий завернулся в мокрую простыню, четвертый стоит. Какой способ наиболее эффективный? Обоснуйте ответ.

4. При одной и той же температуре воздуха мы больше зябнем в сылякотную погоду, чем в сухую. Верно ли утверждение? Объясните механизм этого явления.

5. Увеличение количества выделяющегося пота приводит к увеличению теплоотдачи. Верно ли утверждение? Объясните механизм этого явления.

## **ЗАНЯТИЕ № 5. 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, энтерогастрин, гистамина и продуктов гидролиза пищи в регуляции отделения желудочного сока. Анализ часовых кривых отделения желудочного сока на мясо, хлеб и молоко.

6. Пищеварение в 12-перстной 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 12-перстную 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, значение ее 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 термодинамическая система. Процессы ассимиляции и диссимиляции веществ. Баланс прихода и расхода веществ.

17. Обмен белков в организме. Азотистое равновесие. Положительный и отрицательный баланс азота. Заменяемые 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. Терморесепторы периферические и центральные. Регуляция изотермии. Понятие о гипо- и гипертермии.

*Раздел IX*

## ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

### ЗАНЯТИЕ № 1. Физиология почек

**Учебно-исследовательская цель:** сформировать представление об организации выделительной системы и роли почки в поддержании гомеостаза.

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Понятие о выделительной системе.
2. Почки и их функции: мочеобразовательная и немочеобразовательные (гомеостатическая, экскреторная, инкреторная, метаболическая).
3. Нефрон как функциональная единица почки. Виды нефронов, их роль в гомеостатической функции почек.
4. Отделы нефрона, их функции.
5. Процесс мочеобразования. Понятие о фильтрации, реабсорбции, секреции и их роль в процессе мочеобразования.
6. Клубочковая фильтрация. Параметры, определяющие условия фильтрации.
7. Канальцевая реабсорбция и механизмы канальцевой реабсорбции для различных веществ.
8. Секреторная функция почек.
9. Структурная организация противоточно-поворотной системы и ее роль в мочеобразовании.
10. Синтетическая функция почек.
11. Роль почек в поддержании осмоса, рН, ионного состава крови.

12. Нервная и гуморальная регуляция функции почек.

13. Мочевыведение. Понятие о диурезе. Состав мочи.

### **Темы докладов**

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 рН крови.

### **ДЕМОНСТРАЦИИ**

**Учебные видеофильмы:** «Функции почек», «Регуляция водно-солевого обмена».

### **Практическая работа**

**РАБОТА № 1. Виртуальный физиологический эксперимент**

**Необходимы:** персональный компьютер, программа LuPraFiSim (раздел «Мочевыводящая система»).

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить влияние гемодинамических и гуморальных факторов на скорость образования мочи.

#### **Ход работы**

1. Влияние гидростатического давления, осмотического давления и диаметра приносящих и выносящих клубочковых артериол на образование мочи.

2. Влияние альдостерона и антидиуретического гормона на скорость образования мочи.

3. Влияние глюкозы на скорость образования мочи.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Что такое выделительная система?
2. Исполнительные органы выделительной системы.
3. Невыделительные функции почек.
4. Функциональные системы, в которых почки являются исполнительным органом.
5. Что является структурно-функциональной единицей почки?
6. Виды нефронов, какие отделы выделяют в нефроне?
7. Какие биологически активные вещества образуются в почке?
8. В результате каких процессов в почках образуется моча?
9. Что такое клубочковая фильтрация?
10. Что следует понимать под фильтрационным давлением?
11. Формула расчета фильтрационного давления.
12. Какой параметр вещества влияет на его фильтрацию?
13. Каков суточный объем фильтрата почек?
14. Что такое первичная моча?
15. Чем первичная моча отличается от вторичной?
16. Что такое почечный клиренс?
17. Как кровоток коркового и мозгового слоев почек зависит от системного артериального давления?
18. Как адреналин и ангиотензин влияют на почечный кровоток?
19. Какова направленность активного транспорта натрия и калия в канальцах?
20. Что в мочеобразовании подразумевается под процессом секреции?
21. Что такое порог реабсорбции, для каких веществ он существует?
22. Какова доля воды реабсорбируется в канальцах почек?
23. Какова последовательность реабсорбции воды и электролитов в канальцах по мере удаления от капсулы Боумена?
24. Гормоны, влияющие на обмен воды и электролитов.
25. Что такое альдостерон, где он синтезируется?
26. Какое влияние на процесс мочеобразования оказывает альдостерон?

27. Какой отдел нефрона является местом реализации эффектов альдостерона?

28. Какой тип диуреза формируется при значительной водной нагрузке?

29. Какой тип диуреза формируется при поступлении в организм чрезмерного количества солей?

30. Функция поворотно-противоточной системы почки?

31. Какие структуры образуют поворотно-противоточную систему почки?

32. Что такое мочевыведение?

33. Что такое энурез?

### ***Тестовые задания***

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ГОМЕОСТАТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЕЙ ПОЧКИ НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПОДДЕРЖАНИЕ

- 1) ионного состава крови
- 2) осмотического давления крови
- 3) онкотического давления плазмы крови
- 4) артериального давления крови
- 5) кислотно-основного состояния

2. ФИЛЬТРАЦИЯ В НЕФРОНЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПРОЦЕССОМ

- 1) активным
- 2) пассивным
- 3) связанным с затратой энергии
- 4) гормонозависимым
- 5) зависимым только от массы крови

3. 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

4. ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРВИЧНОЙ МОЧИ В КАПСУЛЕ НЕФРОНА НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) канальцевой экскрецией
- 2) канальцевой реабсорбцией
- 3) канальцевой секрецией
- 4) клубочковой фильтрацией
- 5) мочевыделением

5. В НЕФРОНАХ ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА ПРОИСХОДИТ ФИЛЬТРАЦИЯ

- 1) аминокислот
- 2) гемоглобина
- 3) эритроцитов
- 4) глобулинов
- 5) лейкоцитов

*Задачи*

1. Тканевое давление равно 36 мм рт. ст., а количество белка в крови соответствует норме. Чему равно фильтрационное давление в клубочке?

2. У животного произведена операция по декапсуляции почки. Как это повлияет на процесс мочеобразования?

3. Содержание белка в крови снизилось до 5%. Какие изменения в мочеобразовании можно при этом ожидать?

4. Животному в кровь введен ренин. Какие изменения в мочеобразовании у него произойдут и почему?

*Раздел X*

## **ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ**

### **ЗАНЯТИЕ № 1. Зрительная, слуховая, вестибулярная, обонятельная и вкусовая сенсорные системы**

#### **Учебно-исследовательские цели 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**

**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.

**Учебные фильмы:** «Зрительный анализатор», «Вкусовой анализатор».

## **Практическая работа**

**Краткая теоретическая часть.** 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 мозг, и тех частей 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 происходит переработка и анализ полученной информации.

Каждая сенсорная система выполняет ряд основных функций или операций с сенсорными сигналами (обнаружение сигнала, различение, передача, преобразование, кодирование, детектирование и опознание). Обнаружение и первичное различение сигналов обеспечивается 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**

**Необходимы:** таблица Д.А. Сивцева, вставленная в аппарат Ротто, указка, щиток. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** определить остроту зрения с помощью таблицы.

### **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 Ротто, определить остроту зрения для каждого глаза.

Аппарат Ротто 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

$$V = d \cdot D,$$

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

**Необходимы:** периметр Форстера, белые и цветные метки, цветные карандаши, линейка. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** определить поля зрения для белой метки.

### Ход работы

**Краткая теоретическая часть.** 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 зрение (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 так же неодинаково: больше всех оно для желтого цвета, а самое узкое для зеленого. Границы ахроматического поля зрения составляют: снаружи примерно  $100^{\circ}$ , кнутри и кверху –  $60^{\circ}$  и книзу  $65^{\circ}$ .

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. 9).

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  $45^{\circ}$ .

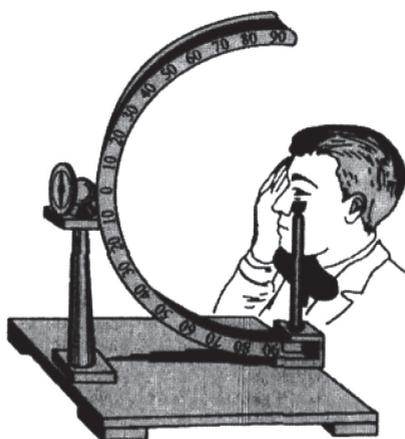


Рис. 9. Определение полей зрения с помощью периметра Форстера

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 табл. 14.

Т а б л и ц а 14

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
Кверху								
Книзу								
Кнаружи								
Кнутри								

6. По полученным результатам начертить периметрические снимки для обоих глаз (рис. 10).

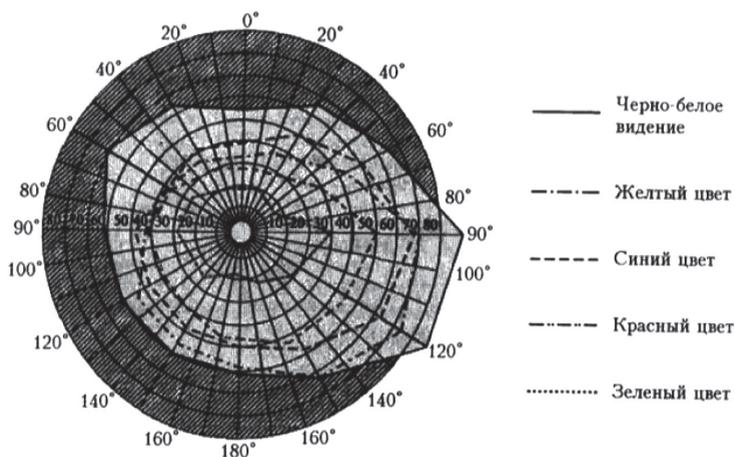


Рис. 10. Периферический снимок ахроматического и хроматического полей зрения правого глаза человека

7. В выводах сравнить величину поля зрения для белой метки для разных глаз. Объяснить полученные результаты.

### РАБОТА № 3. Определение остроты слуха

Объект исследования – человек.

**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.

4. Если испытуемый не воспринимает шепот, то исследование остроты слуха провести речью обычной (разговорной) громкости.

## **РАБОТА № 4. Определение костной и воздушной проводимости звука**

**Необходимы:** камертон, вата. Объект исследования – человек.

**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 случае. 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 уменьшается 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 рефлекса 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 Кортиевого 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 (Бекеша, 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 уровне 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. РЕЦЕПТОРЫ, СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ К ВОСПРИЯТИЮ НЕСКОЛЬКИХ ВИДОВ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ, НАЗЫВАЮТСЯ

- 1) специфическими
- 2) сенсорными
- 3) полимодальными

2. ПЕРЕХОД ЭНЕРГИИ СТИМУЛА В НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС В РЕЦЕПТОРЕ НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) адаптацией
- 2) декодированием
- 3) сенсibilизацией
- 4) первичным кодированием

3. ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ РЕЦЕПТОРА К ДЕЙСТВИЮ ОПРЕДЕЛЕННОГО РАЗДРАЖИТЕЛЯ НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) аккомодацией
- 2) адаптацией
- 3) специфичностью
- 4) возбудимостью

4. СПОСОБНОСТЬ РЕЦЕПТОРОВ ПРИСПОСАБЛИВАТЬСЯ К ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩЕМУ РАЗДРАЖИТЕЛЮ НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) адаптацией
- 2) кодированием
- 3) модальностью
- 4) аккомодацией

5. ВЫСШИМ УРОВНЕМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АНАЛИЗАТОРОВ ЯВЛЯЕТСЯ

- 1) таламический
- 2) стволовой
- 3) бульбарный
- 4) кортикальный

*Задачи*

1. При надавливании в течение 10–30 с указательным и большим пальцами одной руки на глазные яблоки (глазосердечный рефлекс) при открытых глазах испытуемый отметил удвоение предметов. О чем это свидетельствует?

2. При передаче информации в сенсорных системах используется принцип частотной модуляции. Можно ли утверждать, что одна и та же группа рецепторов передавала в двух разных экспериментах одинаковую информацию, если в каждом случае были зарегистрированы пачки импульсов, общее количество которых за единицу времени в каждой пачке было одинаковым?

3. И овальное, и круглое окно в костной капсуле улитки затянуты эластичной мембраной. Если бы эта мембрана стала жесткой, восприятие звуков резко нарушилось бы. Почему?

4. Человек страдает тугоухостью. Если при нем играют на скрипке или заставляют звучать камертон, он этого не слышит. Что сделать, чтобы он услышал хотя бы один из этих звуков?

## **ЗАНЯТИЕ № 2. Физиология ноцицептивной и антиноцицептивной систем**

### **Учебно-исследовательские цели 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 обезбоживания.
9. Немедикаментозные методы обезбоживания, разрешенные для применения.
10. Знание каких закономерностей позволяет оперировать таким понятием, как «электрообезболивание»?

**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 изолировано друг от друга. На основе этих компонентов происходит выражение боли, зависящее от социального статуса, этнических устоев, воспитания.

Проводящие пути для ноцицептивной информации расположены на разных уровнях ЦНС, но они выполняют не только проводниковую функцию, а еще и интегративную и эфферентную.

*Спинальный мозг (задние рога):* проводниковая функция – образуют восходящие пути к стволу части мозга.

*Стволовые структуры:* тригеминальный комплекс. Проводниковая функция: получают информацию от нижележащих структур и проводят к вышележащим; интегративная: осуществляет взаимодействие между ноци- и неноцицептивными сигналами.

*Ретикулярная формация.* Проводниковая: проводит информацию от органов челюстно-лицевой области к орбитально-фронтальной области коры больших полушарий, интегративная: 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.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

**Плакаты:** схема строения анализатора, механизмы возникновения возбуждения в рецепторах, формы специализированных рецепторных клеток, схема организации анализатора общей соматической чувствительности.

## Практическая работа

### **РАБОТА № 1. Количественная оценка индивидуальных болевых порогов по Т.И. Невидимовой**

**Необходим:** пластиковый шприц объемом 2 мл. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** определение нижнего 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.

2. Далее 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.

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).

3. При необходимости испытание можно повторить (лучше на другой руке).

4. 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, девять баллов).

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. 11).

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. 11. Вариант визуально-аналоговой шкалы оценки боли

5. Результаты исследования болевой чувствительности занести в табл. 15.

Т а б л и ц а 15

Показатель	Результаты испытания	Условная норма
Нижний болевой порог в делениях шкалы шприца	5	6–10
Верхний болевой порог в делениях шкалы шприца	13	12–14
Выраженность боли в баллах визуально-аналоговой шкалы при измерении нижнего болевого порога	3	1–3
Выраженность боли в баллах визуально-аналоговой шкалы при измерении верхнего болевого порога	8	4–6
Выраженность предполагаемой при стоматологическом вмешательстве боли в баллах визуально-аналоговой шкалы	9	3–7

### **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 систему).

### ***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. ДЕЙСТВИЕ ЛИГАНДОВ НОЦИЦЕПТОРОВ НАПРАВЛЕНО НА

- 1) непосредственное возбуждение ноцицепторов
- 2) повышение чувствительности ноцицепторов к последующим воздействиям
- 3) реализацию обоих эффектов

3. ОСНОВНЫМИ ВИДАМИ ЛИГАНДОВ НОЦИЦЕПТОРОВ ЯВЛЯЮТСЯ

- 1) тканевые и плазменные
- 2) плазменные и нейрогенного происхождения
- 3) тканевые и нейрогенные
- 4) тканевые, плазменные, нейрогенные

4. СТРУКТУРАМИ ПЕРВОГО УРОВНЯ АНТИНОЦИЦЕПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЯВЛЯЮТСЯ

- 1) центральное серое околопроводное вещество, ядро шва, ретикулярная формация
- 2) ядра гипоталамуса, миндалевидное тело
- 3) сенсорная зона II коры больших полушарий

## 5. СТРУКТУРАМИ ВТОРОГО УРОВНЯ АНТИНОЦИ- ЦЕПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЯВЛЯЮТСЯ

- 1) центральное серое околопроводное вещество, ядро шва, ретикулярная формация
- 2) ядра гипоталамуса, миндалевидное тело
- 3) сенсорная зона II коры больших полушарий

### *Задачи*

1. Известный революционер Камо, попав в тюрьму, симулировал психическое расстройство, выражавшееся в отсутствии боли. Он хохотал, когда ему прижигали кожу, кололи ее иглками. Однако у врачей все же возникли сомнения. На чем они основывались?

2. Больной обратился с болевой симптоматикой: болевые ощущения стойкие, не снимаются доступными медикаментами. Боль возникает при любом неноцицептивном воздействии: свет, звук. Обозначьте возможную причину наблюдаемых изменений.

## *Раздел XI*

# **ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **ЗАНЯТИЕ № 1. Выработка и торможение условных рефлексов**

#### **Учебно-исследовательские цели занятия:**

1. Освоить методику выработки условных рефлексов на примере условного словесно-двигательного рефлекса и условного вегетативного рефлекса у человека.
2. Ознакомиться с различными видами торможения условного рефлекса на примере торможения условного словесно-двигательного рефлекса.

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Понятие о строении ЦНС.
2. Функции ЦНС. Методы изучения функции коры больших полушарий головного мозга.
3. Методы исследования головного мозга и поведения.
4. Врожденные формы поведения. Безусловные рефлексы.
5. Характеристика условных и безусловных рефлексов, их классификация.
6. Условный рефлекс как форма приспособления к изменяющимся условиям существования. Правила выработки условных рефлексов.
7. Физиологические механизмы образования рефлекторной связи.
8. Торможение условных рефлексов. Виды торможения.
9. Механизмы торможения условных рефлексов.
10. Экспериментальные неврозы, методы их выработки.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

**Плакаты:** виды электрической активности коры головного мозга человека, камера выработки пищевых условных рефлексов.

**Учебный видеofilm:** «Выработка условного рефлекса».

### Практическая работа

#### **РАБОТА № 1. Выработка условного словесно-двигательного рефлекса у человека**

**Необходим:** прибор Иванова-Смоленского. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** с помощью прибора Иванова-Смоленского выработать у человека условный словесно-двигательный рефлекс.

##### **Ход работы**

1. Включить белую лампочку и одновременно дать команду «Нажмите». Сочетание условного раздражителя (свет лампочки) и подкрепления (команда «Нажмите») повторяется 6–10 раз. Интервалы между сочетаниями должны составлять 10–20 с. Характер ответной реакции регистрировать с помощью чернильной записи на ленте прибора.

2. Включить белую лампочку без подкрепления командой «Нажмите» и отметить реакцию испытуемого. В случае успешного образования временной связи испытуемый нажимает на грушу без словесного подкрепления. Формируется условный словесно-двигательный рефлекс.

3. Нарисовать в отчетах рефлекторную дугу словесно-двигательного рефлекса.

#### **РАБОТА № 2. Выработка и угасание условного вегетативного зрачкового рефлекса на звонок у человека**

**Необходимы:** звонок и темный лист бумаги. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** изучить методику выработки условного вегетативного рефлекса.

### **Ход работы**

1. Пронаблюдать постепенное сужение зрачка у испытуемого на свету. При включении звонка испытуемые закрывают глаз плотным темным листом бумаги, при выключении звонка – открывают глаз. Если звонок предъявлять 15 раз в сочетании с затемнением, то на 16-й раз только включение звонка без затемнения глаза вызывает условно-рефлекторное расширение зрачка.

2. 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.

3. В отчете необходимо привести схему рефлекторной дуги данного условного рефлекса, полную его классификацию и указать тип торможения условно-рефлекторной деятельности, использованный в работе.

### **РАБОТА № 3. Торможение условного словесно-двигательного рефлекса у человека**

**Необходим:** прибор Иванова-Смоленского. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** ознакомиться с различными видами торможения условных рефлексов у человека.

#### **Ход работы**

1. Угасание условного рефлекса выработать неоднократным предъявлением условного раздражителя без подкрепления командой «Нажмите».

2. Дифференцировочное торможение. Проверить реакцию на условный (белая лампочка) и родственные (лампочки других цветов) раздражители. Как правило, предъявление родственного раздражителя приводит к осуществлению условно-рефлекторной реакции (генерализация условного рефлекса). При этом условный раздражитель подкрепляют, а родственные не подкрепляют. Через некоторое время реакция на родственные раздражители тормозится, а на условный остается. В том случае, если у испытуемого

плохо выражена дифференцировка, возможно отрицание реакции на родственные раздражители (команда «Не нажимайте» или «Плохо»).

3. Условный тормоз. Испытуемому предъявить одновременно два раздражителя, сочетание которых не подкрепляется (например, белая лампочка – красная лампочка). При этом один из раздражителей является условным (белая лампочка), а другой индифферентным (красная лампочка). При неоднократном неподкреплении этого сочетания условно-рефлекторная реакция на него тормозится, но сохраняется на условный раздражитель.

4. Запаздывание. При выработке этого вида торможения увеличить интервал между условным раздражителем (белая лампочка) и его подкреплением командой «Нажмите» на 5–10 с. Этот вид внутреннего торможения проявляется в том, что условно-рефлекторная реакция при подаче условного раздражителя тормозится и проявляется с запаздыванием на указанное время.

5. Гаснущий тормоз. У испытуемого с выработанным условным рефлексом на свет белой лампочки проверить несколько раз условно-рефлекторную реакцию. Затем одновременно с условным раздражителем подать звуковой раздражитель и пронаблюдать исчезновение условно-рефлекторной реакции. Такое сочетание повторяют несколько раз, третье – четвертое предъявление уже сопровождается проявлением условного рефлекса с игнорированием звукового раздражителя.

6. В отчете необходимо дать описательную характеристику видов внешнего и внутреннего торможения и назвать их основные механизмы.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Основные методы изучения функции коры головного мозга.
2. Что такое альфа-ритм и когда он регистрируется?
3. Что такое бета-ритм и когда он регистрируется?
4. Что такое дельта-ритм и когда он регистрируется?
5. Что такое тета-ритм и когда он регистрируется?
6. Что такое фоновая электрокортикограмма?

7. Что такое десинхронизация на электроэнцефалограмме?
8. Какой рефлекс называется безусловным?
9. Что такое ориентировочные рефлексы?
10. Инстинкт, его определение.
11. Основные отличия условных рефлексов от безусловных.
12. Какие условные рефлексы называются натуральными?
13. Какие изменения внешней и внутренней среды организма могут служить условными сигналами?
14. Какие условные рефлексы называются искусственными?
15. Какова биологическая значимость условных рефлексов?
16. Каковы основные условия выработки условных рефлексов?
17. С каких рецепторных зон можно выработать условный рефлекс?
18. Что такое интероцептивный условный рефлекс?
19. Какие основные факторы определяют прочность условных рефлексов?
20. Какой основной механизм лежит в основе образования условного рефлекса?
21. Могут ли условные рефлексы исчезать полностью?
22. Какой биологический смысл угасания условных рефлексов?
23. При каком основном условии сохраняются условные рефлексы?
24. Основные теории образования временных связей.
25. Когда наблюдается угасательное торможение?
26. Когда наблюдается дифференцировочное торможение?
27. Когда наблюдается запаздывающее торможение?
28. Что такое динамический стереотип?
29. Что следует понимать под пластичностью корковых нейронов?
30. Что следует понимать под синтетической функцией корковых нейронов?
31. Что следует понимать под аналитической функцией корковых нейронов?
32. В каких зонах коры головного мозга находятся чувствительные и двигательные центры?

33. Раздражение какой зоны коры головного мозга вызывает сокращение мышц нижних конечностей?

34. Что произойдет с выработанными условными рефлексами у животных после удаления коры головного мозга?

### *Тестовые задания*

Выберите один или несколько правильных ответов.

#### 1. ВНУТРЕННЕЕ ТОРМОЖЕНИЕ БЫВАЕТ

- 1) угасательным
- 2) дифференцировочным
- 3) условным тормозом
- 4) запаздывающим
- 5) все верно

#### 2. 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

#### 3. БЕЗУСЛОВНАЯ РЕФЛЕКТОРНАЯ РЕАКЦИЯ – ЭТО

- 1) врожденная
- 2) приобретенная
- 3) временная
- 4) индивидуальная

#### 4. УСЛОВНАЯ РЕФЛЕКТОРНАЯ РЕАКЦИЯ – ЭТО

- 1) приобретенная
- 2) постоянная
- 3) видовая
- 4) врожденная

#### 5. ПАМЯТЬ ХАРАКТЕРИЗУЮТ ПРОЦЕССЫ

- 1) изменения информации

- 2) хранения информации
- 3) приема информации
- 4) передачи информации

### *Задачи*

1. Нарушена ассоциативная связь между отделами коры головного мозга, участвующими в образовании условного рефлекса. Исчезнет ли условный рефлекс?

2. Животному введена большая доза аминазина, который блокирует восходящую активизирующую систему ретикулярной формации мозгового ствола. Как при этом меняется поведение животного и почему?

3. У собаки выработан условный рефлекс на слово «звонок». Проявится ли условный рефлекс, если теперь дать в качестве условного сигнала настоящий звонок?

4. У экспериментального животного удалена затылочная или височная доля мозга. Что произойдет со слуховыми условными рефlekсами?

## **ЗАНЯТИЕ № 2. Память, мотивации, эмоции, сон**

### **Учебно-исследовательские цели занятия:**

1. Освоить методику исследования кратковременной и смысловой памяти у человека.

2. Ознакомиться с методикой определения типов темперамента человека по тесту Г. Айзенка.

### **Вопросы для самоподготовки**

1. Аналитико-синтетическая деятельность коры больших полушарий.

2. Динамический стереотип, его физиологическая сущность, значение в приобретении трудовых навыков. Образование стереотипа у людей.

3. Современные представления о локализации функций в коре головного мозга.

4. Архитектура целенаправленного поведенческого акта, этапы формирования (афферентный синтез, принятие решения,

афферентное возбуждение, результат действия). Роль акцептора результата действия.

5. Мотивации и эмоции, их значение для формирования целенаправленного поведения.

6. Физиология эмоциональных состояний. Теории эмоций, структурная организация, вегетативные и моторные компоненты эмоций. Значение эмоций.

7. Классификация типов темперамента по Гиппократу.

8. Классификация типов высшей нервной деятельности по И.П. Павлову

9. Память. Виды памяти.

10. Механизмы кратковременной и долговременной памяти.

11. Сон, виды сна, фазы сна, сновидения.

12. Физиологическое значение медленно-волнового и быстрого сна. Теории возникновения сна.

13. Понятие о сигнальных системах. Речь, функции речи. Значение речи в практической деятельности врача.

14. Понятие о психических функциях человека (сознание, мышление). Роль восприятий, ощущений, представлений в формировании сознания. Виды психической деятельности.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

**Плакаты:** схема локализации основных функций в коре головного мозга; функциональная система, осуществляющая целенаправленное поведение и его этапы.

**Учебный видеofilm:** «Физиология эмоций и мотиваций».

## Практическая работа

### РАБОТА № 1. Исследование объема кратковременной памяти

**Необходимы:** таблицы, содержащие 7 рядов цифр по 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10 элементов, секундомер. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** определить объем непосредственного запоминания.

### **Ход работы**

1. Зачитать один раз громко ряды цифр, начиная с короткого. После прочтения каждого ряда выдерживается пауза 2–3 с, после чего 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 повторить три раза, каждый раз зачитывая все семь рядов вне зависимости от результатов испытуемых.

3. Сверить результаты каждой серии с исходным материалом, отмечая правильно воспроизведенные ряды. Сравнить результаты разных испытуемых.

### **РАБОТА № 2. Исследование смысловой памяти**

**Необходимы:** наборы из 18 и более понятий на тему «Веселый праздник», «Вкусный ужин» и т.д.

**Учебно-исследовательская цель работы:** выяснить значение представления, воображения и мышления в объеме долговременной памяти.

#### **Ход работы**

1. Зачитать 18 понятий с интервалом, достаточным (около 10 с) для того, чтобы испытуемые сделали необходимые пометки. Разрешается использовать пометки только в виде рисунков: значков, пиктограмм и т.п., ассоциирующихся с данными понятиями.

2. Через 60 мин каждый испытуемый подписывает понятия по своим пометкам.

3. Определить количество запомненных понятий и сравнить результаты нескольких испытуемых. В выводах отметить значение представления, воображения и мышления в долговременной памяти.

### **РАБОТА № 3. Определение типа высшей нервной деятельности у человека по психомоторной реакции (теппинг-тест)**

**Необходимы:** бланки, разделенные на шесть квадратов (3 x 3 см), расположенных в два ряда, карандаш, секундомер. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** определить тип высшей нервной деятельности (ВНД) человека по психомоторной реакции (по И.П. Павлову).

### **Ход работы**

**Краткая теоретическая часть.** По классификации И.П. Павлова, у животных и человека четыре основных типа ВНД, характеризующихся силой, уравновешенностью и подвижностью процессов возбуждения и торможения.

Типы ВНД, названные И.П. Павловым: живой, спокойный, безудержный, слабый. В определенной степени они соответствуют темпераментам людей по классификации Гиппократ: сангвиник, флегматик, холерик, меланхолик. Для определения типа ВНД (по И.П. Павлову) необходимо оценить силу, подвижность и уравновешенность нервных процессов.

*Силу нервных процессов* оценивают числом нечетных квадратов, в которых стабильно удерживается максимальный темп. При результате 3 и более нервные процессы следует считать сильными.

*Подвижность нервных процессов* оценивают общим числом точек во всех нечетных квадратах. Число 170 и более говорит о высокой подвижности нервных процессов.

*Уравновешенность* определяют делением суммы точек в нечетных квадратах на сумму точек в четных. Если число от деления равно 2, то можно говорить об уравновешенности нервных процессов.

1. По команде преподавателя в течение 5 с грифелем карандаша стучать в квадрате № 1 с максимальной скоростью, стараясь не попадать в одно и то же место.

2. По команде преподавателя через 5 с перейти к квадрату № 2 и снизить скорость в два раза.

3. Далее сохраняется тот же порядок: во всех нечетных квадратах темп максимальный, во всех четных – в два раза ниже. При этом время нанесения точек в каждом квадрате – 5 с. Преподаватель может напомнить о смене ритма командой: «Первый квадрат – быстро! Второй квадрат – медленно!»

4. После выполнения теста подсчитать количество точек в каждом квадрате, записать результаты и приступить к их обработке.

5. Выписать характеристики нервных процессов: сила, подвижность, уравновешенность и определить тип ВНД. В выводе отметить, совпадает ли найденный тип ВНД с личным наблюдением, какому темпераменту по Гиппократу соответствует тип ВНД.

#### **РАБОТА № 4. Определение типов темперамента по тесту Г. Айзенка.**

**Необходим:** тест Г. Айзенка. Объект исследования – человек.

**Учебно-исследовательская цель работы:** определить типы темперамента у испытуемых с помощью теста Г. Айзенка.

##### **Ход работы**

1. Раздать бланки для ответов на тесты Г. Айзенка.

2. В процессе тестирования необходимо дать искренний ответ «Да» или «Нет» на 57 вопросов теста, отмечая крестиком в бланке нужный ответ.

3. За каждый ответ, совпадающий с кодом опросника, начислить 1 балл.

4. Сделать выводы (табл. 16, 17).

5. На основании тестовой оценки нейротизма (Н) и экстраверсии (Э) определить тип темперамента. Холерик:  $\text{Э} \geq 13, \text{Н} > 10$ ; сангвиник:  $\text{Э} > 13, \text{Н} < 10$ ; меланхолик:  $\text{Э} < 13, \text{Н} \geq 10$ ; флегматик:  $\text{Э} < 13, \text{Н} < 10$  (табл. 18, 19).

##### ***Список вопросов теста Г. Айзенка***

1. Часто ли Вы испытываете тягу к новым впечатлениям, чтобы отвлечься, испытать сильные ощущения?

2. Часто ли Вы чувствуете, что нуждаетесь в друзьях?

3. Считаете ли Вы себя беззаботным человеком?

4. Очень ли Вам трудно отказываться от своих намерений?

5. Обдумываете ли Вы свои дела не спеша и предпочитаете подождать, прежде чем действовать?

6. Всегда ли Вы сдерживаете свои обещания, даже если это Вам невыгодно?

7. Часто ли у Вас бывают спады и подъемы настроения?
8. Быстро ли Вы действуете и говорите, не растрчиваете ли много времени на обдумывание?
9. Возникало ли у Вас когда-нибудь чувство, что Вы несчастны, хотя никакой серьезной причины для этого не было?
10. Верно ли, что на спор Вы способны решиться на все?
11. Смущаетесь ли Вы, когда хотите познакомиться с человеком противоположного пола, который Вам симпатичен?
12. Бывает ли, что, разозлившись, Вы выходите из себя?
13. Часто ли Вы действуете необдуманно, под влиянием момента?
14. Часто ли Вас беспокоят мысли о том, что Вам не следовало бы чего-нибудь делать или говорить?
15. Предпочитаете ли Вы чтение книг встрече с людьми?
16. Верно ли, что Вас легко задеть?
17. Любите ли Вы часто бывать в компании?
18. Бывают ли у Вас иногда такие мысли, которыми Вам не хотелось бы делиться с другими людьми?
19. Верно ли, что иногда Вы настолько полны энергии, что все горит в руках, а иногда чувствуете сильную вялость?
20. Стараетесь ли Вы ограничить круг своих знакомств небольшим числом самых близких людей?
21. Много ли Вы мечтаете?
22. Когда на Вас кричат, отвечаете ли Вы тем же?
23. Часто ли Вас терзает чувство вины?
24. Все ли ваши привычки хороши и желательны?
25. Способны ли Вы дать волю собственным чувствам и всю повеселиться в шумной компании?
26. Можно ли сказать, что нервы у Вас часто бывают напряжены до предела?
27. Считают ли Вас человеком живым и веселым?
28. После того, как дело сделано, часто ли Вы возвращаетесь к нему мысленно и думаете, что могли бы сделать лучше?
29. Верно ли, что Вы обычно молчаливы и сдержанны, когда находитесь среди людей?
30. Бывает ли, что Вы передаете слухи?

31. Бывает ли, что Вам не спится оттого, что разные мысли лезут Вам в голову?

32. Верно ли, что Вам часто приятнее и легче прочесть о том, что Вас интересует, в книге, хотя можно быстрее и проще спросить об этом у друзей?

33. Бывает ли у Вас сильное сердцебиение?

34. Нравится ли Вам работа, которая требует пристального внимания?

35. Бывают ли у Вас приступы дрожи?

36. Верно ли, что Вы всегда говорите о знакомых Вам людях только хорошее, даже когда уверены, что они об этом не узнают?

37. Верно ли, что Вам неприятно бывать в компании, где постоянно подшучивают друг над другом?

38. Верно ли, что Вы раздражительны?

39. Нравится ли Вам работа, которая требует быстроты действий?

40. Верно ли, что Вам нередко не дают покоя мысли о разных неприятностях и ужасах, которые могли бы произойти, хотя все кончилось благополучно?

41. Верно ли, что Вы неторопливы в движениях?

42. Вы когда-нибудь опаздывали на свидание или на работу?

43. Часто ли Вам снятся кошмары?

44. Верно ли, что Вы такой любитель поговорить, что не упустите удобного случая побеседовать с незнакомым человеком?

45. Беспокоят ли Вас какие-нибудь боли?

46. Огорчились бы Вы, если бы долго не могли видеться со своими друзьями?

47. Можете ли Вы назвать себя нервным человеком?

48. Есть ли среди Ваших знакомых такие, которые Вам явно не нравятся?

49. Легко ли Вас задевает критика Ваших недостатков или Вашей работы?

50. Могли бы Вы сказать, что Вы уверенный в себе человек?

51. Трудно ли получить настоящее удовольствие от мероприятия, в котором много участников?

52. Беспокоит ли Вас чувство, что чем-то Вы хуже других?  
 53. Сумели бы Вы внести оживление в скучную компанию?  
 54. Бывает ли, что Вы говорите о вещах, в которых совсем не разбираетесь?  
 55. Беспокоитесь ли Вы о своем здоровье?  
 56. Любите ли подшучивать над другими?  
 57. Страдаете ли Вы бессонницей?

Т а б л и ц а 16

**Код опросника**

Черта личности	Ответ «ДА»	Ответ «НЕТ»
Искренность	6, 24, 36	12, 18, 30, 42, 48, 54
Экстраверсия	1, 3, 8, 10, 13, 17, 22, 25, 27, 39, 44, 46, 49, 53, 56;	5, 15, 20, 29, 32, 34, 37, 41, 51
Нейротизм	2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 19, 21, 23, 26, 28, 31, 33, 35, 38, 40, 43, 45, 47, 50, 52, 55, 57.	

Т а б л и ц а 17

**Интерпретация показателей по шкале «Искренность»**

Балл	Интерпретация
0–3	Откровенный
4–6	Ситуативный
7–9	Лживый

Т а б л и ц а 18

**Интерпретация показателей по шкале «Экстраверсия»**

0–2	3–6	7–10	11–14	15–18	19–22	23–24
Сверхин- троверт	Интро- верт	Потенци- альный интроверт	Амби- верт	Потенци- альный экстраверт	Экстра- верт	Сверхэкс- троверт

Т а б л и ц а 19

**Интерпретация показателей по шкале «Нейротизм»**

0–2	3–6	7–10	11–14	15–18	19–22	23–24
Сверх- конкор- дант	Конкор- дант	Потенци- альный кон- кордант	Нормо- стеник	Потенциаль- ный дискор- дант	Дискор- дант	Сверх- хискор- дант

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Что такое естественный сон?
2. Виды сна.
3. Основные теории сна.
4. Какие основные факторы могут определять характер сна?
5. На какие фазы подразделяется сон, каковы их основные характеристики?
6. Как фазы сна отражаются на электрокортикограмме?
7. Почему фаза быстрого сна называется парадоксальной?
8. Сколько времени продолжается быстрая фаза сна?
9. Какова продолжительность медленной фазы сна?
10. Что такое сновидения?
11. В чем сущность информативной теории естественного точного сна?
12. Где расположены центры, организующие сон?
13. Под влиянием каких основных факторов запускаются центры, организующие сон?
14. Под влиянием каких основных факторов запускаются центры, организующие бодрствование?
15. Чем отличается гипноз от естественного сна?
16. Какие свойства нервной системы лежат в основе типов нервной системы?
17. Дайте краткую характеристику каждому типу ВНД (в соответствии с классификацией И.П. Павлова).
18. Какими свойствами нервной системы характеризуется темперамент холерика?
19. Какими свойствами нервной системы характеризуется темперамент сангвиника?
20. Какими свойствами нервной системы характеризуется темперамент флегматика?
21. Какими свойствами нервной системы характеризуется темперамент меланхолика?
22. Что следует понимать под первой сигнальной системой?
23. Какой фактор обуславливает появление второй сигнальной системы человека?

24. Функции речи.
25. Какое значение имеет вторая сигнальная система в практической деятельности врача?
26. В какой доле коры головного мозга находится сенсорный центр речи?
27. какой зоне коры головного мозга находится моторный центр речи?
28. Основные формы бодрствования.
29. Виды внимания.
30. Мотивация, основные виды мотивации.
31. Что такое эмоция?
32. Основные физиологические теории эмоций.
33. Какие основные структуры мозга участвуют в формировании эмоции?
34. Формула эмоции по Г.И. Косицкому и по П.В. Симонову.
35. Какие изменения при отрицательных эмоциях наблюдаются: в сердечно-сосудистой системе, дыхательной системе, пищеварительной системе?
36. Какие физиологические процессы лежат в основе афферентного синтеза?
37. Виды памяти, основные теории памяти.

### ***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. НА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЕ АКТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ МОЗГА ОТРАЖАЕТ

- 1)  $\alpha$ -ритм
- 2)  $\beta$ -ритм
- 3)  $\varepsilon$ -ритм
- 4)  $\theta$ -ритм
- 5)  $\delta$ -ритм

4. НА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЕ СОСТОЯНИЮ ОРТОДОКСАЛЬНОГО СНА СООТВЕТСТВУЕТ

- 1)  $\alpha$ -ритм
- 2)  $\beta$ -ритм
- 3)  $\gamma$ -ритм
- 4)  $\theta$ -ритм
- 5)  $\delta$ -ритм

*Задачи*

1. В результате автомобильной аварии водитель получил травму головы и потерял возможность воспроизвести свое прошлое (ретроградная амнезия). Функция какого полушария у него нарушена?

2. После наркоза человек не помнит информации, которая ему была предложена до наркоза. В пользу какой теории кратковременной памяти свидетельствует этот факт?

3. Человек стал забывать названия предметов. Какой центр, имеющий отношение к речи, поражен, и в какой доле больших полушарий он находится?

4. После травмы черепа больной жалуется на расстройства сна. Назовите вероятную локализацию травматического очага в ЦНС.

5. Больной правша не помнит названий предметов, но дает правильное описание их назначения. Какая область головного мозга у этого человека поражена?

### **ЗАНЯТИЕ № 3. Итоговое занятие по разделу «Физиология высшей нервной деятельности»**

**Учебно-исследовательская цель занятия:** контроль знаний по разделу «Физиология высшей нервной деятельности».

**Контрольные вопросы для устного собеседования на итоговом занятии**

1. Методы исследования функций коры больших полушарий.
2. Врожденные формы поведения (безусловные рефлексы, виды, свойства, значение).
3. Приобретенные формы поведения.
4. Физиологические механизмы образования условных рефлексов.
5. Современные представления о формировании временных связей.
6. Явление торможения в высшей нервной деятельности. Виды торможения.
7. Аналитико-синтетическая деятельность коры больших полушарий.
8. Динамический стереотип, его физиологическая сущность, значение в приобретении трудовых навыков. Образование стереотипа у людей.
9. Современные представления о локализации функций в коре головного мозга.
10. Функциональная асимметрия коры больших полушарий.
11. Сон, виды сна, фазы, сновидения.
12. Свойства корковых процессов возбуждения и торможения.
13. Учение И.П. Павлова о типах ВНД.
14. Понятие о сигнальных системах. Речь, функции речи. Значение речи в практической деятельности врача.
15. Понятие о темпераментах, их значении в профессиональной деятельности врача.
16. Понятие о психических функциях человека (сознание, мышление). Роль восприятий, ощущений, представлений в формировании сознания. Виды психической деятельности.

17. Мотивации: классификация, теории возникновения. Роль мотивации в формировании поведенческого акта.

18. Физиология эмоциональных состояний. Теории эмоций, структурная организация, вегетативные и моторные компоненты эмоций. Значение эмоций.

19. Архитектура целенаправленного поведенческого акта, этапы формирования (афферентный синтез, принятие решения, афферентное возбуждение, результат действия). Роль акцептора результата действия.

20. Центральные механизмы ноцицепции и антиноцицепции.

21. Функциональное значение болевой чувствительности

22. Барьеры организмы (кожа, слизистые оболочки, клеточные мембраны, гистогематический и гематоэнцефалический барьеры).

23. Защитная роль слизи.

24. Иммуитет, его виды. Центральные и периферические органы иммунитета.

25. Защитные рефлексy. Защитное поведение животных и человека.

26. Функциональная система обеспечения целостности тканей организма.

# СТРУКТУРА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗА ИТоговые занятия по разделам НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

## Структура рейтинговой оценки за этапы занятия

Этапы	min	max	отлично	хорошо	удовл.
Тестовый контроль	70	100	91–100	91–90	70–80
Практические навыки	12	20	19–20	16–18	12–15
Решение задач	9	15	14–15	11–13	8–10

Итоговая оценка по теме «Физиология высшей нервной деятельности» рассчитывается по формуле

$$X = A \cdot 0,3 + B \cdot 0,3 + C \cdot 0,4,$$

где  $A$  – балл за тестовый контроль,  $B$  – балл за практические навыки,  $C$  – балл за решение ситуационных задач.

## Критерии оценки при устном собеседовании на контрольной

Оценка	Критерии оценки
Отлично	Ответ правильный, полный, допускаются лишь мелкие неточности, не влияющие на существо ответа.
Хорошо	Ответ правильный, но не совсем полный. Допускаются мелкие неточности и не более двух ошибок, которые после уточнения студент способен исправить самостоятельно.
Удовлетворительно	Ответ в целом правильный, но не полный, поверхностный. Ошибки и неточности при устном ответе студент способен исправить после наводящих вопросов. Допускается не более двух неисправленных ошибок.
Неудовлетворительно	Ответ неверный. После наводящих вопросов никаких исправлений не дано. Кроме определений и дефиниций студент не может дать никаких пояснений о механизмах физиологических процессов, нормах показателей гомеостаза.

## ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО КУРСУ ФИЗИОЛОГИИ

Итоговый экзамен по курсу физиологии с основами анатомии проводится в соответствии с учебным планом в конце четвертого семестра. Согласно положению о трехэтапном экзамене в вузе, экзамен на кафедре нормальной физиологии тоже предполагает три этапа.

*Первый этап.* В конце семестра на последнем занятии проводится письменный тестовый экзамен. Массив тестов для экзамена включает тесты по всем темам курса и составлен для фармацевтического факультета с учетом профессиональных особенностей. Набор этих тестов в течение учебного года доступен студентам.

Студенты отвечают на тесты на специальном бланке. Процентное соотношение количества тестов по каждой теме соответствует объему программы. Для ответа на тесты дается 2 ч, после чего с использованием трафаретов эталонов ответов преподаватель проводит проверку правильности ответов и выставляет оценку. Критерии оценки следующие.

Доля правильных ответов, %	Оценка
< 70%	Неудовлетворительно
70–79%	Удовлетворительно
80–89%	Хорошо
90–100%	Отлично

*Второй этап: практические навыки.* Проводится после тестового экзамена по расписанию кафедры или деканата. Допускается проведение практического экзамена на том же занятии, что и письменный, после ответов на тесты.

Студент должен реально выполнить один из 17 утвержденных практических навыков в соответствии с методическими рекомендациями по каждой работе, которые усвоены им на практическом занятии. Пользоваться конспектами и книгами запрещается. Оценивается правильность выполнения каждого этапа, точность выполняемых расчетов, умение проанализировать результат. По итогам практического экзамена выставляется оценка.

## **Список практических навыков по физиологии, вынесенных на практический экзамен**

1. Техника взятия крови.
2. Подсчет количества эритроцитов.
3. Подсчет количества лейкоцитов.
4. Определение концентрации гемоглобина по методу Сали.
5. Определение групповой принадлежности крови в системе АВ0.
6. Определение групповой принадлежности крови по системе резус-фактор.
7. Сухожильные рефлексy.
8. Мозжечковые пробы.
9. Определение артериального давления по Короткову и Рива-Роччи.
10. Регистрация и анализ ЭКГ.
11. Спирография.
12. Расчет основного обмена по таблицам.
13. Определение остроты зрения.
14. Определение полей зрения (периметр Форстера).
15. Определение остроты слуха.
16. Определение костной и воздушной проводимости звука.
17. Определение СОЭ.

*Третий этап.* Собственно экзамен по курсу физиологии с основами анатомии.

## **Примерная тематика рефератов и презентаций по нормальной физиологии**

### **Физиология возбудимых тканей**

1. Строение и функции мембран. Активный и пассивный транспорт веществ через мембраны.
2. Современное представление о процессе возбуждения.
3. Современная теория мышечного сокращения и расслабления (электро-механическое сопряжение).

3. Сила и работа мышц. Утомление.
4. Функциональная характеристика гладких мышц.
5. Механизмы синаптической передачи возбуждения.

### **Физиология центральной нервной системы**

1. Высшие психические функции. Виды их нарушений.
2. Структура и функция экстрапирамидной системы и заболевания, связанные с ее поражением.
3. Сегментарная регуляция вегетативных органов. Зоны Захарьина – Геда.
4. Вегетативная нервная система и способы коррекции ее нарушений.
5. Акупунктура и рефлексотерапия.

### **Физиология системы крови**

1. Защитные системы организма. Неспецифическая защита. Иммунная защита.
2. Динамика показателей крови и последовательность их изменений в онтогенезе.
3. Нарушения процесса свертывания крови.
4. Современные механизмы гемостаза.
5. Современные представления о системах групп крови.
6. Группы крови и диететика. Правда и легенды.

### **Физиология кровообращения и сердечной деятельности**

1. Распространение сердечно-сосудистых заболеваний и образ жизни.
2. Факторы риска для сердечно-сосудистой системы.
3. Эмоции, эмоциональные стрессы и сердечно-сосудистая система.
4. Влияние стрессов и состояния нервной системы на сердечную деятельность.
5. Ритмогенез сердца.
6. Регуляция деятельности сердца.
7. Изменение функций сердечно-сосудистой системы при гиподинамии, воздействии курения и алкоголя.
8. Пути предупреждения поражений сердца и сосудов – оптимальные условия воспитания и развития ребенка.

9. Профилактика ишемической болезни сердца.

10. Сердце и наркотики.

### **Физиология дыхания**

1. Статическая и динамическая механика легких.

2. Методы исследования дыхательной функции легких.

3. Плевральная полость: ее роль в осуществлении дыхания.

Виды пневмоторакса.

4. Транспорт газов кровью.

5. Механизм смены дыхательных фаз (ритмогенез).

6. Современные представления о дыхательном центре.

7. Рефлекторные и гуморальные механизмы регуляции дыхания.

8. Функциональная система, поддерживающая постоянство газового состава крови.

9. Понятие о гипоксии. Виды гипоксий.

10. Срочная адаптация организма к дефициту кислорода.

11. Механизмы адаптации организма человека к длительным физическим нагрузкам аэробной направленности.

12. Адаптация системы дыхания к условиям Крайнего Севера.

13. Адаптация организма к дефициту кислорода в условиях высокогорья.

### **Физиология пищеварения**

1. Пищевая мотивация и ее нарушение. Анорексия как социальная проблема.

2. Механизмы регуляции секреторной и моторной функции желудочно-кишечного тракта.

3. Непищеварительные функции желудочно-кишечного тракта.

### **Физиология обмена веществ и энергии**

1. Физиологическое обоснование адекватности пищевых рационов.

2. Проявления закона сохранения энергии в деятельности биологических систем.

### **Физиология терморегуляции**

1. Тепловой и солнечный удары.

2. Лихорадка. Ее положительное и отрицательное влияние на функции организма.

3. Применение гипо- и гипертермии в медицине.

4. Климат и его влияние на механизмы теплопродукции и теплоотдачи у людей.

#### **Физиология выделения**

1. Невыделительные функции почек.
2. Выделительная функция кожи, легких и желудочно-кишечного тракта.
3. Методы исследования выделительной функции почек.
4. Экстракорпоральный гемодиализ.
5. Роль почек в регуляции артериального давления.

#### **Физиология эндокринных желез и нейроэндокринных отношений**

1. Физиологические механизмы нейроэндокринных отношений.
2. Функции гипофиза.
3. Функции эпифиза.
4. Функции надпочечников.
5. Функции щитовидной железы.
6. Функции половых желез.
7. Функции паращитовидных желез.
8. Функция зубной железы.
9. Эндокринная функция 12-перстной кишки.

#### **Физиология высшей нервной деятельности**

1. Физиологические механизмы сна и сновидений.
2. Гипноз и его применение в медицине.
3. Типы высшей нервной деятельности и темперамент.
4. Физиологические механизмы образования условного рефлекса.

#### **Физиология психических функций**

1. Психофизиология памяти.
2. Психофизиология внимания.
2. Психофизиология ощущения и восприятия.
4. Детектор лжи и его психофизиологическое обоснование.

#### **Физиология адаптации и трудовых процессов**

1. Физиологические аспекты адаптации организма к экстремальным условиям.
2. Понятие о стрессе и его механизмах.
3. Биоритмы и их роль в жизни человека.

# ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ И ЗАДАЧИ

## Задачи

*Раздел II. ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ*  
**Занятие № 1. Строение и роль плазматической мембраны клеток. Транспорт веществ через плазматическую мембрану**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	4	4	4	3

### Ответы на задачи

1. Барьерная функция билипидного слоя плазматической мембраны будет нарушена для ионов и мелких органических веществ за счет того, что лизоформы фосфолипидов будут формировать дополнительные поры в мембране. Такое явление наблюдается при действии ионизирующего облучения, лекарственных веществ и некоторых заболеваниях, связанных с увеличением процесса свободнорадикального перекисного окисления.

2. К таким ферментам можно отнести фосфолипазы A1 и A2, осуществляющие отщепление жирных кислот от фосфоглицеридов клеточных мембран, в частности от лецитина, и накопление в мембране лизолецитина. Это вызывает разрыхление мембран и их разрушение. Так, гемолиз эритроцитов крови обусловлен главным образом накоплением лизолецитина, под действием липаз яда змей.

3. 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.

4. Считается, что основными спиртами, входящими в состав головок фосфоглицеридов, являются: холин, этаноламин, серин и инозитол.

По форме молекулы фосфолипидов похожи на сплюснутый цилиндр, который по своей длине является на 1/4 часть гидрофильным, а на 3/4 – гидрофобным.

### **Занятие № 2. Общие свойства возбудимых тканей**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	3	4	3	1, 2, 3

#### **Ответы на задачи**

1. Произойдет деполяризация мембраны и снижение мембранного потенциала.

2. Мембранный потенциал увеличится (гиперполяризация), так как калиевый ток теперь не будет уменьшаться за счет противоположного тока натрия, как было до опыта.

3. В этом случае выключается Na-K-насос, поляризация мембраны постепенно исчезнет, так как произойдет уравнивание концентраций натрия и калия по обе стороны мембраны.

4. Если время действия раздражающего тока будет очень коротким (см. кривую Гоорвега – Вейса).

5. Возбудимость уменьшится, так как в этом случае необходимы большая сила и большее время, чтобы сдвинуть мембранный потенциал до критического уровня.

### **Занятие № 3. Физиология мышечного сокращения**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	3	2	3	1

#### **Ответы на задачи**

1. Раздражение называется непрямой, 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.

2. Для гладкого тетанического сокращения необходимо, чтобы интервал между раздражениями был длиннее рефрактерного периода, но короче всей длительности сокращения. В данном случае этот интервал лежит в пределах от 10–70 мс, значит, при частоте от 15–100 Гц будет наблюдаться тетанус. При меньшей частоте будут одиночные сокращения, при большей – пессимум.

3. Так как длительность потенциала действия совпадает с периодом рефрактерности, после которой следует фаза супернормальной возбудимости, интервал между раздражениями должен быть 10 мс. Это соответствует частоте раздражения 100 Гц. Чтобы импульс попал в субнормальный период, необходимо приращение более частых раздражений.

4. Удельная сила мышцы равна отношению максимального груза к площади физиологического поперечного сечения. В данном случае она равна 8 кг/см<sup>2</sup>.

#### **Занятие № 4. Физиология нервного волокна. Физиология синаптической передачи**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	2	2	2	1

#### **Ответы на задачи**

1. При повышении проницаемости мембраны для ионов калия усилятся их выход из клетки. Это приведет к гиперполяризации мембраны, а, следовательно, и к увеличению ее порогового потенциала. Возбудимость клетки уменьшится.

2. Это локальный ответ, так как амплитуда возникшего мембранного потенциала составляет более 75% значения порогового потенциала мембраны клетки.

3. Импульсы высокочастотных токов обладают очень малой длительностью, а это недостаточно для пороговой деполяризации клеточной мембраны.

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 ПД. В результате этих двух сдвигов скорость проведения нервных импульсов по волокну уменьшится.

5. При значительном уменьшении выброса медиатора в нервно-мышечном синапсе уменьшится амплитуда ПКП, возникающих на постсинаптической мембране, и одиночные ПКП не будут достигать порогового значения. В результате этого каждый отдельный пресинаптический ПД теряет возможность проходить через нервно-мышечный синапс. Синаптическая передача возбуждения будет возможной лишь при суммации нескольких одиночных ПКП, вызываемых следующими друг за другом пресинаптическими ПД.

### *Раздел III. ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ*

#### **Занятие № 1. Общая физиология ЦНС**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	4	5	2	3

#### **Ответы на задачи**

1. Возбуждение произойдет, так как при одномоментном подпороговом возбуждении нескольких синапсов на постсинаптической мембране произойдет суммация подпороговых квантов медиатора (пространственная суммация).

2. После подключения раздражения симпатического нерва наблюдается усиление мышечных сокращений утомленной мышцы (феномен Орбели – Гинецинского).

3. Дендрит имеет реобазу 100 мВ, сома – 30 мВ, аксональный холмик – 10 мВ.

4. Длительная деполяризация пресинаптической зоны (депрессия Вериги в аксо-аксональном синапсе) прекращает поток импульсов к концевой пластинке аксона и прекращает передачу медиатора к следующему нейрону, вызывая его торможение. Гиперполяризация постсинаптической мембраны активного нейрона тоже прекращает текущее возбуждение (тормозит нейрон).

## **Занятие № 2. Частная физиология. Физиология спинного, продолговатого и среднего мозга**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	2	4	1	4

### **Ответы на задачи**

1. Сразу же после такой травмы у больного наступает полное торможение тазовых функций вследствие развития спинального шока. После того, как явления спинального шока пройдут, наблюдается непроизвольное рефлекторное опорожнение прямой кишки и мочевого пузыря по мере их наполнения.

2. Доказано, что многие отделы ЦНС выполняют трофическую функцию, то есть через выделение нервными окончаниями биологически активных веществ изменяют обмен веществ непосредственно в клетках. Возможно, что в результате огнестрельного ранения у данного человека произошло повреждение седалищного нерва, вследствие чего нарушилась трофика тканей голени и возникла язва.

3. Нет, не может, поскольку разрушена нисходящая тормозная система ретикулярной формации.

4. Если блокировать восходящее активирующее действие ретикулярной формации, животное засыпает, так как падает тонус клеток коры головного мозга и наступает их торможение.

5. В коре головного мозга нет жизненно важных центров, а в продолговатом есть (дыхательный, сосудодвигательный и др.). Поэтому более опасно для жизни кровоизлияние в продолговатый мозг. Как правило, оно заканчивается летальным исходом.

## **Занятие № 3. Частная физиология. Физиология мозжечка, промежуточного мозга, подкорковых образований, коры головного мозга**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	2	1, 2	2	3

### Ответы на задачи

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.

2. По характеру реакции зрачков на свет анестезиологи судят о глубине наркотического сна. Если зрачки перестали реагировать на свет, это значит, что наркоз распространился на те области среднего мозга, где расположены ядра III пары черепно-мозговых нервов. Это является угрожающим для человека признаком, так как могут выключиться жизненно важные центры. Следует срочно снизить дозу наркотика.

3. Вестибулярные ядра имеют связи не только с мотонейронами, но и с нейронами вегетативной нервной системы, влияющими на дыхание, кровообращение, функции ЖКТ. Поэтому при укачивании происходит возбуждение этих нейронов, что вызывает вегетативные симптомы морской болезни.

4. Нормальное функционирование коры головного мозга зависит не только от ее собственного состояния, но и от состояния ретикулярной формации и неспецифических ядер таламуса. Разрушение последних приводит к потере сознания в результате падения тонуса клеток коры.

5. При нагревании до 50 °С белковые молекулы денатурируют, значит вентромедиальное ядро было разрушено. Но в нем находился центр насыщения. После его разрушения собака будет испытывать повышенное чувство голода. Разовьется гиперфагия (обжорство). В результате возникает ожирение.

### Занятие № 4. Нервная регуляция висцеральных функций

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	2	2	3	1

### Ответы на задачи

1. Возникает аксональный рефлекс – рефлекс без участия центральной нервной системы.

2. Атропин, блокируя М-холинорецепторы в постганглионарных синапсах блуждающего нерва, тем самым выключает его эфферентные влияния на деятельность различных органов и отделов желудочно-кишечного тракта, устраняя нежелательные рефлекторные реакции, например усиление перистальтики и секреции желудка, кишечника. При этом может наблюдаться увеличение ЧСС, сухость во рту и расширение зрачков. Скелетная мускулатура при этом остается интактной, так как в ней нет М-холинорецепторов.

3. Ганглии симпатического отдела вегетативной нервной системы расположены цепочками по обе стороны от позвоночника (паравертебральные) и на некотором удалении от него (превертебральные). Преганглионарные волокна короткие, типа В. Постганглионарные волокна короткие, типа С. Влияния парасимпатической нервной системы быстрее сказываются на функциях внутренних органов, так как симпатическая нервная система на периферии на значительном протяжении представлена постганглионарными волокнами типа С, по которым возбуждение распространяется медленнее.

4. 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.

5. Надавливание на глазные яблоки, вызывая раздражение афферентных волокон блуждающих нервов, приводит к повышению тонууса 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.

## Раздел IV. ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

### Занятие № 1. Нейрогормональные отношения и механизм действия гормонов. Физиология лактации

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	3	2	1	1

#### Ответы на задачи

1. В гипофизе образуются: АКТГ, ЛТГ, ФСГ, СТГ.
2. Под влиянием глюкагона или адреналина.
3. Для сахарного диабета.
4. Альдостерон и частично глюкокортикоиды.
5. Схема развития общего адаптационного синдрома (стресс-реакции по Г. Селье): стадия тревоги → стадия резистентности → стадия истощения.

## Раздел V. ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ

### Занятие № 1. Кровь как средство транспорта и внутренняя среда организма

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	1, 2, 3	2	2	1

#### Ответы на задачи

1. Осмотическое давление прямо пропорционально концентрации раствора и точке замерзания. Известно, что температура  $-0,56\text{ }^{\circ}\text{C}$  соответствует осмотическому давлению в 7,6 атм. (0,9% NaCl). Если температура замерзания равна  $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то осмотическое давление такой крови составит 5,5 атм. (0,65% NaCl).

2. До кровопотери в организме больного крови было 7% от 75 кг, то есть 5,25 л. Полтора литра составляет 28,6% от этой величины. Это и есть уровень кровопотери.

3. Концентрация краски в крови уменьшилась в 250 раз. Следовательно, плазмы было в 250 раз больше, чем введено краски, то есть 1250 мл. Так как гематокритный показатель равен 45%, то это значит, что 1250 мл плазмы составляет 55% всего объема циркулирующей крови. Отсюда легко определить, что количество крови в организме 2270 мл.

4. Так как количество крови уменьшилось с 5 л до 4 л, то количество плазмы стало равным 2320 мл (56%). Общее количество белка в этой плазме до введения полиглюкина было равно 7,5%, или 17,4 г. После добавления кровезаменителя гематокритный показатель упал в 1,4 раза. Значит, на эту же величину возросло количество жидкой части крови. Плазмы стало 3240 мл. Если в ней растворено 17,4 г белка, то его концентрация равна 5,35%, то есть резко снижена.

### **Занятие № 2. Клетки крови, их строение и функции**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	4	3	3	2

#### **Ответы на задачи**

1. Подставив цифры в формулу для определения цветного показателя, находим, что у больного  $3,5 \cdot 10^{12}/л$  крови. Малокровие.

2. При данных условиях содержание Hb в крови (исходя из формулы для определения цветного показателя) равно 16,6 г. В 4,5 л крови при такой концентрации его содержится 750 г.

3. После питья число эритроцитов составило 90% от исходной величины. Если бы после приема воды объем каждого из них оставался бы прежним, то общий их объем должен был уменьшиться до 96% и составить 43,2% всей крови. Но в действительности общий объем эритроцитов стал равен 46% объема крови. Это значит, что объем эритроцитов увеличился на 6% по сравнению с первоначальным.

4. Через 1 ч концентрация эритроцитов будет почти нормальной, так как в это время объем крови еще не восстановился, и разведения эритроцитов плазмой не произошло. Через 1 сут после кровопотери концентрация эритроцитов станет примерно на 20% меньше обычного, так как общее количество крови восстанавливается в основном за счет жидкости (срочная регуляция объема циркулирующей крови).

5. Отсутствие указанных желчных пигментов в моче и кале указывает на то, что желчь не поступает из печени в кишечник. Это может быть связано с механической закупоркой желчного протока.

### Занятие № 3. Гемостаз. Группы крови. Резус-фактор

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1, 2, 3	1	2	3	2

#### Ответы на задачи

1. Хлористый кальций добавляют в цитратную кровь для того, чтобы: а) противодействовать действию цитрата натрия; б) предупредить нарушение равновесия в крови ионов  $K^+$  и  $Ca^{++}$ ; в) нормализовать свертываемость крови.

2. Поскольку плазмин является главным действующим агентом фибринолитической системы, добавление ЭАКК вызовет задержку растворения фибрина, что будет способствовать тромбообразованию.

3. В сыворотке групп крови 0 (I) и A (II) содержатся общие бета-агглютинины. Следовательно, в эритроцитах исследуемой крови имеется В-агглютиноген. Значит, группа крови больного В (III), и ему можно переливать кровь III группы и в небольшом количестве кровь I группы.

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.

5. Следует думать, что причиной смерти могло быть переливание резус-положительной крови человеку, которому раньше уже такая кровь переливалась, и у которого в плазме есть резус-антитела. Ошибка врача заключается в том, что он, видимо, забыл спросить больного о предыдущих переливаниях и не определил резус-принадлежность крови донора и реципиента.

### Раздел VI. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

#### Занятие № 1. Внешнее дыхание и методы его исследования

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	1	2	4	3

#### Ответы на задачи

1. Парциальное давление газа равно 106 мм рт. ст.

2. ДЖЕЛ женщины =  $H (21,78 - 0,101 A)$ , где  $H$  – рост, см,  $A$  – возраст, годы (формула Болдуина). В данном случае ДЖЕЛ равна 3620 мл.

3. Так как 1 г Hb связывает 1,34 мл кислорода, то КЕК в данном случае равна 200 мл/л.

4. При вдохе за счет снижения давления в грудной полости расширяются кровеносные сосуды средостения. При этом венозный приток к легким и к предсердиям возрастает. Это приводит к рефлекторному учащению сердцебиений (дыхательная аритмия) и изменению артериального давления (дыхательные волны на кривой АД).

5. Повышение парциального напряжения углекислого газа в крови сдвигает кривую диссоциации оксигемоглобина вправо и ускоряет процесс его распада.

## **Занятие № 2. Регуляция дыхания. Дыхание при различных состояниях организма**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	2	1	1	1

### **Ответы на задачи**

1. Дыхание прекратится, так как в этом случае дыхательные центры изолируются от дыхательной мускулатуры.

2. Дыхание сохранится за счет работы диафрагмы, так как центр диафрагмального нерва сохранит связь с дыхательным центром.

3. При активизации обмена веществ в крови увеличивается содержание углекислого газа и падает содержание кислорода, что является причиной рефлекторного возбуждения дыхательного центра через хеморецепторы сосудов или хемочувствительные зоны мозга.

4. Слизистая воздухоносных путей.

5. При перерезке блуждающих нервов дыхание будет более глубоким и редким. При стимуляции центрального конца вагуса произойдет задержка дыхания на выдохе, так как в составе этого нерва идут чувствительные волокна от рецепторов растяжения легких. При стимуляции периферического конца вагуса дыхание не изменится.

## Раздел VII. ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА

### Занятие № 1. Морфофункциональные показатели работы сердца

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	2	3	3	3	3

#### Ответы на задачи

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 1 мин кислорода (мл) к артерио-венозной разнице кислорода (мл). В данном случае МОК равен 7 л, УОС 93,5 мл.

2. Исходя из формулы Фика, за 1 ч поглощается в данных условиях 36,0 л кислорода.

3. Длительность фазы медленного наполнения уменьшится примерно на такую же величину. Ударный объем может остаться прежним.

4.  $УОС = МОК : ЧСС$ . До работы  $УОС = 71,5$  мл. Во время работы он стал равен 86 мл. ЧСС возросла до 140. В этих условиях  $МОК = 12,1$  л.

5. В конце фазы медленного изгнания крови.

### Занятие № 2. Основные физиологические свойства сердечной мышцы

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	3	3	1	1

#### Ответы на задачи

1. Сердечный блок I степени. На ЭКГ наблюдается удлинение интервала PQ.

2. Такие соотношения зубцов ЭКГ бывают при гипертрофии левого желудочка (левограмма).

3. Такое соотношение зубцов на ЭКГ бывает при гипертрофии правого желудочка (правограмма).

4. Частота сокращений уменьшится, так как в этом случае уровень мембранного потенциала пейсмекера удаляется от критиче-

ского уровня деполяризации и время медленной диастолической деполяризации увеличивается.

5. Патологический очаг находится, по всей вероятности, в миокарде желудочка, так как наблюдается длинная компенсаторная пауза.

### **Занятие № 3. Регуляция деятельности сердца**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	1	2	2	3

#### **Ответы на задачи**

1. При укорочении абсолютного рефрактерного периода сердце может сокращаться тетанически, что несовместимо с его насосной функцией и может привести к смерти.

2. УОС тоже возрастет на 10 мл, так как в здоровом сердце приток равен оттоку (это основной закон гемодинамики).

3. Работа сердца увеличится за счет механизмов клеточной и органной саморегуляции. Это проявление закона Франка – Старлинга на изолированном сердце.

4. Надо нанести на нерв сильное раздражение. Раздражение периферического конца вагуса вызывает замедление ритма сердца, раздражение центрального такого эффекта не дает.

5. Усиленный приток крови в предсердия приводит к увеличенному ее выбросу в аорту, а это в свою очередь вызовет повышение АД. Увеличение мочеобразования уменьшает количество жидкости в кровеносной системе и приводит к падению АД.

### **Занятие № 4. Сосуды. Регуляция тонуса сосудов. Параметры гемодинамики и методы их определения**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	3	1	4	2

#### **Ответы на задачи**

1. Из гемодинамики известно, что сопротивление в сосудах равно величине давления, деленного на объемную скорость ( $R = P/Q$ );  $Q$  (МОК) = ЧСС · УОС =  $70 \cdot 74 \approx 5$  л/мин. Теперь легко

рассчитать, что сопротивление сосудистой системы  $R$  равно 20 мм рт. ст. мин/л.

2. Если просвет капилляров в 1000 раз больше просвета артерии, значит линейная скорость крови в них во столько же раз меньше (ведь объемная скорость одинакова). Следовательно, в этом случае кровь движется со скоростью 0,25 мм/с.

3. Накопление  $CO_2$  и снижение кислорода во вдыхаемом воздухе вызывает гипоксию и гиперкапнию в крови. Следствием является раздражение хеморецепторов сосудов и тканей, в результате чего увеличивается частота сердцебиения и повышается артериальное давление, кровоток усиливается.

4. Покраснение кожи под горчичником является результатом расширения сосудов, в основе которого лежит аксон-рефлекс.

5. Змея погибает из-за того, что кровь в силу своей тяжести застаивается в нижней части тела и не поступает к голове и сердцу.

## *Раздел VIII.* **ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ, ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ**

### **Занятие № 1. Пищеварение в полости рта и желудке**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1	3	3	1	4

#### **Ответы на задачи**

1. В обоих случаях раздражаются рецепторы ротовой полости и желудка, но еще не начинается всасывание продуктов переваривания в кровь. Указанное раздражение стимулирует центр насыщения в вентромедиальном гипоталамусе и тормозит центр голода в латеральном гипоталамусе. Это первичное или сенсорное насыщение, благодаря которому своевременно прекращается пищевобывательная деятельность.

2. Секреция при мнимом кормлении происходит за счет мозговой фазы, при этом, в частности в пилорической части желудка, выделяется гастрин, который стимулирует желудочную секрецию. Поэтому после резекции пилорической части секреция при мнимом кормлении уменьшается.

3. Запах пищи, остатки которой могут быть во рту, в карманах, на несвежем халате. В таком случае выделение желудочного сока отражало бы мозговую фазу желудочной секреции. В действительности же сотрудник обнаружил проявление периодической деятельности ЖКТ.

4. Собака-донор, от которой кровь вводилась первой собаке, была накормлена. В этой крови присутствовали пищеварительные гормоны (гастрин и др.), вызвавшие секрецию. Вторая собака-донор была голодной.

5. Состав и количество слюны будут разными. На хлеб как более сухой и грубый продукт выделяется больше жидкой слюны, чем на мясо.

### **Занятие № 2. Пищеварение в кишечнике, всасывание**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	2	3	3	1

#### **Ответы на задачи**

1. Нет, так как размер пор диффузионного слоя не превышает 200 ангстрем, а размеры микроорганизмов больше.

2. У больного будет наблюдаться непроизвольное отделение кала.

3. 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 усвоение их будет менее эффективным, так как они будут медленнее всасываться, и часть их пойдет на питание микрофлоры.

4. Отчасти. Указанные продукты содержат большое количество клетчатки, которая не усваивается организмом человека, но оказывает сильное механическое воздействие на стенки желудка и кишечника, способствуя их перистальтике.

5. Гипофиз выделяет гормоны, которые управляют работой других желез внутренней секреции. Аналогично и 12-перстная кишка выделяет многочисленные гастроинтестинальные гормоны, которые оказывают воздействие на работу органов ЖКТ.

### Занятие № 3. Обмен веществ и энергии

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	4	3	3	1

#### Ответы на задачи

1. Для дыхательного коэффициента, равного 1, калорический эквивалент кислорода 5,047 ккал. За 1 ч количество поглощенного кислорода составляет 18 л. За это время энергозатраты составят 91 ккал.

2. Количество поглощенного кислорода в 1 мин равно 5% от 10 л, то есть 0,5 л. Выделено углекислоты 4% от 10 л, то есть 0,4. ДК = 0,8. Калорический эквивалент кислорода для этого ДК = 4,8 ккал. Значит, суточные энергетические затраты равны  $0,5 \text{ л} \cdot 60 \cdot 24 \cdot 4,8 = 3456 \text{ ккал}$ .

3. Для женщин должный основной обмен за 1 ч равен произведению площади тела ( $\text{м}^2$ ) на 36 ккал. Площадь тела определяется по номограмме. В данном случае должный основной обмен равен 1126 ккал. Основной обмен у испытуемой повышен на 42%.

4. Один грамм азота соответствует 6,25 г белка. В данном случае в организме разрушилось 75 г белка.

5. Суточная потребность в питательных веществах зависит от уровня энергетических затрат. В данном случае пищевой рацион не соответствует даже самым низким энергозатратам взрослого человека (1 группа – белка 80–100 г, жира 90–100 г, углеводов 420–450 г).

### Занятие № 4. Терморегуляция

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	4	2	3	3	1

#### Ответы на задачи

1. На холоде увеличиваются теплопотери, а жир обладает наибольшей теплотворной способностью, следовательно, жировая диета увеличивает теплопродукцию. Одновременно при действии холода происходит усиленное отрастание шерсти.

2. Если построить схему функциональной системы терморегуляции, то очевидно, что оперативным путем можно повлиять

только на два звена в ней: на щитовидную железу и задний гипоталамус.

3. Пути отдачи тепла организмом: конвекция, радиация, испарение, кондуктивность. При температуре 38 °С основную роль играет испарение. Следовательно, наиболее эффективно будет охлаждаться третий.

4. Влажный воздух содержит пары воды и поэтому теплопроводность его выше, чем сухого. Поэтому во влажной среде отдача тепла идет быстрее, чем в сухой.

5. Охлаждающий эффект дает не выделение пота, а его испарение. Если пот выделяется очень обильно, он стекает с кожи, не успевая испариться.

## *Раздел IX. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ*

### **Занятие № 1. Физиология почек**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	2	4	4	1

#### **Ответы на задачи**

1. Фильтрационное давление равно гидростатическому давлению в капиллярах клубочка (70 мм рт. ст.) минус тканевое давление (36 мм рт. ст.) и онкотическое давление белков плазмы (24 мм рт. ст.). В данном случае фильтрационное давление равно 10 мм рт. ст.

2. При декапсуляции почек падает тканевое давление, значит, фильтрационное возрастает, и фильтрация увеличивается. На этом основано применение операции декапсуляции почки при нарушениях почечной фильтрации.

3. При уменьшении количества белка в крови падает онкотическое давление крови, возрастает фильтрационное давление, и скорость фильтрации воды в почках увеличивается. Однако количество мочи может и не возрасти, так как часть воды из сосудов уходит в ткани вне почек (отеки).

4. Увеличение количества ренина способствует усилению мочеобразования, так как при этом возрастает АД в клубочках, что приводит к росту фильтрационного давления.

## Раздел X. ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

### Занятие № 1. Зрительная, слуховая, вестибулярная, обонятельная и вкусовая сенсорные системы

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	4	3	1	4

#### Ответы на задачи

1. Свет по-разному действует на глаз, находящийся в обычном состоянии, и при надавливании на глазное яблоко, так как в последнем случае глазное яблоко деформировано. Если одно глазное яблоко деформировано, или деформированы оба, но в разной степени, то лучи, идущие от одной и той же точки, попадают на неидентичные (диспарантные) точки обеих сетчаток. В естественных условиях это имеет место, если лучи идут от разных точек. Поэтому при надавливании и возникает ощущение двух предметов. Без надавливания лучи от одной и той же точки попадают на идентичные элементы обеих сетчаток, и в мозгу мы получаем изображение одной точки.

2. Частотная модуляция состоит в том, что при передаче разной информации изменяется не только суммарное количество импульсов, но и их распределение в каждой пачке. Например, одно и то же количество патронов за 1 мин можно израсходовать, стреляя и длинными, и короткими очередями, и вперемешку, следовательно, утверждение задачи неправомерно.

3. Овальное окно передает колебания слуховых косточек перилимфы. Круглое окно обеспечивает возможность смещения перилимфы под влиянием колебаний мембраны овального окна, так как мембрана круглого окна также способна выпячиваться. Если бы обе эти мембраны стали жесткими, то перилимфа не могла бы смещаться, так как жидкость несжимаема. Таким образом, в обоих случаях раздражение волосковых клеток кортиева органа не могло бы происходить, и не происходило бы восприятие звука.

4. Восприятие звуков может происходить за счет воздушной и костной проводимости. При тугоухости ухудшается воздуш-

ная проводимость, например за счет нарушения нормальной подвижности слуховых косточек, однако может сохраниться костная проводимость. Чтобы в этом убедиться, нужно поставить на соцевидный отросток звучащий предмет. Его колебания будут передаваться не только по воздуху, но и костям черепа, а от них к слуховым рецепторам, расположенным во внутреннем ухе, звук может быть услышан. Камертон следует приставлять к кости его ножкой.

## **Занятие № 2. Физиология ноцицептивной и антиноцицептивной систем**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	3	3	4	1	2

### **Ответы на задачи**

1. При болевом воздействии возникают субъективные и объективные реакции. Субъективные – это ощущение боли и вызываемое им поведение. Такие реакции можно подавлять усилием воли. Но объективные реакции связаны с возбуждением симпатического отдела вегетативной нервной системы, что проявляется в расширении зрачков, а с этим Камо ничего не мог сделать. Боли как будто не ощущал, а зрачки расширились.

2. Поскольку в данном случае происходит формирование болевых ощущений даже на неноцицептивные стимулы, то, вероятно, изменяется обработка сенсорной информации на том уровне ЦНС, где проходят проводящие пути всех видов чувствительности. Таким коллектором сенсорной информации является таламус, а данный вид боли называется «таламической болью». Причиной подобных нарушений могут быть, вероятнее всего, органические поражения ЦНС (например, опухолевые образования).

## **Раздел XI. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **Занятие № 1. Выработка и торможение условных рефлексов**

Тестовые задания	Номер задания				
	1	2	3	4	5
Номер ответа	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1	1	2

### Ответы на задачи

1. Нет. Так как сохраняются вертикальные через подкорку связи между участками коры.

2. Если заблокировать восходящее активирующее действие ретикулярной формации, животное засыпает, так как падает тонус клеток коры головного мозга и наступает их торможение.

3. Условный рефлекс не проявится, так как для собаки слово «звонок» не является сигналом настоящего звонка, а является просто звуковым раздражителем, составленным из определенного сочетания звуков.

4. При удалении височных долей головного мозга слуховые условные рефлексы исчезают, при удалении затылочных – сохраняются.

### Занятие № 2. Память, мотивации, эмоции, сон

Тестовые задания	Номер задания			
	1	2	3	4
Номер ответа	2	3	2	5

### Ответы на задачи

1. Скорее всего, правого, так как считается, что следы прошлых событий хранятся преимущественно в правом полушарии.

2. Данный факт свидетельствует в пользу теории реверберации циркуляции импульсов в замкнутых нейронных цепях.

3. Амнестический центр речи (поле 39 по Бродману и височная доля больших полушарий).

4. Задний гипоталамус и ростральный отдел ретикулярной формации мозгового ствола.

5. Поражена левая височная область, в которой находится сенсорный центр речи (поля 38–39 по Бродману).

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная литература**

1. Агаджанян Н.А., Смирнов В.М. Нормальная физиология: учебник для студентов медицинских вузов. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2007. – 520 с.
2. Физиология человека: учебник /под ред. В. М. Покровского, Г.Ф. Коротько. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2011. – 664 с.

### **Дополнительная литература**

1. Начала физиологии / под ред. А.Д. Ноздрачева. – СПб.: Лань, 2001. – 1088 с.
2. Нормальная физиология / под ред. Г.И. Косицкого. – М.: Медицина, 1985. – 544 с.
3. Орлов Р.С. Нормальная физиология: учебник – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 832 с.
4. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. – 478 с.
5. Физиология человека: руководство / под ред. Р. Шмидт, Г. Тевс. – М.: Мир, 1996. – 844 с.

Учебное издание

## **ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ С ОСНОВАМИ АНАТОМИИ**

Под редакцией академика РАН,  
профессора М.А. Медведева

Редактор: *Е.Е. Степанова*  
Электронная верстка: *Л.Д. Кривцова*  
Дизайн обложки: *Л.Д. Кривцова*

Редакционно-издательский отдел  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 107  
Тел. 8-3822-51-41-53, факс 8-3822-51-53-15  
e-mail: [bulletin@bulletin.tomsk.ru](mailto:bulletin@bulletin.tomsk.ru)

---

Подписано в печать 5.11.2015 г.  
Формат 60x84/16. Бумага офсетная.  
Печать ризограф. Гарнитура Times. Печ.л. 16,5. Усл. печ. л. 15,3.  
Тираж 200 экз. Заказ

---

Отпечатано в лаборатории оперативной полиграфии  
634050, г. Томск, ул. Московский тракт, 2