

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ  
И СОЦИАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ»

**Руководство к практическим занятиям  
по дисциплинам «Нормальная физиология»  
и «Физиология челюстно-лицевой области»**

Учебно-методическое пособие

под редакцией академика РАМН М.А. Медведева

Томск  
Сибирский государственный медицинский университет  
2010

УДК 612.0 : 612.31(075.8)

Р 851

Авторы:

проф., д-р мед. наук. **Рудин И.В.**, доценты: канд. биол. наук **Студницкий В.Б.**, канд. биол. наук **Егорова М.В.**, канд. биол. наук **Полякова И.П.**, канд. мед. наук **Бармин В.Ю.**, канд. биол. наук **Кротенко Н.М.**, канд. биол. наук **Князева И.Р.**; старшие преподаватели: канд. мед. наук **Кочурин Н.А.**, канд. мед. наук **Коноваленко Ю.А.**; ассистент **Антонов О.И.**

Рецензенты:

**В.И. Киселев** чл.-корр. РАМН, проф., д-р мед. наук зав. каф. нормальной физиологии Алтайского государственного медицинского университета,

**Ю.И. Савченков** проф., д-р мед. наук зав. каф. нормальной физиологии Красноярской медицинской академии

**Руководство к практическим занятиям по дисциплинам «Нормальная физиология» и «Физиологии челюстно-лицевой области»:** учебно-методическое пособие / под ред. М.А. Медведева.

– Томск: СибГМУ, 2010 – 401 с.

В данном пособии отражена методология проведения практических занятий по нормальной физиологии и физиологии челюстно-лицевой области на стоматологических факультетах медицинских вузов. Пособие составлено в строгом соответствии с учебными программами по дисциплинам «Нормальная физиология» и «Физиология челюстно-лицевой области», по специальности 060105 – «стоматология».

Отдельно вынесен дополнительный материал по дисциплине «Физиология челюстно-лицевой области», включающий список профильных вопросов, и приложение с кратким теоретическим материалом, таблицами и схемами.

Учебно-методическое пособие предназначено для преподавателей стоматологических факультетов медицинских вузов.

УДК 612.0 : 612.31(075.8)

Утверждено и рекомендовано к печати учебно-методической комиссией педиатрического факультета (протокол №1 от 24.02.09) и Центральным методическим советом ГОУ ВПО СибГМУ Росздрава (протокол №3 от 09.04.09)

© Сибирский государственный медицинский университет, 2010

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Коллективом сотрудников нашей кафедры в 2003 году было разработано и издано пособие для преподавания нормальной физиологии на врачебных факультетах медицинских вузов. Однако это пособие было написано из расчета 4-5 часовых занятий. Преподавание физиологии на стоматологическом факультете имеет свои особенности: малая продолжительность занятий, короткий лекционный курс. Ограниченное время занятий предполагает еще большую четкость и последовательность в проведении занятия, с конкретным расписанием. Только в этом случае возможно усвоение студентами обширного материала. С этих позиций и с учетом специфики стоматологического факультета разработано данное пособие.

Однако строгий регламент не исключает индивидуального творческого подхода каждого преподавателя, пособие носит рекомендательный характер. В помощь преподавателю предлагается приложение, в котором освещены профильные для стоматологического факультета вопросы. Надеемся, что особо полезным это пособие станет для начинающих преподавателей.

**Заведующий кафедрой нормальной физиологии СибГМУ,  
академик РАМН Михаил Андреевич Медведев.**

# РАЗДЕЛ: ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

## ЗАНЯТИЕ №1

### ТЕМА: СТРОЕНИЕ И РОЛЬ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ КЛЕТОК. ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ ЧЕРЕЗ ПЛАЗМАТИЧЕСКУЮ МЕМБРАНУ

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План и организация занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 20 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практических работ - 20 мин.

б) запись протокола исследования - 15 мин.

в) анализ результатов исследования - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 20 мин.

**3. Учебные цели занятия:**

**ЗНАТЬ:**

1. Роль, значение и функции плазматической мембраны клеток.
2. Молекулярный состав клеточных мембран.
3. Классификацию, 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. Классификацию и функцию белков плазматической мембраны.
7. Классификацию и функцию углеводов плазматической мембраны.
8. Классификацию и виды транспорта веществ через плазматическую мембрану.
9. Роль транспорта веществ через плазматическую мембрану в функции клеток.
10. Роль и характеристику прямого транспорта веществ. Механизм транспорта  $H_2O$ .
11. Роль и характеристику облегченной диффузии.
12. Роль и характеристику активного и вторично-активного транспорта.
13. Роль и значение эндо- и экзоцитоза.

#### **УМЕТЬ:**

1. Рисовать схемы строения и организации липидов, белков, углеводов, входящих в состав плазматической мембраны.
2. Рисовать схемы образования бислоя.
3. Рисовать схемы транспорта веществ через плазматические мембраны.
4. Рисовать кривые кинетики транспорта различных веществ через плазматическую мембрану.

#### **4. Методика проведения занятия:**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия следует сформулировать его цель и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия. В

соответствии с этим, необходимо объяснить студентам, что знание материала этой темы потребуется для понимания значения роли плазматической мембраны в механизмах функционирования всех клеток организма, а особенно они важны при изучении физиологических свойств и особенностей нервной, мышечной и секреторной тканей. Знание особенностей строения и видов транспорта через плазматическую мембрану позволит студентам объяснить происхождение и поддержание на должном уровне основных констант клеток, механизмов действия гормонов, медиаторов и лекарственных веществ, развитие процессов возбуждения и торможения в клетках организма и выполнение других специфических функций. Все полученные знания будут необходимы при изучении других разделов физиологии, при обучении на последующих теоретических и клинических кафедрах. Следует обратить внимание студентов на то, что в настоящее время основные исследования в мире в области физиологии проводятся на клеточном, мембранном или молекулярном уровне, что без знания этих разделов невозможно объяснить и понять причины различных заболеваний и проводить необходимую терапию.

Основную часть подготовительного этапа занятия необходимо посвятить контролю исходного уровня знаний студентов путем устного или тестового опроса.

## 2. Основной этап занятия.

Этот этап занятия следует посвятить разбору и коррекции исходного уровня знания студентов, с учетом проведенного контроля. С этой целью рекомендуется провести устный разбор материала по основным вопросам занятия и предложить студентам написать и нарисовать основные формулы, графики и схемы. В процессе разбора

учебного материала необходимо выяснить все вопросы занятия, записать основные понятия и формулировки, зарисовать в отчеты схемы, графики и формулы. При этом студенты могут пользоваться любой учебной литературой: учебниками, справочниками, атласами, электронным учебником и другими источниками информации.

*Практическая часть:* Работа с компьютерной моделью возбудимой клетки. Знакомство с программой. Моделирование различной проницаемости мембраны. Выполнение работ с использованием виртуального практикума.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач.

В заключение занятия преподаватель проверяет и подписывает отчеты студентов, задает задания для самостоятельной подготовки к следующему занятию.

## **5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов:**

### **Задача №1.**

Будет ли нарушаться барьерная функция клеточных мембран при увеличении в ее бислое лизоформ фосфолипидов?

### **Эталон ответа.**

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, действии лекарственных

веществ и некоторых заболеваниях, связанных с увеличением процесса свободнорадикального перекисного окисления.

### **Задача №2.**

Чем определяется гидрофобность и гидрофильность липидов, входящих в состав клеточных мембран?

### **Эталон ответа.**

Гидрофильность или гидрофобность липидов определяется наличием в них полярных и неполярных участков. Полярные участки способны образовывать водородные связи с диполями молекул воды и, за счет этого, растворяться в них, т.е. обладают гидрофильностью. неполярные участки липидов отталкиваются от дипольных молекул воды, так как не могут формировать связи, т.е. обладают гидрофобностью. Многие липиды, в частности фосфолипиды, имеют как полярные участки (головки), так и неполярные участки (хвосты), т.е. обладают амфифильностью.

### **Задача №3.**

Какие вещества хорошо растворяются в билипидном слое плазматических мембран?

### **Эталон ответа.**

Хорошей растворимостью в билипидном слое плазматических мембран обладают вещества, которые являются неполярными и, поэтому, хорошо жирорастворимыми. Жирорастворимость вещества определяется коэффициентом распределения между липидной и водной фазами. Наличие одной водородной связи между веществом и водой снижает коэффициент распределения в 40 раз.

### **Задача №4.**

Назовите основные остатки спиртов, входящих в состав фосфолипидов?



**Эталон ответа.**

Считается, что основными спиртами, входящими в состав головок фосфоглицеридов, являются: холин, этаноламин, серин и инозитол.

**Задача №5.**

Как будут вести себя в водной среде молекулы фосфолипидов?

**Эталон ответа.**

В водной среде эти молекулы самоорганизуются в термодинамически выгодные структуры, в которых их гидрофильные полярные головки взаимодействуют с молекулами воды, а гидрофобные углеводородные цепи, отталкиваемые водой, взаимодействуют друг с другом, как в капле жира. При этом происходит образование сплошного бимолекулярного фосфолипидного слоя, который стремится замкнуться сам на себя, чтобы спрятать гидрофобные участки фосфолипидных молекул от воды, образуя фосфолипидные везикулы - липосомы.

**Задача №6.**

Способны ли липиды совершать движение в билипидном слое плазматических мембран?

**Эталон ответа.**

Липиды в бислое плазматических мембран совершают перемещения в основном 3 типов:

1. латеральные перемещения в плоскости мембраны со скоростью до 5 мкм/сек.
2. вращательные движения вокруг своей оси со скоростью поворота 1 радиан за 9-10 секунд.
3. трансмембранные перемещения по типу “флип-флоп” перескоков, которые совершаются довольно редко.

При физиологических температурах плазматический бислой напоминает бушующее море липидов, что, в свою очередь, обеспечивает высокую скорость ферментативных и других химических процессов в фосфолипидном слое мембраны, со временем полужизни ее компонентов от 15 до 100 часов.

**Задача №7.**

Какой тип химических связей обеспечивает взаимодействие между неполярными углеводородными хвостами липидов?

**Эталон ответа.**

Если полярные головки липидов взаимодействуют с молекулами воды посредством водородных связей, то неполярные хвосты этих молекул взаимодействуют внутри бислоя, преимущественно, посредством вандерваальсовых сил.

**Задача №8.**

Способны ли интегральные белки перемещаться в бислое плазматических мембран?

**Эталон ответа.**

Интегральные белки плазматических мембран совершают в основном латеральные (до 0,5 мкм/с) и вращательные (1 радиан за  $10^{-5}$  секунды) перемещения и, очень редко, трансмембранные перемещения. Перемещения в латеральной плоскости и вокруг своей оси ограничиваются не только липидным окружением, но, вследствие притяжения между собой функционально связанных белков, образованием кластеров. Это, в конечном итоге, приводит к мозаичному распределению белков в липидном матриксе. Кроме этого, некоторые белки практически неподвижны, так как закреплены на структурных белках цитоскелета мембран и клеток. Считается, что

время полужизни мембранных белков составляет в среднем около 70 часов.

#### **Задача №9.**

Какова роль липидов в проявлении функциональной активности интегральных белков?

#### **Эталон ответа.**

Считается, что интегральные белки проявляют свою активность только в том случае, если они находятся внутри гидрофобной части бислоя мембран, где они приобретают необходимую для проявления своей активности пространственную - спиральную конфигурацию. За немногим исключением, гидрофобные участки интегральных белков связываются с окружающими их липидами нековалентно и собирают вокруг себя специфические липиды в форме “воротника” или ореола. Изменение количества липидов в ореоле ведет к изменению пространственной конфигурации функциональной активности белков.

#### **Задача №10.**

Влияет ли на липидный состав мембран характер питания человека?

#### **Эталон ответа.**

Влияет, и существенным образом. Так увеличение в пище жирных кислот с ненасыщенными связями увеличивает более жирное состояние липидов мембран клеток различных тканей, изменяет соотношения фосфолипидов к сфинголипидам, липидов к белкам и приводит к улучшению функции мембраны клеток. Избыток холестерина в пище приводит к увеличению его содержания в мембранах, что сопровождается увеличением микровязкости бислоя, понижению скорости диффузии некоторых веществ через мембрану в клетку, что отрицательно сказывается на функции клеток. В тоже

время, дефицит жирных кислот и холестерина в пище нарушает липидный состав мембран и функцию клеток.

**Задача №11.**

Оказывают ли витамины свое влияние на липиды бислоя?

**Эталон ответа.**

Витамины А, Е, С, Р и группы В улучшают обмен липидов в мембране клеток, снижают их микровязкость, регулируют активность различных ферментов, регулирующих обмен липидов в мембранах, улучшают диффузию веществ через мембрану. Так, в эритроцитах, это приводит к повышению эластичности мембраны, что повышает их транспортную функцию.

**Задача №12.**

Опишите возможные механизмы, с помощью которых вода проникает через плазматическую мембрану.

**Эталон ответа.**

В основе аномально высокой проницаемости плазматической мембраны для полярных молекул воды лежат две основных причины. Во-первых, наличие фиксированных водных каналов, которые могут быть образованы интегральными белками - аквапоринами. Во-вторых, наличие лабильных водных каналов, которые могут образовываться между углеводородными цепями липидных молекул бислоя в результате их тепловых флуктуаций. Вода проходит через мембраны под действием осмотического давления, создаваемого активным транспортом солей. Данных о наличии истинно активного транспорта воды нет.

**Задача №13.**

Какие данные свидетельствуют о справедливости модели липидного бислоя плазматических мембран?

**Эталон ответа.**

В пользу липидного бислоя мембран свидетельствуют следующие данные:

1. Содержание липидов в мембране согласуется с концепцией бислоя, что впервые было показано Гортером и Гренделом (1925 г.).
2. Проникающая способность неэлектролитов соответствует их коэффициенту распределения в системе масло/вода, т.е. чем выше сродство молекул к липидной фазе, по сравнению с водой, тем легче они проходят через мембрану.
3. Электрическая емкость плазматических мембран ( $10^{-6}$  ф/см<sup>2</sup>) примерно равна емкости липидного слоя толщиной в две фосфолипидных молекулы, расположенных “конец в конец” (т.е. 6-7,5 нМ).
4. Толщина липидного слоя, определяемая как удвоенная длина одной молекулы мембранного липида, примерно равна толщине внутреннего слабоконтрастного слоя (7,5 нМ) модели элементарной мембраны Д. Робертсона (1955 г.), видимой на электронных микрофотографиях.
5. Электронно-микроскопические исследования, с применением метода замораживание-скалывание и замораживание-травление, показывают, что плоскость скола проходит обычно посередине мембраны, согласно представлению о разделении бислоя на два монослоя.
6. Основные свойства искусственных липидных бислоев в основном аналогичны соответствующим свойствам клеточных мембран.

**Задача №14.**

Перечислите основные физиологические функции биомембран клетки.

**Эталон ответа.**

Бислойные клеточные мембраны формируют не только различные поверхности клеточных органелл, но и служат структурным каркасом, на котором протекают различные биохимические превращения.

Мембраны ответственны за:

1. Клеточную и субклеточную компартментализацию.
2. Регуляцию состава внутриклеточной среды, опосредуемую селективной проницаемостью и транспортными механизмами.
3. Регуляцию клеточного метаболизма путем контроля за концентрацией кофакторов и субстратов ферментов, а так же активность самих ферментов, которые находятся в упорядоченном состоянии на поверхности мембран или погружены в нее.
4. Рецепцию и передачу различных химических сигналов от поверхностных рецепторов расположенных в мембране.
5. Электрическую активность, ответственную за передачу информации, и/или регуляцию транспорта веществ через мембрану.
6. Эндо - и экзоцитоз.
7. Формирование вне- и внутриклеточных контактов.

**Задача №15.**

Чем отличается облегченная диффузия от простой?

**Эталон ответа.**

Облегченная диффузия веществ через мембрану осуществляется с участием специализированных белковых переносчиков, за счет чего значительно ускоряется их транспорт. В отличие от простой диффузии, облегченная диффузия характеризуется кинетикой насыщения и укладывается в рамках кинетики Михаэлиса-Менте. Это

свидетельствует о том, что число транспортируемых молекул достигает максимума в соединении с существующим числом переносчиков. Кроме этого, транспорт веществ, посредством облегченной диффузии, можно предотвратить действием различных специфических блокаторов.

#### **Задача №16.**

Какие факторы влияют на скорость облегченной диффузии?

#### **Эталон ответа.**

1. На скорость облегченной диффузии влияют следующие факторы:
2. Разность концентраций переносимого вещества.
3. Разность электрического потенциала для переносимого вещества.
4. Количество в мембране переносчиков.
5. Состояние активности переносчиков.
6. Температура среды.
7. Стерические особенности транспортируемого вещества (L и D изомеры).

#### **Задача №17.**

Какие факторы отличают простую диффузию веществ от облегченной?

#### **Эталон ответа.**

Основными факторами, отличающими простую диффузию веществ от облегченной можно считать:

1. Отсутствие в мембране специализированного белкового переносчика-транспортера. Молекулы растворенного в воде вещества, контактирующие с липидным бислоем, могут погрузиться в липидную фазу в силу теплового движения и пересечь липидный бислой, оказавшись, в конечном итоге, в водной фазе по другую сторону мембраны. Чтобы перейти из водной фазы в липидную, растворенная

в воде молекула должна сначала разорвать все водородные связи с водой, около 5 ккал на моль водородных связей. То есть, молекулы, образующие с водой минимальное число водородных связей, будут быстро внедряться в липидный бислой (скорость процесса зависит от температуры). В то же время полярные молекулы, имеющие водородные связи с водой, вряд ли будут растворяться в бислое.

2. Пропорциональность между концентрацией во внеклеточной среде и скоростью проникновения вещества в клетку наблюдается в широком диапазоне концентраций, поскольку результирующая скорость переноса определяется в числе растворенных молекул, соударяющихся с мембраной по разные ее стороны. Эта пропорциональность характеризуется кинетикой без насыщения, в отличие от переноса, осуществляемого через каналы или с помощью переносчиков.

### **Задача №18.**

Чем активный транспорт веществ, через плазматические мембраны, отличается от облегченной диффузии?

### **Эталон ответа.**

В отличие от облегченной диффузии, которая осуществляет транспорт веществ за счет потенциальной энергии, запасенной в форме разности концентрации вещества на противоположных сторонах мембраны, активный транспорт веществ обеспечивает перенос через мембрану против концентрационного, а, в некоторых случаях, и против электрического градиентов, обеспечивая неравновесное распределение веществ, и требует метаболической энергии, которая обычно поступает в форме АТФ. Если поступление энергии блокируется ингибитором метаболизма (динитрофенол), то активный транспорт веществ подавляется, и их распределение по обе стороны



плазматической мембраны будет определяться процессами пассивной и облегченной диффузии. Системы, с помощью которых осуществляется активный транспорт веществ против их концентрационных градиентов, обобщенно называют мембранными насосами, а способность использовать энергию, высвобождающуюся при гидролизе АТФ ферментами, присутствующими в мембране - АТФазами. При этом АТФазы могут быть как частью насоса, так и существовать отдельно. Наиболее известными и изученными мембранными насосами являются:  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -насос ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФаза),  $\text{Ca}^{2+}$ -насос ( $\text{Ca}^{2+}$ -АТФаза),  $\text{H}^+/\text{K}^+$ -насос ( $\text{H}^+/\text{K}^+$ -АТФаза).

## **ЗАНЯТИЕ № 2.**

### **ТЕМА: БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ. ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План и организация занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 20 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практических работ - 20 мин.

б) запись протокола исследования - 15 мин.

в) анализ результатов исследования - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 20 мин.

### **3. Учебные цели занятия.**

#### **ЗНАТЬ:**

1. Учение о неравномерном распределении ионов в возбудимых тканях, о трансмембранном электрохимическом градиенте и равновесном потенциале. Уравнения Нернста и Гольдмана.
2. Мембранно-ионные механизмы происхождения, физические характеристики и физиологическую роль потенциала покоя.
3. Основные методы регистрации потенциала покоя.
4. Историю учения об электрических явлениях в возбудимых тканях.

#### **УМЕТЬ:**

1. Рисовать схему эквивалентной электрической модели плазматической мембраны.
2. Строить зависимость «сила-длительность», вычислять реобазу и хронаксию.

### **4. Методика проведения занятия.**

#### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончанию занятия. Написать на доске тему и цели занятия. Объяснить студентам, что знание материала этой темы необходимо для понимания механизмов нервной регуляции и деятельности внутренних органов, а полученные практические навыки будут необходимы при изучении других разделов физиологии, при обучении на последних теоретических и клинических кафедрах.

Остальную часть подготовительного этапа занятия следует посвятить контролю и коррекции исходного уровня знания студентов.

В процессе разбора материала выяснить все вопросы занятия, при этом студенты могут пользоваться любой учебной литературой: учебники, монографии, справочники, атласы, электронные учебники и др.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют экспериментальные исследования. Перед проведением каждого исследования преподавателю необходимо четко сформулировать цель и продемонстрировать ход его выполнения. После проведения исследований проводится обсуждение полученных результатов, делаются выводы и оформляются отчеты.

В ходе обсуждения полученных результатов необходимо еще раз обратить внимание на основные цели занятия, на достоинства и недостатки различных методов исследования, исторические аспекты развития представлений о природе биоэлектрических явлений.

## 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знания студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо ввести решение ситуационных задач.

При решении ситуационных задач, для расчета предельных значений  $E_{пп}$  различных клеток, соответствующих их калиевым и натриевым равновесным потенциалам, рекомендуется использовать формулу Нернста в следующем виде:

$$E_{пп} = E_K = 61 \cdot \lg \frac{[K^+]_{нар}}{[K^+]_{внутр}}$$

где  $E_{пп}$  - значение мембранного потенциала покоя.

При рассмотрении факторов, от которых зависят  $E_{пп}$ , рекомендуется пользоваться редуцированным уравнением постоянного поля Гольдмана:

$$E_m = 61 \cdot \lg \frac{P_{Na} [Na^+]_{нар}}{P_k [K^+]_{внутр}}$$

где  $E_m$  - это  $E_{пп}$ , а  $P_{Na}$  и  $P_k$  - проницаемость мембраны для ионов калия и натрия в состоянии покоя. При использовании редуцированных уравнений постоянного поля предполагается, что мембрана клетки проницаема только для ионов натрия и калия, и что концентрация калия вне клетки и ионов натрия внутри клетки практически равны нулю.

В заключение занятия преподаватель проверяет и подписывает отчеты студентов, задает задание для самостоятельной подготовки к следующему занятию.

### **Лабораторные работы.**

1. Регистрация реобазы и хронаксии у человека.
  2. Работа на ЭВМ с использованием электронной модели возбудимой клетки с целью построения графика зависимости «сила-длительность».
  3. Работа на ЭВМ по моделированию потенциала покоя.
  4. Выполнение работ с использованием виртуального практикума.
  5. Просмотр видеофильмов.
- 5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача № 1.**

Концентрация ионов калия внутри клеток в 10 раз выше, чем вне ее. Мембрана клеток непроницаема для ионов хлора. Чему равно предельное значение ПП этой клетки? Почему в действительности ПП клетки не достигает этого значения?

#### **Эталон ответа.**

Предельное значение ПП клетки будет соответствовать значению ее калиевого равновесного потенциала, которое можно вычислить по

формуле Нернста:  $E_{пп} = E_K = 61 \cdot \lg \frac{[K^+]_{нар}}{[K^+]_{внутр}} = 61 \cdot \lg 1/10 = -61$  мВ

В действительности, значение ПП клетки будет несколько меньше, так как клеточная мембрана проницаема не только для ионов калия, но и для ионов натрия. Поток этих положительно заряженных ионов будет входить в клетку, уменьшая значение ПП.

### **Задача № 2.**

Концентрация ионов калия в клетке равна концентрации ионов натрия вне ее, а проницаемость клеточной мембраны для ионов калия в 10 раз выше, чем для ионов натрия. Чему будет равно значение ПП этой клетки при условии, что концентрация ионов калия вне клетки, ионов натрия внутри клетки практически равна нулю?

### **Эталон ответа.**

ПП клетки можно рассчитать, используя редуцированное уравнение постоянного поля:

$$E_{пп} = E_K = 61 \cdot \lg \frac{P_{Na} [Na^+]_{нар}}{P_K [K^+]_{внутр}} = 61 \cdot \lg 1/10 = 61 \text{ мВ.}$$

### **Задача № 3.**

Под влиянием гуморальных факторов проницаемость мембраны клетки для ионов натрия увеличилась. Как это скажется на ПП клетки и почему?

### **Эталон ответа.**

При повышении клеточной мембраны для ионов натрия увеличивается диффузионный поток положительно заряженных ионов, входящих в клетку. Это приведет к деполяризации клеточной мембраны, т.е. к уменьшению значения ПП клетки.

### **Задача № 4.**

В тканевой жидкости, окружающей клетки, повысилась концентрация ионов калия. Как это скажется на значении ПП этой клетки и почему?

**Эталон ответа.**

При повышении концентрации ионов калия вне клетки уменьшается диффузионный поток положительно заряженных ионов, выходящих из клетки. Это приведет к деполяризации клеточной мембраны, т.е. к уменьшению значения ПП клетки.

**Задача № 10.**

Динитрофенол, действуя на клетки, блокирует метаболические процессы, поставляющие энергию. Как и почему изменится значение ПП клетки при действии на нее динитрофенола?

**Эталон ответа.**

При действии на клетку динитрофенола будет нарушаться работа энергозависимого калий натриевого насоса клеточной мембраны. В результате этого произойдет выравнивание трансмембранных концентрационных градиентов ионов калия и натрия, что приведет к уменьшению ПП клетки вплоть до нуля.

### **ЗАНЯТИЕ № 3.**

**ТЕМА: БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ.  
ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План и организация занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 20 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практических работ - 20 мин.

б) запись протокола исследования - 15 мин.

в) анализ результатов исследования - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 20 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

1. Учение о неравномерном распределении ионов в возбудимых тканях, о трансмембранном электрохимическом градиенте и равновесном потенциале. Уравнения Нернста и Гольдмана.

2. Мембранно-ионные механизмы происхождения, физические характеристики и физиологическую роль потенциала покоя.

3. Механизм потенциала действия, как проявление распространяющегося возбуждения. Динамику ионных токов при возбуждении.

4. Изменение возбудимости при возбуждении нервной и мышечной ткани. Объяснение лабильности.

5. Учение о потенциал зависимых натриевых, калиевых, хлорных, кальциевых каналах в свете концепции цикла Ходжкина-Хаксли.

6. Представление об эквивалентной электрической схеме плазматической мембраны и роли емкости, сопротивления и источников тока в происхождении потенциала покоя и действия.

7. Основные методы регистрации потенциала покоя и потенциала действия, динамики ионных токов при возбуждении.

8. История учения об электрических явлениях в возбудимых тканях.

#### **УМЕТЬ:**

1. Рисовать схемы регистрации и развития во времени потенциала покоя и потенциала действия.

2. Рисовать схемы управления работой потенциалзависимых каналов в цикле Ходжкина-Хаксли.

3. Рисовать схему изменения возбудимости клетки во время генерации потенциала действия.

4. Рисовать схему эквивалентной электрической модели плазматической мембраны.

5. Приготавливать нервно-мышечный препарат лягушки.

6. Работать с измерительными приборами.

Следует обратить внимание студентов, на то, что в ходе эмбриогенеза и в неонатальный период наблюдается рост величины мембранного потенциала, за счёт увеличения калиевой проводимости мембраны возбудимых тканей, увеличивается скорость фазы деполяризации и величина овершута ПД, что связано не только с увеличением количества, но и плотности натриевых каналов. Одновременно происходит увеличение активности  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  - АТФазы. По мере созревания нейронов увеличивается количество кальциевых каналов. Возрастает количество  $\text{N}$  - ацетилхолиновых и  $\beta$  - адренергических рецепторов. Хронаксия нервной ткани снижается, а возбудимость и лабильность увеличиваются. Следует отметить, что потенциалы действия, отводимые от нервов и мышц, от органов или целого организма, по ряду характеристик существенно отличаются от потенциала действия отдельных нервных и мышечных волокон.



### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знания студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо ввести решений ситуационных задач. При решении ситуационных задач, для расчета предельных значений  $E_{пп}$  и  $E_{пд}$  различных клеток, соответствующих их калиевым и натриевым равновесным потенциалам, рекомендуется использовать формулу Нернста в следующем виде:

$$E_{пп} = E_K = 61 \cdot \lg [K^+]_{нар} / [K^+]_{внутр}$$

$$E_{пд} = E_{Na} = 61 \cdot \lg [Na^+]_{нар} / [Na^+]_{внутр}$$

где  $E_{пп}$  - значение мембранного потенциала покоя;  $E_{пд}$  - значение мембранного потенциала на максимуме ПД.

При рассмотрении факторов, от которых зависят  $E_{пп}$  и  $E_{пд}$ , и для приближенных расчетов их значений, рекомендуется пользоваться редуцированным уравнением постоянного тока Гольдмана:

$$E_m = 61 \cdot \lg P_{Na} [Na^+]_{нар} / P_K [K^+]_{внутр}$$

где  $E_m$  - это  $E_{пп}$  или  $E_{пд}$ , а  $P_{Na}$  и  $P_K$  - проницаемость мембраны для ионов калия и натрия в состоянии покоя, либо при возбуждении.

При использовании редуцированных уравнений постоянного поля предполагается, что мембрана клетки проницаема только для ионов натрия и калия, и что концентрация калия вне клетки и ионов натрия внутри клетки практически равны нулю.

В заключение занятия преподаватель проверяет и подписывает отчеты студентов, задает задание для самостоятельной подготовки к следующему занятию.

### **Лабораторные работы.**

1. Приготовление нервно-мышечного препарата лягушки.

2. Проводимость нерва и её нарушение.
3. Опыты Гальвани.
4. Опыт вторичного тетануса.
5. Работа на ЭВМ по моделированию процессов в генерации ПД.
6. Выполнение работ с использованием виртуального практикума.
7. Просмотр видеofilьмов.

### **Задача № 1.**

При ухудшении кровоснабжения миокарда в межклеточной жидкости повышается концентрация ионов калия. Как и почему это скажется на генерации ПД в клетках миокарда?

#### **Эталон ответа.**

При повышении концентрации ионов калия в межклеточной жидкости возникает деполяризация мембран волокон миокарда. Значение их ПП приближается к нулю, в результате чего генерация ПД станет невозможна.

### **Задача № 2.**

Как и почему изменится амплитуда ПД клетки

- а) при повышении концентрации ионов калия в цитоплазме
- б) при повышении концентрации ионов натрия в межклеточной жидкости
- в) при увеличении проницаемости мембраны клеток для ионов калия?

#### **Эталон ответа.**

Амплитуда ПД ( $V_{ПД}$ ) равна:  $V_{ПД} = E_{ПД} - E_{пп}$ , где  $E_{ПД}$  - значение мембранного потенциала на максимуме ПД. Согласно редуцированному уравнению постоянного поля

$$E_{ПД} = 61 \cdot \lg \frac{P_{Na}[Na^+]_{нар}}{P_k[K^+]_{внут}}$$

Из этого уравнения следует, что амплитуда ПД при повышении концентрации ионов калия в цитоплазме и увеличении проницаемости

клеточной мембраны для этих ионов будет уменьшаться, а при повышении концентрации ионов натрия в межклеточной жидкости будет увеличиваться.

### **Задача № 3.**

Концентрация ионов натрия вне клетки в 10 раз больше, чем их концентрация внутри клетки. Значение ПП клетки составляет -80 мВ. Чему равна предельная амплитуда ПД этой клетки? Почему, в действительности, ПД клетки никогда не достигает этого предельного значения?

### **Эталон ответа.**

Амплитуда ПД ( $V_{\text{ПД}}$ ) равна:  $V_{\text{ПД}} = E_{\text{пд}} - E_{\text{пп}}$ , где  $E_{\text{пд}}$  - значение мембранного потенциала на максимуме ПД. Предельное значение  $E_{\text{пд}}$  клетки соответствует значению ее натриевого равновесного потенциала, которое можно вычислить по формуле Нернста:

$$E_{\text{пд}} = E_{\text{Na}} = 61 \cdot \lg[\text{Na}^+]_{\text{нар}} / [\text{Na}^+]_{\text{внутр}} = 61 \lg 10 = 61 \text{ мВ.}$$

$$V_{\text{ПД}} = 61 \text{ мВ} - (-80 \text{ мВ}) = 141 \text{ мВ.}$$

В действительности  $E_{\text{пд}}$  и  $V_{\text{ПД}}$  никогда не достигают предельных значений, так как на максимуме ПД клеточная мембрана проницаема не только для ионов натрия, но и для ионов калия. Поток положительно заряженных ионов калия будет выходить из клетки, уменьшая  $E_{\text{пд}}$ , а, следовательно, и  $V_{\text{ПД}}$ .

### **Задача № 4.**

Под влиянием местного анестетика в мембране клетки увеличилось число инактивированных натриевых каналов. Как и почему это скажется на параметрах ПД, возникающих в клетке?

### **Эталон ответа.**

При увеличении числа инактивированных натриевых каналов клеточной мембраны уменьшится ее проводимость для ионов натрия.

В результате этого уменьшится диффузионный поток положительно заряженных ионов натрия, входящий в клетку во время восходящей фазы ПД. Это приведет к уменьшению крутизны этой фазы и к уменьшению амплитуды ПД.

#### **Задача № 5.**

Под влиянием фармакологических факторов в мембране клеток увеличилось число калиевых каналов, которые могут активироваться при генерации ПД клетки. Как и почему это скажется на параметрах ПД клетки?

#### **Эталон ответа.**

Если во время генерации ПД увеличится число активированных калиевых каналов клеточной мембраны, то возрастет диффузионный поток положительно заряженных ионов калия, который выходит из клетки, в основном во время нисходящей фазы ПД. Это приведет к уменьшению длительности этой фазы, а, следовательно, и всего ПД в целом. Кроме того, может также несколько уменьшиться амплитуда ПД.

### **ЗАНЯТИЕ № 4.**

**ТЕМА: ДЕЙСТВИЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ВОЗБУДИМЫЕ ТКАНИ. АККОМОДАЦИЯ. ПАРОБИОЗ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План на организацию занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 20 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практических работ - 20 мин.

б) запись протокола исследования - 15 мин.

в) анализ результатов исследования - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 20 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

1. Пассивные механизмы происходящие под катодом и анодом, при внеклеточном действии постоянного тока на возбудимые ткани.
2. Активные механизмы, происходящие под катодом и анодом, при внеклеточном действии постоянного тока.
3. Электротонический потенциал и его свойства.
4. Физический кат- и анэлектротон.
5. Физиологический кат- и анэлектротон.
6. Обратный физиологический кат- и анэлектротон.
7. Нисходящее и восходящее направление тока.
8. Закон сокращения мышц.
9. Поляризацию мембраны при внутриклеточном пропускании постоянного тока.
10. Ионную природу локального ответа (ЛО) и физиологические характеристики, отличающие ЛО от распространяющегося возбуждения.
11. Явление аккомодации.

12. Парабиоз нерва, его фазы и причины возникновения.
13. Значение учения в механизме действия постоянного тока на возбудимые ткани, явление аккомодации и учения о парабиозе для практической медицины.

#### **УМЕТЬ:**

1. Рисовать эквивалент электрической схемы плазматической мембраны.
2. Рисовать схему направления силовых линий электрического тока при внеклеточном действии постоянного тока на возбудимые структуры.
3. Рисовать схемы объясняющие развитие физического кат- и анэлектротонических потенциалов.
4. Рисовать схемы объясняющие развитие физиологического кат- и анэлектротонического потенциала.
5. Рисовать схемы объясняющие механизм формирования обратного физиологического кат- и анэлектротонов.
6. Рисовать нисходящие и восходящее направления тока на нервно-мышечном препарате.
7. Рисовать схему поляризации мембраны при внутриклеточном пропускании постоянного тока.
8. Рисовать схему формирования ЛО.
9. Рисовать схему формирования аккомодации.
10. Рисовать схемы развития фаз парабиоза.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

Следует сформулировать цели занятия и указать, что его тема тесно связана с материалами предыдущих занятий; объяснить, что

механизмы действия постоянного тока и электрического раздражения возбудимых клеток необходимо знать, потому, что электрический раздражитель является вполне адекватным для этих клеток при их естественной деятельности в целом организме. Для клинической практики особый интерес представляет материал занятия, касающийся электрофизиологических механизмов изменения возбудимости клеток под влиянием различных факторов, так как клиницисты широко применяют различные фармакологические средства, влияющие на возбудимость нейронов (местные анестетики). Кроме того, тема занятия представляет интерес для клинической практики, т.к. часто приходится встречаться с применением постоянного тока и с нарушениями проведения возбуждения по нервным волокнам.

Ознакомив студентов с планом занятия, надо проверить их исходный уровень знаний. Контроль рекомендуется проводить, используя в качестве типовых задач различные схемы по материалу темы занятия. Студенты должны уметь рисовать эквивалентную электрическую схему плазматической мембраны и объяснять роль и значение основных компонентов ( $R$ ,  $C$ ,  $E_{ПП}$ ,  $E_{ПД}$ ) в этих схемах.

Предложить представить на схеме импульс постоянного тока и указать его параметры. Рассмотреть понятие о *входящем* (анодном) и *выходящем* (катодном) токе. Указать, что импульсы входящего тока принято рисовать на схемах ниже изоэлектрической линии, а импульсы выходящего тока - выше.

Используя эквивалентную схему электрических свойств клеточной мембраны, разобрать механизмы формирования на клеточной мембране анэлектротонического и катэлектротонического потенциалов (АЭТП и КЭТП). Разобрать понятие физического и

физиологического КЭТ и АЭТ, обратного физиологического КЭТ и АЭТ.

При анализе этой схемы рассмотреть зависимость амплитуды КЭТП от силы раздражения клеток, условие и ионный механизм возникновения локального ответа (ЛО), его свойства, понятие о критическом уровне деполяризации (КУД) и пороговом потенциале клеточной мембраны, пороговой, подпороговой и сверхпороговой силе электрического раздражения. Указать, что пороговая сила электрического раздражения может рассчитываться по току (пороговая сила тока  $I_{п}$ ) или по напряжению (пороговое напряжение  $V_{п}$ ).

Обратить внимание студентов на то, что КЭТП и ЛО возрастают до порогового значения не мгновенно, а в течение определенного промежутка времени. Исходя из этого факта, следует рассматривать значение длительности электрического импульса для возникновения в клетке ПД.

Предложить студентам показать в виде схемы, как изменяется критический уровень деполяризации мембраны клеток при малой крутизне (градиенте) нарастания электрического импульса. При анализе этой схемы рассмотреть значение градиента нарастания электрического импульса для возникновения в клетке ПД.

В заключение этой части занятия нужно обобщить разобранный материал, предложив студентам сформулировать условия возникновения АЭТП и КЭТП, изменения возбудимости в этих областях, явление катодической депрессии, анод-размыкательного ответа (АРО) и аккомодации, возникновение в клетке ПД и перечислить физиологические характеристики, по которым ЛО отличается от ПД. Сформулировать и описать причины развития



парабиоза и значение этого учения для объяснения физиологических процессов в организме и в клинической практике.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты проводят экспериментальные исследования и обсуждают полученные результаты, при этом необходимо рассматривать электрофизиологические характеристики клеточной мембраны, определяющие значение возбудимости клеток (Е<sub>пп</sub> и Е<sub>кр</sub>). Указать, что пороговая сила тока или его пороговое напряжение могут быть использованы в качестве показателей возбудимости клеток в связи с тем, что их значение зависит от критического уровня деполяризации клеточной мембраны.

Предложить студентам показать в виде схемы, как будет изменяться порог деполяризации мембраны клетки при изменениях ее потенциала покоя и критического уровня деполяризации. Указать, что анестетики общего и местного действия, которые широко используются в клинике, уменьшают возбудимость нейрона, повышая критический уровень деполяризации их мембраны. Критический уровень деполяризации определяется тем моментом, когда во время развития ЛО входящий в клетку натриевый ток становится равным выходящему из клетки калиевому току. Анестетики повышают критический уровень деполяризации клеточной мембраны, воздействуя на ее натриевые каналы. Они усиливают степень инактивации этих каналов, вследствие чего, во время развития ЛО, скорость нарастания натриевого тока уменьшается. В результате этот ток становится равным току калия при большой степени деполяризации клеточной мембраны.

## 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов путем решения ситуационных задач. Результаты решения сравниваются с ответами и обсуждаются всеми студентами.

В заключение занятия преподаватель проверяет и подписывает протоколы исследований.

### ***Лабораторные работы.***

1. Действие постоянного тока на нерв. Правило Дюбуа-Реймона.
2. Закон полярного действия постоянного тока.
3. Закон физиологического электротона.
4. Закон сокращения мышц.
5. Аккомодация.
6. Явление парабииоза.
7. Выполнение работ с использованием виртуального практикума.
8. Просмотр видеофильмов.

### **5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача № 1.**

Критический уровень деполяризации клеточной мембраны повысился от (-60) до (-50) мВ. Как и почему изменилась возбудимость мембраны?

#### **Эталон ответа.**

Возбудимость клетки уменьшилась, так как увеличился пороговый потенциал ее мембраны.

#### **Задача № 2.**

Раздражитель вызвал деполяризацию клеточной мембраны, однако возбудимость клетки уменьшилась. Почему это могло произойти?

#### **Эталон ответа.**

Уменьшение возбудимости клетки при деполяризации клеточной мембраны наблюдается при одновременном повышении критического уровня деполяризации.

**Задача № 3.**

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

**Эталон ответа.**

При повышении проницаемости мембраны для ионов калия усилится их выход из клетки. Это приведет к гиперполяризации мембраны, а, следовательно, и к увеличению ее порогового потенциала. Возбудимость клетки уменьшится.

**Задача № 4.**

Критический уровень деполяризации мембраны клетки 20 мВ. При электрическом раздражении клетки на ее мембране возник деполяризационный местный потенциал, амплитуда которого равна 18 мВ. Что это за потенциал?

**Эталон ответа.**

Амплитуда возникшего мембранного потенциала составляет более 75% значения порогового потенциала мембраны клетки. Следовательно, этот местный потенциал является суммой КЭТП и ЛО.

**Задача № 5.**

При увеличении концентрации ионов кальция в межклеточной жидкости, окружающей мышечные волокна, наблюдается повышение критического уровня деполяризации клеточной мембраны и ее гиперполяризацию. Как и почему это скажется на скорости проведения возбуждения (ПД) по мышечным волокнам?

### **Эталон ответа.**

Повышение критического уровня деполяризации мембраны мышечных волокон и ее гиперполяризация ведут к увеличению порогового потенциала мембраны. Следовательно, скорость проведения ПД по мышечным волокнам уменьшится.

## **ЗАНЯТИЕ № 5.**

**ТЕМА: ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗДРАЖЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНЫМ И МЫШЕЧНЫМ ВОЛОКНАМ. СИНАПС. СИНАПТИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План на организацию занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 20 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практических работ - 20 мин.

б) запись протокола исследования - 15 мин.

в) анализ результатов исследования - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 20 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

1. Механизм раздражения клеток электрическим током и значение параметров электрических импульсов, действующих на клетку, необходимых для возникновения ПД.
2. Условия возникновения в аксонах ПД при электрическом раздражении и электрофизиологические характеристики мембраны клеток, определяющие ее возбудимость.
3. Принципы метода определения возбудимости нервов и мышц по пороговой силе или пороговому напряжению раздражающего электрического тока.
4. Механизмы проведения возбуждения по нервным и мышечным волокнам и факторы, определяющие скорость проведения возбуждения.
5. Фактор надежности в механизме передачи информации по нервным и мышечным волокнам.
6. Суммарную природу и свойства ПД, отведенных от нервов и мышц при внеклеточной регистрации.
7. Законы проведения возбуждения по нервным и мышечным волокнам.
8. Морфо-функциональную классификацию синапсов и механизмы передачи информации через синапсы.
9. Электросекреторное сопряжение.
10. Строение и закономерности проведения возбуждения через нервно-мышечные синапсы.
11. Строение и механизмы проведения возбуждения по электрическим синапсам.
12. Фармакологию синапсов.

## **УМЕТЬ:**

1. Рисовать схему, объясняющую значение силы электрического раздражения для возникновения в клетке ПД.
2. Рисовать схемы, объясняющие электрофизиологические механизмы изменений возбудимости клетки при действии на нее различных факторов.
3. Рисовать схему, объясняющую проведение возбуждения по нервным и мышечным волокнам.
4. Рисовать схему, объясняющую особенности проведения возбуждения по миелинизированным нервным волокнам.
5. Рисовать схему, объясняющую строение нервно-мышечного синапса и механизмы проведения через него возбуждения.
6. Рисовать схему, объясняющую механизм формирования ВПСП и ТПСП.
7. Рисовать схему строения электрического синапса и механизмы передачи информации.

## **4. Методика проведения занятия.**

### 1. Подготовительный этап занятия.

Следует сформулировать цели занятия и указать, что его тема тесно связана с материалами предыдущего занятия; объяснить, что механизмы возбуждения и передачи информации по нервным волокнам и через синапс являются основополагающими для всех систем организма в плане нервной и гуморальной регуляции функций. Кроме того, тема занятия представляет интерес для клинической практики, т.к. часто приходится встречаться с нарушениями проведения возбуждения по нервным волокнам и через нервно-мышечные синапсы.

Ознакомив студентов с планом занятия, надо проверить их исходный уровень знаний. Контроль рекомендуется проводить, используя в качестве типовых задач различные схемы по материалу темы занятия. Студенты должны уметь рисовать и объяснять эти схемы.

Дать задание студентам: нарисовать схему, объясняющую значение силы электрического раздражения для возникновения в клетке ПД (схема 3.1), где  $I_{П}$  ( $V_{П}$  - пороговая сила (пороговое напряжение);  $t$  - длительность действия тока (заведомо достаточно большая).

Указать, что пороговая сила электрического раздражения может учитываться по току (пороговая сила тока  $I_{П}$ ) или по напряжению (пороговое напряжение  $V_{П}$ ). С учетом силы раздражения и временем его действия объяснить понятие хроноксии и реобазы.

Рассматривая механизмы проведения ПД по мембране нервных и мышечных волокон, студенты должны понять, что локальный электрический ток является адекватным раздражителем возбудимых клеток. Формулируя это положение, следует обратить внимание студентов на его условность; утверждая, что раздражителем возбудимых клеток является локальный ток, имеют в виду, что их истинный раздражитель - это напряженность электрического поля, возникающего между возбужденным и покоящимся участками клетки.

Подробно рассмотреть факторы, которые определяют скорость проведения ПД по нервным и мышечным волокнам (критический порог деполяризации клеточной мембраны, амплитуды и крутизна восходящей фазы ПД, диаметра нервного волокна), а для миелинизированных нервных волокон - еще и длина участка волокна, расположенного между двумя соседними перехватами Ранвье.

Анализируя закономерности проведения ПД по нервным волокнам, указать, что все эти закономерности свойственны и мышечным волокнам. Правда, мышечные волокна при своей деятельности быстро утомляются, однако, их быстрая утомляемость обусловлена не проведением ПД, а сократительной функцией.

При разборе учебного материала передачи информации между клетками, необходимо обратить внимание студентов на возможные пути передачи сигнала: через синапсы, щелевые контакты (нексусы), смежное и дистантное взаимодействие. Необходимо отметить, что в нервной системе существуют два основных типа передачи информации: электрические и химические синапсы. Обратить внимание студентов на особенности строения электрического синапса и природу передачи возбуждения, отмечая при этом, что источником тока является пресинаптическая мембрана. При анализе учебного материала по химическим синапсам необходимо дать классификацию синапсов, их строение и механизмы передачи информации, отмечая при этом, что источником тока является постсинаптическая мембрана. Разобрать материал касающийся механизмов возникновения ВПСП и ТПСП, рассмотреть природу их суммации. Определить основные медиаторы и модуляторы, их различия в характере синаптической передачи. Разобрать понятие электросекреторного сопряжения и основные моменты SNARE - гипотезы в процессах экзо- и эндоцитоза, рециклинга синаптических везикул. Разобрать причины нарушения проведения возбуждения через синапсы. Обратить внимание студентов на особенности передачи возбуждения через нервно-мышечный синапс, особенности действия кураре и причины возникновения миастении. Определить и объяснить основные закономерности передачи информации через химические синапсы.



В заключение этой части занятия нужно обобщить разобранный материал, предложив студентам сформулировать условия возникновения в клетке ПД и перечислить физиологические характеристики, по которым ПД отличается от ЛО, т.е. отличие распространяющегося возбуждения от местного. Обобщить материал по механизму передачи информации через синапсы и нарушения ее передачи.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты проводят экспериментальные исследования и обсуждают полученные результаты, при этом необходимо обратить внимание студентов на то, что при отведении ПД от целостного нерва в самих нервных волокнах ПД не суммируются. Такая суммация невозможна, так как ПД сопровождается рефрактерностью. Суммарный ПД нерва формируется не только в нервных волокнах, но и на отводящих электродах. Говоря о суммации ПД на отводящих электродах, имеют в виду следующее: возбуждение в нерве все большего числа волокон равносильно параллельному подключению в электрическую сеть все большего числа генераторов ЭДС. Их общее внутреннее сопротивление уменьшается, и, следовательно, возрастает сила тока, возникающего в цепи. Аналогично, при одновременном возбуждении в нерве большого числа волокон, сила тока в цепи регистрации тоже будет возрастать, и, в результате, будет увеличиваться амплитуда суммарного ПД, отведенного от нерва. Чем больше волокон нерва возбуждено, тем больше амплитуда его суммарного ПД. Предельная амплитуда, к которой стремится суммарный ПД нерва по мере возрастания числа возбужденных волокон - это амплитуда ПД отдельного волокна (ЭДС этого волокна). Выше этого предела

суммарный ПД возрасти не может, так как нервные волокна, как генераторы ЭДС, соединены между собой параллельно (при таком соединении генераторов их общая ЭДС равна ЭДС одного генератора). Достичь указанного предела суммарный ПД тоже не может: отводящие электроды, даже при возбуждении всех волокон нерва, отводят лишь часть тока, возникающего в этом нерве, т.е. шунтируются межклеточной жидкостью.

Необходимо объяснить студентам, что в клинике широко проводится регистрация суммарных ПД различных нервных стволов, а также скелетных мышц при их естественной активности в организме (электронейрография, электромиография). Следовательно, врач должен хорошо понимать механизмы формирования и отличительные характеристики суммарных ПД. Суммарные ПД скелетных мышц по механизму формирования и своим характеристикам не отличаются от суммарных ПД нервных стволов. Следует показать студентам таблицы, на которых представлены электронейрограммы и электромиограммы, предложить объяснить, почему суммарный ПД, регистрируемый от нерва или мышцы при их естественной деятельности в организме отличается своей амплитудой. Объяснить, что амплитуда суммарных ПД на электронейрограмме и электромиограмме возрастает как при возбуждении большого числа волокон нерва или мышцы, так и при увеличении частоты ПД, возникающих в каждом из этих волокон.

При анализе результатов исследования действия курареподобных веществ на нервно-мышечную передачу нужно отметить широкое использование миорелаксантов в клинической практике.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов путем решения ситуационных задач. Результаты решения сравниваются с ответами и обсуждаются всеми студентами.

В заключение занятия преподаватель проверяет и подписывает протоколы исследований.

### ***Лабораторные работы.***

1. Запись кривой утомления нервно-мышечного препарата.
2. Выполнение работ с использованием виртуального практикума.

Просмотр видеофильмов.

## **5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

### **Задача № 1.**

Установлено, что амплитуда ПД клетки увеличилась на несколько милливольт. Изменилась ли возбудимость этой клетки?

#### **Эталон ответа.**

Сделать заключение об изменении возбудимости нельзя, так как между амплитудой ПД и значением возбудимости клетки не существует прямой зависимости.

### **Задача № 2.**

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

#### **Эталон ответа.**

Импульсы высокочастотных токов обладают очень малой длительностью, недостаточной для пороговой деполяризации клеточной мембраны.

### **Задача № 3.**

Как и почему изменится минимальное время, необходимое для возникновения в клетке ПД (латентный период ПД), при увеличении силы электрического раздражения?

**Эталон ответа.**

Длительность латентного периода ПД уменьшится, так как при увеличении силы электрического раздражения увеличивается скорость возрастания как КЭТП, так и ЛО.

**Задача № 4.**

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

**Эталон ответа.**

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.

**Задача № 5.**

При ухудшении кровоснабжения миокарда в межклеточной жидкости повышается концентрация ионов калия. Почему это приведет к уменьшению скорости проведения возбуждения (ПД) по волокнам миокарда?

**Эталон ответа.**

В соответствии с уравнением Нернста для калиевого равновесного потенциала при повышении внеклеточной концентрации ионов калия ПП клеток будет уменьшаться. По мере приближения ПП клетки к нулю, как следствие, будет уменьшаться и амплитуда ПД этой клетки.

Скорость проведения ПД по клеточной мембране находится в прямой зависимости от амплитуды распространения ПД. Таким образом, при ухудшении кровоснабжения миокарда скорость проведения ПД по его волокнам уменьшится.

**Задача № 6.**

По эфферентным волокнам нерва распространяются ПД, амплитуда которых в проксимальной части нерва равна 120 мВ. По ходу нерва имеется участок, функциональное состояние которого понижено вследствие травмы. Когда ПД проходит этот участок, его амплитуда уменьшится в два раза. Какой будет амплитуда ПД в дистальной части нерва, функциональное состояние которого такое же, как и в его проксимальной части, и почему?

**Эталон ответа.**

Амплитуда ПД, распространяющихся по нервным волокнам, в дистальном участке нерва будет равна 120 мВ, т.е. восстановится до исходного значения. Это обусловлено тем, что амплитуда ПД в волокнах не зависит от силы раздражителя (закон "все или ничего"), но находится в прямой зависимости от функционального состояния волокон (от их уровня "все"). Амплитуду ПД в любом участке нервного волокна определяет не сила локального тока, вызывающего ПД, а функциональное состояние этого участка волокна.

**Задача № 7.**

Какой из законов проведения нервного импульса может нарушиться, если значительно уменьшится сопротивление мембран нервных волокон, входящих в состав того же нерва и почему?

**Эталон ответа.**

Может нарушиться закон "изолированного проведения". Локальные токи, возникающие в каждом из волокон нерва, при уменьшении

сопротивления их мембраны могут заходить в соседние волокна, вызывая в них возникновения ПД, так называемое явление эфаптической индукции возбуждения.

**Задача № 8.**

Будут ли распространяться нервные импульсы по нервному волокну, если выкачать из него цитоплазму, заменив ее физиологическим раствором? Почему?

**Эталон ответа.**

Нервные импульсы распространяются по мембране волокон. Поэтому, если выкачать из волокна цитоплазму, то в течение периода, пока функциональное состояние мембраны еще сохраняется на достаточно высоком уровне, нервное волокно не утратит способность проводить нервные импульсы.

**Задача № 9.**

Расстояние между раздражающими и отводящими электродами, расположенными на нервном волокне, составляет 10 см. Потенциал действия регистрируется в точке отведения через каждую 1 мс после нанесения раздражения. К какой группе (А, В или С) относится данное нервное волокно?

**Эталон ответа.**

По данным, приведенным в условии задачи, рассчитаем скорость проведения ПД по мембране нервного волокна, в м/с:  $= 0.1/0.001=100$ . Такая высокая скорость проведения свидетельствует о том, что данное волокно относится к группе А.

**Задача № 10.**

Как изменится характер электромиограммы, если увеличится частота ПД, которые возникают в отдельных волокнах мышцы?

**Эталон ответа.**

На электромиограмме увеличится частота и амплитуда суммарных ПД, отведенных от мышцы.

**Задача № 11.**

Как изменится характер электромиограммы, если в мышце увеличится число одновременно возбужденных волокон?

**Эталон ответа.**

На электромиограмме увеличится амплитуда суммарных ПД, отведенных от мышцы.

**Задача № 12.**

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?

**Эталон ответа.**

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 потеряет возможность проходить через нервно-мышечный синапс. Синаптическая передача возбуждения будет возможной лишь при суммации нескольких одиночных ПКП, вызываемых следующими друг за другом пресинаптическими ПД.

**Задача № 13.**

Миелиновая оболочка нервного волокна повреждена на участке 0,7 мм. Будет ли проводится возбуждение по волокну, если известно, что расстояние между перехватами Ранвье составляет 0,9 мм?

**Эталон ответа.**

Будет, так как это расстояние меньше чем расстояние между перехватами Ранвье.

## **ЗАНЯТИЕ № 6.**

### **ТЕМА: ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЦ.**

#### **1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

#### **2. План организации занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 20 мин.

##### 2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практических работ - 20 мин.
- б) запись протокола исследования - 15 мин.
- в) анализ результатов исследования - 10 мин.

##### 3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 20 мин.

#### **3. Учебные цели занятия.**

##### **ЗНАТЬ:**

- 1. Классификацию мышечной ткани в организме и их морфофункциональные отличия.
- 2. Морфофункциональную характеристику и основные физиологические свойства скелетной мышечной ткани.
- 3. Физические характеристики скелетной мышечной ткани.
- 4. Функции скелетной мышечной ткани в организме.



5. Виды сокращения скелетных мышц в зависимости от их режимов, нагрузки и раздражения.
6. Какие из этих видов сокращения свойственны мышцам при их естественной деятельности в организме.
7. Одиночное мышечное сокращение, его фазы при различных режимах сокращения.
8. Суммацию мышечных сокращений, ее виды и функциональную роль. Механизмы суммации.
9. Оптимум и пессимум частоты раздражения и силы мышечного сокращения.
10. Двигательные единицы, их морфофункциональную классификацию и характеристику.
11. Факторы, определяющие силу и работоспособность скелетных мышц.
12. Морфо-функциональную характеристику компонентов саркомера, миозиновых и актиновых нитей, тропомиозина и тропонина.
13. Механизмы сопряжения возбуждения с сокращением в скелетных мышцах и динамику их активного состояния.
14. Механизм мышечного сокращения и расслабления и факторы, определяющие степень укорочения, напряжения и расслабления скелетных мышц.
15. Метаболизм и энергетику мышечного сокращения.
16. Работоспособность и утомление скелетных мышц.
17. Физиологические свойства и особенности гладкой мышцы.

**УМЕТЬ:**

1. Рисовать схемы регистрации мышечных сокращений.

2. Изобразить в виде схемы различные виды мышечных сокращений: одиночное, суммацию (полную и неполную, зубчатый и гладкий тетанус).
3. Определять силу мышц и выполненную работу.
4. Рисовать схему динамики соотношения изменения возбудимости скелетной мышцы во время генерации потенциала действия, развитие мышечного сокращения и изменение концентрации ионов кальция в цитоплазме.
5. Рисовать структуру саркомера, актиновых и миозиновых нитей, тропомиозина, тропонина и его компонентов, процесс циклизации актомиозиновых мостиков.
6. Рисовать схемы, объясняющие механизмы электромеханического сопряжения, мышечного сокращения и расслабления.
7. Рисовать график зависимости силы сокращения от длины, и нагрузки.
8. Рассчитывать показатели мышечного сокращения в зависимости от частоты раздражения.
9. Рисовать схему развития утомления в нервно-мышечном препарате.
10. Пользоваться раздражающими и электроизмерительными приборами.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

На этом этапе необходимо сформулировать цель и задачи занятия, написать тему и цели занятия на доске, объяснить студентам, что они должны знать и уметь по окончании занятия. Указать студентам, что на этом занятии основное внимание и все изложение материала направлено на изучение физиологии сокращения скелетных мышц.

Изучение физиологических свойств и особенностей сердечной и гладкой мышечной ткани, будет проведено на занятиях по разделам "Физиология сердца и кровообращение", "Пищеварение" и др. Необходимо объяснить важность этого занятия для понимания других разделов физиологии и других дисциплин, связанных с изучением функции скелетных мышц.

Оставшуюся часть этого этапа занятия следует посвятить разбору, контролю и коррекции исходного уровня знания студентов, нарисовать и разобрать следующие схемы:

1. Кривую одиночного мышечного сокращения, с указанием его фаз в изометрическом и изотоническом режимах.
2. Кривые суммации одиночных мышечных сокращений (полная и неполная), с объяснением механизма.
3. Кривые зубчатого и гладкого тетанусов, посттетанической контрактуры.
4. Кривые, позволяющие одновременно оценить возбуждение (ПД), изменение возбудимости и сокращение во время одиночного мышечного сокращения и при суммации.
5. Кривые, позволяющие одновременно оценить сокращение и изменение концентрации свободного цитоплазматического кальция.
6. Кривые оптимума и пессимума сокращения мышц и условия их возникновения.
7. Кривые работоспособности различных видов ДЕ.
8. Кривые развития утомления в нервно-мышечном препарате.
9. Схемы строения саркомера и входящих в него структур.
10. Строение миозиновых и актиновых нитей, тропомиозина и тропонина.

11. Схемы, объясняющие процесс циклизации актомиозиновых мостиков.

12. Сопряжения процессов возбуждения-сокращения и расслабления.

13. Схемы функционирования ионтранспортирующих систем (каналов, насосов и обменников), участвующих в электромеханическом сопряжении.

14. Схемы биохимических процессов энергетического обеспечения скелетных мышц при выполнении работы.

15. Физиологические свойства и особенности гладкой мышцы.

Следует обратить внимание студентов на то, что формирование мышечной ткани и её последующая дифференцировка - сложный многоэтапный процесс, в котором уровень конечной организации достигается только после завершения полового созревания. В процессе онтогенеза развиваются не только отдельные мышечные волокна, но и их объединения - двигательные единицы, в которых состояние мышечных волокон определяется развитием соответствующих мотонейронов.

В эмбриональном периоде формирование мышечной ткани начинается на 4 - 6-й неделе внутриутробного развития и характеризуется образованием первичных мышечных веретён (миотрубки), к которым в последующем прирастают отростки мотонейронов спинного мозга. С этой стадии процесс формирования мышечных волокон связан в первую очередь с развитием мотонейронов спинного мозга. Это происходит на 6 - 7-ом месяце внутриутробного развития, и ребенок рождается с мышцами, уже частично прошедшими этап первичной дифференцировки, примерно 53%. В возрасте от 1 до 2 лет, дифференцировочные процессы резко усиливаются и уже можно выделить волокна с “быстрым” (тип DE II

В), с “медленным” (тип DE I) и “промежуточным” (тип DE II A) миозином.

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

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

В функциональном отношении мышцы новорождённого характеризуются повышенной чувствительностью к некоторым гуморальным агентам, в том числе и к ацетилхолину. Отмечается низкая чувствительность к действию электрического тока при внутриутробном развитии, которая сохраняется и после рождения, имея высокие показатели хронаксии. В этот период мышцы производят лишь 3 - 4 сокращения в секунду. С возрастом число сокращений доходит до 60 - 80, с последующей способностью к формированию тетанических сокращений. При этом, созревание

мионеврального синапса приводит к более лучшей передаче возбуждения (более чем в 4 раза) с нерва на мышцу.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы, обсуждают полученные результаты и делают выводы. Перед началом выполнения практических работ, преподаватель объясняет особенности выполнения работ по методическому пособию и в дальнейшем следит за правильностью выполнения. Необходимо акцентировать внимание студентов на значимости проводимых работ.

## 3. Заключительный этап занятия.

В заключение занятия преподаватель подводит итоги полученных знаний и умений студентов посредством либо тестового контроля, либо решения ситуационных задач. В заключение занятия преподаватель дает задание на следующее занятие, проверяет и подписывает отчеты студентов.

## ***Лабораторные работы***

- 1. Приготовление нервно-мышечного препарата.*
2. Знакомство с работой измерительно-регистрирующей установки.
3. Анализ одиночного мышечного сокращения.
4. Зависимость сокращения мышц от силы раздражения.
5. Тетаническое сокращение мышц.
6. Физиологические свойства и особенности гладких мышц.
7. Динамометрия.
8. Эргография.
9. Работы на компьютерных моделях мышечного сокращения.
10. Выполнение работ с использованием виртуального практикума.
11. Просмотр видеофильмов.

## **5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

### **Задача №1.**

Какие процессы протекают в мышце во время латентного периода при непрямом раздражении?

#### **Эталон ответа.**

Раздражение называется непрямым, если оно производится через нерв, подходящий к мышце. От момента раздражения нерва до момента начала мышечного сокращения происходят следующие события:

Возбуждение нерва - движение возбуждения по нерву - возбуждение пресинаптической мембраны - электросекреторное сопряжение - диффузия медиатора - возбуждение мембраны мышечного волокна - движение возбуждения по мышечному волокну - электромеханическое сопряжение - активация актомиозинового комплекса - сокращение.

### **Задача №2.**

Длительность рефрактерного периода мышцы 10 мсек. Длительность одиночного сокращения 200 мсек. Назовите интервал частот раздражения, при которых данная мышца будет сокращаться в режиме гладкого тетануса?

#### **Эталон ответа.**

Для гладкого тетанического сокращения необходимо, чтобы интервал между раздражениями был длиннее рефрактерного периода, но короче продолжительности фазы укорочения. В данном случае этот интервал лежит в пределах от 10 до 70 мсек, значит при частоте от 15 до 100 Гц будет наблюдаться тетанус. При меньшей частоте будут одиночные сокращения, при большей - пессимум.

### **Задача №3.**

Длительность потенциала действия мышцы 10 мсек. Какую частоту раздражения следует дать, чтобы каждый импульс попадал в фазу супернормальной возбудимости?

**Эталон ответа.**

Так как длительность потенциала действия совпадает с периодом рефрактерности, после которой следует фаза супернормальной возбудимости, интервал между раздражениями должен быть 10 мсек. Это соответствует частоте раздражения 100 Гц. Чтобы импульс попал в субнормальный период, необходимо применение более частых раздражений.

**Задача №4.**

При раздражении нерва, нервно-мышечного препарата, мышца доведена до утомления. Что произойдет, если в это время подключить прямое раздражение мышцы?

**Эталон ответа.**

Мышца снова начнет сокращаться, так как при раздражении нервно-мышечного препарата утомление раньше всего наступает в синапсе.

**Задача №5.**

При непрямом раздражении, мышца сокращается тетанически. Как изменится ритм сокращения, если в перфузируемый раствор ввести d-тубокурарин?

**Эталон ответа.**

Мышца расслабится, так как d-тубокурарин блокирует передачу импульсов в холинэргических синапсах.

**Задача №6.**

Площадь физиологического поперечного сечения мышцы 25 кв. см. Рассчитайте удельную силу мышцы, если она в состоянии поднять максимально 200 кг.



**Эталон ответа.**

Удельная сила мышцы равна отношению максимального груза к площади физиологического поперечного сечения. В данном случае она равна  $8 \text{ кг/см}^2$ .

**Задача №7.**

Мышцу нервно-мышечного препарата подвергают непрямому раздражению. Через некоторое время амплитуда сокращений начинает уменьшаться. Означает ли это, что в мышце наступило утомление? Как проверить это предположение?

**Эталон ответа.**

Нет. Утомление может возникнуть как в мышце, так и синапсе. Чтобы проверить это предположение нужно перейти к прямому раздражению мышцы. Если при этом амплитуда сокращений возрастает, утомление возникло не в мышце, а в синапсе.

**Задача №8.**

К покоящейся мышце подвесили груз. Как при этом изменится ширина H-зоны саркомера?

**Эталон ответа.**

H-зона это центральный участок толстой протофибриллы, который не перекрыт актиновыми нитями. При растяжении мышцы степень перекрытия миозиновых нитей уменьшается, так как актиновые нити частично выходят из промежутков между миозиновыми. Соответственно, ширина H-зоны увеличивается.

**Задача №9.**

Почему быстрые мышцы при сокращении потребляют в единицу времени больше энергии АТФ, чем медленные?

**Эталон ответа.**

При быстром сокращении мостики совершают больше гребковых движений в единицу времени, и на это затрачивается больше энергии АТФ.

**Задача №10.**

При перерезке двигательного нерва мышца, которую он иннервировал, атрофируется. Чем можно это объяснить?

**Эталон ответа.**

Иннервация обеспечивает не только сократительную деятельность, но и трофические влияния. При денервации нарушается синтез белков в мышце и уменьшается ее масса - происходит атрофия.

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ИТОГОВОМУ ЗАНЯТИЮ ПО  
РАЗДЕЛУ:  
«ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ».**

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 «Все 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. Парабиоз нерва, его фазы и причины возникновения. Значение учения о парабиозе для практической медицины.
10. Функции нервов. Классификация нервных волокон. Законы проведения возбуждения по нервам.
11. Механизмы проведения возбуждения по нервным волокнам.
12. Физиологические свойства мышечной ткани. Двигательные единицы. Изометрическое, изотоническое и ауксотоническое сокращение.
13. Тетанус. Механизмы возникновения тетануса (Р. Гельмгольц, Е.Б. Бабский, Н.Е. Введенский). Факторы, влияющие на величину тетануса. Контрактура и причины ее возникновения.
14. Оптимум и пессимум частоты и силы раздражения по методу Н.Е. Введенского.
15. Ультрамикроскопическое строение скелетной мышцы. Теория скользящих нитей. Сопряжение возбуждения и сокращения. Роль АТФ, кальция, сократительных и регуляторных белков в мышечном сокращении.
16. Работа и сила мышц. Зависимость работы от величины нагрузки и ритма мышечных сокращений. Закон средних нагрузок.
17. Утомление, его характеристика. Теории утомления. Активный отдых по методу И.М. Сеченова. Адаптационно-трофическое влияние симпатической нервной системы на скелетную мускулатуру.

18. Строение и механизм передачи возбуждения через нервно-мышечный синапс. Особенности проведения возбуждения через синапс. Миорелаксанты. Классификация синапсов.

19. Строение и механизм передачи возбуждения через электрический синапс. Особенности проведения возбуждения через данный вид синапса.

20. Физиологические свойства и особенности гладких мышц.

## **РАЗДЕЛ: ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.**

### **ЗАНЯТИЕ №1.**

#### **ТЕМА: РЕФЛЕКСЫ СПИННОГО МОЗГА.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством:

– разбора материала в устной форме (при наличии вопросов, возникающих при подготовке к занятию),

– с использованием электронного учебника - 30 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практической работы - 20 мин.

б) запись протокола исследований - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 15 мин.

б) проверка, коррекция, подписание протоколов задание на следующее занятие - 10 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

1. Строение центральной нервной системы. Строение рефлекторной дуги соматического рефлекса. Историю развития рефлекторной теории. Значение работ Рене Декарта, Иржи Прохаска, И.М.Сеченова,

И.П.Павлова, Чарльза Шеррингтона, П.К.Анохина в развитии рефлекторной теории.

2. Классификация рефлексов.
3. Методы исследования функций центральной нервной системы.
4. Основные принципы рефлекторной теории.
5. Строение рефлекторных дуг спинальных рефлексов человека.

#### **УМЕТЬ:**

1. Приготовить спинальную лягушку для проведения экспериментального исследования.
2. Экспериментально доказать значение целостности рефлекторной дуги для осуществления рефлекса.
3. Продемонстрировать сухожильные рефлексы человека.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия, объяснить, что тема занятия представляет интерес для клинической практики, поскольку знание основ регуляции функций являются основой для понимания функциональных расстройств и заболеваний. Полученные практические навыки будут необходимы при обучении на последующих теоретических и практических кафедрах.

Ознакомить студентов с планом проведения занятия и провести контроль их исходного уровня знаний.

В ходе устного разбора материала следует последовательно обратить внимание студентов на следующие моменты:

- регуляция функций организма осуществляется двумя путями: нервно-рефлекторным и нервно-гуморальным. Необходимо отразить

их отличия с точки зрения степени генерализации воздействия, быстроты и мощности ответа, продолжительности эффекта;

- начиная с работ И.М. Сеченова, рефлекторный принцип рассматривается как ведущий в деятельности ЦНС. Последнее означает, что любые поведенческие реакции по сути рефлекторные и обеспечиваются сложными материальными процессами, происходящими в ЦНС;

- наряду с многообразием центров и сложностью функционирования ЦНС, прослеживаются общие принципы в её деятельности;

- важно отразить роль отечественной науки в формировании учения о рефлекторной регуляции функций;

- важно показать диагностическую роль исследования рефлексов для изучения функций ЦНС;

- роль афферентной импульсации и функции спонтанной активных нейронов в поддержании тонуса нервных центров.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы, затем проводится обсуждение полученных результатов.

Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с методами проведения исследования по методическому пособию и обращает внимание студентов на следующие моменты:

а) при выполнении экспериментальных исследований на животных необходимо быть максимально гуманным, производить декапитацию лягушки после её предварительной наркотизации путем погружения в 5% раствор этанола;

б) после исследования спинальных рефлексов необходимо убедиться в полном разрушении спинного мозга, о чем свидетельствует полное отсутствие тонуса скелетных мышц;

- в) в процессе исследования сухожильных рефлексов у человека преподаватель обязан сам продемонстрировать выполнение работы;
- г) в конце занятия необходимо остановиться на разборе схем рефлекторных актов, подчеркнуть значение проприорецепторов в осуществлении соответствующих рефлексов.

В отчетах студенты должны нарисовать схемы рефлекторных дуг исследованных сухожильных рефлексов. Описать ход работы.

При обсуждении полученных результатов необходимо акцентировать внимание студентов на вопросах.

1. Что является необходимым для осуществления рефлекса?
2. Может ли осуществляться рефлекторная реакция при нарушении целостности рефлекторной дуги?
3. Возможно ли взаимное влияние спинальных рефлексов, и в чем оно проявляется?
4. Каким образом поддерживается тонус нервных центров и какова в этом роль афферентной импульсации?

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знания, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами.

Демонстрируется учебный видеофильм.

В заключении занятия преподаватель проверяет и подписывает отчеты студентов.

### **Лабораторные работы.**

1. Анализ рефлекторной дуги.
2. Сухожильные рефлексы человека.



3. Анализ рефлекторной дуги сгибательного рефлекса.

## **5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

### **Задача №1.**

Проклассифицируйте по всем классификационным признакам рвотный рефлекс (зрачковый, коленный и т.д.).

#### **Эталон ответа.**

Рвотный рефлекс: моторный, бульбарный, защитный, безусловный, интерорецептивный.

### **Задача №2.**

Почему время рефлекса зависит от количества вставочных нейронов?

#### **Эталон ответа.**

Время рефлекса зависит от количества переключений, т.е. количества синапсов. Чем больше количество нейронов в рефлекторной дуге, тем больше количество синапсов и больше центральное время рефлекса.

### **Задача №3.**

Каковы преимущества нервной регуляции в сравнении с гуморальной?

#### **Эталон ответа.**

Точная адресовка возбуждения, большая скорость передачи, большая мощность ответа, срочность реакций иннервируемого органа.

### **Задача №4.**

В чем проявляется явление спинального шока?

#### **Эталон ответа.**

Явление спинального шока проявляется в первую фазу арефлексией, во вторую - проявлением слабых движений пальцев, в третью - появлением сгибательных рефлексов, в четвертую - усилением разгибательных рефлексов и гиперрефлексией.

### **Задача №5.**

Как изменится тонус мышц передних и задних конечностей у бульбарного животного при наклоне головы вперед?

**Эталон ответа.**

Увеличивается тонус сгибателей передних и разгибателей задних конечностей.

**Задача №6.**

При раздражении коры собака совершает движения лапами. Какая область коры подвергается раздражению?

**Эталон ответа.**

Передняя центральная извилина коры больших полушарий мозга.

**Задача №7.**

Животному введена большая доза аминазина, блокирующего активирующую систему ретикулярной формации мозга. Как изменится его поведение?

**Эталон ответа.**

Животное заснет.

**Задача №8.**

Почему при эмоциональном возбуждении даже у усталого человека увеличивается физическая работоспособность?

**Эталон ответа.**

Эмоциональное возбуждение увеличивает тонус мозга, в частности, двигательных центров.

**Задача №9.**

Почему в условиях гипоксии в большей степени снижается умственная работоспособность?

**Эталон ответа.**

Мозг больше чем другие органы чувствителен к недостатку кислорода. При гипоксии снижается тонус нервных центров и сила основных нервных процессов.

## **ЗАНЯТИЕ №2.**

### **ТЕМА: СВОЙСТВА НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством:

- разбора материала в устной форме (при наличии вопросов, возникающих при подготовке к занятию),
- с использованием средств электронного учебника - 30 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практической части занятия - 20 мин.

б) запись протокола исследований - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач- 15 мин.

б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 10 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

1. Явление пространственной и временной суммации в нервных центрах.
2. Явление окклюзии и центрального облегчения.

3. Явление последействия как свойство нервных центров.  
Кратковременное и долговременное последействие.
4. Явление иррадиации возбуждения.

#### **УМЕТЬ:**

1. На спинальной лягушке продемонстрировать суммацию возбуждения в нервных центрах.
2. Исследовать иррадиацию возбуждения и явление последействия.

#### **5. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, объяснить, что тема занятия представляет интерес для клинической практики, поскольку знание фундаментальных основ деятельности центральной нервной системы являются основой понимания её функциональных расстройств и заболеваний.

Ознакомить студентов с планом проведения занятия и провести контроль их исходного уровня знаний.

В ходе устного разбора материала следует последовательно обратить внимание студентов на следующие моменты:

- наряду с многообразием функций нервных центров их свойства остаются общими;
- общими являются и принципы организации деятельности ЦНС;
- значение принципа обратной связи в деятельности нервной системы;
- роль П.К. Анохина в формировании представлений о вторичной афферентации;
- принцип доминанты и его принципиальное значение как ведущего принципа, определяющего целенаправленную деятельность и организма человека;

- в ЦНС существует иерархический принцип организации, который у человека проявляется в кортикализации функций;
- суммация возбуждения не всегда приводит к усилению ответа (окклюзия).

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы, и проводится обсуждение полученных результатов

Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с методами проведения исследования по методическому пособию и обращает внимание студентов на следующие моменты:

- а) при выполнении экспериментальных исследований на животных необходимо быть максимально гуманным, производить декапитацию лягушки после её предварительной наркотизации путем погружения в 5% раствор этанола;
- б) после исследования спинальных рефлексов необходимо убедиться в полном разрушении спинного мозга, о чем свидетельствует полное отсутствие тонуса скелетных мышц;
- в) при выполнении эксперимента необходимо тщательно выполнять инструкции к работе, регистрировать время и характер рефлекторной реакции.

## 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знания, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами.

### **Лабораторные работы.**

1. Суммация возбуждения в нервных центрах.

2. Иррадиация возбуждения в спинном мозге.

3. Рефлекторное последствие.

**5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

**Задача №1.**

Какой принцип лежит в основе деятельности нервной системы? В чем его смысл?

**Эталон ответа.**

Рефлекторный принцип. Согласно этому принципу все реакции, в которых участвует нервная система по сути рефлекторные. Они отличаются только сложностью рефлекторной дуги.

**Задача №2.**

Кто явился основоположником рефлекторной теории?

**Эталон ответа.**

И.М.Сеченов, который впервые теоретически обосновал материальную природу рефлекторной реакции. Определил рефлекторный принцип как ведущий в деятельности ЦНС.

**Задача №3.**

Произойдет ли возбуждение нейрона, если к нему по разным аксонам одновременно поступает подпороговое возбуждение?

**Эталон ответа.**

Может произойти в связи с пространственной суммацией возбуждения.

**Задача №4.**

Всегда ли пространственная суммация возбуждения усиливает рефлекторную реакцию?

**Эталон ответа.**

Нет, не всегда. В случае окклюзии может не произойти усиления ответа.

**Задача №5.**

Почему у голодного животного снижается сила оборонительного рефлекса?

**Эталон ответа.**

У голодного животного в состоянии доминирующего возбуждения находится пищевой центр, который тормозит центры, ответственные за другие виды рефлекторной деятельности.

**Задача №6.**

Почему у спящего человека низкий тонус скелетных мышц?

**Эталон ответа.**

В связи с низким тонусом двигательных центров.

**Задача №7.**

Почему один нейромедиатор может вызывать разные эффекторные реакции?

**Эталон ответа.**

Один медиатор может взаимодействовать с разными рецепторами, вызывающими разные по направленности физиологические реакции.

**ЗАНЯТИЕ №3.**

**ТЕМА: ПРИНЦИПЫ КООРДИНАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦНС.**

**1.Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2.План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством:

- разбора материала в устной форме (при наличии вопросов возникающих после подготовки к занятию),
- с использованием средств электронного учебника - 30 мин.

2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практической работы - 20 мин.
- б) запись протокола исследований - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач- 15 мин.
- б) проверка, коррекция, подписание протоколов задание на следующее занятие - 10 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

1. Принципы координационной деятельности ЦНС.
2. Роль взаимодействия процессов возбуждения и торможения в координационной деятельности ЦНС.
3. Значение многоуровневости регуляции функций в координационной деятельности ЦНС.

**УМЕТЬ:**

1. Приготовить спинальную лягушку для проведения экспериментального исследования.
2. Экспериментально продемонстрировать стадии спинального шока.
3. Определить время рефлекса по Тюрку.

**4. Методика проведения занятия.**

1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия, объяснить, что



тема занятия представляет интерес для клинической практики, поскольку знание основ регуляции функций являются основой для понимания функциональных расстройств и заболеваний. Полученные практические навыки будут необходимы при обучении на последующих теоретических и практических кафедрах.

Ознакомить студентов с планом проведения занятия и провести контроль их исходного уровня знаний.

В ходе устного разбора материала следует последовательно обратить внимание студентов на следующие моменты:

- взаимодействие между процессами возбуждения и торможения являются основой координационной деятельности ЦНС.

- принципами координационной деятельности ЦНС являются принцип переключения (И.М. Сеченов), реципрокности, облегчения, проторения пути, общего конечного пути (Ч. Шеррингтон), доминанты (А.А. Ухтомский).

- В организме существует многоуровневая регуляция соматических и вегетативных функций, а также взаимодействие между этими уровнями в процессе регуляции.

- В реализации функциональной организации мозга находят проявления как генетически детерминированные так и вероятностно-детерминированные звенья регуляции функций.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы, затем проводится обсуждение полученных результатов.

Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с методами проведения исследования по методическому пособию и обращает внимание студентов на следующие моменты:

а) при выполнении экспериментальных исследований на животных необходимо быть максимально гуманным, производить декапитацию лягушки после её предварительной наркотизации путем погружения в 5% раствор этанола;

б) при исследовании времени спинального рефлекса необходимо убедиться в интактности спинного мозга.

В отчетах студенты должны объяснить механизмы развития фаз спинального шока. Описать ход работы и записать результаты изменений времени рефлекса по Тюрку.

При обсуждении полученных результатов необходимо акцентировать внимание студентов на вопросах.

1. Что является необходимым для осуществления рефлекса?
2. Как принципы координационной деятельности ЦНС влияют на проявление рефлекса.
3. В чем значение принципов переключения, реципрокности, облегчения, проторения пути и доминанты для проявления целенаправленной деятельности человека.
4. Как взаимодействие между разными уровнями регуляции в ЦНС может изменять проявления рефлекторного ответа.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знания, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами.

### **Лабораторные работы.**

1. Динамика развития спинального шока у лягушки.
2. Определение времени соматического рефлекса по Тюрку.

## **5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

### **Задача №1.**

Возбуждение, приходящее в ЦНС по разным афферентным волокнам, может конвергировать к одним и тем же вставочным, или эфферентным, нейронам. Как называется такой принцип деятельности ЦНС и кто его сформулировал.

#### **Эталон ответа.**

Принцип общего конечного пути. Сформулирован Ч. Шеррингтоном.

### **Задача №2.**

Почему время рефлекса зависит от количества вставочных нейронов?

#### **Эталон ответа.**

Время рефлекса зависит от количества переключений, т.е. количества синапсов. Чем больше количество нейронов в рефлекторной дуге, тем больше количество синапсов и больше центральное время рефлекса.

### **Задача №3.**

Каковы преимущества нервной регуляции в сравнении с гуморальной?

#### **Эталон ответа.**

Точная адресовка возбуждения, большая скорость передачи, большая мощность ответа, срочность реакций иннервируемого органа.

### **Задача №4.**

В чем проявляется явление спинального шока?

#### **Эталон ответа.**

Явление спинального шока проявляется в первую фазу арефлексией, во вторую - проявлением слабых движений пальцев, в третью - появлением сгибательных рефлексов, в четвертую - усилением разгибательных рефлексов и гиперрефлексией.

**Задача №5.**

Как изменится тонус мышц передних и задних конечностей у бульбарного животного при наклоне головы вперед?

**Эталон ответа.**

Увеличивается тонус сгибателей передних и разгибателей задних конечностей.

**Задача №6.**

При раздражении коры собака совершает движения лапами. Какая область коры подвергается раздражению?

**Эталон ответа.**

Передняя центральная извилина коры больших полушарий мозга.

**Задача №7.**

Животному введена большая доза аминазина, блокирующего активирующую систему ретикулярной формации мозга. Как изменится его поведение?

**Эталон ответа.**

Животное заснет.

**Задача №8.**

Почему при эмоциональном возбуждении даже у усталого человека увеличивается физическая работоспособность?

**Эталон ответа.**

Эмоциональное возбуждение увеличивает тонус мозга, в частности, двигательных центров.

**Задача №9.**

Почему в условиях гипоксии в большей степени снижается умственная работоспособность?

**Эталон ответа.**

Мозг больше чем другие органы чувствителен к недостатку кислорода. При гипоксии снижается тонус нервных центров и сила основных нервных процессов.

#### **ЗАНЯТИЕ №4**

### **ТЕМА: ТОРМОЖЕНИЕ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ.**

#### **1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

#### **2. План организации занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством:
  - разбора материала в устной форме (при наличии вопросов возникающих после подготовки к занятию)
  - с использованием средств электронного учебника - 30 мин.

##### 2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практической работы - 20 мин.
- б) запись протокола исследования - 10 мин.

##### 3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня усвоенного учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 20 мин.
- б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 10 мин.

#### **3. Учебные цели занятия.**

##### **ЗНАТЬ:**

- 1. Историю открытия И.М.Сеченовым процесса торможения в ЦНС.
- 2. Значение процесса торможения в центральной нервной системе.

3. Виды торможения в центральной нервной системе.
4. Влияние эфира и алкоголя на деятельность ЦНС.

#### **УМЕТЬ:**

1. На спинальной лягушке продемонстрировать зависимость времени рефлекса от силы раздражения.
2. Воспроизвести опыт центрального торможения.
3. Исследовать торможение рефлекса рефлексом.
4. Влияние эфира и алкоголя на деятельность ЦНС.

#### **5. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо:

- сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия,
- объяснить, что тема занятия представляет интерес для клинической практики, поскольку нарушение взаимоотношений двух основных нервных процессов - возбуждения и торможения - лежат в основе многих нарушений функций, а полученные знания необходимы при обучении на последующих теоретических и практических кафедрах.

Ознакомить студентов с планом проведения занятия и провести контроль их исходного уровня знаний.

В ходе устного разбора материала следует последовательно обратить внимание студентов на следующие моменты:

- в нервной системе сосуществуют два основных нервных процесса - возбуждение и торможение;
- начиная с работ И.М.Сеченова, процесс торможения рассматривается как самостоятельный, выполняющий две основные функции: ограничение процесса возбуждения с целью обеспечения целенаправленной деятельности ЦНС и организма, ограничение

процесса возбуждения с целью предохранения ЦНС от перевозбуждения;

- существуют различия в ионных механизмах развития пре- и постсинаптического торможения;

### 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы, затем проводится обсуждение полученных результатов.

Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с методами проведения исследования по методическому пособию и обращает внимание студентов на следующие моменты:

а) при исследовании времени рефлекса необходимо качественно смывать раздражитель с поверхности кожи;

б) после исследования спинальных рефлексов необходимо убедиться в полном разрушении спинного мозга, о чем свидетельствует полное отсутствие тонуса скелетных мышц;

г) при исследовании влияния эфира и алкоголя на рефлекторную деятельность лягушки дать возможность студентам самостоятельно интерпретировать обнаруженные изменения.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами.

#### **Лабораторные работы.**

1. Центральное торможение спинномозговых рефлексов (Сеченовское торможение).
2. Торможение рефлекса рефлексом.

3. Сопряженное торможение сгибательных рефлексов.
4. Влияние эфирного наркоза и этилового спирта на деятельность центральной нервной системы.

**5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

**Задача №1.**

Что произойдет в нервном центре, если импульсы поступают в него с частотой, при которой не успевает разрушаться ацетилхолин?

**Эталон ответа.**

Развивается десенситизация рецепторов постсинаптической мембраны и тонус нервного центра упадет.

**Задача №2.**

Почему при введении стрихнина у лягушки наблюдаются судороги?

**Эталон ответа.**

При введении стрихнина блокируются тормозные синапсы в спинном мозге, и развивается иррадиация возбуждения.

**Задача №3.**

Как изменится рефлекторная деятельность спинного мозга при стимуляции ретикулярной формации?

**Эталон ответа.**

Произойдет торможение спинальных рефлексов.

**Задача №4.**

У больного полный разрыв мозга между грудным и поясничным отделами. Как изменится регуляция акта дефекации и мочеиспускания?

**Эталон ответа.**



Первично произойдет торможение тазовых функций вследствие развития спинального шока. В последующем восстановятся непроизвольные акты дефекации и мочеиспускания.

**Задача №5.**

У человека в результате огнестрельного ранения в область ягодицы на голени развилась незаживающая язва. Чем объясняется ее появление?

**Эталон ответа.**

Возможно, что у больного произошло повреждение седалищного нерва с последующим нарушением трофики тканей.

**Задача №6.**

У собаки в стадию восстановления функций после удаления мозжечка произведена декортикация. Как изменятся её движения?

**Эталон ответа.**

Кора частично компенсирует нарушенные функции мозжечка. При декортикации животного с удаленным мозжечком наступает симптоматика характерная для фазы выпадения функций.

**Задача №7.**

Почему при пресинаптическом торможении происходит деполяризация постсинаптической мембраны.

**Эталон ответа.**

Мембранный потенциал аксона выше, чем сомы. В результате при увеличении проницаемости мембраны для хлора происходит его выход из клетки по электрическому градиенту, который выше концентрационного.

**Задача №8.**

Почему в течение первой стадии спинального шока происходит торможение рефлексов, центры которых расположены ниже места травмы?

### **Эталон ответа.**

Причиной служит раздражение спинного мозга вследствие отека и механической травмы, что приводит согласно принципу субординации к развитию процесса торможения.

## **ЗАНЯТИЕ №5**

### **ТЕМА: ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.**

#### **1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

#### **2. План организации занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка исходного уровня знаний посредством компьютерного тестового контроля - 15 мин.

##### 2. Основной этап занятия.

На этом этапе студенты зачитывают подготовленные сообщения.  
Обсуждение представленного материала.

##### 3. Заключительный этап занятия.

- а) контроль конечного уровня усвоенного материала с использованием компьютерных тестов или в учебной аудитории решением ситуационных задач, предлагаемых преподавателем - 15 мин.
- б) задание на следующее занятие - 5 мин.

#### **3. Учебные цели занятия.**

##### **ЗНАТЬ:**

- 1. Строение центральной нервной системы
- 2. Принципы функционирования ЦНС,

3. Механизмы процессов возбуждения и торможения в ЦНС
4. Свойства нервных центров
5. Понятие о взаимодействии различных отделов ЦНС в процессе выполнения функций.

#### **4. Методика проведения занятия:**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия. Объяснить студентам, что знание материала темы необходимо для понимания механизмов функционирования различных отделов ЦНС, а полученные знания необходимы при изучении других разделов физиологии, а также при обучении на последующих теоретических и клинических кафедрах.

##### 2. Основной этап занятия.

А) Заслушивание докладов, подготовленных студентами.

###### 1. Спинной мозг.

В этом сообщении студент должен отразить.

- а) Роль спинного мозга в регуляции деятельности опорно-двигательного аппарата.
- б) Сегментарный и межсегментарный принцип работы спинного мозга.
- в) Клинически важные рефлексы спинного мозга человека.
- г) Спинальные механизмы регуляции мышечного тонуса.
- д) Проводниковые функции спинного мозга.

###### 2. Продолговатый мозг и мост

В этом сообщении студент должен отразить.

- а) Центры продолговатого мозга и моста, их участие в процессе саморегуляции функций.

- б) Позные рефлексы - шейные, лабиринтные.
- в) Проводниковая функция продолговатого мозга.
- г) Роль продолговатого мозга в регуляции мышечного тонуса.

### 3. Средний мозг.

В этом сообщении студент должен отразить.

- а) Роль среднего мозга в процессах саморегуляции функций и его рефлекторная деятельность.
- б) Установочные рефлексы - статические и статокинетические.
- в) Механизм поддержания равновесия тела.
- г) Функции ядер среднего мозга и проводниковая функция среднего мозга.

После заслушивания доклада студенты выполняют лабораторную работу «Статические и статокинетические рефлексы».

### 4. Мозжечок

В этом сообщении студент должен отразить.

- а) Афферентные и эфферентные связи мозжечка.
- б) Функции мозжечка в регуляции движений и тонуса мышц.
- в) Участие мозжечка в процессах регуляции вегетативных функций.

После заслушивания доклада студенты выполняют лабораторную работу «Мозжечковые пробы».

### 5. Ретикулярная формация.

В этом сообщении студент должен отразить.

- а) Особенности нейронной организации ретикулярной формации.
- б) Нисходящие влияния ретикулярной формации на функции спинного мозга.
- в) Участие ретикулярной формации в регуляции мышечного тонуса.
- г) Восходящие влияния ретикулярной формации.

д) Значение ретикулярной формации в процессах бодрствования и сна.

#### 6. Таламус

В этом сообщении студент должен отразить.

а) Функциональная характеристика специфических и неспецифических ядер таламуса.

б) Соматотопическая организация представительства рецепторных полей в ядрах таламуса.

в) Участие таламуса в формировании ощущений.

г) Таламо-кортикальные и кортико-таламические взаимоотношения.

#### 7. Гипоталамус

В этом сообщении студент должен отразить.

а) Характеристика основных групп ядер.

б) Значение гипоталамуса как высшего подкоркового вегетативного центра.

в) Участие гипоталамуса в формировании эмоций, мотиваций, стрессорной реакции, биоритмов.

#### 8. Лимбическая система.

В этом сообщении студент должен отразить.

а) Роль лимбической системы в формировании мотиваций, эмоций, памяти.

б) Участие лимбических структур в саморегуляции вегетативных функций и интегративной деятельности ЦНС.

#### 9. Базальные ядра.

В этом сообщении студент должен отразить.

а) Роль базальных ядер в формировании мышечного тонуса и сложных двигательных актов.

б) Значение дофаминергических связей базальных ядер.

в) Двусторонние связи базальных ядер с корой мозга и их значение в интегративной деятельности ЦНС.

10. Кора большого мозга.

В этом сообщении студент должен отразить.

а) Представление о кортиколизации функций в процессе эволюции ЦНС.

б) Серсорные, эфферентные и асоциативные области коры.

в) Иррадиация и конвергенция возбуждений различной модальности в коре.

г) Кортиково-подкорковые и кортиково-висцеральные взаимоотношения.

д) Функциональная асимметрия у человека.

После заслушивания доклада студенты выполняют лабораторную работу «Регистрация электроэнцефалограммы».

Б) Обсуждение докладов.

3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач.

Студенты должны уметь ответить на поставленные вопросы:

1. Спинной мозг в регуляции движений. Спинальные рефлексy.
2. Стволовые двигательные центры. Тонические рефлексy ствола мозга.
3. Мозжечок и его значение в регуляции двигательного акта.
4. Роль базальных ганглиев в регуляции движений.
5. Роль коры мозга в обеспечении и регуляции движений.

Эти вопросы можно использовать для проверки исходного уровня знаний студентов в начале занятия.

**5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

### **Задача №1.**

Какие изменения в ЭЭГ произойдут при введении амиазина (блокирует восходящее активирующее влияние ретикулярной формации ствола мозга)?

#### **Эталон ответа.**

В ЭЭГ будут преобладать медленные высокоамплитудные ритмы.

### **Задача №2.**

Почему в первую фазу при развитии спинального шока развивается снижение выраженности спинальных рефлексов.

#### **Эталон ответа.**

После нарушения связи спинальных мотонейронов с вышележащими центрами устраняется стимулирующее влияние этих центров на мотонейроны, развивается гиперполяризация мотонейронов и как следствие снижение рефлекторного ответа.

### **Задача №3.**

Какие нервные образования, входящие в состав ствола мозга опосредуют влияния на двигательные центры спинного мозга.

#### **Эталон ответа.**

Красное ядро, латеральное вестибулярное ядро, ретикулярная формация ствола мозга.

### **Задача №4.**

Какие нисходящие двигательные пути вызывают возрастание тонуса мышц сгибателей, а какие разгибателей.

#### **Эталон ответа.**

Тонус сгибателей повышают руброспинальный и латеральный ретикулоспинальный тракты, а тонус разгибателей вестибулярный и медиальный ретикулоспинальный тракты.

### **Задача №5.**

Назовите симптомы, развивающиеся при поражении мозжечка.

**Эталон ответа.**

Атония, астения, атаксия, астазия, дисметрия, асинергия,

**Задача №6.**

Как изменится тонус мышц сгибателей и разгибателей при движении животного на платформе вверх и вниз.

**Эталон ответа.**

При движении вверх повышается тонус мышц сгибателей, а при движении вниз тонус мышц разгибателей.

**Задача №7.**

Животное поместили на вращающуюся платформу. В какую сторону повернется голова животного, если вращать платформу по часовой стрелке.

**Эталон ответа.**

Против часовой стрелки. При угловом ускорении голова поворачивается в сторону противоположную движению.

**Задача №8.**

Соединения барбитуровой кислоты вызывают торможение нейронов коры головного мозга, при этом не оказывая на них прямого влияния. Как можно объяснить развитие торможения при введении этих соединений.

**Эталон ответа.**

Соединения барбитуровой кислоты подавляют активность ретикулярных нейронов, которые оказывают тоническое стимулирующее влияние на нейроны коры головного мозга.



## ЗАНЯТИЕ №6.

### ТЕМА: ФИЗИОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством компьютерного тестового контроля - 15 мин.

2. Основной этап занятия:

- а) На этом этапе студенты зачитывают подготовленные сообщения. Обсуждение представленного материала - 50 мин.

3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня усвоенного материала с использованием компьютерных тестов или в учебной аудитории решением ситуационных задач, предлагаемых преподавателем - 15 мин.
- б) задание на следующее занятие - 5 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

#### **ЗНАТЬ:**

1. Механизмы центральной и периферической регуляции вегетативных функций.
2. Теоретические основы кардиоинтервалографии. Её применение для оценки функций вегетативной нервной системы.

#### **УМЕТЬ:**

1. Регистрировать электрокардиограмму и на её основе проводить кардиоинтервалографическую оценку состояния вегетативной нервной системы.
2. На основании оценки кардиоинтервалограммы определить вегетативный тонус и вегетативный баланс.
3. Рассчитывать индекс Кердо и интерпретировать его значения для оценки вегетативной регуляции функций.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, объяснить, что тема занятия представляет интерес для клинической практики в связи с тем, что нарушения вегетативных функций широко распространены, а полученные знания необходимы при изучении других разделов физиологии, а также при обучении на последующих теоретических и клинических кафедрах

##### 2. Основной этап занятия.

А) Заслушивание докладов подготовленных студентами.

1. Общие представления о строении вегетативной нервной системы

В этом сообщении студент должен отразить.

а) Структурно-функциональные особенности вегетативной нервной системы.

б) Дуга вегетативного рефлекса

2. Основные компоненты вегетативной нервной системы

В этом сообщении студент должен отразить.

а) Симпатический, парасимпатический отделы вегетативной нервной системы.

б) Метасимпатическая нервная система.

в) Особенности медиаторной передачи и рецепторного аппарата.

### 3. Центральное звено вегетативной регуляции функций.

В этом сообщении студент должен отразить.

Роль гипоталамуса, мозжечка, лимбической системы, ретикулярной формации и коры больших полушарий в регуляции вегетативных функций.

### 4. Вегетативная нервная система и поведение.

а) Участие вегетативной нервной системы в интеграции функций при формировании поведенческих актов.

б) Вегетативные компоненты поведения.

После заслушивания докладов студенты выполняют лабораторные работы:

1. Кардиоинтервалометрия.
2. Определение индекса Кердо.
3. Наблюдения дермографизма.

Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с методами проведения исследования по методическому пособию и обращает внимание студентов на следующие моменты:

а) при исследовании состояния вегетативной нервной системы методом кардиоинтервалометрии важно уделить внимание исходному состоянию обследуемого. Нельзя проводить обследование, если он взволнован, сразу после физической нагрузки, в холодном или жарком помещении;

б) любое обследование можно проводить только с помощью приборов, прошедших сертификацию в метрологической лаборатории, имеющих документы, подтверждающие их электробезопасность;

в) перед регистрацией необходимо убедиться в качественном наложении электродов;

г) все записи должны быть подписаны и содержать информацию о поле, возрасте обследуемого и дате проведения обследования.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знания, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами.

Студенты должны уметь ответить на поставленные вопросы:

1. Понятие о вегетативных и соматических функциях.
2. Понятие о вегетативном тоне и балансе.
3. Синергизм и антагонизм во взаимоотношениях симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.
4. Эрготропные и трофотропные эффекты вегетативной нервной системы.
5. Вегетативные центры в регуляции функций.
6. Значение лимбической системы в вегетативной регуляции функций.

### **5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача №1.**

У человека после огнестрельного ранения в область бедра на голени появилась трофическая язва. С чем это связано?

#### **Эталон ответа.**

Вероятно, при ранении произошло повреждение вегетативных волокон седалищного нерва. Это явилось причиной нарушения трофики иннервируемой области.

#### **Задача №2.**

Как изменятся вегетативный баланс и тонус при пробуждении человека?

**Эталон ответа.**

Увеличится вегетативный тонус со смещением баланса в сторону эрготропных влияний.

**Задача №3.**

Существуют ли суточные ритмы вегетативного баланса? В какое время суток наиболее выражены эрготропные и трофотропные влияния?

**Эталон ответа.**

В состоянии сна более выражены трофотропные влияния, в состоянии активного бодрствования - эрготропные.

**Задача №4.**

В какую фазу сна может увеличиваться симпатический тонус?

**Эталон ответа.**

Симпатический тонус увеличивается в парадоксальную фазу сна.

**Задача №5.**

Возможно ли применение ЭЭГ для характеристики высших и низших психических функций?

**Эталон ответа.**

В настоящее время существующие методы обработки ЭЭГ позволяют оценить лишь простые (низшие) психические функции: эмоции, внимание, активацию. Высшие функции с помощью ЭЭГ не оцениваются.

**Задача №6.**

Возможны ли изменения пищевого поведения при раздражении или разрушении ядер гипоталамуса?

**Эталон ответа.**

Да, возможно, так как в гипоталамусе находятся нейроны, ответственные за механизмы голода и насыщения.

**Задача №7.**

Как изменится поведение человека при массивном разрушении структур лимбической системы? Дать ответ в общей форме.

**Эталон ответа.**

Лимбическая система отвечает за эмоциональную окраску поведения человека. Наиболее выраженные изменения можно ожидать в этой составляющей поведения.

**Задача №8.**

Как изменится диурез при раздражении осморецепторов гипоталамуса повышенным осмотическим давлением?

**Эталон ответа.**

Снизится. Так как при раздражении осморецепторов гипоталамуса высоким осмотическим давлением увеличивается выделение антидиуретического гормона с последующим увеличением факультативной реабсорбции воды и уменьшением диуреза.

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ИТОГОВОМУ ЗАНЯТИЮ ПО  
РАЗДЕЛУ: «ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ  
СИСТЕМЫ»**

1. Рефлекс как основной принцип деятельности центральной нервной системы. История развития рефлекторной теории и её вклад в развитие физиологии и медицины.

2. Рефлекторная дуга, её основные звенья. Отличия рефлекторной дуги вегетативного и соматического рефлексов. Классификация рефлексов.
3. Нейрон как структурная и функциональная единица центральной нервной системы.
4. Понятие о нервном центре. Основные свойства нервного центра.
5. Суммация возбуждения в нервных центрах. Виды суммации. Окклюзия и центральное облегчение.
6. Последствие. Виды последствия. Циркуляция возбуждения в нервных центрах.
7. Виды торможения в центральной нервной системе. Роль процессов торможения в деятельности центральной нервной системы.
8. Тормозные нейроны и тормозные синапсы. Пресинаптическое и постсинаптическое торможение.
9. Торможение вслед за возбуждением, центральное торможение и его механизм. Пессимальное торможение.
10. Реципрокная иннервация мышц антагонистов.
11. Принцип доминанты. Признаки доминантного очага возбуждения.
12. Принцип обратной афферентации или обратной связи в рефлекторной деятельности центральной нервной системы.
13. Спинной мозг. Его функции. Функции задних и передних корешков. Рефлексы поддержания длины скелетных мышц. Тормозные сухожильные рефлексы.
14. Продолговатый мозг, его рефлекторная деятельность и проводниковая функция.

15. Функции среднего мозга. Передние и задние бугры четверохолмия. Тонические рефлексы ствола мозга. Значение красных ядер и чёрной субстанции.
16. Ретикулярная формация ствола мозга.
17. Функции мозжечка. Последствия удаления мозжечка.
18. Таламус. Функции специфических и неспецифических ядер.
19. Гипоталамус как высший центр регуляции вегетативных функций, координации вегетативных и соматических составляющих адаптивных реакций.
20. Вегетативная нервная система. Локализация её центров. Синергизм в работе симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.
21. Общая схема центральной регуляции двигательной активности.
22. Спинной мозг в регуляции движений.
23. Роль стволовых центров в регуляции движений.
24. Мозжечок как структура программного обеспечения двигательной активности.
25. Базальные ганглии и их участие в регуляции движений.
26. Двигательная кора в регуляции движений.
27. Центральная регуляция вегетативных функций. Роль разных структур мозга в обеспечении вегетативного ответа.
28. Лимбическая система и её роль в обеспечении вегетативных функций.



## РАЗДЕЛ: ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ.

### ЗАНЯТИЕ №1.

**ТЕМА: КРОВЬ КАК ЧАСТЬ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА. ФУНКЦИИ КРОВИ И ЕЕ СОСТАВ. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ КРОВИ. ГЕМОГЛОБИН, ЕГО ВИДЫ И СОЕДИНЕНИЯ С ГАЗАМИ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством разбора материала в устной форме, с использованием электронного учебника и компьютерного контроля исходного уровня знаний - 20 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практических работ - 20 мин.

б) запись протокола исследований - 20 мин.

в) анализ результатов исследования - 5 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоенного учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач- 10 мин.

б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 10 мин.

**6. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

1. Систему крови, ее строение и физиологическое значение.

2. Состав циркулирующей крови, основные группы веществ, транспортируемых кровью.
3. Белки плазмы крови, и их функции.
4. Понятие о жестких и пластических константах крови.
5. Основные физико-химические константы крови:
  - а) Гематокрит, вязкость, удельный вес, осмотическое и онкотическое давление крови и факторы их определяющие.
  - б) Активная реакция крови (рН), буферные системы крови. Функциональная система, поддерживающая постоянство (рН) среды. Понятие об ацидозе и алкалозе.
6. Структура молекулы гемоглобина. Его функции. Виды гемоглобина и его соединения с газами. Содержание гемоглобина в крови.

#### **УМЕТЬ:**

1. Производить забор крови из пальца.
2. Производить определение гематокрита.
3. Определять содержание гемоглобина в абсолютных и относительных единицах.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия, объяснить, что тема занятия представляет интерес для клинической практики, поскольку кровь является легкодоступным материалом для исследования и при многих заболеваниях ее состав и свойства компонентов изменяются характерным образом. Полученные практические навыки будут необходимы при обучении на последующих теоретических и практических кафедрах.

Ознакомить студентов с планом проведения занятия и провести контроль их исходного уровня знаний.

В ходе устного разбора материала следует последовательно остановиться на всех вопросах темы занятия и обратить внимание студентов на следующие моменты:

- очень важным свойством внутренней среды организма является способность сохранять постоянство своего состава. Вместе с тем, составные части крови чрезвычайно подвижны и быстро отражают наступившие в организме изменения. Это предопределяет широкое распространение клинического анализа крови в практической медицине;

- при определении жестких и пластических констант крови следует иметь в виду, что жесткие константы - это физико-химические показатели крови, которые в нормально функционирующем организме могут изменяться в очень небольших пределах. Значительные сдвиги жестких констант опасны для жизни. Пластические константы - физиологические показатели, которые в зависимости от условий нахождения организма могут устанавливаться на более высоких или более низких уровнях.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы, затем проводится обсуждение полученных результатов.

Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с методами проведения исследования по методическому пособию и обращает внимание студентов на ряд методических особенностей:

а) прокол кожи делать нужной глубины, чтобы кровь вытекала из ранки без надавливания;

- б) первую каплю крови убрать сухой ваткой;
  - в) объяснить, как брать кровь в капилляр до меток без пузырьков воздуха;
  - г) после забора крови необходимо обработать место укола йодом;
  - д) на стандартный раствор в пробирках гемометра Сали;
  - е) на шкалы градуированной пробирки (что означают г/% и г/л единицы, в которых определяют содержание гемоглобина в крови);
  - ж) для получения кристаллов гемина не надо брать много кристаллов поваренной соли и кипятить (только довести до кипения!);
- з) обратить внимание студентов на возможные ошибки при взятии крови.

В отчетах студенты должны описать гемометр, объяснить, что означают абсолютные и относительные единицы содержания гемоглобина. Описать ход работы. Результаты определения содержания гемоглобина в крови испытуемого записать в абсолютных и относительных единицах. Зарисовать характерную форму кристаллов гемина (кристаллов солянокислого гематина, кристаллов Тейхмана).

При обсуждении полученных результатов необходимо акцентировать внимание студентов на вопросах:

1. Какие факторы влияют на изменение гематокрита?
2. Какова норма содержания гемоглобина в крови?
3. Каков принцип колориметрического метода определения гемоглобина?
4. Почему для определения содержания гемоглобина в крови берется раствор соляной кислоты?
5. Почему разбавление исследуемого раствора солянокислого гематина необходимо производить через 5-10 минут?

6. С какой целью используется в медицине реакция на приготовление кристаллов Тейхмана?

7. Можно ли по форме кристаллов определить видовую принадлежность крови?

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знания, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами. В конце занятия преподаватель проверяет и подписывает отчеты студентов.

### **Лабораторные работы.**

1. Техника взятия крови.
2. Определение показателя гематокрита.
3. Определение содержания гемоглобина в крови колориметрическим методом по Сали.
4. Получение кристаллов гемина.
5. Просмотр видеофильма: «Техника взятия крови».

### **5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача № 1.**

При перфузии сосудов препарата задних лапок лягушки раствором Рингера объем лапок через некоторое время стал увеличиваться. В чем причина этого?

#### **Эталон ответа.**

Раствор Рингера отличается от крови тем, что не содержит форменных элементов крови и молекул белка. В растворе Рингера отсутствует онкотическое давление белков, поэтому общее осмотическое давление

во внутрисосудистой жидкости меньше, чем в межтканевой жидкости, и вода переходит в ткани мышц. Это приводит к отеку.

**Задача № 2.**

При длительном голодании у людей появляются так называемые голодные отеки. В чем причина?

**Эталон ответа.**

Решение аналогично предыдущей задаче. При голодании в организм поступает мало белковых веществ, уменьшается синтез белков крови, уменьшается онкотическое давление, что приводит к отекам.

**Задача № 3.**

У молодой здоровой женщины в ходе повторных анализов крови обнаружено, что гематокрит равен 55%. Это говорит о значительном сгущении крови. В чем причина? Дайте необходимые рекомендации.

**Эталон ответа.**

Сгущение крови связано с потерей значительных количеств жидкости. В условии задачи говорится о молодой здоровой женщине. Какое состояние, специфичное для молодой здоровой женщины может приводить к потерям избыточных количеств жидкости? Кормление грудного ребенка. Поэтому молодая мать должна скорректировать свой питьевой режим и принимать дополнительно больше жидкости.

**Задача № 4.**

Человек съел недоброкачественную пищу. Через некоторое время у него обнаруживается повышение вязкости крови. Чем можно объяснить это?

**Эталон ответа.**

Отравление недоброкачественной пищей вызывает рвоту или понос. И то, и другое ведет к потере больших количеств жидкости. В результате вязкость крови повышается.

### **Задача № 5.**

При помещении в раствор поваренной соли эритроциты приобрели шарообразный вид. Какова, приблизительно, концентрация солей в этом растворе? Как называется этот процесс?

#### **Эталон ответа.**

Концентрация солей меньше 0,9%, но больше 0,5%. В этих условиях происходит процесс сфероуляции. При меньшей концентрации эритроциты начинают гемолизироваться.

### **Задача № 6.**

Как измениться рН крови, если животному ввести внутривенно 500 мл раствора 5% глюкозы?

#### **Эталон ответа.**

Поскольку глюкоза не относится по своей химической природе ни к кислотам, ни к щелочам, рН крови в этом случае не изменяется, так как соотношение кислых и щелочных веществ в плазме остается постоянным.

### **Задача № 7.**

При спектральном анализе крови человека установлено, что этот человек подвержен одной из широко распространенных вредных привычек. Какой именно, и как это установили?

#### **Эталон ответа.**

Спектральный анализ гемоглобина позволяет выявить различные его формы: (оксигемоглобин, дезоксигемоглобин, карбосигемоглобин, метгемоглобин). Учитывая, что привычка вредная, то должно увеличиваться количество патологических форм гемоглобина. По-видимому, это - курение. У курильщиков в крови обнаруживаются значительные количества карбосигемоглобина.

### **Задача № 8.**

В крови больного обнаружено большое количество билирубина. О чем это свидетельствует?

**Эталон ответа.**

При разрушении эритроцитов гемоглобин после отщепления гема превращается в желчный пигмент билирубин, который с желчью поступает в кишечник, где превращается в стеркобилин и уробилин, выводимые с калом и мочой. Исходя из этого, количество билирубина в крови может увеличиваться вследствие трех причин: 1) при механической закупорке общего желчного протока; 2) при заболевании паренхимы печени; 3) при массивном гемолизе эритроцитов.

**Задача № 9.**

При исследовании крови обнаружено, что 80% ее Hb составляет фетальный гемоглобин. Кому принадлежит кровь?

**Эталон ответа.**

Фетальный гемоглобин появляется в крови на 9-ой неделе внутриутробного развития зародыша. Он обладает более высоким сродством к кислороду, чем гемоглобин взрослых, что позволяет ему насыщаться при более низком напряжении кислорода. При рождении ребенка до 50-80% гемоглобина у него представлены типом F. Кровь принадлежит новорожденному ребенку.

**Задача № 10.**

Каким образом врач может оказать первую медицинскую помощь пострадавшему от отравления угарным газом?

**Эталон ответа.**

Угарный газ образует с гемоглобином патологическое соединение - карбоксигемоглобин, которое слабо диссоциирует. При дыхании свежим воздухом CO постепенно отщепляется, поэтому при



отравлении угарным газом необходимо прежде всего хорошо проветрить помещение, открыв все окна и двери. Если есть возможность - вынести пострадавшего из помещения.

## **ЗАНЯТИЕ №2.**

### **ТЕМА: ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ (ЭРИТРОЦИТЫ И ЛЕЙКОЦИТЫ).**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План на организацию занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практических работ - 40 мин.

б) запись протокола исследований - 20 мин.

в) анализ результатов исследования - 5 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоенного учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач- 10 мин.

б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 10 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

1. Функции эритроцитов и количество эритроцитов в крови. Их физиологическое значение.

2. Количество, свойства и физиологическое значение лейкоцитов. Функции отдельных видов лейкоцитов. Лейкоцитарную формулу.

3. Общие принципы подсчета форменных элементов крови.

4. Цветной показатель крови и его клиническое значение.

**УМЕТЬ:**

1. Пользоваться гемоцитометром.
2. Производить подсчет количества эритроцитов.
3. Производить подсчет количества лейкоцитов.
4. Рассчитывать цветной показатель крови в абсолютных и относительных единицах.

**4. Методика проведения занятия.**

1. Подготовительный этап занятия.

Сформулировать цель занятия и объяснить студентам, какое клиническое значение имеет подсчет количества эритроцитов и лейкоцитов в крови, определение цветного показателя крови.

Ознакомить студентов с планом занятия и провести контроль их исходного уровня знаний. В ходе контроля исходного уровня знаний студентов необходимо последовательно остановиться на вопросах темы занятия. При устном разборе материала следует обратить внимание студентов на моменты, которые в дальнейшем пригодятся в клинической практике, и позволят грамотно составить заключение по общему анализу крови:

- возможны истинные (абсолютные) и ложные (относительные) изменения количества эритроцитов (эритроцитоз, эритропения) в целом организме. Ложные - за счет изменения объема плазмы крови. Для выяснения этого кроме количества эритроцитов необходимо иметь показатель Ht. Если изменения количества эритроцитов не сопровождаются изменениями показателя гематокрита - это истинные изменения, если изменения количества эритроцитов сопровождаются изменениями гематокрита - это ложные изменения.

- количество лейкоцитов - это показатель, характеризующий защитные силы организма. Изменения количества лейкоцитов может быть абсолютным и относительным. Абсолютный лейкоцитоз и лейкопения - пропорциональное изменение всех форм лейкоцитов с одновременным изменением суммарного количества лейкоцитов. Относительный лейкоцитоз- это изменение какой-то отдельной формы лейкоцитов за счет другой, а суммарное количество лейкоцитов может не изменяться.

- цветной показатель используется для оценки типа анемий. Если при анализе ЦП увеличен - гиперхромная анемия, при которой снижение эритроцитов компенсируется увеличением их насыщения гемоглобином, при уменьшении цветного показателя - гипохромная анемия.

- если при анализе лейкоцитарной формулы обнаруживается увеличение молодых форм нейтрофилов - это состояние характеризуется как сдвиг лейкоцитарной формулы влево. Отсутствие молодых форм нейтрофилов или увеличение зрелых форм нейтрофилов - это состояние характеризуется как сдвиг лейкоцитарной формулы вправо. Сдвиг лейкоцитарной формулы влево происходит при острых воспалительных процессах. При аллергиях (бронхиальная астма, сенная лихорадка) и глистных инвазиях наблюдается эозинофилия. Для вялотекущих хронических заболеваний (ревматизм, туберкулез) характерно увеличение количества лимфоцитов (лимфоцитоз).

## 2. Основной этап занятия.

Преподаватель объясняет студентам порядок выполнения работ. Особое внимание следует обратить на устройство гемоцитометра (счетной камеры) Бюргера с сеткой Горяева и на то, как правильно

подготовить камеру к работе, как притереть покровное стекло к предметному (до радужных колец Ньютона). Далее преподаватель знакомит студентов со смесителями (меланжерами) для подсчета эритроцитов и лейкоцитов, с жидкостями для разведения исследуемой крови. Особое внимание следует уделить общим принципам подсчета форменных элементов крови и выведению формул для подсчета эритроцитов и лейкоцитов и объяснить студентам, как производится расчет цветного показателя крови в абсолютных и относительных единицах.

Перед выполнением практических работ необходимо обратить внимание студентов на то, что они должны сначала приготовить к работе счетную камеру, налить в тигельки жидкости для разведения крови и только потом делать прокол кожи для взятия крови. В смесителях (меланжерах) при заборе крови и разводящей жидкости не должно быть пузырьков воздуха.

В отчетах студенты должны зарисовать схему счетной камеры, фрагмент сетки Горяева с указанием больших и малых квадратов, смесители для лейкоцитов и эритроцитов, обозначая на них метки. Описывают ход работы, объясняя значение каждой цифры в формулах для подсчета лейкоцитов и эритроцитов, подсчитывают количество форменных элементов в исследуемой крови, сравнивают с нормой содержания их в крови. При получении отклонений объяснить, какие причины могли лежать в основе этих сдвигов.

После выполнения практических работ студентам предлагается ответить на следующие вопросы:

1. Почему в качестве разводящей жидкости для эритроцитов используется 3% раствор хлористого натрия?
2. На что указывает цветной показатель крови?

3. Какова норма ЦП в абсолютных и относительных цифрах?
4. Какое значение имеет вычисление цветного показателя крови?
5. Что происходит с форменными элементами крови в реактиве Тюрка?

### 3. Заключительный этап занятия.

В конце занятия производится контроль конечного уровня знаний студентов с помощью тестового материала или путем решения ситуационных задач.

Преподаватель проверяет протоколы исследования, подписывает их.

### **Лабораторные работы.**

1. Подсчет количества эритроцитов.
2. Подсчет количества лейкоцитов.
3. Расчет цветного показателя в абсолютных и относительных цифрах.

### **5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача №1.**

При подсчете в 5 больших квадратах камеры Горяева оказалось 580 эритроцитов. Сколько их содержится в 1 мм крови, если кровь в меланжер набиралась до метки 0,5?

#### **Эталон ответа.**

В 5 больших квадратах содержится 80 маленьких, объем каждого из них  $1/4000\text{мм}^3$  Кровь для подсчета эритроцитов разведена в 200 раз (метка 0,5). Следовательно, в  $1\text{ мм}^3$  содержится  $(580 \times 4000 \times 200) : 80 = 5800000$  эритроцитов.

#### **Задача № 2.**

В  $1 \text{ мм}^3$  крови содержится 6 млн. эритроцитов. Сколько всего их в циркулирующей крови, если 20% всей крови находится в кровяных депо? Вес тела принять за 80 кг.

**Эталон ответа.**

Если принять, что в организме человека 7% веса тела приходится на кровь, то у человека весом 80 кг ее 5,6 л. В условии задачи сказано, что циркулирует 80% всей крови, т.е. 4,5 л (или  $4,5 \times 10^3 \text{ мм}^3$ ). Если в  $1 \text{ мм}^3$  крови 6 млн. эритроцитов, то в циркулирующей крови данного человека их  $27 \times 10^3 \text{ мм}^3$ .

**Задача № 3.**

В 25 больших квадратах камеры Горяева оказалось 100 лейкоцитов. Сколько их содержится в  $1 \text{ мм}^3$  крови, если она набиралась в меланжер до метки 0,5?

**Эталон ответа.**

Объем одного маленького квадрата  $1/4000 \text{ мм}^3$ . В 25 больших квадратах их содержится 1600. Кровь для подсчета лейкоцитов разводилась в 20 раз. Следовательно, в данном случае в  $1 \text{ мм}^3$  крови содержится  $(100 \times 4000 \times 20) : 1600 = 5000$  лейкоцитов. Это норма.

**Задача № 4.**

У больных серповидноклеточной анемией эритроциты приобретают удлинённую форму в виде серпа. Способность присоединять кислород при этом существенно не нарушается. В таком случае, с чем связаны патологические явления при этом заболевании?

**Эталон ответа.**

Эритроциты здорового человека отличаются от эритроцитов больного серповидноклеточной анемией формой и размерами. Изменение формы эритроцитов незначительно влияет на присоединение кислорода. Изменение диаметра эритроцитов сказывается на

прохождении через очень узкие капилляры. В них серповидноклеточные эритроциты застревают (пластичность у них снижена), образуются тромбы, происходит гемолиз (поэтому возникает анемия).

### **ЗАНЯТИЕ №3.**

**ТЕМА: СПЕЦИФИЧЕСКИЕ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТЫ. РЕГУЛЯЦИЯ ЭРИТРО-, ЛЕЙКОПОЭЗА. ГЕМОЛИЗ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством разбора материала в устной форме с использованием электронного учебника и компьютерного контроля исходного уровня знаний (проводиться после установки капилляра для определения СОЭ и пробирок на изучение видов гемолиза) - 25 минут.

в) компьютерный контроль исходного уровня знаний - 30 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практических работ - 15 мин.

б) запись протокола исследований - 20 мин.

в) анализ результатов исследования - 5 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоенного учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 10 мин;

б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 10 мин.

### **3. Учебные цели занятия.**

#### **ЗНАТЬ:**

1. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)
2. Факторы, влияющие на величину СОЭ. Диагностическое значение СОЭ.
3. Гемолиз. Виды гемолиза.
4. Эритроооз, лейкопоэз.
5. Нервные и гуморальные механизмы регуляции эритро- и лейкопоэза.
6. Специфические и неспецифические механизмы защиты.

#### **УМЕТЬ:**

- Производить определение СОЭ классическим и лабораторным методами.
- Определять виды гемолиза.

### **4. Методика проведения занятия.**

#### ***1. Подготовительный этап занятия.***

На этом этапе занятия преподаватель должен четко сформулировать цели занятия и объяснить студентам, что тема занятия имеет большой интерес для практической медицины. В ходе этого этапа следует последовательно остановиться на всех вопросах, включенных в тему занятия, остановиться на подробных характеристиках различных видов иммунитета. С точки зрения практической медицины, обосновать важность анализа крови на СОЭ, рассмотреть причины увеличения СОЭ при различных состояниях организма. Уделить внимание характеристике различных видов гемолиза, причинам и последствиям их возникновения.



## 2. Основной этап занятия.

Преподаватель объясняет студентам правила выполнения практических работ, при этом обращает внимание студентов на следующие моменты:

- а) прокол пальца должен быть достаточно глубоким, чтобы кровь вытекала из пальца без приложения усилий;
- б) кровь набирать в капилляр без пузырьков воздуха;
- в) капилляр ставят в аппарат Панченкова строго вертикально;
- г) кровь для определения СОЭ в аппарате Панченкова должна стоять ровно 1 час;

В отчетах студенты должны зарисовать капилляр от аппарата Панченкова с его метками, описать классический и лабораторный методы определения СОЭ, записать результаты определения. Объяснить в каких пробирках и почему наблюдался гемолиз.

После оформления отчетов следует сделать заключение на основе полученных результатов, при этом следует ответить на следующие вопросы:

- С какой целью определяют СОЭ?
- Может ли увеличиваться СОЭ в физиологических условиях?
- Что является определяющим в величине СОЭ - свойства эритроцитов или свойства плазмы? Как доказать?

## 3. Заключительный этап занятия.

В конце занятия производится конечный контроль усвоенного материала путем решения тестовых программ или решением ситуационных задач, подписываются протоколы исследования, определяется круг теоретических вопросов для самостоятельной подготовки для следующего занятия.

## **Лабораторные работы.**

1. Определение СОЭ лабораторным и классическим методом.

Просмотр видеofilьмов «Гемолиз» и «Скорость оседания эритроцитов».

### **5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача №1.**

При анализе крови практически здоровой женщины найдено следующее: СОЭ - 35мм/ч, эритроцитов - 3,5 млн. в 1 мм<sup>3</sup>, общий белок - 6г%. При каком состоянии у женщины могут быть такие показатели состава крови?

#### **Эталон ответа.**

Подобные изменения в крови (ускорение СОЭ, снижение количества эритроцитов и гипопроотеинемия) могут быть у беременных женщин.

#### **Задача №2.**

В результате переливания несовместимой группы крови произойдет склеивание эритроцитов, что в дальнейшем приведет к гемолизу. Назовите вид гемолиза.

#### **Эталон ответа.**

Биологический.

#### **Задача №3.**

Почему женщинам запрещено работать на производстве с высоким уровнем вибрации, водить большегрузные машины и т.п.

#### **Эталон ответа.**

Такие условия, помимо других причин, могут приводить к уменьшению количества эритроцитов вследствие механического гемолиза.

#### **Задача №4.**

В чем причина увеличения билирубина в крови при отравлении уксусной кислотой?

#### **Эталон ответа.**

При отравлении уксусной кислотой происходит массивное внутрисосудистое разрушение эритроцитов (химический гемолиз).

Происходит высвобождение большого количества гемоглобина и его превращение в билирубин.

#### **Задача №5.**

Назовите возможную причину гибели человека при укусе змеи?

#### **Эталон ответа.**

Яд змеи обладает гемолитическими свойствами, вызывает массивный распад эритроцитов внутри сосудов. Биологический гемолиз.

### **ЗАНЯТИЕ №4.**

#### **ТЕМА: ГРУППЫ КРОВИ И РЕЗУС - ФАКТОР. ПЕРЕЛИВАНИЕ КРОВИ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством разбора материала в устной форме (при наличии вопросов, возникших после домашней подготовки), или с использованием электронного учебника - 20 мин.

в) компьютерный контроль исходного уровня знаний - 10 мин.

##### 2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практических работ - 10 мин.
- б) запись протокола исследований - 20 мин.
- в) анализ результатов исследования - 5 мин.

### 3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня усвоенного учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 10 мин;
- б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 10 мин.

### **3. Учебные цели занятия.**

#### **ЗНАТЬ:**

1. Значение знаний о группах крови для осуществления переливания крови.
2. Системы групп крови.
3. Группы крови в системе АВ(0).
4. Rh-фактор. Rh - агглютиноген. Причины и механизмы Rh-конфликта.
5. Правила переливания крови.
6. Принцип определения групп крови.
7. Кровозамещающие растворы.

#### **УМЕТЬ:**

1. Определять группу крови в системе АВ(0).
2. Определять Rh.

### **4. Методика проведения занятия.**

#### 1. Подготовительный этап занятия.

На этом этапе занятия преподаватель должен четко сформулировать цели занятия и объяснить студентам, что тема занятия имеет большой интерес для практической медицины, так как знание и соблюдение правил переливания крови позволяет избежать

ошибок врача, которые могут привести к развитию гемотрансфузионного шока. В ходе этого этапа следует последовательно остановиться на всех вопросах, включенных в тему занятия, и особое внимание уделить тому, что:

-принадлежность к той или иной группе крови обусловлена генетически, является индивидуальной особенностью каждого организма и не меняется в течение всей жизни;

-особенностью системы АВ(0) является 100% распространенность и наличие готовых антител (агглютининов);

- для того чтобы произошла агглютинация, необходимы два условия:

а) Наличие агглютинационной пары: А- $\alpha$ , или В -  $\beta$ .

б) Достаточная концентрация агглютининов. Так, если небольшое количество крови I группы внести в кровеносное русло человеку со II группой крови, то произойдет разведение агглютининов, они станут неактивными, и реакции агглютинации не произойдет.

в) Возможна несовместимость крови матери и плода по системе АВ(0), хотя и менее выраженная, чем несовместимость по резус-фактору. Это имеет место только при гетероспецифической беременности, т.е. когда в крови ребенка присутствует агглютиноген, отсутствующий у матери. 19-25% беременностей - гетероспецифические. В этом случае возможен конфликт мать-плод с гемолитической желтухой, рождение мертвого плода.

г) Против Rh нет врожденных антител, но они могут быть выработаны в следующих ситуациях:

- если Rh-положительную кровь перелить Rh-отрицательному пациенту;

-при беременности Rh-отрицательной женщины Rh-положительным плодом.

Резус-конфликт может развиваться:

- при повторном переливании Rh-положительной крови Rh-отрицательному пациенту;
- при второй беременности Rh-отрицательной женщины Rh-положительным плодом. Этот конфликт называется резус- конфликт матери и плода.

Переливание крови осуществляется обязательно в присутствии врача и при наличии стерильной системы для переливания.

При переливании крови следует соблюдать следующие правила:

1. Определение групп крови донора и реципиента.
2. Определение резус принадлежности.
3. Проведение пробы на индивидуальную совместимость (смешивают каплю крови донора и реципиента).
4. Проведение пробы на биологическую совместимость.

Признаки, указывающие на несовместимость крови, могут иметь объективный характер (побледнение кожных покровов, одышка, повышение температуры, изменение частоты пульса и т. д.) и субъективный характер (боли в пояснице, тошнота, слабость, головокружение).

Группы крови могут быть определены следующими методами:

1. По стандартным сывороткам.
2. По стандартным эритроцитам.
3. Перекрестным методом (и по стандартным сывороткам, и по стандартным эритроцитам).

## 2. Основной этап занятия.

Преподаватель объясняет студентам правила выполнения практических работ, при этом обращает внимание студентов на следующие моменты:

- а) прокол пальца должен быть достаточно глубоким, чтобы кровь вытекала из пальца без приложения усилий;
- б) определение наличия или отсутствия агглютинации необходимо проводить в течение 5 минут при обязательном покачивании предметного стекла.

Зарисовать схему совместимости групп крови и на рисунке показать 4 варианта, которые могут быть при определении групп крови в системе АВ(0), записать свои результаты.

После оформления отчетов следует сделать заключение на основе полученных результатов, при этом следует ответить на следующие вопросы:

1. В чем проявляется индивидуальная специфичность крови?
2. Кровь какой группы можно перелить Вам?
3. Людям с какой группой крови можно перелить Вашу кровь?
4. Почему чтение результатов необходимо производить через 5 минут?
5. Какую кровь можно перелить резус-положительному человеку?
6. Почему резус-отрицательному человеку один раз можно перелить резус-положительную кровь?

### 3. Заключительный этап занятия.

В конце занятия производится конечный контроль усвоенного материала путем решения тестовых программ или решением ситуационных задач, подписываются протоколы исследования, определяется круг теоретических вопросов для самостоятельной подготовки для следующего занятия.

### **Лабораторные работы.**

1. Определение групп крови в системе АВ(0).
2. Определение Rh (без подогрева, по методу Михайловой).

## Просмотр видеофильма «Группы крови»

### 5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.

#### Задача №1.

Какие группы крови можно перелить больному, если агглютинация его эритроцитов произошла в стандартной сыворотке 0(I) и В (III) групп?

#### Эталон ответа.

В сыворотке 0(I) и А(II) групп крови содержатся общие бета-агглютинины. Следовательно, в эритроцитах исследуемой крови имеется В-агглютиноген. Значит, группа крови больного В(III) и ему можно переливать кровь 0(I) и В(III) групп.

#### Задача № 2.

Какая группа крови у больного, если агглютинация его эритроцитов произошла в стандартной сыворотке 0(I) , А(II), В(III) групп?

#### Эталон ответа.

У больного АВ (IV) группа крови, так как в ней содержатся оба агглютиногена А и В.

#### Задача № 3.

Кровь отца резус-положительная, матери - резус-отрицательная, первая беременность. Существует ли опасность резус-конфликта матери и плода, если плод имеет резус-положительную кровь?

#### Эталон ответа.

Опасность резус-конфликта существует в том случае, если матери до беременности переливали резус-положительную кровь, и еще до наступления беременности произошла резус-иммунизация. Тогда резус-антитела материнской крови могут попадать в кровь плода и вызывать гемолиз его эритроцитов. Плод погибнет или родится с гемолитической желтухой.



#### **Задача № 4.**

Отец имеет резус-отрицательную кровь, мать - резус-положительную. У плода резус-фактора нет. Существует ли опасность резус-конфликта между матерью и плодом?

#### **Эталон ответа.**

Опасности нет. Если резус-антиген матери и попадет в кровь плода, то иммунизации не произойдет, так как у плода иммунокомпетентные органы еще не развиты.

#### **Задача № 5.**

Больному с резус-отрицательной кровью по жизненным показаниям перелили кровь первой группы. Больной погиб при явлениях гемотрансфузионного шока. Что явилось причиной смерти? В чем заключалась ошибка врача?

#### **Эталон ответа.**

Следует думать, что причиной смерти могло быть переливание резус-положительной крови человеку, которому раньше такая кровь уже переливалась и у которого в плазме есть резус-антитела. Ошибка врача заключалась в том, что он, по-видимому, забыл опросить больного о предыдущих переливаниях крови и не определил резус-принадлежность крови донора и реципиента.

#### **Задача № 6.**

Женщина с резус-отрицательной кровью беременна резус-положительным плодом. Беременность первая. Ребенок родился здоровый. Через несколько месяцев после родов по жизненным показаниям женщине была перелита одногруппная кровь, однако больная погибла при явлениях гемотрансфузионного шока. Что могло явиться причиной смерти?

#### **Эталон ответа.**

Причиной смерти в данном случае явилось переливание женщине хотя и одногруппной по системе АВ(0), но резус-положительной крови. В результате резус-иммунизации, произошедшей в течение беременности резус-положительным плодом, при переливании возник резус-конфликт, закончившийся гемолизом эритроцитов донора и смертью женщины от гемотрансфузионного шока.

**Задача № 7.**

Больному с АВ (IV) группой крови перелито более 3 л крови 0(I) группы. После переливания крови у него появилась желтуха и резко возросла концентрация связанного билирубина в крови. Почему?

**Эталон ответа.**

При переливании большого количества крови 0(I) группы в АВ(IV) группу концентрация введенных агглютининов оказалась достаточной для того, чтобы вызвать агглютинацию, а затем гемолиз эритроцитов реципиента. Это вызвало возрастание концентрации билирубина в крови и признаки желтухи.

**Задача № 8.**

У матери, имеющей резус-отрицательную кровь, первая беременность привела к резус-конфликту. Почему это могло произойти?

**Эталон ответа.**

Вероятно, матери когда-то была перелита резус-положительная кровь, и у нее в организме находились антирезусные тела.

**Задача №9.**

В больницу поступил больной с острой кровопотерей, объем которой больше 500 мл. Группа крови больного А(II), резус-отрицательная. В распоряжении врача имеются ампулы со следующими группами крови: 0(I) резус-отрицательная, А(II) резус-отрицательная, А(II) резус-положительная. Какую кровь необходимо перелить больному?

**Эталон ответа.**

При переливании больших количеств крови следует использовать только одногруппную кровь, так как при введении совместимой, но разногруппной крови в организм реципиента с кровью донора поступает большое количество агглютининов, которые могут вызвать гемолиз собственных эритроцитов больного. Следовательно, больному необходимо перелить А(II) резус-отрицательную группу крови.

**Задача № 10.**

При переливании больному с группой крови В(III) резус-отрицательной одногруппной крови в количестве 500 мл наблюдалась тошнота и побледнение кожных покровов. Чем можно объяснить наблюдаемое явление?

**Эталон ответа.**

Такое явление может наблюдаться в случае переливания долго хранящейся крови.

**Задача № 11.**

Больному необходимо массивное переливание крови. Перечислите следующие возможные варианты в порядке предпочтительности и обоснуйте ответ. 1. Переливание одногруппной крови. 2. Переливание совместимой крови. 3. Дробное (капельное) переливание совместимой крови.

**Эталон ответа.**

Лучше всего переливать одноименную (той же группы) кровь. Наиболее опасно массивное переливание совместимой (неодногруппной) крови. При этом большие количества агглютининов крови донора могут склеить эритроциты реципиента. Поэтому при отсутствии одноименной крови приходится применять капельное

переливание (малыми дозами) крови совместимых групп. При этом после переливания первой небольшой порции дополнительно проверяют отсутствие агглютинации.

## **ЗАНЯТИЕ №5.**

### **ТЕМА:           ФИЗИОЛОГИЯ           СВЕРТЫВАЮЩЕЙ           И АНТИСВЕРТЫВАЮЩЕЙ СИСТЕМ КРОВИ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством разбора материала в устной форме с использованием электронного учебника и компьютерный контроль исходного уровня знаний - 20 мин.

2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практических работ - 20 мин.
- б) запись протокола исследований - 20 мин.
- в) анализ результатов исследований - 5 мин.

3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня усвоенного учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач- 10 мин;
- б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 10 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

- 1. Физиологическое понятие гемостаза.

2. Сущность и значение свертывания крови.
3. Основные функциональные звенья и структурные элементы системы гемостаза.
4. Строение, количество и функции тромбоцитов. Основные тромбоцитарные факторы.
5. Этапы тромбоцитарно-сосудистого гемостаза.
6. Коагуляционный гемостаз и его стадии.
7. Фибринолиз и его физиологическое значение. Виды фибринолиза.
8. Физиологическое значение противосвертывающей системы. Первичные и вторичные антикоагулянты.
9. Регуляцию свертывания крови.

#### **УМЕТЬ:**

1. Рисовать схему тромбоцитарно-сосудистого (микроциркуляторного) гемостаза.
2. Рисовать схему коагуляционного гемостаза.
3. Рисовать схему фибринолиза.
4. Определять время свертывания крови.
5. Определять время кровотока по Дюке.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

Сформулировать цели занятия и объяснить студентам, что его тема имеет большое клиническое значение, так как нарушения в системе свертывания крови могут приводить к развитию гемостатического дефекта (кровоточивости или тромбозам).

Ознакомить студентов с планом занятия и провести контроль их исходного уровня знаний. С этой целью рекомендуется предложить студентам нарисовать схемы тромбоцитарно-сосудистого гемостаза, коагуляционного гемостаза с кольцами усиления, фибринолиза. В

процессе обсуждения каждой из этих схем следует последовательно разобрать соответствующие вопросы темы занятия. При этом необходимо, чтобы студенты понимали, что:

1. В естественных условиях в процессе остановки кровотечения тромбоцитарно-сосудистый и коагуляционный механизмы тесным образом связаны между собой, это обеспечивает надежный гемостаз. При ранении мелких сосудов наряду с образованием тромбоцитарной пробки всегда происходит свертывание крови. При травме крупных кровеносных сосудов наблюдается образование каркаса из тромбоцитов, который служит основой для развертывания ферментативных реакций процесса свертывания крови. Деление на тромбоцитарно-сосудистый и коагуляционный гемостаз удобно для практической медицины, так как помогает врачу ориентироваться в механизмах нарушения гемостаза и назначать правильную терапию.

2. Разделение на внешний и внутренний механизмы активации коагуляционного гемостаза является условным, так как тот и другой могут протекать при участии форменных элементов крови или продуктов разрушения тканей. В «чистом» виде внутренний механизм свертывания крови может иметь место при сосудистых стазах или в пробирке.

3. Фибринолиз является неотъемлемой частью системы гемостаза, так как сопутствует свертыванию крови и активируется теми же факторами, что и процесс гемокоагуляции.

4. Нарушение функциональных взаимосвязей между системами гемокоагуляции и фибринолиза может привести к тяжелым патологическим состояниям организма (повышенной кровоточивости или внутрисосудистому свертыванию крови).

5. Ускорение свертываемости крови и фибринолиза может

происходить в физиологических условиях (повышение тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, подъем на высоту, гипоксия, болевое раздражение, введение адреналина и норадреналина, мышечная работа различной интенсивности, сдвиг рН в кислую сторону, состояние аффекта). В этих случаях внутрисосудистое свертывание крови носит саногенный характер, так как призвано ограничить дальнейшее образование в циркуляции фибриновых сгустков. Образование в процессе свертывания крови фибрин-мономеров и вторичных антикоагулянтов в процессе фибринолиза приводит к ограничению внутрисосудистого свертывания крови. В физиологических условиях эти реакции тонко сбалансированы.

Факторы, способствующие и препятствующие свертыванию крови, находящиеся в плазме, форменных элементах крови и тканях, обладают однотипными свойствами и способны заменять друг друга в процессе формирования сгустка, что обеспечивает надежность остановки кровотечения.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы, оформляют протоколы исследования, проводится обсуждение полученных результатов.

Перед выполнением практических работ необходимо пояснить студентам диагностическое значение определения времени кровотечения и свертывания крови:

- при определении времени кровотечения по Дюке оценивается тромбоцитарно-сосудистый гемостаз, так как прекращение кровотечения обусловлено образованием белого тромба, который преимущественно состоит из тромбоцитов, фибрина и лейкоцитов, а

не гемокоагуляцией. Время кровотечения удлиняется при тромбоцитопениях, болезни Виллебранда. Следует отметить, что на время кровотечения влияет способность сосудистой стенки сокращаться, при понижении тонуса капилляров размер капель становится больше;

- удлинение времени свертывания крови может быть связано с выраженным дефицитом одного или нескольких факторов свертывания, либо избытком в крови антикоагулянтов. В наибольшей степени на показаниях теста отражается дефицит факторов, участвующих во внутреннем механизме образования протромбиназы (XI, XI, IX, VIII, I).

При выполнении практических работ следует помнить:

- а) забор крови капилляром, который использовался для цитрата натрия, производить нельзя;
- б) выступающие капли крови промокать чистым сектором фильтровальной бумаги строго через каждые 15-30 секунд, не прикасаясь к ранке;
- в) секундомер останавливать в момент прекращения вытекания крови!

В протоколах студенты должны записать результаты исследования, сделать вывод о соответствии полученных результатов, а в случае отклонения от нормы указать возможные причины, сделать заключение о том, как влияют физические и химические факторы на свертываемость крови.

При обсуждении полученных результатов исследования необходимо ответить на следующие вопросы:

- а) Почему при добавлении в кровь лимоннокислого натрия она не свертывается?
- б) Как влияет температура на скорость свертывания крови?



### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия с помощью прилагаемых ситуационных задач необходимо провести контроль конечного уровня знаний студентов. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами.

В заключение преподаватель проверяет и подписывает протоколы исследования, дает задание для самостоятельной подготовки к следующему занятию.

### **Лабораторные работы.**

1. Определение времени кровотечения по Дюке.
2. Определение времени свертывания крови.
3. Влияние физических и химических факторов на время свертывания крови.

Просмотр видеофильма: «Свертывание крови».

### **5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача № 1.**

Переливание цитратной крови больному во время операции сопровождаются одновременным введением определенного количества хлористого кальция. С какой целью его вводят?

#### **Эталон ответа.**

Хлористый кальций добавляют в цитратную кровь для того, чтобы:

- а) противодействовать действию цитрата;
- б) предупредить нарушение равновесия в крови ионов  $K^+$  и  $Ca^{2+}$  ;
- в) нормализовать свертывание крови.

#### **Задача № 2.**

Какие изменения произойдут в процессе свертывания крови, если в систему добавить ЭАКК (эпсилонаминокапроновую кислоту), являющуюся ингибитором плазмина?

**Эталон ответа.**

Поскольку плазмин является главным действующим агентом ферментативного фибринолиза, добавление ЭАКК вызовет задержку растворения фибрина, что будет способствовать тромбообразованию.

**Задача № 3.**

У больного алкогольный цирроз печени. Можно ли ожидать нарушения времени свертывания крови у этого человека и почему?

**Эталон ответа.**

У этого человека можно ожидать нарушения процесса свертывания крови, так как при циррозе нарушаются функции печени, которая участвует в продукции многих факторов свертывания крови. Время свертывания должно возрастать.

**Задача № 4.**

Количество тромбоцитов в исследуемой крови 100 тыс. в  $1\text{мм}^3$ . Какие изменения в системе свертывания следует ожидать у данного больного и почему?

**Эталон ответа.**

У больного тромбоцитопения. Поскольку тромбоциты принимают активное участие во все фазах свертывания крови следует ожидать увеличение времени свертывания крови.

**Задача № 5.**

Почему при остром психическом стрессе может произойти инфаркт миокарда?

**Эталон ответа.**

При стрессе происходит резкое возбуждение симпатического отдела вегетативной нервной системы, что приводит к повышению свертываемости крови. Поэтому при сильном психическом стрессе

может произойти тромбоз коронарных сосудов. Кроме того, возможен сильный их спазм.

#### **Задача № 6.**

У больного замедлен процесс гемокоагуляции. Можно ли утверждать, что причина только в ослаблении действия свертывающей системы крови?

#### **Эталон ответа.**

Нет, так как в данном случае процесс гемокоагуляции зависит от взаимодействия свертывающей и противосвертывающей систем. Возможно, у больного свертывающая система работает нормально, но по каким-то причинам чрезмерно возросла активность противосвертывающей системы. Тогда это приведет к замедлению свертывания.

#### **Задача №7.**

Двум животным вводят внутривенно равные количества тромбина. Одному введение производят быстро и сразу всю дозу. Другому введение осуществляют медленно и в виде дробных порций. Одно из животных погибает. Какое и почему?

#### **Эталон ответа.**

Тромбин-фактор свертывания. При его искусственном введении свертывание ускоряется. Однако, в ответ активируется противосвертывающая система. При медленном и дробном введении тромбина эта система успевает «справиться» с дополнительной нагрузкой, при быстром введении большой дозы - нет. Поэтому погибает первое животное. В данном случае проявляется общефизиологическая закономерность - система лучше приспосабливается к действию постепенно нарастающего раздражителя.

### **Задача № 8.**

Почему при наличии в сосудах атеросклеротического процесса повышается вероятность образования тромба внутри сосуда?

#### **Эталон ответа.**

Атеросклеротические бляшки изменяют поверхность интимы сосудов. Она делается более жесткой, свойства ее изменяются. Это повышает вероятность разрушения тромбоцитов и эритроцитов, что является толчком к началу процесса гемокоагуляции.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ИТОГОВОМУ ЗАНЯТИЮ ПО РАЗДЕЛУ: «ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ».**

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. Ацидоз и алкалоз.
6. Осмотическое давление плазмы крови. Онкотическое давление. Значение постоянства осмотического давления и ионного состава плазмы крови.
7. Эритроциты, их строение, количество, физиологическое значение. Методика счета форменных элементов крови. Скорость оседания эритроцитов. Гемолиз и его виды.

8. Гемоглобин, его состав. Количество гемоглобина в крови. Виды гемоглобина и его соединения с различными газами. Спектральный анализ крови. Цветной показатель крови.
9. Лейкоциты, их количество, функции отдельных форм лейкоцитов. Лейкоцитарная формула.
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 переливаниях 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.
18. Эритропоэз. Лейкопоэз. Тромбоцитопоэз. Нервная и гуморальная регуляция кроветворения.

## РАЗДЕЛ: ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

### ЗАНЯТИЕ № 1.

#### ТЕМА: ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ОСОБЕННОСТЕЙ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством:

- разбора материала в устной форме,

- с использованием электронного учебника- 25 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практических работ - 20 мин.

б) запись протокола исследований - 10 мин.

в) анализ результатов исследований - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 20 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

Сформировать мотивацию на необходимость изучения современных исследований в области физиологии сердца, с целью уметь выявить и оценить, нормальны ли основные физиологические свойства, определяющие частоту, ритм, последовательность, синхронность, силу и скорость сокращения миокарда предсердий и желудочков.

## **ЗНАТЬ:**

1. Функции сердца.
2. Физиологические свойства сердечной мышцы и их отличия от нервной и скелетной ткани.
3. Особенности сердечной мышцы.
4. Автоматия сердца и её причины.
5. Градиент автоматии, роль СА-узла и других отделов проводящей системы сердца в его ритмообразовательной функции.
6. Особенности механизмов возникновения ПП и ПД Р-клеток СА-узла, как основного водителя ритма сердца.
7. Характеристика быстрых (Т) и медленных (L)- кальциевых каналов и системы калиевых каналов в генерации ПД Р-клеток СА-узла.
8. Динамика ионных токов Р-клеток при возбуждении.
9. Отличие электрофизиологических характеристик клеток АВ-узла от клеток СА-узла.
10. Характеристика ПП и ПД волокон Пуркинье и сократительных кардиомиоцитов.
11. Характеристика различных ионных каналов участвующих в формировании фаз ПД сократительных кардиомиоцитов.
12. Динамика ионных токов сократительных кардиомиоцитов.
13. Характеристика «медленных» и «быстрых» ПД клеток сердца. Их фармакологическую чувствительность.
14. Механизм, временные параметры и скорость проведения возбуждения по сердцу.
15. АВ-задержка и её роль в сохранении сердечного цикла.
16. Соотношение возбуждения, сокращения и возбудимости в течении кардиоцикла.
17. Экстрасистола и механизм её образования.

18. Особенности строения клеточных и субклеточных структур кардиомиоцитов участвующих в сокращении.
19. Механизм передачи возбуждения с мембраны Т-тубул на цистерны СПР.
20. Характеристика транспортных систем сарколеммы и мембран СПР участвующих в переносе ионов  $Ca^{2+}$ .
21. Строение и характеристика сократительных и регуляторных белков кардиомиоцитов.
22. Роль тропонина - С (ТнС) в регуляции функции тропомиозина (Тм) и процесса циклизации актомиозиновых мостиков.
23. Роль фосфорилирования головки миозина в процессе циклизации актомиозиновых мостиков.
24. Роль кальмодулина и фосфоламбана в регуляции электромеханического сопряжения кардиомиоцитов.
25. Сократимость сердечной мышцы и закон «всё или ничего».
26. Гомео - и гетерометрические механизмы регуляции сократимости миокарда.
27. Энергетические особенности обеспечения цикла возбуждение-сокращение- расслабление.

**УМЕТЬ:**

1. Рисовать части проводящей системы сердца.
2. Рисовать и делать анализ ПД клеток проводящей системы сердца и сократительных кардиомиоцитов.
3. Рисовать и объяснять динамику ионных токов при возбуждении различных участков проводящей системы сердца и сократительных кардиомиоцитов.
4. Дать характеристику «быстрых» и «медленных» ПД клеток сердца.



5. Рисовать и объяснять особенности изменения возбудимости при возбуждении сердца.
6. Дать определение терминов автоматии, градиента автоматии, закона «всё или ничего» сердца.
7. Описать нормальный путь возникновения и проведения возбуждения в сердце.
8. Устанавливать взаимоотношения между электрическим возбуждением отделов сердца и зубцами P, QRS и T, интервалом PQ и сегментом ST ЭКГ.
9. Дать объяснения гомео- и гетерометрических механизмов регуляции сократимости миокарда.
10. Определить какой из узлов автоматии является водителем ритма сердца и почему.
11. Выявить причины и условия, при которых возможно возникновение внеочередных сокращений сердца..
12. Выяснить причины, лежащие в основе последовательности и синхронности сокращения предсердий и желудочков.

#### **4. Методика проведения занятий.**

##### 1. Подготовительный этап.

В начале занятия, после объявления темы, необходимо сформулировать учебные цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятий. Особо обратить внимание на то, что овладение знаниями и умениями по данной теме позволит им понять работу сердца не только как органа в целом, но и на клеточно-молекулярном уровне. Знание механизмов, лежащих в основе деятельности сердца, позволит им в дальнейшем проводить целенаправленную коррекцию нарушенных функций и управлять процессами, приводящими к их нормализации.

Следует особо подчеркнуть, что проведение простых классических экспериментов на сердце лягушки: анализ автоматии разных отделов проводящей системы сердца (опыты Станниуса), блокады сердца, исследование фаз рефрактерности, изучение правила «всё или ничего» - позволяет не только проанализировать изучаемые явления, но и понять механизмы этих явлений на современном уровне. Так как путь переосмысливания классических фактов на основе клеточно-молекулярных представлений позволяет приблизиться к истинным механизмам, лежащим в основе физиологических свойств и особенностей сердечной мышцы.

Следует обратить внимание, что без знания клеточно-молекулярных механизмов регуляции работы сердца невозможно понять причины различных кардиологических заболеваний, и в дальнейшем проводить необходимую целенаправленную терапию.

После ознакомления студентов с планом занятия, основную часть подготовительного этапа необходимо посвятить проверке и коррекции исходного уровня знаний посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника, применяя элементы тестового контроля или решения ситуационных задач. При этом необходимо обратить особое внимание на особенности строения сердца лягушки.

## 2. Основной этап занятия.

Этот этап занятия следует посвятить выполнению самостоятельной работы студентов и анализу полученных экспериментальных результатов.

При анализе исследования по опыту Станниуса следует:

1. Проследить цикл работы сердца лягушки.

2. Установить, где возникает возбуждение в сердце, и где располагается водитель ритма первого порядка и другие водители ритма.
3. Рассмотреть мембранно-ионные механизмы автоматии Р-клеток синоатриального узла, обратив особое внимание на такие понятия, как МДД, МДП, Т и L-Ca-каналы, систему К-каналов.
4. Зарисовать кривую медленных ПД Р-клеток СА-узла, динамику ионных токов и изменения возбудимости.
5. Рассмотреть природу автоматии клеток АВ-узла и причины его меньшей автоматии.
6. Рассмотреть вопрос о работе сердца как насоса, обладающего автоматией, имеющего скрытые водители ритма, применение искусственных водителей ритма в клинической практике.
7. Проанализировать последовательность распространения возбуждения в сердце, скорость проведения его в разных участках, значение различной скорости в последовательности и синхронности работы различных камер сердца как насоса.
8. Обратить особое внимание на АВ-задержку возбуждения и её роль в сохранении цикла работы сердца, значимость в клинической практике.

На примере лигатур Станниуса показать и рассмотреть возможность нарушения распространения возбуждения в сердце. Рассмотреть примеры полной и неполной блокады сердца и их механизмы.

При анализе исследования изменения возбуждения сердца лягушки во время систолы и диастолы, рассмотреть условия и причины возникновения экстрасистолы и компенсаторной паузы. При анализе этих явлений особое внимание обратить на

продолжительность и форму ПД сократительных миоцитов желудочков сердца. Рассмотреть вопрос, по каким причинам возникает продолжительная фаза абсолютной рефрактерности, продолжительностью 250- 270 м/сек, указать, что именно это свойство позволяет сердцу работать в ритме одиночных сокращений и оптимально выполнять свою основную функцию.

Необходимо подчеркнуть, что в заключительной стадии каждого цикла возбуждения сердца имеется непродолжительный период повышенной возбудимости (фаза экзальтации), когда реполяризующиеся кардиомиоциты выходят из состояния рефрактерности, и их проводимость восстанавливается. Причем процесс восстановления проводимости группы кардиомиоцитов наступает несколько раньше, чем в других. В результате этого миокард на некоторое время становится неоднороден по рефрактерности и может терять свою электрическую стабильность. Возникает, так называемый уязвимый период (УП), когда подпороговый по силе стимул может привести к образованию круговых волн возбуждения по механизму повторного входа «re-entry». Этот феномен является одной из причин возникновения в различных участках сердца эктопических очагов самовозбуждения, активность которых часто оказывается выше, чем у СА-узла, приводя к возникновению патологического водителя ритма сердца. Это является одной из причин тахикардий (нарушение ритма сердца с увеличением его частоты). Такие изменения могут привести к образованию в миокарде множественных автономных очагов возбуждения и полной десинхронизации - дискоординации активности миокарда, когда они возбуждаются и сокращаются независимо друг от друга (фибрилляция сердца), сопровождающаяся

практически полной утратой насосной функции соответствующего отдела сердца.

Наиболее опасна ситуация фибрилляции желудочков, являющаяся одной из основных причин внезапной смерти вследствие остановки кровообращения.

Менее опасной является фибрилляция предсердий (мерцательная аритмия), когда хаотическое возбуждение от предсердий случайным образом может проводиться через АВ - соединение, но далее распространяться в обычной последовательности по проводящей системе желудочков. Это позволяет миокарду желудочков возбуждаться синхронно и осуществлять насосную функцию. Однако ритм сокращений желудочков при этом абсолютно нерегулярный и при каждом их сокращении выбрасывается различное количество крови, что дает повод назвать такое состояние *delirium cordis* («бредом сердца»).

Кроме этого, необходимо проанализировать причины, по которым внеочередное сокращение желудочков по силе и продолжительности меньше чем исходное. Необходимо описать и зарисовать схему возможных причин этого явления.

При анализе компенсаторной паузы особое внимание следует обратить на изменение возбудимости сердца во время экстрасистолы и на то состояние ионных каналов, в котором они находятся при подходе очередной волны возбуждения по проводящей системе сердца. Рассмотреть физиологическую роль и значимость компенсаторной паузы.

Важную роль в выполнении насосной функции сердца, в обеспечении стабильности систолического и минутного объёма сердца, является сократимость миокарда. Однако по ряду

фундаментальных характеристик сердечная мышца заметно отличается от остальных. Одной из таких отличительных особенностей, является закон «всё или ничего», или зависимость «сила стимула - сила сокращения». Этот закон гласит, что на пороговые и сверхпороговые раздражения, сердце отвечает максимальной силой сокращения («всё»), а на подпороговые сокращения - нет («ничего»). Это объясняется особенностями строения миокарда, клетки которого образуют функциональный синцитий.

При анализе этого закона следует обратить внимание на ПД сократительных миоцитов желудочков сердца - наличие плато ПД, происхождение которого связано главным образом с вхождением ионов  $Ca^{2+}$  в клетки по L- типу  $Ca^{2+}$ - каналов. Обратить внимание студентов на особую роль этой порции входящего  $Ca^{2+}$ , как основного механизма обеспечивающего выброс ионов  $Ca^{2+}$  из саркоплазматического ретикулума (СПР), так называемого явления «кальций опосредованный выброс кальция из ретикулума» (CJCR), за счёт активации Ca- каналов СПР при связывании ионов  $Ca^{2+}$  с рианодинчувствительными рецепторами.

Далее предложить описать последовательность этапов процессов сокращение - расслабление.

Обеспечение всех физиологических свойств и особенностей миокарда требует постоянных затрат энергии, которая расходуется как на работу ионтранспортирующих систем, так и на цикл сокращение- расслабление. Следует рассмотреть энергообеспеченность сердца, возможные источники поставки энергии и высокую энергозависимость миокарда от кислорода.

### 3. Заключительный этап.

Контроль конечного уровня проводят путём решения ситуационных задач с последующим их обсуждением или посредством тестового контроля уровня знаний.

В заключении преподаватель подписывает протоколы исследований, выставляет оценки знаний и умений и задаёт следующую тему занятия.

### **Лабораторные работы.**

1. Анализ проводящей системы сердца.
2. Изучение блокады сердца.
3. Правило «всё или ничего» для сердечной мышцы.
4. Рефрактерность сердечной мышцы. Экстрасистола.
5. Работа на компьютерных моделях виртуального практикума.
6. Просмотр видеофильмов.

### **5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача №1.**

Как изменится работа сердца, если произойдёт гиперполяризация мембранного потенциала Р-клеток синоатриального узла на 10 мВ?

#### **Эталон ответа.**

Частота сокращений сердца уменьшится, так как в этом случае уровень мембранного потенциала Р-клеток пейсмейкера первого порядка удалится от критического уровня деполяризации и время диастолической деполяризации увеличится, что приведёт к снижению автоматии.

#### **Задача №2.**

Что произойдёт с работой сердца, если произойдёт деполяризация мембраны Р-клеток синоатриального узла на 5 мВ?

#### **Эталон ответа.**

При деполяризации мембраны Р-клеток синоатриального узла время временной деполяризации уменьшится, а, следовательно, увеличится автоматия и как следствие частота сокращений сердца.

**Задача №3.**

Как изменится возбудимость, скорость проведения возбуждения, длительность фаз абсолютной и относительной рефрактерности, сила сокращения при увеличении проницаемости клеток миокарда предсердий для ионов калия. Почему?

**Эталон ответа.**

При увеличении проницаемости мембраны клеток для ионов калия, будет развиваться гиперполяризация и, как следствие, будет происходить уменьшение возбудимости и скорости проведения возбуждения. Также будет происходить укорочение продолжительности фаз абсолютной и относительной рефрактерности (за счёт ускорения фазы реполяризации ПД) и снижение силы сокращения (за счёт уменьшения продолжительности фазы плато ПД).

**Задача №4.**

Какая часть ПД клетки сократительного миокарда отличает его от ПД миоцитов скелетной мышцы? Какая особенность фазовых изменений возбудимости сердечной мышцы при её возбуждении связаны с этим?

**Эталон ответа.**

Фаза реполяризации. Медленная её часть - « плато » обеспечивает длительный рефрактерный период сердечной мышцы при её возбуждении.

**Задача №5.**

Кто и в каком опыте открыл явление рефрактерности в сердечной мышце? Опишите кратко суть опыта.

**Эталон ответа.**



Э. Марей. В опыте с нанесением дополнительных раздражений на желудочек ритмично работающего сердца лягушки, которое не отвечало дополнительным сокращением, если раздражение наносилось в период систолы.

**Задача №6.**

Какое физиологическое значение имеет длительный абсолютный рефрактерный период клеток рабочего миокарда? Какова его продолжительность в покое?

**Эталон ответа.**

Предотвращает возникновение тетанического сокращения, что важно для обеспечения насосной функции сердца. 0, 27 с (при частоте сокращений сердца 75 уд/мин).

**Задача №7.**

Что называют экстрасистолой? В фазу сокращения или расслабления миокарда должен действовать раздражитель, чтобы вызвать экстрасистолу в эксперименте? Почему?

**Эталон ответа.**

Внеочередное сокращение сердца. В фазу расслабления, так как в фазу укорочения сердечная мышца невозбудима (по времени эта фаза совпадает с абсолютной рефрактерной фазой).

**Задача №8.**

Что называют желудочковой экстрасистолой? Укажите её характерную особенность.

**Эталон ответа.**

Внеочередное сокращение желудочков сердца, возникающее при генерации дополнительного возбуждения в миокарде желудочков. После желудочковой экстрасистолы возникает компенсаторная пауза.

**Задача №9.**

Что называют автоматией сердца? Как доказать её наличие?

**Эталон ответа.**

Способность сердца сокращаться под действием импульсов возникающих в нём самом. Изолированное из организма сердце продолжает ритмично сокращаться (если обеспечено адекватное снабжение миокарда питательными веществами и кислородом).

**Задача №10.**

Между какими отделами сердца лягушки, и с какой целью накладывают 1-ю лигатуру в опыте Станниуса? Как изменяется при этом работа сердца? Сделайте вывод.

**Эталон ответа.**

Между предсердиями и венозным синусом для изоляции последнего. Венозный синус продолжает сокращаться с прежней частотой, а предсердия и желудочек останавливаются. Водитель ритма сердца лягушки находится в венозном синусе.

**Задача №11.**

Между какими отделами сердца лягушки, и с какой целью накладывают 2-ю лигатуру в опыте Станниуса? Как изменяется при этом работа сердца? Сделайте вывод.

**Эталон ответа.**

Между предсердиями и желудочком сердца, для раздражения области атриовентрикулярного соединения. Желудочек возобновляет сокращения, но с меньшей частотой, чем венозный синус. В области атриовентрикулярного соединения имеется латентный (потенциальный) водитель ритма, или водитель ритма 2-го порядка.

**Задача №12.**

Куда на сердце лягушки, и с какой целью накладывают 3-ю лигатуру в опыте Станниуса? Как изменяется при этом работа сердца? Сделайте вывод.

**Эталон ответа.**

На уровне нижней трети желудочка с целью изоляции его верхушки. Верхушка сердца перестаёт сокращаться. В верхушке желудочка сердца лягушки нет водителя ритма.

**Задача №13.**

Перечислите основные выводы, вытекающие из опыта Станниуса.

**Эталон ответа.**

Водитель ритма сердца лягушки находится в венозном синусе, имеется потенциальный (латентный) водитель ритма в области атриовентрикулярного соединения; верхушка желудочка сердца лягушки автоматией не обладает; существует убывающий градиент автоматии от основания сердца (области венозного синуса) к его верхушке.

**Задача №14.**

Как влияет изменение температуры сердца на частоту его сокращений? Почему?

**Эталон ответа.**

При нагревании сердца частота сердечных сокращений возрастает, при охлаждении - снижается, так как соответственно меняется степень автоматии водителя ритма вследствие изменения интенсивности метаболизма.

**Задача №15.**

Как влияет на частоту сердечных сокращений сердца лягушки изолированное нагревание области венозного синуса в опыте Гаскела? Атриовентрикулярной области? Сделайте вывод.

**Эталон ответа.**

Изолированное нагревание венозного синуса ведёт к учащению сердечных сокращений. При нагревании только атриовентрикулярной области частота сердечных сокращений не меняется. Водитель сердца лягушки находится в венозном синусе.

**Задача №16.**

Как называют ткань образующую проводящую систему сердца? Какое свойство этой ткани обеспечивает автоматию сердца?

**Эталон ответа.**

Атипическая мышечная ткань. Способность к спонтанной генерации возбуждения в связи с наличием медленной диастолической деполяризации её клеток в фазу диастолы сердца.

**Задача №17.**

Какой узел проводящей системы сердца теплокровных животных является водителем ритма 1-го порядка? Как называется этот узел по имени авторов, его открывших? Где он располагается?

**Эталон ответа.**

Синоатриальный узел (Кис-Флака). Расположен в устье полых вен под эпикардом правого предсердия.

**Задача №18.**

В чём основное различие между истинным и потенциальными (латентными) водителями ритма сердца? В каких условиях выявляется активность потенциальных водителей ритма сердца?

**Эталон ответа.**

Истинный водитель сердца генерирует импульсы с большей частотой, чем потенциальные (латентные) водители ритма, навязывая им более высокий ритм возбуждения. Латентные водители реализуют

собственную автоматическую активность только в отсутствие импульсов, исходящих от истинного водителя ритма сердца.

**Задача №19.**

Опишите последовательность распространения возбуждения по сердцу.

**Эталон ответа.**

Возбуждение возникает в синоатриальном узле, распространяется по проводящей системе и сократительному миокарду предсердий, атриовентрикулярному узлу, пучку Гиса, его ножкам, волокнам Пуркинье и сократительному миокарду желудочков.

**Задача №20.**

С какой скоростью распространяется возбуждение по атриовентрикулярному узлу? Какое значение для сократительной деятельности сердца это имеет?

**Эталон ответа.**

С очень низкой скоростью (0,02- 0,05 м/с). Обеспечивает последовательность сокращений предсердий и желудочков в связи с замедленным проведением возбуждения.

**Задача №21.**

С какой скоростью распространяется возбуждение по пучку Гиса и волокнам Пуркинье? Какое значение это имеет для сократительной деятельности сердца?

**Эталон ответа.**

С высокой скоростью, равной примерно 2 - 4 м/сек. Обеспечивает синхронное возбуждение (и сокращение) клеток сократительного миокарда желудочков, что повышает мощность сердца и эффективность его насосной функции.

**Задача №22.**

Какова средняя частота сокращений сердца человека, если водителем ритма является синоатриальный узел, атриовентрикулярный узел, пучок Гиса, волокна Пуркинье? Какую особенность автоматической деятельности сердца отражают изменения частоты сердечных сокращений при этом?

**Эталон ответа.**

70 - 50 - 40 - 20 ударов в минуту соответственно. Наличие убывающего градиента автоматии в проводящей системе сердца человека в направлении от предсердий к желудочкам.

**Задача №23.**

Назовите основные особенности мембранного потенциала клеток водителя ритма сердца (по сравнению с мембранным потенциалом клеток сократительного миокарда).

**Эталон ответа.**

Низкий уровень мембранного потенциала (на 20 - 30 мВ ниже, чем в рабочих кардиомиоцитах), наличие медленной спонтанной диастолической деполяризации.

**Задача №24.**

Назовите основные особенности ПД клетки - водителя ритма сердца (по сравнению с ПД клеток сократительного миокарда). Изобразите схему ПД клетки - водителя ритма сердца.

**Эталон ответа.**

Амплитуда ПД не большая (60-70 мВ), фаза деполяризации связана с входящим током ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$  по медленно управляемым каналам (а не быстрым  $\text{Na}^+$  каналам, как в сократительном миокарде), отсутствует фаза плато в период реполяризации.

**Задача №25.**

Каково значение проводящей системы для работы сердца?

**Эталон ответа.**

Обеспечивает автоматию сердца, последовательность сокращений предсердий и желудочков, синхронность сокращения клеток рабочего миокарда.

**Задача №26.**

Чем объяснить большую чувствительность сердечной мышцы к недостатку кислорода по сравнению со скелетной мышцей? Какое это имеет значение для клиники?

**Эталон ответа.**

Энергетическое обеспечение сердечной мышцы, в отличие от скелетной, осуществляется, главным образом, за счет аэробного окисления углеводов и жирных кислот. Анаэробный гликолиз играет меньшую роль, чем в скелетной мышце. В связи с этим сердечная мышца более чувствительна к недостатку кислорода.

**ЗАНЯТИЕ №2.**

**ТЕМА: РЕГУЛЯЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План на организацию занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 25 мин.

2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практических работ - 30 мин.
- б) запись протокола исследования - 10 мин.

### 3. Конечный этап занятия:

контроль конечного уровня усвоения учебного материала путём тестового контроля или решением ситуационных задач - 20 мин.

### **3. Учебные цели занятия.**

#### **ЗНАТЬ:**

1. Миогенные механизмы регуляции силы, скорости сокращения и расслабления сердечной мышцы.
2. Зависимость между электрической и сократительной активностью миокарда.
3. Внутриклеточные механизмы процессов, обеспечивающих повышения скорости цикла сокращение - расслабление.
4. Механизмы увеличения силы сокращения при различном наполнении сердца и увеличении сопротивления изгнанию крови из желудочков сердца.
5. Характер изменений физиологических свойств сердечной мышцы при увеличении частоты сердечных сокращений.
6. Характер влияния симпатической и парасимпатической систем на частоту и силу сокращений сердца, на проводимость и возбудимость миокарда.
7. Эффект ускользания сердца из под влияния парасимпатической нервной системы.
8. Механизм действия медиаторов вегетативной нервной системы.
9. Эффекты и механизмы действия гормонов на работу сердца.
10. Влияние изменения рН, напряжения  $O_2$  и  $CO_2$  крови, продуктов метаболизма АТФ и арахидоновой кислоты на работу сердца.
11. Характер влияния изменения ионного состава крови на работу сердца. Механизм действия на работу сердца ионов  $Ca^{2+}$  и  $K^+$ .



12. Рефлекторную природу влияния интра- и экстерорецепторных рефлексов.

**УМЕТЬ:**

1. Выявить миогенные механизмы регуляции силы и скорости процесса сокращение- расслабление.
2. Объяснить природу и физиологическое значение гетерометрической функции миокарда.
3. Применить значимость закона Франка-Старлинга при различных функциональных особенностях организма.
4. Объяснить механизм и физиологическое значение гомеометрической регуляции работы сердца и его физиологическое значение.
5. Рисовать зависимость «длина-сила» - «сопротивление-сила».
6. Приготовить препарат сердца лягушки для раздражения вагосимпатического нерва.
7. Объяснить механизм влияния вагосимпатического раздражения на работу сердца лягушки.
8. Провести, объяснить и изобразить рефлексы Гольца и Данини - Ашнера.
9. Приготовить препарат изолированного сердца лягушки и провести исследование влияния гуморальных факторов на работу сердца.
10. Объяснить механизм влияния гормональных факторов в регуляции сердца - катехоламинов, тироксина, глюкагона и других.
11. Объяснить механизм влияния изменения ионного состава крови на работу сердца.
12. Сформировать понимание причинно - следственных отношений при изучении механизмов регуляции работы сердца.

**4. Методика проведения занятия.**

### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать учебные цели и задачи занятия, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия. Обратит особое внимание студентов на важность приобретения навыков анализа механизма регуляции деятельности сердца, как насоса, в клинической практике для нормализации нагнетательной функции сердца при её нарушениях.

Ознакомить студентов с планом занятия и провести контроль базовых знаний и умений, путём устного или тестового опроса, или решением ситуационных задач с последующим обсуждением.

### 2. Основной этап занятия.

В процессе исследования на всех этапах поддерживать со студентами обратную связь, корригируя ошибки и обращая внимание на изменение тех параметров деятельности сердца, которые не были выявлены студентами в ходе исследования.

Другой особенностью сократительной активности миокарда, не вписывающейся в закон «всё или ничего», является увеличение силы сердечных сокращений при увеличении частоты наносимых раздражений, так называемая зависимость «частота - сила» или феномен «лестница Бюндича» (открыт в 19 веке американским физиологом Х. Бюндич).

Необходимо рассмотреть возможный механизм этого хроноинотропного эффекта и его физиологическую значимость.

Также следует рассмотреть и проанализировать зависимость «длина-сила» или «закона сердца» Франка- Старлинга, который лежит в основе понятия гетерометрической регуляции работы сердца: «Сила сокращения желудочков, является функцией длины мышечных волокон перед сокращением». При анализе этой особенности сердца,

необходимо обратить внимание студентов на ограниченность этого феномена, его возможный механизм, важность в ауторегуляции работы сердца и то, что можно наблюдать как на целом сердце, так и на полосках миокарда или отдельных волокнах. Кроме этого необходимо рассмотреть и гомеометрическую регуляцию сократительной способности сердца (эффект Анрепа), для реализации которой не имеет значения степень конечно-диастолического растяжения волокон миокарда. Необходимо подчеркнуть важность этих миогенных механизмов регуляции деятельности сердца, которые могут обеспечивать значительные изменения силы его сокращения.

При анализе результатов влияния раздражения вагосимпатического ствола на деятельность сердца лягушки проверить умение выявления частоты сокращений сердца, скорости проведения возбуждения по сердцу, возбудимости миокарда под влиянием блуждающих нервов. Установить умение выявления причин «ускользания сердца» из - под влияния вагуса.

При анализе изменений деятельности сердца в результате глазосердечного рефлекса и эпигастрального рефлексов выявить умение объяснения механизмов рефлекторной регуляции, установление причины различной степени брадикардии у разных испытуемых, применения рефлекторного воздействия на деятельность сердца в клинической практике.

При анализе механизмов гуморальной регуляции сердца выявить умение интерпретирования изменений на клеточном уровне. При изучении влияния различных ионов уметь объяснить механизм их действия.

Обратить внимание на взаимодействие нервных, гуморальных и миогенных механизмов регуляции при обеспечении

приспособительной реакции сопровождающейся изменением сердечного выброса.

### 3. Заключительный этап.

Контроль конечного уровня усвоения проводят путём решения ситуационных задач с последующим их обсуждением или посредством тестового контроля.

В заключении преподаватель подписывает протоколы исследований, выставляет оценки знаний и умений и задаёт следующую тему занятия.

### **Лабораторные работы:**

1. Влияние раздражения вагосимпатического нерва на деятельность сердца лягушки.
2. Влияние раздражения ядер блуждающего нерва на работу сердца лягушки.
3. Рефлекс Гольца.
4. Исследование экстракардиальных вегетативных рефлексов у человека.
5. Определение вегетативного тонуса (вегетативный индекс Кердо).
6. Влияние гормонов и электролитов на работу изолированного, по методу Штраубе, сердца лягушки.
7. Работа на компьютерных моделях виртуального практикума.
8. Просмотр видеофильмов по разделу.

### **5. Задачи для определения конечного уровня знаний и умений студентов:**

#### **Задача №1.**

Как изменится деятельность сердца и почему, при уменьшении концентрации внутриклеточного кальция в миокарде желудочков?

#### **Эталон ответа.**

Сила сокращений миокарда желудочков уменьшается, так как уменьшается количество актомиозиновых связей, потому что без ионов кальция активные центры актиновой протофибриллы закрыты молекулой тропомиозина и при сокращении миокарда образуется меньше актомиозиновых мостиков между сократительными белками.

**Задача №2.**

Имеет место дефицит АТФ в сократительном аппарате миокарда. Как это скажется и почему на сократительной функции сердца?

**Эталон ответа.**

Нарушается процесс диастолического расслабления миокарда, так как дефицит АТФ затрудняет отсоединение головок миозина от центров актина. Для того чтобы мостики, совершившие «гребковое движения», могли отсоединиться, необходимо присутствие АТФ, т.е. возмещение ранее гидролизованной АТФ поступлением её в сократительный аппарат.

**Задача №3.**

Назовите два основных фактора, влияющих на минутный выброс крови сердцем. Перечислите механизмы регуляции деятельности сердца. Назовите разновидности миогенного механизма регуляции.

**Эталон ответа.**

Частота сердечных сокращений и систолический выброс. Нервный, гуморальный и миогенный. Гетерометрический и гомеометрический.

**Задача №4.**

Какие три основных фактора и как влияют на систолический выброс (СВ) крови сердцем?

**Эталон ответа.**

Увеличение венозного возврата и сократимости миокарда, а также сопротивление выбросу крови (артериальное давление) увеличивают

СВ. Противоположные изменения перечисленных факторов уменьшат СВ.

**Задача №5.**

Что называют гетерометрической регуляцией деятельности сердца? Сформулируйте ”закон сердца” Франка-Старлинга.

**Эталон ответа.**

Регуляцию силы сердечных сокращений, связанную с изменением исходной длины волокон миокарда. Сила сокращений в систолу тем больше, чем больше растяжение миокардиальных волокон во время диастолы.

**Задача №6.**

Объясните, почему растяжение мышцы сердца в диастолу приводит к усилению её сокращений. Какова роль сократительных белков и ионов  $Ca^{2+}$  в этом процессе?

**Эталон ответа.**

Растяжение сердечной мышцы притекающей кровью в физиологических пределах ведёт к увеличению площади контакта актина с миозином, к выбросу дополнительного количества кальция из саркоплазматического ретикулума и увеличению сродства тропонина к  $Ca^{2+}$ , а также к увеличению эластических сил в миокарде, что сопровождается усилением его сокращения.

**Задача №7.**

Каково физиологическое значение «закона сердца» Франка-Старлинга для кровообращения?

**Эталон ответа.**

Приспособление ударного объёма сердца (систолического выброса) к количеству притекающей к сердцу венозной крови (венозному

возврату). Чем больше венозный возврат, тем больше систолический выброс и наоборот.

**Задача №8.**

Какие показатели характеризуют наполнение желудочков сердца кровью в конце диастолы, и от чего зависит их величина?

**Эталон ответа.**

Конечнодиастолическое давление или конечнодиастолический объём желудочков. От величины венозного притока крови к сердцу.

**Задача №9.**

Что называют гомеометрической регуляцией сердца? Приведите пример.

**Эталон ответа.**

Регуляцию силы сердечных сокращений, которая реализуется без изменения исходной длины волокон миокарда. Ритмоинотропная зависимость.

**Задача №10.**

Что называют ритмоинотропной зависимостью в регуляции деятельности сердца? С чем связано наличие этой зависимости?

**Эталон ответа.**

Усиление сердечных сокращений при увеличении их частоты. С повышением концентрации свободного кальция в кардиомиоцитах при увеличении частоты их возбуждения в связи с тем, что  $Ca^{2+}$ -насос не успевает «откачивать»  $Ca^{2+}$  из саркоплазмы.

**Задача №11.**

Какой показатель характеризует сопротивление выбросу крови из левого желудочка во время систолы? Какие изменения наблюдаются в деятельности сердца при внезапном увеличении этого показателя (эффект Анрепа)?

**Эталон ответа.**

Давление в аорте. 1) Удлиняется период изометрического напряжения; 2) Улучшается кровенаполнение коронарных сосудов; 3) Возрастает сократимость сердечной мышцы; 4) Увеличивается растяжение миокарда желудочков в диастолу. В результате возрастает систолический выброс и минутный объём крови.

**Задача №12.**

Как называются регуляторные влияния, улучшающие или ухудшающие сократимость миокарда? Как они изменяют систолический выброс?

**Эталон ответа.**

Положительные или отрицательные инотропные влияния. Систолический выброс соответственно увеличивается или уменьшается.

**Задача №13.**

Какие факторы определяют направление реакции миокарда при осуществлении внутрисердечных рефлексов?

**Эталон ответа.**

Уровень исходного конечно-диастолического объёма желудочков при изменении венозного возврата, сократительная активность миокарда, уровень системного артериального давления.

**Задача №14.**

Почему внутрисердечные эфферентные нейроны (клетки Догеля 1-го типа) называют общим конечным путём для экстра- и интракардиальных нервных влияний? Какое значение это имеет для регуляции сердечной деятельности?

**Эталон ответа.**



Эти нейроны синаптически связаны с афферентными внутрисердечными нейронами (клетки Догеля 2-го типа дендриты которых образуют рецепторы растяжения миокарда и коронарных сосудов), интернейронами (клетки Догеля 3-го типа синаптически связанные с афферентными и эфферентными нейронами), а также и с преганглионарными волокнами блуждающих нервов. Изменения деятельности сердца зависит от результатов взаимодействия импульсов экстра- и интракардиального происхождения.

**Задача №15.**

Кто и когда открыл медиаторный механизм передачи влияния вегетативных нервов на деятельность сердца?

**Эталон ответа.**

Немецкий физиолог Отто Леви в 1921 году в своём «рождественском сне».

**Задача №16.**

Каков механизм тормозного влияния блуждающего нерва на частоту сердечных сокращений?

**Эталон ответа.**

При стимуляции блуждающего нерва выделяется ацетилхолин (АЦХ), который активируя  $M_2$ -АЦХ рецепторы, вызывает повышение проницаемости мембраны Р-клеток для ионов  $K^+$  ( $I_{K_{aцх}}$ ), гиперполяризацию клеток и замедление скорости спонтанной медленной диастолической деполяризации.

**Задача №17.**

Как влияет раздражение блуждающего нерва на возбудимость и проводимость сердца? Как называются эти явления? Как это отразится на ЭКГ?

**Эталон ответа.**

Понижает, особенно в области атриовентрикулярного узла. Отрицательное батмотропное и дромотропное влияние. Удлинение сегмента PQ (увеличение AV-задержки).

**Задача №18.**

Что называют ускользанием сердца из-под влияния блуждающего нерва? Какова природа этого явления?

**Эталон ответа.**

Возобновление сокращений остановившегося в ответ на раздражение блуждающего нерва сердца, несмотря на продолжение раздражения нерва. Истощение запасов ацетилхолина и развитие десенситизации рецепторов.

**Задача №19.**

Какое влияние оказывает симпатический нерв на силу сердечных сокращений? Как называется это влияние? Кто, и в каком опыте его открыл?

**Эталон ответа.**

Увеличивает силу сокращений сердца. Положительное инотропное влияние. И.П. Павлов в опыте с раздражением отдельных ветвей симпатических нервов сердечного сплетения, при котором наблюдалось усиление сердечных сокращений.

**Задача №20.**

Какое влияние оказывает симпатический нерв на возбудимость и проводимость сердца? Как называют эти влияния? Как это отражается на ЭКГ?

**Эталон ответа.**

Увеличивает, особенно в области атриовентрикулярного узла. Положительное батмотропное и дромотропное влияния. Укорочение PQ сегмента (уменьшение атриовентрикулярной задержки).

**Задача №21.**

Что произойдёт с частотой сокращений сердца после перерезки иннервирующих его симпатических нервов в эксперименте? О чём свидетельствует этот факт.

**Эталон ответа.**

Частота сокращений сердца почти не изменится. О слабом тоническом влиянии симпатических нервов сердца?

**Задача №22.**

Почему эффект влияния блуждающего нерва на сердце сразу исчезает после прекращения после его раздражения, а эффект симпатического нерва сохраняется некоторое время после прекращения раздражения?

**Эталон ответа.**

Ацетилхолин, выделяющейся из окончаний блуждающего нерва, быстро разрушается холинэстеразой, симпатический же медиатор разрушается значительно медленнее и поэтому действует дольше.

**Задача №23.**

Как и почему меняется работа сердца при повышении давления в аорте и каротидном синусе?

**Эталон ответа.**

Уменьшается сила и частота сердечных сокращений, вследствие усиления импульсации от барорецепторов рефлексогенных зон и повышения тормозного тонуса центров блуждающих нервов.

**Задача №24.**

Как изменится работа сердца при повышении давления в полости правого предсердия или в устьях полых вен? Как называют этот рефлекс? Какого его физиологическое значение?

**Эталон ответа.**

Увеличивается частота и сила сердечных сокращений. Рефлекс Бейнбриджа. Даёт возможность быстро «разгрузить» правый желудочек от повышенного притока крови.

#### **Задача №25.**

Какую реакцию сердца называют «рефлексом Гольца»?

#### **Эталон ответа.**

Рефлекторную остановку сердца при сильном раздражении рецепторов брюшной полости.

### **ЗАНЯТИЕ №3.**

#### **ТЕМА: МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА.**

##### **1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

##### **2. План и организация занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством фронтального опроса и разбора материала с использованием таблиц, рисунков, схем, электронного учебника- 20 мин.

##### 2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практических работ - 25 мин.
- б) анализ результатов и оформление протоколов исследований - 20 мин.

##### 3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала решением ситуационных задач или тестовым контролем - 15 мин.

б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 5 мин.

### **3. Учебные цели занятия.**

#### **ЗНАТЬ:**

1. Строение и функции сердца.
2. Особенности структурно - функциональной организации сердца, его отделов и их роль в обеспечении движения крови по сердцу и сосудам.
3. Строение и функции проводящей системы сердца.
4. Механические, звуковые и электрические проявления деятельности сердца и методы их оценки.

#### **УМЕТЬ:**

1. Описать структуру сердечного цикла, процессы, происходящие в каждой из фаз, закономерности движения крови из одного отдела в другой и в сосудистое русло.
2. Правильно интерпретировать различные показатели деятельности сердца для оценки его насосной функции.

### **4. Методика проведения занятий.**

#### 1. Подготовительный этап занятия.

В подготовительный период преподаватель формулирует учебные цели занятия. Необходимо особо подчеркнуть важность знаний и навыков перкуссии, аускультации, формирования ЭКГ, её анализа в клинической практике. Преподаватель знакомит студентов с планом занятий и проводит контроль исходного уровня знаний.

#### 2. Основной этап занятия.

На данном этапе преподаватель проводит коррекцию исходного уровня знаний студентов, разбирает и объясняет материал по основным вопросам занятия.

Самостоятельная работа студентов и анализ результатов исследования заключается в следующем.

На одном из студентов преподаватель демонстрирует физические методы (пальпацию, перкуссию, аускультацию сердца), после чего у него регистрируют ЭКГ в стандартных и грудных отведениях.

В последующем студенты самостоятельно проводят перкуссию и аускультацию сердца. Зарисовывают границы сердца, места выслушивания тонов. Записывают в протоколы результаты проведённого исследования, вклеивают полученную ЭКГ и подробно её анализируют.

Преподаватель проверяет понимание студентами происхождения интервалов, сегментов и зубцов ЭКГ. В конце студенты пишут заключение по проанализированной ЭКГ, указав какой узел является ведущим (ритм - синусовый, атриовентрикулярный), частоту (бради-, тахикардия), оценивают возбудимость, проводимость и положение электрической оси сердца.

Второе исследование проводится с использованием автоматизированного диагностического комплекса «Кардиоскрин», осуществляющего одновременную регистрацию интегральной реограммы тела и ЭКГ в 12 общепринятых отведениях с выдачей документированного ЭКГ- заключения в стандартной форме, которое студенты сравнивают со своим заключением и делают выводы.

### 3. Заключительный этап занятия.

В заключение занятия преподаватель проводит контроль конечного уровня знаний студентов, проверяет и подписывает протоколы исследований, даёт задания для самостоятельной подготовки.

### **Лабораторные работы.**

1. Физические методы исследования функций сердца.
  2. Регистрация и анализ ЭКГ.
  3. Автоматический анализ ЭКГ с помощью диагностического комплекса «Кардиоскрин»
- 5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов:**

**Задача №1.**

Рассчитайте, чему должен быть равен вес сердца новорождённого ребёнка весом 4 кг и взрослого весом 70 кг.

**Эталон ответа.**

Вес сердца новорождённого составляет  $\approx 0,8\%$ , взрослого  $0,4\%$  от веса тела, значит в данном случае вес сердца новорождённого  $\approx 32$  г, взрослого  $\approx 280$  г.

**Задача №2.**

За 5 минут человек поглотил 2400 мл  $O_2$ . Содержание  $O_2$  в артериальной крови – 200 мл/л, венозной – 120 мл/л. Определите ударный объём сердца (УОС), если ЧСС равна 70 ударов в минуту.

**Эталон ответа.**

Систолический (ударный) объём сердца равен минутному объёму кровотока (МОК), разделённому на ЧСС. МОК определяется по методу, ФИКА как отношение количества поглощённого за минуту  $O_2$  (мл) к артериовенозной разнице по  $O_2$  в мл. В данном случае МОК равен 6 л/мин. А УОС  $\approx 85$ мл.

**Задача №3.**

Определить УОС, если МОК равен 7000 мл/мин, а интервал R-R на ЭКГ- 0,6 сек.

**Эталон ответа.**

Частота сердечных сокращений определяется  $60 : 0,6 = 100$  уд/мин.

$УОС = МОК : ЧСС = 7000 : 100 = 70$  мл.

**Задача №4.**

На ЭКГ интервал PQ равен 0,3 сек. Как называется это явление?

**Эталон ответа.**

Увеличение времени интервала PQ на ЭКГ является блокадой, в конкретном случае- сердечный блок I стенки.

**Задача №5.**

Нарисуйте ЭКГ при полной (поперечной) сердечной блокаде.

**Эталон ответа.**

На ЭКГ возбуждение предсердий и желудочков возникают с разной частотой, (предсердия возбуждаются с большей частотой).

**Задача №6.**

Какие звуковые изменения произойдут при митральном стенозе (сужение митрального клапанного отверстия).

**Эталон ответа.**

При митральном стенозе выслушивается акцент (усиление) I тона на верхушке сердца и диастолический шум, акцент II тона на легочной артерии.

**Задача №7.**

Какие изменения следует ожидать на ЭКГ, если левая граница сердца находится в V межреберье слева на 3 см латеральнее среднеключичной линии?

**Эталон ответа.**

Смещение границы сердца влево свидетельствует о гипертрофии левого желудочка, следовательно, на ЭКГ самый большой зубец R будет в I стандартном отведении, а самый глубокий зубец S - в III стандартном отведении.



**Задача №8.**

Самая большая амплитуда зубца R в III ст. отведении, а зубца S - в I. О чём это говорит?

**Эталон ответа.**

Такое соотношение зубцов на ЭКГ указывает на гипертрофию правого желудочка.

**Задача №9.**

У больного 40 лет левая граница сердца смещена к переднеаксиллярной линии. Какие изменения звуковых, электрических и механических проявлений деятельности сердца следует ожидать?

**Эталон ответа.**

Верхушечный толчок сердца будет смещён влево, сила и площадь его будет больше. Аускультативно акцент I тона на верхушке сердца, на ЭКГ амплитуда зубца R самая большая в I стандартном отведении, а зубца S в III стандартном отведении.

**Задача №10.**

При зондировании желудочков сердца в один из моментов было зарегистрировано давление в левом желудочке 10 мм рт. ст., а в правом 25 мм рт. ст. Какой фазе сердечного цикла это соответствует?

**Эталон ответа.**

Это соответствует фазе медленного изгнания крови из желудочков сердца.

**Задача №11.**

На ЭКГ больного наблюдаются экстрасистолы, после которых идут длительные компенсаторные паузы. В каком отделе сердца находится патологический очаг?

**Эталон ответа.**

Патологический очаг находится в миокарде желудочков.

### **Задача №12.**

Какое положение занимает сердце, если амплитуда зубца R самая большая в III ст. отведения?

### **Эталон ответа.**

Положение сердца в грудной клетке - вертикальное, так как электрическая ось сердца совпадает с анатомической.

## **ЗАНЯТИЕ №4.**

### **ТЕМА: ФИЗИОЛОГИЯ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ.**

#### **1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

#### **2. План и организация занятия.**

##### *1. Подготовительный этап занятия:*

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством разбора материала в устной форме, с использованием ситуационных задач - 35 мин.

##### *2. Основной этап занятия:*

а) выполнение практических работ - 20 мин.

б) анализ результатов и оформление протоколов исследований - 10 минут.

##### *3. Конечный этап занятия:*

контроль конечного уровня знаний тестовым методом или решением проблемных и ситуационных задач - 20 минут.

#### **3. Учебные и цели занятия.**

В процессе изучения данного раздела необходимо сформировать у студентов мотивацию важности изучения сосудистой системы для

последующего применения этих знаний и умений в профессиональной деятельности. Для этого необходимо:

### **ЗНАТЬ:**

1. Строение и функции сосудистой системы.
2. Физиологические свойства и функции сосудов в обеспечении кровообращения в организме.
3. Уровни, виды и механизмы регуляции системного и регионального (органного) кровообращения.
4. Физиологические и биофизические основы инструментальных и клинических методов исследования кровообращения.

### **УМЕТЬ:**

1. Оценить и интерпретировать основные показатели деятельности сердца и сосудов.
2. Оценить и интерпретировать особенности регионального кровообращения (коронарного, мозгового, почечного, легочного и др.).
3. Объяснить основные механизмы регуляции системного и регионального кровообращения.
4. Измерять артериальное давление у человека аускультативным и пальпаторным методами, оценивать его параметры, анализировать факторы его определяющих.
5. Исследовать артериальный пульс и оценить его свойства (частоту, ритм, напряжение, наполнение) в покое и при функциональных нагрузках.
6. Анализировать сфигмо- и флебограммы.

## **4. Методика проведения занятия.**

*1. Подготовительный этап занятия.*

В начале необходимо сформулировать учебные цели и задачи занятия. Определить значение умений и навыков, которыми необходимо овладеть студентам при изучении данной темы для, оценки состояния кровообращения человека в их будущей профессии. Необходимо помнить, что знание этого раздела является чрезвычайно важным для последующего изучения вопросов нарушения и коррекции механизмов регуляции кровообращения в клинике. В последующем необходимо кратко ознакомить студентов с планом занятия и проконтролировать исходный уровень знания путём устного или тестового опроса.

### *2. Основной этап занятия.*

Этот этап следует посвятить разбору и коррекции исходного уровня знаний, с учётом проведённого контроля. В процессе разбора материала необходимо выяснить и объяснить непонятные вопросы, записать основные понятия и формулировки, нарисовать схемы, графики и формулы.

В процессе самостоятельной практической работы и оценки результатов исследований, каждый студент на занятии должен владеть навыками измерения артериального давления и пульса в покое и после физической нагрузки, а также в положении стоя и лёжа. Анализ результатов следует провести сразу после работы, сравнить их между собой. Целесообразно также обратить внимание студентов на факторы, обеспечивающие венозный возврат крови к сердцу.

Желательно, анализ результатов исследований проводить так, чтобы на основе полученных данных можно было бы создавать ситуационные задачи, которые решались бы всеми студентами.

### *3. Заключительный этап занятия.*

Контроль конечного уровня усвоения материала проводят с помощью тест контроля или решением ситуационных задач. Результаты решения обсуждаются студентами, правильное решение служит эталоном для проверки.

### **Лабораторные работы.**

1. Измерение АД у человека пальпаторным и аускультативным методами.
2. Исследование артериального пульса, анализ сфигмограммы.
3. Исследование клапанов в периферических венах (опыт Гарвея), анализ флебограммы.

### **5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача №1.**

Ниже приведены вещества, обладающие сосудорасширяющим сосудосуживающим действием. Назовите, какие из них относятся к вазодилататорам, какие к вазоконстрикторам: адреналин, ацетилхолин, ренин, гистамин, вазопрессин, кортизол, норадреналин, никотиновая кислота, брадикинин, ангиотензин II.

#### **Эталон ответа.**

Вазодилататоры - ацетилхолин, гистамин, брадикинин, никотиновая кислота, адреналин (при действии на  $\beta$ -адренорецепторы).

Вазоконстрикторы - ренин, ангиотензин II, норадреналин, вазопрессин, кортизол, адреналин, (при взаимодействии с  $\alpha$ -адренорецепторами).

#### **Задача №2.**

В сонной артерии искусственно повышается давление до 180 мм рт. ст. Как при этом изменится работа сердца и АД?

#### **Эталон ответа.**

При повышении АД в сонной артерии усиливается поток импульсов от барорецепторов синокаротидной зоны в депрессорный отдел вазомоторного центра. Поэтому будет наблюдаться снижение числа сердечных сокращений и расширение сосудов, АД - снизится.

**Задача №3.**

Системное АД снизилось на 20 мм рт. ст. Какие изменения в сердечной деятельности произойдут, и как изменится АД?

**Эталон ответа.**

В данном случае, поток импульсов от барорецепторов каротидной и аортальной рефлекторных зон в депрессорный отдел вазомоторного центра ослабевает. Поэтому уменьшается его влияние на прессорный и кардиоингибирующий отделы, что сопровождается усилением работы сердца, восстановлением уровня АД.

**Задача №4.**

В эксперименте раздражается центральный конец перерезанного нерва Геринга. Как в этом случае изменится работа сердца и уровень АД?

**Эталон ответа.**

По нерву Геринга импульсы от баро- и хеморецепторов поступают в вазомоторный центр. При раздражении центрального конца этого нерва деятельность сердца замедляется и АД снижается.

**Задача №5.**

Нарисуйте кривую АД, записанную в остром опыте и объясните её.

**Эталон ответа.**

На кривой АД выделяют: 1 - пульсовые волны, 2 - дыхательные, 3 - волны Траубе - Геринга связанные с изменением тонуса вазомоторного центра.

**Задача №6.**

На месте действия горчичника возникает гиперемия (покраснение) кожи. Объясните механизм этого явления?

**Эталон ответа.**

Покраснение кожи под горчичником является результатом расширения сосудов, в основе которого лежит аксон - рефлекс.

**Задача №7.**

Определите МОК, если АД= 120/80 мм рт.ст., возраст - 30 лет, ЧСС - 70 в мин.

**Эталон ответа.**

По формуле Старра  $УОС = 100 + 0,5 * ПД - 0,6 * ДД - 0,6 * В$  (В - возраст в годах), а  $МОК = УОС * ЧСС$ , в нашем случае  $МОК = 3,8$  л.

**Задача №8.**

Определите линейную скорость кровотока в артерии А, если в ней самой она равна 25 см/сек, а суммарный просвет капиллярной сети, в 1000 раз больше просвета этой артерии.

**Эталон ответа.**

Если просвет капилляров в 1000 раз больше просвета артерии, значит линейная скорость в них во столько же раз меньше (объёмная скорость кровотока одинакова). Следовательно, кровь по капиллярам движется со скоростью 0,25 мм/сек.

**Задача №9.**

Рассчитайте во сколько раз величина периферического сопротивления на участке сосудистого русла: аорта - полые вены, больше величины сопротивления на участке: легочная артерия - левое предсердие, если ЧСС=60 раз/мин, УОС=0,08л, среднее динамическое давление в аорте - 102 мм рт. ст, полых венах- 2, в легочной артерии-12, в левом предсердии - 4.

**Эталон ответа.**

При решении этой задачи следует исходить из формулы  $R = \Delta P / Q$ , зная, что  $\Delta P_1$  - градиент давления на участке аорты - полые вены и  $\Delta P_2$  - легочная артерия - левое предсердие, составляем уравнение  $R_1 / R_2 = (\Delta P_1 / Q) : (\Delta P_2 / Q)$ , отсюда  $R_1 / R_2 = \Delta P_1 / \Delta P_2 = (102 - 2) : (12 - 4) = 12,5$ , то есть величина периферического сопротивления на участке аорта - полые вены больше в 12,5 раз, чем на участке легочная артерия - левое предсердие.

**Задача № 10.**

После введения норадреналина внутривенно, резко повысилось артериальное давление, частота сокращений сердца несколько уменьшилась. С чем это может быть связано?

**Эталон ответа.**

Повышение давления является следствием сужения сосудов под влиянием норадреналина, а брадикардия - результат депрессорного рефлекса с барорецепторов дуги аорты и каротидного синуса.

**Задача № 11.**

Как изменяется деятельность сердца и уровень АД при введении  $\beta$ -адреноблокаторов?

**Эталон ответа.**

ЧСС уменьшится вследствие блокады  $\beta$ -адренорецепторов клеток водителей ритма, артериальное давление понизится.

**Задача № 12.**

Больному в положении лежа ввели  $\alpha$ -адреноблокаторы. Можно ли ему сразу встать?

**Эталон ответа.**

Нет, так как после введения препарата произойдет расширение сосудов и снижение АД. При переходе в вертикальное положение под



влиянием гидростатического давления увеличивается объём крови в нижней части туловища, и резко понизится давление, в расположенных выше сердца сосудах, что сопровождается нарушением мозгового кровообращения и потерей сознания.

**Задача № 13.**

В одном кровеносном сосуде скорость распространения пульсовой волны = 5,2 м/сек и с возрастом увеличивается, в другом - 5,3 м/сек и с возрастом меняется мало. К какому типу относится каждый сосуд?

**Эталон ответа.**

Первый сосуд - артерия мышечного типа, второй - эластического.

**Задача №14.**

Если бы стенки аорты полностью утратили эластичность, как изменились бы параметры гемодинамики?

**Эталон ответа.**

В этом случае систолическое давление бы возросло, диастолическое - упало. Кровь текла бы толчкообразно. Сердце, испытывая нагрузки, было бы гипертрофированным.

**Задача №15.**

Почему при некоторых заболеваниях почек у больных развиваются гипертензии?

**Эталон ответа.**

В почках образуется протеолитический фермент - ренин, под действием которого происходит образование мощного сосудосуживающего вещества ангиотензина II, который суживает сосуды и повышает АД. Одновременно он активизирует симпатический отдел вегетативной нервной системы и повышает чувствительность сосудов к катехоламинам и усиливает образование и секрецию в кровь гормонов коры надпочечников - альдостерона. Альдостерон усиливает

реабсорбцию  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ , а вместе с ними и  $\text{H}_2\text{O}$  в почках, что в свою очередь увеличивает объём циркулирующей крови и способствует повышению АД.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ИТОГОВОМУ ЗАНЯТИЮ ПО РАЗДЕЛУ: «ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА И КРОВООБРАЩЕНИЯ»**

1. Методы экспериментального и клинического исследования сердца.
2. Современные представления о природе и субстрате автоматии. Особенности мембранного потенциала клеток водителей ритма сердца и других участков проводящей системы.
3. Анализ проведения возбуждения по сердцу. Градиент автоматии. Нарушения ритма. Экстрасистола.
4. Физиологические свойства и особенности сердечной мышцы. Изменение возбудимости в различные фазы возбуждения сердца.
5. Правило «всё или ничего», его ограниченность. Закон «лестницы» Боудича.
6. Цикл работы сердца, его фазовый анализ. Давление в полостях сердца при его работе.
7. Систолический и минутный объём крови, методы их определения. Факторы, определяющие величину минутного объёма крови.
8. Электрокардиограмма. Генез зубцов ЭКГ. Методы регистрации и анализа ЭКГ.
9. Миогенные механизмы регуляции работы сердца.
10. Иннервация сердца. Влияние симпатической и парасимпатической стимуляции на работу сердца.
11. Рефлекторная регуляция деятельности сердца. Внутрисердечные механизмы регуляции сокращений сердца.

12. Нервно-гуморальная регуляция работы сердца. Влияние гормонов, медиаторов, электролитов.
13. Общий план строения системы кровообращения. 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.
16. Систолическое, диастолическое, пульсовое и среднее давление. Анализ кривой артериального давления, записанной в остром опыте.
17. Изменение величины давления в разных регионах сосудистого русла.
18. Линейная и объёмная скорость кровотока. Методы их определения, время полного кругооборота крови.
19. Артериальный пульс, его происхождение. Сфигмография. Анализ кривой артериального и венозного пульса.
20. Движение крови по венам. Основные и вспомогательные факторы, обуславливающие движение крови по венам.
21. Движение крови в микроциркуляторном русле. Роль артериол и венул в создании периферического сопротивления движению крови.
22. Сосудодвигательный центр. Нервная регуляция тонуса сосудов. Нервы вазоконстрикторы и вазодилататоры.
23. Гуморальная регуляция тонуса сосудов. Роль эндотелиальных факторов в передаче сигнала на гладкомышечные клетки сосудов.
24. Функциональные особенности лёгочного, коронарного, мозгового и почечного кровотока.

25. Состав, движение и значение лимфы. Механизм лимфообразования. Значение лимфатических узлов.

## **РАЗДЕЛ: ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ**

### **ЗАНЯТИЕ № 1**

**ТЕМА: БИОМЕХАНИКА ДЫХАНИЯ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ. ГАЗООБМЕН В ЛЁГКИХ. ТРАНСПОРТ ГАЗОВ КРОВЬЮ**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План и организация занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка исходного уровня знаний путем фронтального опроса, коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 30 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практических работ - 20 мин.

б) запись протокола исследования и анализ результатов исследования - 15 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня с помощью тестового контроля - 15 мин.

б) задание на следующее занятие - 5 мин.

**3. Учебные цели занятия:**

**ЗНАТЬ:**

4. Значение дыхания для организма и его этапы.
5. Функции дыхательных путей и лёгких.
6. Давление в плевральной полости, его происхождение и значение для дыхания и кровообращения. Факторы, препятствующие спадению лёгкого. Пневмоторакс и его виды.
7. Механизм вдоха и выдоха. Факторы, влияющие на интенсивность легочной вентиляции.
8. Методы исследования показателей внешнего дыхания.
9. Газообмен в лёгких и факторы его обуславливающие.
10. Транспорт кислорода. Кривая диссоциации оксигемоглобина и влияние на неё различных факторов.
11. Транспорт углекислого газа, его особенности. Значение карбоангидразы.

**.УМЕТЬ:**

Применять основные методы исследования внешнего дыхания и анализировать полученные результаты.

**4. Методика проведения занятия:**

1.Подготовительный этап занятия.

В начале занятия, следует сформулировать его цель и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончанию занятия. В соответствии с этим, необходимо объяснить студентам, что знание материала этой темы представляет не только теоретический интерес, но и весьма важно для клинической практики. Изучение механизмов, осуществляющих и регулирующих процессы дыхания, необходимо для понимания этиологии, патогенеза и диагностики заболеваний органов дыхания. После ознакомления студентов с целью и планом занятия необходимо проверить их исходный уровень знаний путём проведения тестового контроля или фронтального опроса. Если это

требуется - скорректировать знания, дать необходимые разъяснения наиболее сложных вопросов.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе преподаватель объясняет и демонстрирует ход практической работы, указывает на особенности её проведения. После чего студенты самостоятельно проводят исследования и обсуждают их результаты. Следует указать, что для правильной интерпретации результатов необходимо знать должные значения соответствующих объёмов и ёмкостей. При определении ЖЕЛ должную величину (ДЖЕЛ) можно вычислить по формуле:

для мужчин  $ДЖЕЛ = 27,66 - (0,112 * \text{возраст в годах}) * \text{рост в см};$

для женщин  $ДЖЕЛ = 21,78 - (0,101 * \text{возраст в годах}) * \text{рост в см}.$

Кроме того, ДЖЕЛ можно определить по номограмме, в зависимости от пола, возраста и роста испытуемого.

Студенты должны уметь рассчитывать МОД, объёмы, приходящиеся на вентиляцию мёртвого пространства и альвеол. При проведении пневмотахометрии необходимо подчеркнуть, что её показатели существенно зависят от функционального состояния бронхов, ЦНС, развития и тренированности инспираторной и экспираторной групп мышц. Отмечается, что в целях диагностики выделяют два типа нарушения вентиляции - рестриктивный и обструктивный. Методы функциональной диагностики рестрикции и обструкции основаны на особенностях этих двух типов нарушений.

В протоколах студенты должны записать результаты определения ёмкостей и объёмов лёгких, сравнить их с нормой, сделать выводы.

## 3. Заключительный этап занятия.

В заключение занятия преподаватель проверяет, корректирует и подписывает отчеты студентов, дает задание для подготовки к следующему занятию.

### **Лабораторные работы:**

1. Спирометрия.

2. Пневмотахометрия.

### **5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача № 1.**

Парциальное давление  $O_2$  в альвеолярном воздухе равно 170 мм Hg. Какое количество  $O_2$  при этом успевает раствориться в 100 мл крови?

#### **Эталон ответа.**

Количество растворенного в жидкости газа определяется по формуле:

$$V O_2 = (P \times 0,021 \times V) / 760$$

где  $P$  - парциальное давление газа в среде; 0,021 - коэффициент растворения газа;  $V$  - объем растворителя.

Следовательно, в 100 мл крови при заданных значениях растворится 0,57 мл  $O_2$ .

#### **Задача № 2.**

Рассчитайте эффективность легочной вентиляции при дыхательных объемах (ДО) равных 500, 1000 и 1500 мл, при условии, что функциональная остаточная емкость (ФОЕ) равна 2500 мл.

#### **Эталон ответа.**

Эффективность легочной вентиляции определяется отношением объема воздуха вошедшего в альвеолы, к тому, который там находится. В альвеолы поступает дыхательный объем, минус объем мертвого пространства, который составляет в среднем около 150 мл. В легких перед вдохом всегда имеется ФОЕ, равная сумме остаточного

объема и резервного объема выдоха. Отсюда легко рассчитать, что эффективность легочной вентиляции при заданных дыхательных объемах будет равна соответственно: 14%, 34% и 54%.

### **Задача № 3.**

Чему равны дыхательный объем (ДО), резервный объем вдоха и выдоха ( $PO_{\text{вд}}$ ,  $PO_{\text{выд}}$ , или РОИ, РОЭ), функциональная остаточная емкость (ФОЭ) и емкость вдоха (ЕВ), если ЖЕЛ равна 4000 мл, и составляющие ее объемы находятся в пределах нормы?

#### **Эталон ответа.**

В норме ДО составляет примерно 20%, РОИ и РОЭ - по 40% от ЖЕЛ,  $ФОЭ = РОЭ + ОО$ , емкость вдоха  $ЕВ = ДО + РОИ$ ,  $ОО$  - равен 30% ЖЕЛ. Значит, в данном случае  $ДО = 800$  мл, РОЭ и РОЭ по 1600 мл,  $ФОЭ = 2800$  мл,  $ЕВ = 2400$  мл.

### **Задача № 4.**

Чему равна ДЖЕЛ (должная жизненная емкость легких) у женщин ростом 165 см, в возрасте 30 лет; и у мужчин ростом 181 см, в возрасте 45 лет?

#### **Эталон ответа.**

ДЖЕЛ определяется по формуле Болдуина:

$$\text{ДЖЕЛ(ж)} = P \times (21,78 - 0,101 \times A) = 3620 \text{ мл}$$

где  $P$  - рост в см,  $A$  - возраст в годах.

$$\text{ДЖЕЛ(м)} = P \times (27,63 - 0,112 \times A) = 4940 \text{ мл.}$$

### **Задача № 5.**

Чему равна кислородная емкость крови (КЕК), если абсолютное содержание гемоглобина(Нб) равно 150 г/л?

#### **Эталон ответа.**

1 гр Нб связывает 1,34  $O_2$  (константа Гюфнера), следовательно КЕК будет равна 20 мл.



### **Задача № 6.**

При измерении диаметра и объема эритроцитов артериальной и венозной крови, оказалось, что они неодинаковые. Нормальное ли это явление и диаметр, каких эритроцитов больше и почему?

#### **Эталон ответа.**

Да. Это явление нормальное. Эритроциты венозной крови - крупнее, т.к. в процессе газообмена в них образуется больше солей, и в силу осмоса вода начинает поступать внутрь клетки, что сопровождается увеличением объема и диаметра клеток.

### **Задача № 7.**

Какова величина внутриплеврального давления у взрослого человека в момент сильного вдоха и выдоха, если атмосферное давление равно 760 мм.рт.ст.?

#### **Эталон ответа.**

На вдохе = 750 мм Нг, на выдохе = 756 мм.рт.ст.

### **Задача № 8.**

Какой объем  $O_2$  поглощается и какой объем  $CO_2$  выделяется в процессе одного дыхательного цикла, если ДО = 500 мл?

#### **Эталон ответа.**

В покое поглощается и выделяется примерно по 4%  $O_2$  и  $CO_2$ . При ДО = 500 мл, объем поглощенного  $O_2$  и выделенного  $CO_2$  примерно равняется 40 мл (20 мл  $O_2$  и 20 мл  $CO_2$ ).

### **Задача № 9.**

Содержание  $O_2$  в газовой смеси 14%, общее давление - 760 мм.рт.ст., каково парциальное давление  $O_2$ ?

#### **Эталон ответа.**

Парциальное давление  $O_2$  в смеси будет 106 мм.рт.ст.

### **Задача № 10.**

В кровь животного введен препарат, блокирующий активность карбоангидразы. Какие нарушения газообмена при этом произойдут?

**Эталон ответа.**

При этом происходит нарушение связывания  $\text{CO}_2$  внутри эритроцита и превращение его в бикарбонаты. В крови наблюдается гиперкапния ( $\text{pCO}_2$ ) и респираторный ацидоз.

**Задача № 11.**

В плазме произошло повышение концентрации  $\text{CO}_2$  и углекислоты. Повлияет ли это на диссоциацию оксигемоглобина?

**Эталон ответа.**

Повышение напряжения  $\text{CO}_2$  в крови сдвигает кривую диссоциации  $\text{HbO}_2$  вправо, и ускоряет процесс его распада.

**Задача № 12.**

Что понимают под коллатеральной вентиляцией легких?

**Эталон ответа.**

Под коллатеральной вентиляцией легких понимают вентиляцию, (на долю которой приходится 30-40%), которая осуществляется за счет наличия дополнительных (запасных) воздушных путей между долями, сегментами, ацинусами. Между соседними альвеолами существуют поры Кона ( $\varnothing$  до 10 мкм). От альвеолярных ходов одного ацинуса начинаются сообщения, заканчивающиеся в альвеолярном мешке другого. Основной единицей коллатеральной вентиляции являются бронхиолы Мартина, соединяющие инспираторные бронхиолы одного ацинуса с терминальными бронхиолами другого.

**Задача № 13.**

Одинаково ли оксигенирована кровь оттекающая от вершечек и нижних отделов легкого?

**Эталон ответа.**

Нет не одинаково. Кровь, оттекающая от верхушек более оксигенирована, так как в верхних отделах легкого процесс диффузии преобладает над перфузией.

**Задача № 14.**

В реке найден труп человека. Можно ли узнать, утопленник это, или человек был убит на суше и труп сброшен в воду?

**Эталон ответа.**

Можно. Для этого необходимо кусочки ткани легкого поместить в воду. Если это утопленник, то кусочки ткани утонут, если убит на суше - кусочки ткани будут плавать.

**Задача № 15.**

Почему в норме, даже после глубокого выдоха - легкие не спадаются?

**Эталон ответа.**

В норме спадению легкого (ателектазу) препятствуют:

- отрицательное давление в плевральной полости,
- остаточный объем воздуха в легких,
- сурфактанты внутренней поверхности альвеол,
- эластичность ткани легкого,
- бронхиальный каркас легкого.

**ЗАНЯТИЕ № 2**

**ТЕМА: РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ. ДЫХАНИЕ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ, ПОВЫШЕННОМ И ПОНИЖЕННОМ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ.**

- 1. Продолжительность занятия - 2 часа.**
- 2. План организации занятия.**

### 1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка исходного уровня знаний путем фронтального опроса, коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 30 мин.

### 2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практических работ - 20 мин.
- б) запись протокола исследования и анализ результатов исследования - 10 мин.

### 3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня с помощью тестового контроля - 15 мин.
- б) проверка, коррекция, подписание протоколов; задание на следующее занятие - 10 мин.

### **3. Учебные цели занятия:**

Изучить нервно-гуморальные механизмы регуляции дыхания; особенности дыхания при различных условиях и состояниях организма. Освоение методов исследования функционального состояния дыхательной системы.

#### **ЗНАТЬ:**

1. Функциональная система дыхания. Анализ ее центральных и периферических компонентов.
2. Центральный генез дыхания. Организация дыхательного центра и роль различных его отделов в регуляции дыхания. Автоматия дыхательного центра.
3. Роль супрабульбарных отделов ЦНС в регуляции дыхания.

4. Механизм смены дыхательных фаз (роль механорецепторов легких, мышц, сосудистых рефлексогенных зон и центральных хеморецепторов).
5. Гуморальная регуляция дыхания (роль  $O_2$ ,  $CO_2$ , pH, гормонов и др. веществ).
6. Механизм первого вдоха новорожденного. Особенности регуляции дыхания у детей.
7. Дыхание в условиях повышенного и пониженного барометрического давления.
8. Понятие о гиперкапнии, гипоксии. Виды гипоксии.

#### **УМЕТЬ:**

1. В остром опыте на крысе доказать роль блуждающих нервов в регуляции дыхания.
2. Приготовить модель Дондерса.
3. Выполнить функциональные дыхательные пробы и оценить их результаты.

#### **4. Методика проведения занятия:**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

Преподаватель формулирует цель и задачи занятия, нужно подчеркнуть, что его тема тесно связана с материалами предыдущего занятия. Для клинической практики, профессионального отбора людей (космонавты, альпинисты, водолазы, спортсмены и т. д.) особый интерес представляют данные, касающиеся регуляции дыхания при различных функциональных состояниях организма, при патологии и нахождении организма в особых условиях окружающей среды. Методы оценки функционального состояния дыхательной системы широко используются в клинике с диагностической целью. Контроль базовых знаний студентов проводится фронтальным

опросом или тестированием. Затем проводится коррекция базовых знаний, совместный со студентами разбор теоретических вопросов, вызвавших наибольшие затруднения.

### 2. Основной этап занятия.

Перед самостоятельной работой студентов преподаватель дает инструктаж о ходе и особенностях выполнения каждой работы.

При работе с животными преподаватель обсуждает со студентами этапы операции, напоминает правила введения животных в наркоз, определение степени его глубины. Выполнение студентами работ постоянно контролируется и корректируется преподавателем. В заключение этой части занятия необходимо обобщить разобранный материал. Предложить студентам зарисовать пневмограмму при одно- и двусторонней перерезке блуждающего нерва и сделать вывод о значении указанного нерва в регуляции дыхания.

### 3. Заключительный этап занятия.

В заключение занятия преподаватель проверяет, корректирует и подписывает отчеты студентов, дает задание для подготовки к следующему занятию.

### **Лабораторные работы:**

1. Функциональные дыхательные пробы
2. Модель Дондерса.
- 5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача № 1.**

Существует ли пауза между вдохом и выдохом?

**Эталон ответа.**

В норме между вдохом и выдохом паузы - нет, так как после окончания вдоха грудная клетка возвращается в свое первоначальное положение пассивно.

### **Задача № 2.**

При вдохе в полости грудной клетки происходит уменьшение давления, как это влияет на систему кровообращения?

### **Эталон ответа.**

При вдохе давление в плевральной полости становится еще ниже, что сопровождается расширением сосудов средостения. При этом приток крови к предсердиям возрастает (присасывающий эффект грудной клетки). Это приводит к рефлекторному увеличению числа сердечных сокращений (так называемая дыхательная аритмия), и изменению артериального давления (дыхательные волны II порядка на кривой Траубе-Геринга).

### **Задача № 3.**

Спинальный мозг перерезан между I и II шейными сегментами. Что произойдет с дыханием?

### **Эталон ответа.**

Дыхание прекратится, так как в этом случае дыхательный центр продолговатого мозга утрачивает связь со спинальными центрами иннервирующими инспираторную дыхательную мускулатуру.

### **Задача № 4.**

Спинальный мозг перерезан между шейным и грудным отделом. Изменится ли при этом дыхание и почему?

### **Эталон ответа.**

Сохранится диафрагмальный тип дыхания, т.к. центры диафрагмальных нервов сохраняют связь с дыхательным центром. Грудной тип дыхания выпадает.

### **Задача № 5.**

Как изменится дыхание при разрушении ростральных отделов варолиевого моста?

#### **Эталон ответа.**

При разрушении этих структур дыхательные циклы становятся редкими и нерегулярными т.е. возникает апнейстический тип дыхания - длительный, долго не кончающийся вдох, короткий выдох, и вновь длительный, долго не кончающийся вдох. Люмеден (1923) впервые наблюдавший это явление, сделал вывод, что в этом участке моста находятся нейроны, ответственные за смену вдоха на выдох, и назвал их пневмотаксическим центром.

### **Задача № 6.**

Известно, что усиление обмена веществ сопровождается изменением дыхания. Каков в общих чертах, механизм этих изменений

#### **Эталон ответа.**

Усиление обмена веществ сопровождается увеличением напряжения  $\text{CO}_2$  в крови (гиперкапния), снижением напряжения  $\text{O}_2$  (гипоксемия), и снижением рН крови. Это является причиной рефлекторного возбуждения дыхательного центра, через стимуляцию центральных и периферических хеморецепторов.

### **Задача № 7.**

Человек, раздувая костер, сделал несколько глубоких вдохов и выдохов, что произойдет после этого с дыханием и самочувствием?

#### **Эталон ответа.**

После гипервентиляции дыхание ослабевает, так как развивается гипокапния и раздражение инспираторных нейронов дыхательного центра ослабевает. Одновременно может происходить констрикция



мозговых сосудов, и возникать динамические нарушения мозгового кровообращения, иногда сопровождающиеся потерей сознания.

**Задача № 8.**

Объясните механизм действия нашатырного спирта, с позиции физиологии.

**Эталон ответа.**

При действии нашатырного спирта на ирритантные рецепторы слизистой оболочки носа, происходит рефлекторная задержка дыхания (рефлекс ныряльщиков). Это сопровождается накоплением  $\text{CO}_2$  в крови, что в свою очередь стимулирует дыхание и нормализует мозговой кровоток. Кроме этого мощный поток импульсов через стволовые и подкорковые структуры сильно тонизирует нейроны коры больших полушарий.

**Задача № 9.**

Какие изменения дыхания после перерезки блуждающих нервов и последующей стимуляции центральных и периферических концов нервов?

**Эталон ответа.**

После перерезки блуждающих нервов дыхание становится редким и глубоким, т.к. отсутствует поступление афферентной импульсации механорецепторов легких к инспираторным нейронам типа  $J_{\square}$  дорсального ядра. При стимуляции центрального отрезка нерва дыхание вначале восстанавливается, в последующем может произойти задержка дыхания на выдохе. Стимуляция периферического отрезка нерва никак не сказывается на дыхании.

**Задача № 10.**

Какое влияние вдыхание чистого кислорода оказывает на процесс выделения углекислого газа из крови?

### **Эталон ответа.**

Этот процесс ускорится, так как кислород способствует распаду бикарбонатов и выделению  $\text{CO}_2$  из гемоглобина.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ИТОГОВОМУ ЗАНЯТИЮ ПО РАЗДЕЛУ «ДЫХАНИЕ».**

1. Значение дыхания для организма. Функциональная система дыхания. Анализ ее центральных и периферических компонентов.
2. Воздухоносные пути и 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, эупноэ, тахипноэ, брадипноэ, апноэ, диспноэ, ортопноэ, асфиксия).
8. Легочные объемы и емкости, их величина, 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 и 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 с 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.
19. Понятие об асфиксии, гипоксемии, гиперкапнии и гипоксии, Виды гипоксии.

## **РАЗДЕЛ: ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ, ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ.**

### **ЗАНЯТИЕ №1**

#### **ТЕМА: ПИЩЕВАРЕНИЕ В ПОЛОСТИ РТА И ЖЕЛУДКА.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

*1. Подготовительный этап занятия:*

а) организационное мероприятие - 5 мин.

**б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством :**

- разбора материала в устной форме (при наличии вопросов, возникающих после подготовки к занятию),

- с использованием электронного учебника - 30 мин.

*2. Основной этап занятия:*

а) выполнение практической работы - 20 мин.

б) запись протоколов исследования - 10 мин.

*3. Конечный этап занятия:*

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 15 мин.

б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 10 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

#### **ЗНАТЬ:**

1. Пищеварение в полости рта.

2. Пищеварение в желудке. Состав желудочного сока.

3. Механизм образования соляной кислоты.

4. Регуляцию желудочного сокоотделения.

#### **УМЕТЬ:**

1. Рисовать и анализировать часовые кривые отделения желудочного сока на мясо, хлеб и молоко.
2. Определять кислотность желудочного сока методом титрования.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия.

Написать на доске тему и цель занятия. Объяснить студентам, что знание материала этой темы необходимо для общего понимания функционирования пищеварительной системы и ее регуляции, а полученные знания потребуются при обучении на других теоретических и клинических кафедрах. Особо отметить вклад отечественных ученых: Павлова, Разенкова, Болдырева, в развитии представлений о фундаментальных механизмах функции пищеварения. Дать представление о вкладе кафедры в прошлом и современном периоде работы в области пищеварения. Познакомить с методами изучения, используемымися на кафедре по тематике пищеварения.

Ознакомить студентов с планом проведения занятия и провести контроль их исходного уровня знаний.

Пищеварение в ротовой полости рассматривается в общем плане. Подробно этот материал изучается в разделе «Физиология челюстно-лицевой области».

В ходе устного разбора материала особо следует остановиться на следующих моментах:

- разборе "карбоангидразной" и "редокс"- гипотез синтеза соляной кислоты, так как именно эти гипотезы лежат в основе объяснения

механизма патогенеза язвенной болезни желудка и поиска фармакологических средств коррекции повышенной кислотности.

-Характеристике состава и функции желудочной слизи. Особо подчеркнуть ее роль в регуляции проницаемости для протонов водорода и защитной роли слизистой от пепсина.

- Детских особенностях желудочного пищеварения.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы и проводят обсуждение полученных результатов.

Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с ходом проведения исследований по методическому пособию и дает пояснения:

1.1 Последовательность использования индикаторов диметиламидазо-бензола и фенолфталеина при титровании желудочного сока;

1.2 Вычисления свободной соляной кислоты и общей кислотности в расчете на 100 мл желудочного сока, понятие титровальных единиц;

1.3 Вычисление и понятие связанной кислотности.

В отчетах студенты должны описать методику определения кислотности желудочного сока титрационным методом по Михаэлису. Определить и вычислить содержание свободной соляной кислоты, общей и связанной кислотности в титровальных единицах и грамм-процентах.

При обсуждении полученных результатов необходимо акцентировать внимание студентов на следующих вопросах:

1. Какие пробные завтраки и функциональные желудочные пробы применяются в клинике?

2. Какие основные компоненты входят в состав желудочного сока человека?
3. Отметить какие беззондовые методы измерения кислотности желудочного сока известны.
4. В чем состоит значение соляной кислоты желудочного сока?
5. Какие протеазы синтезируются в желудочных железах?
6. Каким образом происходит активация пепсиногенов?
7. До какой степени расщепляются белки под влиянием протеаз желудочного сока?

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами.

### **Лабораторные работы.**

1. Исследование амилалитической активности слюны.
2. Определение кислотности желудочного сока.
- 5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача №1.**

Перед едой большого количества мяса один испытуемый выпил стакан воды, второй - стакан сливок, третий стакан бульона. Как повлияет это на переваривание мяса?

#### **Эталон ответа.**

Вода непосредственно на переваривание не влияет. Но она разбавляет соляную кислоту, активирующую пепсин и способствует перевариванию белков. Сливки содержат жир, который тормозит

желудочную секрецию. Бульоны содержат экстрактивные вещества, стимулирующие желудочную секрецию. Таким образом, у первых двух испытуемых переваривание мяса замедляется, а у третьего - ускоряется. Однако, вода очень быстро поступает из желудка в кишечник, поэтому ее эффект будет незначительным.

#### **Задача №2.**

Одну собаку кормят хлебом, другую мясом. Будут ли состав и количество слюны у них одинаковы, если вес продуктов один и тот же?

#### **Эталон ответа.**

Нет, состав и количество слюны будут разными. На хлеб, как более сухой и грубый продукт, выделяется больше жидкой слюны, чем на мясо.

#### **Задача №3.**

Можно ли у собаки с неповрежденным пищеводом наблюдать в чистом виде первую фазу желудочной секреции?

#### **Эталон ответа.**

У такой собаки можно наблюдать только условно-рефлекторный компонент первой фазы желудочного сокоотделения ( при виде и запахе пищи ). После попадания в полость рта пища проглатывается и начинается вторая фаза.

#### **Задача №4.**

Двум собакам внутривенно введена кровь от других собак. У первой начал отделяться желудочный сок, у второй - нет. В каком состоянии находились собаки-доноры перед взятием у них крови?

#### **Эталон ответа.**

Собака донор, от которой кровь вводилась первой собаке, была накормлена: и в этой крови присутствовали пищеварительные



гормоны (гастрин и др.), вызывавшие секрецию. Вторая собака донор была голодной.

**Задача №5.**

Помещенные в желудочный сок альбумины и глобулины женского молока не расщепились. Какому возрасту ребенка соответствует данный желудочный сок, с чем связано это явление и какое оно имеет значение для организма ребенка?

**Эталон ответа.**

Пепсин желудочного сока новорожденных детей не действует на альбумины и глобулины. Поэтому они в целом виде могут всасываться из молока матери и обеспечивают иммунитет ребенка грудного возраста к различным инфекциям.

**Задача №6.**

При мнимом кормлении собаки измеряли количество выделяющегося желудочного сока. Затем была удалена пилорическая часть желудка. Как изменится секреция при повторении опыта с мнимым кормлением?

**Эталон ответа.**

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 уменьшится.

**Задача №7.**

В двух пробирках находится желудочный сок, смешанный с грудным молоком. В первой пробирке расщепилось 25% жиров молока, во второй - значительно меньше. В какой пробирке содержится

желудочный сок ребенка? Какой фермент осуществляет данный гидролиз и чем он активируется?

**Эталон ответа.**

В первой пробирке содержится желудочный сок грудного ребенка, который содержит фермент липокиназу, активирующую липазу грудного молока. У детей старшего возраста и взрослых липокиназы в желудочном соке нет и жиров в желудочном соке расщепляется мало.

**Задача №8.**

Какие из перечисленных ниже раздражителей желудочной секреции, применяемых при фракционном желудочном зондировании, являются наиболее физиологичными?

Алкогольный завтрак, кофеиновая проба, гистаминовая проба, капустный отвар.

**Эталон ответа.**

Капустный отвар.

**Задача №9.**

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 свежесвыстиранный халат. Результаты подтвердились, и Павлов согласился с ними. В чем состояли его первоначальные возражения?

**Эталон ответа.**

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.

**Задача №10.**

В пилорической части желудка соляная кислота не выделяется, т.к. здесь отсутствуют обкладочные клетки. В чем физиологический смысл этой особенности?

**Эталон ответа.**

Сущность процессов, происходящих в пилорической части - выделение гастрина, оказывающего мощное влияние на желудочную секрецию, и пропорциональный переход химуса в 12 перстную кишку. На оба эти процесса оказывает влияние соляная кислота, которая поступает вместе с пищевыми массами. Если бы соляная кислота выделялась непосредственно в пилорической части (до поступления в нее пищи) это нарушило бы протекание указанных регуляторных процессов.

**Задача №11.**

Почему жевание даже несъедобных предметов может подавить чувство голода? Аналогичный эффект может наблюдаться при наполнении желудка большим количеством плохо усвояемой пищи. Объясните механизм этих явлений.

**Эталон ответа.**

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 пищедобывательная деятельность.

## **ЗАНЯТИЕ №2.**

### **ТЕМА: ПЕЧЕНЬ И ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационное мероприятие - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством :

- разбора материала в устной форме (при наличии вопросов, возникающих после подготовки к занятию);

- с использованием электронного учебника - 30 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практической работы - 20 мин.

б) запись протоколов исследования - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем и решением ситуационных задач - 15 мин.

б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 10 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

1. Роль и функции печени в пищеварении.

2. Регуляцию секреции и выделения желчи.

3. Функциональную роль поджелудочной железы в системе пищеварения.

4. Механизм регуляции секреции и выделения сока поджелудочной железы.

### **УМЕТЬ:**

1. Проводить исследование пищеварительной роли желчи.
2. Анализировать часовые кривые выделения поджелудочного сока на мясо, хлеб и молоко.
3. Анализировать часовые кривые желчевыделения на мясо, хлеб и молоко.

### **4. Методика проведения занятия.**

#### 1. Подготовительный этап занятия.

На этом этапе занятия преподаватель должен четко сформулировать цели и задачи студентам, объяснить, что пищеварение в двенадцатиперстной кишке в комплексе с поджелудочной железой, печенью и ее желчевыводящим аппаратом занимает особое место в регуляции функции пищеварения. Является центральным узлом регуляции секреторной моторной и эвакуаторной деятельности ЖКТ. Остановиться на работах, проведенных на кафедре физиологии по изучению функции желчи и поджелудочной железы, вкладе в развитие этого направления проф. Ларина.

В ходе разбора теоретического материала следует особо остановиться на следующих положениях:

Поджелудочная железа:

- Наряду с экзокринной функцией поджелудочная железа выполняет также эндокринную.
- Характеризуя состав и свойства сока поджелудочной железы подчеркнуть, что его рН имеет щелочную реакцию, а величина и объем секреции меняются в зависимости от количества и качества пищи. Для панкреатического сока характерно высокое содержание бикарбонатов (оно может превышать в 5 раз их содержание в плазме). Бикарбонаты обеспечивают нейтрализацию кислого химуса желудка и

создают оптимальную щелочную среду для действия панкреатических ферментов.

- Панкреатический сок содержит ферменты, необходимые для гидролиза всех видов питательных веществ. Протеолитические ферменты выделяются в неактивной форме, что предохраняет от поджелудочную железу от самопереваривания, и этому способствуют также ингибиторы панкреатических ферментов. Последние делятся на 4 группы:

- 1) простые органические вещества,
- 2) вещества, присутствующие в пище,
- 3) ингибиторы, синтезирующиеся поджелудочной железой,
- 4) вещества, содержащиеся в сыворотке крови.

- Активация протеолитических ферментов поджелудочной железы происходит под действием трипсина, который в свою очередь активируется энтерокиназой 12-перстной кишки. Механизм активации трипсиногена был открыт Н.П. Шеповальниковым в 1899 году в лаборатории И.П. Павлова. Ферменты поджелудочной железы осуществляют не только полостной, но и мембранный гидролиз, адсорбируясь на гликокаликсе энтероцитов.

Рассмотреть фазы регуляции панкреатической секреции:

- а) сложнорефлекторная фаза;
- б) желудочная фаза;
- в) кишечная фаза. Роль кишечных гормонов и их эффекты.

Обратить внимание на возрастание в регуляции роли местных механизмов.

Печень является самой крупной пищеварительной железой организма, характеризующаяся многообразными метаболическими и неметаболическими функциями, что ставит ее в особое положение в

системе органов пищеварения. При разборе методов исследования печени в разделе экспериментальных методик особо остановиться на фракционном анализе желчи (метод Ларина).

Главным секретом печени является желчь. Характеризуя состав желчи подробно остановиться на механизме образования и функции желчных кислот. Рассмотреть:

- роль процесса печеночно-кишечного кругооборота и образования вторичных желчных кислот
- природу происхождения желчных пигментов, характеристику и значение в диагностике определения концентрации прямого (связанного) и непрямого (несвязанного) билирубина.
- пути поступления холестерина и его выведения, важность этого процесса в возникновении атеросклероза и желчекаменной болезни.
- характеристику печеночной и пузырной желчи, роль слизистой желчного пузыря в механизме концентрации желчи.
- регуляцию желчеобразования (холереза).

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы и проводят обсуждение полученных результатов.

Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с ходом проведения исследований по методическому пособию и обращает их внимание на следующие моменты:

- Соотношение в пробирках желчи с водой и с растительным маслом должно быть одинаковым - 10:1.
- Для образования стойкая эмульсии с желчью, необходимо энергичное встряхивание пробирок не менее 5 минут.
- Для успешной фильтрации предварительно смочить фильтровальную бумагу, чтобы она лучше прилипла к стенкам

стеклянных воронок.

- Перед тем, как вылить содержимое пробирок для фильтрации, пробирки снова энергично встряхивают.
- Обратить внимание на время фильтрации в первой и второй пробирках.

При обсуждении полученных результатов необходимо акцентировать внимание студентов на следующих вопросах:

1. Какие основные функции осуществляются печенью?
2. Желчь и ее значение в пищеварении и гомеостазе.
3. Какие основные компоненты входят в состав желчи человека?
4. Какие известны механизмы желчеотделения и желчевыделения?
5. Клинические и экспериментальные методы исследования печени.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами.

- Демонстрируется учебный видеофильм.

### **Лабораторные работы.**

Исследование пищеварительной роли желчи.

### **5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача №1.**

Какое значение для функции желчи имеет конъюгация холевой и хенодезоксихолевой кислот с глицином и таурином?

#### **Эталон ответа.**

Эта связь повышает их резистентность к низкому рН среды.



### **Задача №2.**

Какое значение для печени имеет кишечно-печеночная циркуляция желчных кислот?

#### **Эталон ответа.**

В результате этой циркуляции в гепатоциты из тонкого кишечника обратно поступает 80-85% желчных кислот, которые вновь включаются в механизм желчеобразования. Кроме этого это позволяет поддерживать пул желчных кислот на относительно низком уровне, т.к. многократная циркуляция покрывает дефицит желчных кислот при пищеварении.

### **Задача №3.**

От чего зависит интенсивность кишечно-печеночной циркуляции?

#### **Эталон ответа.**

Частота, с которой пул желчных кислот совершает полный цикл, зависит от пищевого режима и составляет от 4 до 12 циклов в сутки.

### **Задача №4.**

Каковы механизмы реабсорбции желчных кислот?

#### **Эталон ответа.**

В результате расщепления конъюгатов желчных кислот и гидроксилирования последних кишечными бактериями, повышается их растворимость в липидах и облегчается пассивная диффузия. Таким путем всасывается около 50% желчных кислот. Активное всасывание происходит только в концевом отделе подвздошной кишки. Таким образом, всасываются желчные кислоты, которые обладают большой полярностью, например конъюгаты с таурином.

### **Задача №5.**

Что произойдет с солями желчных кислот в кислой среде ( $pH < 4,0$ )?

#### **Эталон ответа.**

В кислой среде соли желчных кислот нерастворимы и выпадают в осадок.

**Задача №6.**

Почему у травоядных животных желчь зеленого цвета, а у плотоядных -желтого?

**Эталон ответа.**

У травоядных в желчи присутствует преимущественно биливердин, имеющий зеленый цвет. У плотоядных под действием фермента биливердин-редуктазы биливердин превращается в билирубин - пигмент красно-коричневого цвета, который придает золотисто-желтую окраску.

**Задача №8.**

Чем по своим свойствам отличается прямой билирубин от непрямого?

**Эталон ответа.**

Связанный билирубин, в отличие от непрямого, теряет свои токсические свойства, присущие водорастворимому (непрямому) билирубину.

**Задача №9.**

О чем говорит возрастание концентрации непрямого билирубина в крови?

**Эталон ответа.**

Это может происходить за счет интенсивного гемолиза эритроцитов. В этом случае печень не успевает связывать билирубин и возрастает концентрация непрямого билирубина.

**Задача №10.**

О чем говорит возрастание концентрации прямого билирубина в крови?

**Эталон ответа.**

Возрастание прямого билирубина в крови может происходить при обтурационных желтухах, когда печень успевает связывать билирубин, но желчь не может выйти из желчных протоков или попадает в кровь из поврежденных гепатоцитов.

**Задача №11.**

О чем говорит отсутствие уробилиногена в моче, светлый цвет кала и желтушность?

**Эталон ответа.**

Это указывает на полную закупорку желчного пузыря, в этой ситуации билирубин не поступает в кишечник и уробилиноген не образуется.

**Задача №12.**

Какие факторы способствуют образованию желчных камней?

**Эталон ответа.**

Если возрастает концентрация холестерина, либо становится ниже критического уровня концентрация желчных кислот или лецитина, холестерол выпадает в осадок, с образованием холестероловых желчных камней. К числу факторов вызывающих повышение содержания холестерина относятся эстрогены, углеводная диета, избыточный вес и факторы снижающие концентрацию желчных кислот.

**Задача №13.**

Можно ли удалить желчные камни без оперативного вмешательства?

**Эталон ответа.**

Для растворения холестероловых камней бывает достаточно приема желчных кислот. Больше всего для этого подходят хенодезоксихолевая и уродезоксихолевая, т.к. они не вызывают поноса.

**Задача №14.**

Могут ли образовываться желчные камни, если обмен холестерина и его уровень в организме в норме?

**Эталон ответа.**

Около 10% желчных камней образуется из билирубин-кислого кальция. Это происходит, когда нерастворимый билирубинат кальция высвобождается из комплекса с растворимым глюкуронидом билирубина. Например, под действием бактериальной глюкуронидазы.

**Задача №15.**

Почему жирная пища может вызвать приступы печеночной колики у больных с патологией печени?

**Эталон ответа.**

Жиры являются мощными стимуляторами желчевыделения и ее секреции. При этом повышается давление в желчевыводящих путях и желчные камни раздражая слизистую и препятствуя выходу желчи, вызывают приступы печеночной колики.

**Задача №16.**

О чем может свидетельствовать кал серовато-белого цвета, с большим количеством жирных кислот и нейтрального жира?

**Эталон ответа.**

Такой кал свидетельствует о том, что в кишечник не поступает желчь и нарушено усвоение жиров?

**Задача №17.**

Зависит ли состав сока поджелудочной железы от количества пищи и качества пищи?

**Эталон ответа.**

Одна из функций панкреатического сока - нейтрализация кислого содержимого 12 перстная кишка Чем выше кислотность вышедшего из желудка химуса, тем выше продукция панкреатического сока и выше содержание в нем бикарбонатов.

Относительное содержание разных ферментов в поджелудочном соке может изменяться в зависимости от характера принимаемой пищи. При приеме пищи, богатой жирами, в поджелудочной железе увеличивается количество липаз. При приеме белковой - протеаз и т.д.

#### **Задача №18.**

Откуда берутся бикарбонат-ионы в соке поджелудочной железы?

#### **Эталон ответа.**

Бикарбонат-ионы секретируются эпителиальными клетками выводных протоков поджелудочной железы. Образование их осуществляется благодаря диссоциации угольной кислоты, образование которой катализируется карбоангидразой. Бикарбонат проходит через апикальную мембрану в просвет протока поджелудочной железы.

#### **Задача №19.**

На какие группы по механизму гидролиза делятся протеолитические ферменты поджелудочной железы?

#### **Эталон ответа.**

На 2 группы: эндопептидазы и экзопептидазы. Первые гидролизуют пептидные связи внутри белков. Вторые - концевые пептидные связи.

#### **Задача №20.**

Какие защитные механизмы имеются в ацинусах для предохранения клеток от аутолиза?

#### **Эталон ответа.**

Протеолитические ферменты накапливаются в ацинусах в неактивной форме, одновременно в клетках секретуруется ингибитор трипсина, и накапливается в цитоплазме железистых клеток, окружая гранулы трипсиногена.

### **ЗАНЯТИЕ №3.**

#### **ТЕМА: ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОНКОМ И ТОЛСТОМ КИШЕЧНИКЕ.**

##### **1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

##### **2. План организации занятия.**

###### 1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационное мероприятие - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством :
  - разбора материала в устной форме (при наличии вопросов, возникающих после подготовки к занятию);
  - с использованием электронного учебника - 30 мин.

###### 2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практических работ с помощью виртуального практикума - 20 мин.
- б) запись протоколов исследования - 10 мин.

###### 3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем и решением ситуационных задач - 15 мин.
- б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 10 мин.

##### **3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

1. Механизм и значение пищеварения в двенадцатиперстной кишке.
2. Пищеварение в тонком кишечнике и механизмы всасывания.
3. Энтеральный гомеостаз.
4. Пищеварение в толстом кишечнике. Роль микрофлоры.

### **УМЕТЬ:**

Рисовать схемы регуляции пищеварения в тонком кишечнике

## **4. Методика проведения занятия.**

### 1. Подготовительный этап занятия.

На этом этапе занятия преподаватель должен четко сформулировать цели и задачи студентам, объяснить, что пищеварение в двенадцатиперстной кишке в комплексе с поджелудочной железой, печенью и ее желчевыводящим аппаратом занимает особое место в регуляции функции пищеварения. Является центральным узлом регуляции секреторной моторной и эвакуаторной деятельности ЖКТ. В ходе разбора теоретического материала следует особо остановиться на следующих положениях:

- 12-перстная кишка - основной пищеварительный отдел ЖКТ, где кислое содержимое желудка нейтрализуется. Она является основным звеном гуморальной регуляции, где вырабатываются биологически активные вещества, регулирующие процессы секреции и моторики в желудке, поджелудочной железе и печени. В ней вырабатываются регуляторы всасывания. Здесь выявлены функциональные сфинктеры, принимающие участие в эвакуации содержимого из желудка. Существует мнение, что в нисходящей части 12-перстной кишки существует феномен «взбивания коктейля», обеспечивающий смешивание содержимого кишки с желчью, панкреатическим соком и дуоденальным секретом.

- При разборе функций тонкого кишечника обратить внимание на снижение общего количества ворсинок от 12-перстной кишки к подвздошной, что объясняется снижением интенсивности процессов пищеварения и всасывания в этом направлении.

Участие ферментов кишечного сока в пристеночном пищеварении обуславливает их большую специфичность и разнообразие (более 20 видов). Выделение сока кардинально отличается от секреции другими пищеварительными железами, так как связано с гибелью клеток. В 12-перстной кишке эпителий обновляется за 63 часа, в подвздошной - за 52 часа.

Пищеварение в тонком кишечнике является трехзвеневой системой: полостное, мембранное, всасывание и внутриклеточное пищеварение. В полостном пищеварении задействованы в основном ферменты поджелудочной железы. В мембранном - выделяют 2 подзоны: гликокаликс (60%-поджелудочной железы, 40%-кишечных ферментов) и мембрана энтероцитов (ферменты собственно энтероцитов). Идея мембранного пищеварения была высказана Уголевым А.М. в 1963г.

В регуляции секреции кишечного сока ведущую роль играют гуморальные влияния и местные рефлекторные механизмы.

- Общая площадь всасывания - 200 квадратных метров. Важное значение для всасывания играет сокращение ворсинок и организация их микроциркуляции, а также большой размер фенестр (45-67 нм).

Особенности всасывания в различных отделах ЖКТ:

а) Ротовая полость - всасывание подробно рассматривается в разделе «физиология челюстно-лицевой области» (относительно других отделов ЖКТ всасывание незначительное вследствие кратковременного нахождения пищи в ротовой полости);



б) желудок - всасывается вода, простые органические вещества (глюкоза, этиловый спирт);

в) тонкий кишечник - основное место всасывания;

г) толстая кишка - основное место всасывания воды и электролитов;

Регуляция всасывания осуществляется:

а) изменением интенсивности кровотока;

б) количества синтезируемых транспортеров;

в) сократительной активности ворсинок.

Механизмы всасывания питательных веществ:

1) Всасывание углеводов. Механизм транспорта. Нервная и гуморальная регуляция.

2) Всасывание белков. Транспортные системы:

а) натрий-котранспортный механизм;

б) системы переноса с помощью транспортеров:

1. нейтральных аминокислот

2. основных аминокислот

3. дикарбоновых аминокислот

4. иминокислот

3) Всасывание жиров. Особенности транспорта. Нервная и гуморальная регуляция.

- Особенностью секрета толстого кишечника является гораздо меньшее содержание ферментов, по сравнению с тонким кишечником. Это связано с гораздо меньшей пищеварительной активностью. Однако, если возникают нарушения в предшествующих отделах ЖКТ, толстый кишечник их компенсирует.

В норме секреция сокоотделения осуществляется местными механизмами. Вне механического раздражения сок выделяется в незначительном количестве. Прием богатой волокнами пищи

действует подобно слабительным средствам. В целом стимуляторы секреции разделяют на физические, химические, эндогенные и экзогенные.

За счет бактериальных ферментов в толстом кишечнике образуются летучие жирные кислоты, которые хорошо всасываются, другую группу конечных продуктов составляют газы: водород, углекислый газ и метан.

Полагают, что слизь защищает кишечник от колонизации патогенными бактериями и действия их токсинов. Предполагается также, что слизь растворившаяся при протеолизе в верхних отделах пищеварительного тракта, полностью разрушается в толстой кишке, обеспечивая тем самым питательную среду для бактерий.

Значение кишечной микрофлоры в жизнедеятельности макроорганизма определяется участием ее в осуществлении защитной функции, инактивации тонкокишечных ферментов, расщеплении компонентов пищеварительных секретов, синтезе витаминов и других биологических веществ. Она участвует в реализации фермент - продуцирующих функций, в обмене белков, фосфолипидов, жирных кислот и холестерина.

Защитная функция - состоит в том, что кишечная микрофлора в организме хозяина действует как постоянный стимул, обуславливающий выработку естественного иммунитета. Присутствующие в кишечнике представители нормальной микрофлоры обладают выраженной антагонистической активностью по отношению к патогенным микробам и предохраняют организм хозяина от их внедрения и размножения.

Метаболическая активность кишечной флоры может регулировать моторную функцию толстого кишечника. Так как

благодаря микрофлоре происходит образование из первичных желчных кислот - вторичных, а первичные желчные кислоты обладают гораздо более высокой способностью усиливать моторику толстой кишки, это имеет значение для регуляции моторной функции кишечника в норме и патологии.

Учение о гомеостазе было заложено К. Бернаром и У.Кеноном. Но конкретные механизмы в преломлении к системе пищеварения были открыты и сформулированы представителями русской школы физиологии: Е.С. Лондон, В.П. Разенков, В.Н.Болдырев, Г.Н. Шлыгин, Ю.М. Гальперин. Согласно этой концепции энтеральная среда находится в состоянии постоянного обмена питательными веществами с внутренней средой. Эндогенные продукты, содержащиеся в химусе, составляют не менее половины экзогенной составляющей. Кругооборот эндогенных веществ является наиболее экономным способом обеспечения метаболических процессов, так как позволяет осуществить их реализацию в условиях ограниченного синтеза рециркулирующих незаменимых веществ. Благодаря активной рециркуляции стабильный уровень концентрации ингредиентов химуса, приближающийся к концентрации тех же веществ в крови, устанавливается при относительно малом (по сравнению с химусом) содержании этих веществ в рационе.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы и проводят обсуждение полученных результатов.

При обсуждении полученных результатов необходимо акцентировать внимание студентов на следующих вопросах:

1. Особенности пищеварения в 12 перстной кишке и тонком кишечнике в целом.

2. Механизмы всасывания и особенности всасывания в разных отделах ЖКТ.

3. Общие принципы регуляции всасывания.

4. Роль желудочно-кишечного тракта в поддержании гомеостаза.

3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами.

- Демонстрируется учебный видеофильм.

**5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

**Задача №1.**

Чем объясняется золотисто-желтый цвет кала, возникающий при продолжительном приеме внутрь антибиотиков?

**Эталон ответа.**

Присутствием неизменного билирубина вследствие подавления антибиотиками кишечной флоры, превращающей его в стеркобилин.

**Задача №2.**

У больного, страдающего заболеванием желудка, при колопроктологическом исследовании обнаружено: количество кала больше нормы, цвет светло-коричневый, реакция щелочная, при микроскопировании видно значительное количество слабо переваренных мышечных волокон, отдельные соединительно-тканые волокна, небольшое количество крахмальных зерен. При каком состоянии кислотности желудка может наблюдаться подобная картина?

**Эталон ответа.**

При резком снижении кислотности и нарушении переваривания пищи в желудке

**Задача №3.**

Какие особенности строения слизистой тонкой кишки способствуют ее функции всасывания?

**Эталон ответа.**

Слизистая тонкого кишечника имеет складки, ворсинки и крипты, благодаря чему увеличивается всасывающая поверхность.

**Задача №4.**

По какому типу происходит выделение секрета в тонком кишечнике.

**Эталон ответа.**

По голокриновому.

**Задача №5.**

Какова интенсивность обновления эпителия в тонком кишечнике?

**Эталон ответа.**

За сутки у человека отторгается около 250 г. эпителиоцитов.

**Задача №6.**

Какова площадь всасывания в тонком кишечнике?

**Эталон ответа.**

За счет складок, ворсинок и микроворсинок площадь всасывания достигает 200 квадратных метров.

**Задача №7.**

Какие механизмы регуляции секреции кишечного сока являются ведущими в током кишечнике?

**Эталон ответа.**

Преобладающими механизмами регуляции являются местные.

**Задача №8.**

Каким образом происходит всасывание в кишечнике глюкозы?

**Эталон ответа.**

По механизму облегченной диффузии, с участием натрий-котранспортера.

**Задача №9.**

Какой механизм реабсорбции воды является ведущим в тонком кишечнике?

**Эталон ответа.**

Вода реабсорбируется путем осмоса, до 8 л/сутки.

**Задача №10.**

Может ли жирная пища быть причиной диареи?

**Эталон ответа.**

Трудно усвояемые жирные кислоты могут расщепляться бактериальными липазами толстого кишечника и подвергаться гидроксигированию и вызывать диарею, подобно рицитиновой кислоте - активному компоненту касторового масла.

**Задача №11.**

О чем говорят факты взрывов при операциях на толстом кишечнике?

**Эталон ответа.**

При нарушении пищеварительной функции толстого кишечника, в нем может скапливаться большое количество метана. При контакте во время операции газа с электрическим хирургическим ножом может произойти взрыв. Для избежания подобных инцидентов необходимо правильно готовить больного к операции, предварительно очищая его кишечник.

**Задача №12.**

Есть количественные различия в содержании микроорганизмов в химусе тонкого и толстого кишечника?

**Эталон ответа.**

Да. В химусе тонкого кишечника -  $10^6$  на 1 мл содержимого, а в толстом кишечнике -  $10^{12}$  на 1г кала.

**Задача №13.**

Какой вид бактерий преобладает в толстом кишечнике?

**Эталон ответа.**

Основным видом кишечной микрофлоры в толстом кишечнике являются бифидобактерии и бактероиды.

**Задача №14.**

Какие виды витаминов продуцирует микрофлора толстого кишечника?

**Эталон ответа.**

Витамины групп Е, К и В.

**Задача №15.**

Что всасывается в толстой кишке в наибольшем количестве?

**Эталон ответа.**

В наибольшем количестве здесь всасывается вода (5-6 литров/сут.) и NaCl - до 1000 Мм/сут.

**ЗАНЯТИЕ №4.**

**ТЕМА: РЕГУЛЯЦИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ И МОТОРНАЯ ФУНКЦИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1.Подготовительный этап занятия:

а) организационное мероприятие - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством разбора материала в устной форме - 30 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практической работы - 20 мин.

б) запись протоколов исследования 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 15 мин.

б) проверка и коррекция, протоколов, задание на следующее занятие - 10 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

1. Методы исследования моторной функции ЖКТ.
2. Виды моторики ЖКТ и ее особенности в разных отделах пищеварительного тракта.
3. Функции моторной деятельности ЖКТ.
4. Регуляция моторной деятельности пищеварительного тракта.
5. Механизм глотания.
6. Функции сфинктерного аппарата ЖКТ и его роль в пищеварении.
7. Сущность пищеварения и его виды.
8. Строения пищеварительного центра, механизм голода и насыщения.
9. Природу и сущность периодической деятельности ЖКТ.

**УМЕТЬ:**

Проводить запись регистрация сокращений изолированного отрезка тонкого кишечника.

**4. Методика проведения занятия.**

1. Подготовительный этап.



В начале занятия преподаватель формулирует цели и задачи, которые студент должен выполнить в течение занятия. Написать на доске тему и цель занятия.

Особо отметить заслуги проф. В.Д. Суходоло, фундаментальные исследования, которого в области регуляции слюноотделения позволили окончательно сформулировать учение о периодической деятельности пищеварения.

Объяснить, что морфофункциональная организация пищеварительного тракта благодаря сфинктерному аппарату разделяется на отдельные участки, характеризующиеся соответствующими свойствами: рН, ферментным набором, микрофлорой и т.д., что обеспечивает специфику пищеварения данного участка ЖКТ. Обеспечиваемое благодаря моторной деятельности ЖКТ перемешивание и продвижение химуса создает необходимые условия для эффективного всасывания пищевых веществ. Нарушение регуляции моторной деятельности приводит к дискинезиям и атонии кишечника.

В основе моторной деятельности ЖКТ лежит способность гладкомышечных клеток (ГМК) пищеварительного тракта к автоматии. В свою очередь активность ГМК определяется модулирующими влияниями метасимпатической нервной системы и АПУД-системой, регуляторный контроль со стороны которых играет в ЖКТ особенно важную роль. Проблеме изучения свойств гладких мышц и регуляции их биологически активными веществами посвящено одно из направлений в изучении функции пищеварения кафедрой физиологии - электрофизиология гладких мышц. Фундаментальные исследования в этой области позволили получить новые данные о специфике регуляции различных отделов ЖКТ. В

этом научном направлении широко используются современные методы исследования, охватывающие разные уровни регуляции гладких мышц: электрогастрография, электромиография, метод «двойного сахарозного мостика», механография химически скинированных гладких мышц.

В ходе устного разбора материала особо следует остановиться на следующих моментах:

- Моторная функция пищевода. Последовательность перистальтических движений и скорость их распространения. Участие продолговатого мозга и блуждающего нерва в сократительной реакции.
- Моторная функция желудка. Особенности моторики разных отделов желудка. Виды сокращений. Эффекты симпатической и парасимпатической систем. Местные рефлексy. Влияние АПУД-системы на сократительную активность.
- Виды моторики тонкого кишечника. Функции. Регуляторные влияния вегетативной нервной системы. Эффекты АПУД-системы. Местные рефлексy: активирующие и тормозные. Свойства гладких мышц ЖКТ.
- Моторная функция толстого кишечника. Виды моторики. Влияние парасимпатического и симпатического отделов нервной системы. Местная регуляция. Влияние АПУД-системы. Акт дефекации.
- Характеристика сфинктерного аппарата ЖКТ. Функции. Строение сфинктеров и его рефлексогенных зон. Регуляция работы сфинктеров. Рефлюкс.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы и проводят обсуждение полученных результатов.

Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с ходом проведения исследований по методическому пособию и обращает их внимание на основные моменты:

- а) Регистрация сокращений изолированного отрезка тонкого кишечника
- б) объясняется методика анестезии животного, проводится собеседование со студентами о гуманном отношении к животным.
- в) студенты формируют экспериментальную группу, распределяют между собой обязанности (ответственный за эксперимент, ассистент, анестезиолог, ведущий протокол эксперимента).
- г) объясняется назначение используемых инструментов, материалов и приборов.
- д) на доске пишется схема эксперимента и объясняются требования, которые необходимо выполнять при проведении опыта.

В отчетах студенты должны зарисовать ЭГГ, занести результаты расчетов и сделать выводы, к какому типу (нормо-, гипер- или гипокинетическому) относится анализируемая электрогастрограмма. Разобрать методику регистрации сокращений изолированного отрезка тонкого кишечника по С. Магнусу. Изучить влияние ионов калия, кальция, норадреналина и ацетилхолина на моторную функцию отрезка кишки и сделать выводы о влиянии изучаемых веществ на сократительную активность тонкого кишечника. Разобрать особенности моторики тонкого кишечника, зарисовывают соответствующие механограммы сокращений.

При обсуждении полученных результатов необходимо акцентировать внимание студентов на следующих вопросах:

1. Какие неинвазивные методы исследования желудка известны и что они характеризуют?

2. С каким средним ритмом сокращается мускулатура желудка у человека?
3. Какая средняя амплитуда ЭГГ выявляется у здоровых лиц с нормокинетическим типом сокращения?
4. Какие различают виды сокращений мускулатуры желудка и кишечника?
5. Как влияют на моторику желудка и кишечника разные отделы вегетативной нервной системы?
6. Какие гуморальные вещества стимулируют моторную функцию кишечника?
7. Какие гуморальные агенты оказывают тормозящее воздействие на движения тонкого кишечника?

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами.

- Демонстрируется учебный видеофильм.

### **Лабораторные работы.**

Регистрация сокращений изолированного отрезка тонкого кишечника. Влияние ионов калия, кальция, норадреналина и ацетилхолина на моторную функцию отрезка кишки.

### **5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача №1.**

Какими видами мышц образованы сфинктеры ЖКТ?

**Эталон ответа.**

Большинство сфинктеров образовано гладкими мышцами, поперечно-полосатыми мышцами представлены только круговая мышца рта, сфинктер протока околоушной железы, наружный анальный сфинктер.

#### **Задача №2.**

Какие виды сфинктеров присутствуют в ЖКТ?

#### **Эталон ответа.**

Анатомические и функциональные. Функциональные в отличие от анатомических характеризуются непостоянством и выявляются лишь при специальных методах исследования (например, бульбодуоденальный).

#### **Задача №3.**

Что является функциональной основой вспомогательного аппарата сфинктеров ЖКТ?

#### **Эталон ответа.**

Роль вспомогательных элементов сфинктеров выполняют складки слизистой оболочки, подслизистые вены. Последние располагаются выше сфинктеров, формируя венозные сплетения большой емкости, которые являются своеобразными "подушками" при открытии и закрытии сфинктера.

#### **Задача №4.**

Какое количество сфинктеров имеется в ЖКТ и какие функции они выполняют?

#### **Эталон ответа.**

В ЖКТ насчитывается около 35 сфинктеров. Благодаря им весь пищеварительный тракт делится на отдельные функциональные отделы, характеризующиеся соответствующими физико-химическими и биохимическими свойствами, внутриполостным давлением,

микрофлорой и т.д. Сфинктерный аппарат способствует поступательному движению химуса и препятствует рефлюксу.

**Задача №5.**

Как осуществляется регуляция тонуса сфинктеров ЖКТ?

**Эталон ответа.**

Тонус сфинктеров имеет миогенное происхождение. Выше и ниже расположения каждого сфинктера имеются рецептивные поля или зоны. Если возбуждается рецептивная зона ниже сфинктера - тонус возрастает. Снижение тонуса сфинктера происходит либо при возбуждении выше расположенной зоны, либо это может быть вызвано физиологически активными веществами.

**Задача №6.**

Какое значение для организма имеет периодическая деятельность ЖКТ?

**Эталон ответа.**

В результате периодической деятельности пищеварительного аппарата поддерживается трофический гомеостаз человека, происходит удовлетворение потребностей организма в питательных веществах. Кроме того, периодическая деятельность ЖКТ помогает выведению из крови экскретов и нормальному поддержанию состояния слизистой оболочки и бактериальной флоры кишечника.

**Задача №7.**

От чего зависит скорость опорожнения желудка?

**Эталон ответа.**

Скорость перехода химуса в 12 перстная кишка определяется консистенцией содержимого желудка, химическим составом, осмотическим давлением и степенью наполнения 12 перстная кишка  
Первостепенное значение имеет раздражение механорецепторов

желудка и 12 перстная кишка Раздражение первых ускоряет эвакуацию, вторых - замедляет.

**Задача №8.**

Какое влияние на моторную активность желудка оказывают эмоции?

**Эталон ответа.**

Возбуждение симпатического отдела снижает ритм и силу сокращений желудка, тормозит скорость распространения перистальтических волн.

**Задача №9.**

Какое влияние на моторную активность желудка окажет введение в 12 перстная кишка кислого раствора?

**Эталон ответа.**

Это вызывает замедление эвакуации химуса из желудка в 12 перстную кишку, так как приведет к увеличению образования секретина и холецистокинина, оказывающих ингибирующее действие на моторную активность желудка.

**Задача №10.**

Почему грубая пища повышает моторную активность кишечника?

**Эталон ответа.**

Раздражение механорецепторов трудно перевариваемыми растительными волокнами вызывает усиление перистальтики кишечника и ускорение прохождения химуса по ЖКТ.

**Задача №11.**

Почему при страхе может иметь место непроизвольная дефекация?

**Эталон ответа.**

Сильная активация симпатической нервной системы при страхе вызывает торможение антиперистальтики толстого кишечника, что в

свою очередь приводит к нарушению всасывания воды и может вызывать диарею.

**Задача №12.**

Почему при остановке дыхания возможна непроизвольная дефекация?

**Эталон ответа.**

Это связано с близостью расположения в продолговатом мозге дыхательного центра и центра дефекации. При угнетении дыхания рефлекторно тормозится центр дефекации.

**Задача №13.**

Что произойдет с моторикой толстого кишечника при прохождении химуса по 12 перстной кишке?

**Эталон ответа.**

Вследствие рефлекторного влияния опосредованного метасимпатической системой ЖКТ произойдет возбуждение моторной деятельности толстого кишечника.

**Задача №14.**

Почему после операций на сердце и перенесения инфарктов миокарда больным дают подсолнечное масло?

**Эталон ответа.**

При акте дефекации вследствие близости расположения этого центра и сердечно сосудистого центра в продолговатом мозге, рефлекторно повышается давление и пульс. Подсолнечное масло оказывает слабительное действие, активируя сократительную функцию толстого кишечника.

**Задача №15.**

Почему при дисбактериозах нарушается моторика толстого кишечника?

**Эталон ответа.**



Метаболическая активность кишечной флоры регулирует моторную функцию толстого кишечника. В частности благодаря ее деятельности происходит образование из первичных желчных кислот - вторичных, которые в меньшей степени стимулируют секреторную функцию и моторную активность. Кроме того, при дисбактериозах образуются энтеротоксины, которые могут нарушать секреторную и моторную деятельность кишечника.

**Задача №16.**

В эксперименте производится болонографическая регистрация состояния желудка собаки. При мнимом кормлении отмечается снижение внутри желудочкового давления, торможение его сокращений. Реакция не воспроизводится после перерезки блуждающих нервов. Объясните результат.

**Эталон ответа.**

В опыте наблюдается воспринимающее расслабление желудка, реакция имеет рефлекторную природу. Рецептивное поле рефлекса: рецепторы ротовой полости и глотки.

**Задача №17.**

Поставлен хронический опыт на собаке, у которой разобщены фундальный и пилорический отделы желудка. Кормление собаки кусками мяса и хлеба вызывает в пилорическом отделе желудка более сильные сокращения, чем после кормления бульоном. Реакция сохраняется после перерезки блуждающего и чревных нервов, но порог раздражения увеличивается. Каков механизм реакции и какое значение она имеет в пищеварении?

**Эталон ответа.**

Наблюдаемая реакция является фундо-антральным моторным рефлексом. Рефлекторная дуга замыкается в ЦНС и солнечном

сплетении. За счет фундо-антрального рефлекса усиливается перемешивание и размельчение пищи в антральном отделе желудка и ее эвакуация в кишечник.

**Задача №18.**

В эксперименте на животных с хроническими фистулами кишечника и желудка установлено торможение сокращений желудка при механическом и химическом раздражении 12 перстная кишка, илеоцекальной области слепой кишки. Реакция ослабевает, но сохраняется при двусторонней перерезке блуждающего нерва. Каков механизм реакции?

**Эталон ответа.**

Торможение сокращений желудка при механическом и химическом раздражении слизистой на разных уровнях кишечной трубки может быть рефлекторным и гуморальным. В последнем случае торможение движений желудка может быть обусловлено действием энтерогастроны.

**Задача №19.**

Ребенок проглотил во время игры гайку, через сколько дней ее можно обнаружить?

**Эталон ответа.**

Обычно время продвижения химуса 2-3 суток, следовательно на 3-й день гайку можно обнаружить в кале ребенка.

**Задача №20.**

Почему при постановке клизмы в воду необходимо добавлять соль?

**Эталон ответа.**

Вода в прямой кишке хорошо всасывается слизистой кишечника, для того, чтобы этого не происходило и вода удерживалась в полости кишечника, в нее добавляют соль.

### **Задача №21.**

О чем свидетельствует большая продолжительность эвакуации химуса из толстого кишечника по сравнению с тонким?

#### **Эталон ответа.**

Это связано с тем, что моторика толстого кишечника является в основном непропульсивной.

## **ЗАНЯТИЕ 5.**

### **ТЕМА: ФИЗИОЛОГИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ, ЭНЕРГИИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ.**

#### **1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

#### **2. План и организация занятия:**

##### 1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством: разбора материала в устной форме (при наличии вопросов, возникших при подготовке к занятиям), или с использованием электронного учебника - 30мин.

##### 2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практической работы - 20 мин.
- в) запись протоколов исследования - 10 мин.

##### 3. Конечный этап занятия:

- а) контроль уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 15 мин.
- б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 10мин.

#### **3. Учебные цели занятия.**

##### **ЗНАТЬ:**

1. Обмен веществ, его значение для организма.
2. Роль обмена веществ в обеспечении пластических потребностей организма.
3. Роль обмена веществ в обеспечении энергетических потребностей организма.
4. Взаимосвязь обмена веществ и энергии или стратегия метаболизма - это генерация АТФ - универсальной энергетической валюты.
5. Виды обмена веществ и энергии, их регуляция.
6. Показатели энергообмена и методы их определения.
7. Физиологические нормы питания.
8. Механизмы терморегуляции.

#### **УМЕТЬ:**

1. Оценить уровень расхода энергии в организме мелких лабораторных животных методом полного газового анализа по способу В.В. Пашутина.
2. Вычислить должный основной обмен у человека по таблицам Гарриса и Бенедикта.
3. Определить уровень основного обмена у человека на основании данных газообмена.
4. Вычислить отклонения основного обмена от должного у человека по формуле Рида
5. Освоить правила составления пищевых рационов.
6. Актуальность раздела определяется увеличением заболеваний, связанных с нарушением обменных процессов.

#### **4. Методика проведения занятия:**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

Преподаватель формулирует цели и задачи того, что студенты должны знать и уметь по окончанию занятия. Объяснить студентам,

что этот раздел физиологии посвящен изучению обмена веществ и энергии между организмом и внешней средой, освоению методов расчета энергетического баланса организма - сколько энергии в калориях поступает, сколько тратится, и на какие цели. Рассматриваются также основы терморегуляции. Знание этого раздела требуется при определении калорийности пищевого рациона, суточной потребности организма в энергии при оценке степени тяжести работы, выполняемой в условиях производства. Следует обратить внимание студентов на то, что полученные знания будут необходимы при продолжении обучения на последующих теоретических и клинических кафедрах, а также на то, что современные научные исследования в области физиологии обмена веществ и энергии, терморегуляции во всем мире проводятся на организменном, системном, клеточном, мембранном или молекулярном уровнях и что без знания этого раздела невозможно объяснить, понять причины различных заболеваний и проводить необходимую терапию.

Основную часть подготовительного этапа занятия необходимо посвятить контролю исходного уровня знаний студентов путем разбора следующих положений:

1. Общая характеристика и задачи физиологии обмена веществ и энергии:

Понятие об энергетическом обмене, взаимосвязь обмена энергии между животным миром и окружающей средой;

Определение, характеристика и взаимосвязь процессов ассимиляции и диссимиляции;

Пластическая и энергетическая роль питательных веществ.

2. Теоретические положения биоэнергетики:

Характеристика основных положений термодинамики;

Первый и второй законы термодинамики.

3. Этапы высвобождения свободной энергии в организме:

Количество энергии высвобождаемой на каждом этапе;

Первичная и вторичная теплота.

4. Энергетический эквивалент пищи.

Энергетическая ценность углеводов, жиров и белков.

5. Методы оценки энергетических трат организма:

Прямая калориметрия;

Непрямая калориметрия (дыхательный коэффициент, его значение в исследовании обмена энергии):

Метод неполного газового анализа,

Метод полного газового анализа.

Исследование обмена энергии у грудных детей.

6. Основной обмен:

Характеристика стандартных условий. Средние значения для мужчин и женщин. Оценка функционального состояния по показаниям основного обмена;

Факторы, определяющие основной обмен, значение определения основного обмена для клиники;

Распределение суточного расхода энергии у взрослых и детей;

Должный основной обмен. Нормативы, учитываемые при его расчете;

Рабочая прибавка. Её величина для разных видов труда;

Специфическое динамическое действие пищи и его механизм;

Общий обмен. Классификация видов трудовой деятельности по энерготратам.

7. Физиологические нормы питания в зависимости от возраста и состояния организма.

8. Обмен углеводов. Их функция. Суточная потребность. Депо углеводов. Нормальное содержание углеводов в крови. Гипогликемия. Гипергликемия. Функция системы регуляции.

9. Обмен жиров. Выполняемые функции (энергетические, пластические, предшественники стероидных гормонов, простагландинов, желчных кислот, витаминов Е, Д и т.д.). Депо жиров. Потребность в растительных и животных жирах. Транспорт жиров в организме. Функциональная система регуляции жиров в организме. Суточная норма потребления.

10. Обмен белков. Функции. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Биологическая ценность белков. Азотистый баланс: положительный, отрицательный, азотистое равновесие. Белковый минимум и оптимум. Функциональная система регуляции обмена белков.

11. Тепловой обмен:

Влияние температуры тела на метаболизм, на скорость биохимических реакций;

Эволюционная градация животных по типу терморегуляции на пойкило-, гетеро- и гомотермных.

Температурная карта тела человека:

Температура разных участков ядра,

Определение среднего значения температуры кожи,

Околосуточные колебания температуры.

12. Терморегуляция:

Теплопродукция и ее механизмы:

Сократительный термогенез (произвольная активность локомоторного аппарата, терморегуляторный тонус, мышечная дрожь),

Несократительный термогенез.

Теплоотдача и механизмы теплоотдачи:

Испарение,

Теплопроводение,

Теплоизлучение,

Конвекция.

13. Гипертермия, использование в клинической практике гипертермии:

Экзогенная;

Эндогенная;

Лихорадка.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе студенты проводят экспериментальные исследования. Перед проведением каждого исследования, преподавателю необходимо четко сформулировать цель и продемонстрировать ход его выполнения. После проведения исследований проводится обсуждение полученных результатов, делаются выводы и оформляются отчеты практических работ.

В ходе обсуждения полученных результатов необходимо еще раз обратить внимание на основные цели занятия, на достоинства и недостатки различных методов исследования. Обратить внимание на исследование обмена энергии у грудных детей методом прямой калориметрии. При этом исследование газообмена производится с помощью респираторной камеры Шатерникова.

Обмен веществ и энергии у детей имеет ряд существенных особенностей, связанных с высокой потребностью в энергии, бурным процессом увеличения массы тела, интенсивностью мышечной деятельности, особенностями химического состава ткани тела, недостаточным развитием нейрогуморальных механизмов регуляции



обменных процессов. Указанные особенности существенно сказываются на всех видах обменных процессов.

### 3. Конечный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с ответами и обсуждаются всеми студентами. В заключение занятия преподаватель проверяет и подписывает отчеты студентов, дает задание для самостоятельной подготовки к следующему занятию.

### **Лабораторные работы.**

1. Определение расхода энергии в организме мелких лабораторных животных методом полного газового анализа по способу В.В. Пашутина.
2. Расчет должного основного обмена у человека по таблицам Гарриса-Бенедикта.
3. Определение должного основного обмена человека по М. Рубнеру.
4. Вычисление отклонения основного обмена от должного у человека по формуле Рида.
5. Составление суточных рационов

### **5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний.**

#### **Задача № 1.**

По способу Дугласа-Холдена определено, что испытуемый за 5 минут выдохнул 35 л воздуха. Его газовый состав - 17,0% кислорода и 3,53% углекислого газа. Определите суточные траты энергии.

#### **Эталон ответа.**

На каждые 100 мл воздуха, прошедших через легкие, поглощено организмом 4 мл кислорода и выделено 3.5 мл углекислого газа. Значит,  $DK=0.87$ , который соответствует калорическому эквиваленту кислорода - 4.88 ккал. Если за 5 мин испытуемый выдохнул 35 л воздуха, из которого потребил 4% кислорода, значит за 5 мин потреблено 1,4 л кислорода, а за сутки  $1.4 \text{ л} \times 12 \times 24$ . На каждый литр кислорода приходится 4.88 ккал. Значит энергетические суточные траты равны:  $1.4 \times 12 \times 24 \times 4.88 = 1967$  ккал.

### **Задача №2.**

Рассчитайте объем кислорода, поглощенного в 1 мин, если МОД равен 6 л. Во вдыхаемом воздухе содержится 20,93% кислорода, в выдыхаемом - 16,93%.

### **Эталон ответа.**

Из каждых 100 мл воздуха поглощено 4 мл кислорода. Значит, в минуту из 6 литров поглощено кислорода 240 мл.

### **Задача №3.**

Рассчитайте  $DK$ , если испытуемый поглощает в минуту 0,4 л кислорода и выделяет 0,36 л углекислого газа.

### **Эталон ответа.**

$DK$  = отношению выделенного углекислого газа к поглощенному кислороду в единицу времени. Здесь  $DK=0.9$ .

### **Задача №4.**

Рассчитайте расход энергии за час, если испытуемый поглощает в минуту 0,3 л кислорода, а дыхательный коэффициент равен 1.

### **Эталон ответа.**

Для  $DK=1$ , калорический эквивалент кислорода = 5.047 ккал. За час количество поглощенного кислорода составляет 18 литров. За это время энергетические траты равны 91 ккал.

### **Задача №5.**

Рассчитайте энергетические затраты у испытуемого, если 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.

### **Эталон ответа.**

Количество поглощенного кислорода в минуту равно 5 % от 10 литров, то есть 0,5 литра. Выделено углекислого газа 4% от 10 литров, то есть 0,4 литра. ДК = 0.8. Калорический эквивалент кислорода для этого ДК равен 4.8 ккал. Значит, за сутки энергетические траты равны: 0.5 литра x 60 x 24 x 4.8 = 3456 ккал.

### **Задача №6.**

У женщины ростом 150 см и весом 60 кг основной обмен оказался равным 1600 ккал. Определите, соответствует ли это норме.

### **Эталон ответа.**

Для женщин должный основной обмен за 1 час равен произведению площади тела в кв. м. на 36 ккал. Площадь тела определяется по таблице или номограмме. В данном случае должный основной обмен равен 1.126 ккал. Основной обмен у испытуемой повышен на 42%.

### **Задача №7.**

У больного мужчины ростом 180 см и весом 100 кг основной обмен равен 1900 ккал. Соответствует ли норме эта величина, если поверхность тела равна 2,18 кв.м.?

### **Эталон ответа.**

Для определения должного основного обмена у мужчин площадь тела помножить на 40 ккал и на 24 часа. В нашем случае это 2.100ккал. С учетом 15% допустимых отклонений основной обмен соответствует должному.

**Задача №8.**

Может ли ДК быть меньше 0,7? Если да, то в каком случае?

**Эталон ответа.**

Может быть меньше 0.7 в период восстановления после интенсивной мышечной работы, когда часть  $\text{CO}_2$  тканей связывается в виде бикарбонатов натрия, который освобождается при окислении молочной кислоты и, в результате, до легких доходит меньше  $\text{CO}_2$ , чем образуется в тканях.

**Задача №9.**

В каком случае у человека ДК может быть больше 1? Почему?

**Эталон ответа.**

Сразу после окончания физической работы, когда в легких выделяется не только  $\text{CO}_2$ , образующийся в тканях, но и  $\text{CO}_2$ , вытесняемый молочной кислотой из бикарбонатов крови.

**Задача №10.**

Испытуемый поглощает за 1 минуту 300 мл кислорода. ДК равен 1. Сколько калорий за минуту тратит организм?

**Эталон ответа.**

Калорический эквивалент кислорода при ДК = 1 равен 5.047 ккал, значит организм тратит в минуту 1.51 ккал.

**Задача №11.**

С мочой выделилось в сутки 12 г азота. Сколько белка распалось в организме?

**Эталон ответа.**

Один грамм азота соответствует 6.25 грамма белка. В данном случае в организме распалось 75 грамм белка.

**Задача №12.**

Взрослый человек принял в сутки 70 г белка, 300 г углеводов, 100 г жиров. Соответствует ли это суточной потребности человека в питательных веществах?

**Эталон ответа.**

Суточная потребность в питательных веществах зависит от уровня энергетических трат.

Группы затрат	Белки (г)	Жиры (г)	Углеводы (г)
3000 ккал	100 - 110	90 - 100	420 - 450
3500 ккал	110 - 120	100- 110	450 - 500
4000 ккал	120 - 140	110- 125	500 - 550
4500 ккал	140 - 160	125- 150	550 - 600

В данном случае пищевой рацион не соответствует даже самым низким энерготратам взрослого человека.

**Задача №13.**

Какие условия необходимо учитывать при составлении пищевых рационов, кроме соответствия калорийности пищи суточным затратам энергии?

**Эталон ответа.**

Необходимо учитывать:

Суточную потребность в белках, жирах и углеводах в соответствии с возрастом и видом деятельности.

Определенные соотношения продуктов животного и растительного происхождения.

Наличие заменимых и незаменимых аминокислот и степень усвояемости пищи.

Содержание витаминов, минеральных солей и микроэлементов.

Разнообразие блюд и правильное их распределение в течение суток по объему и калорийности.

**Задача №14.**

Переставьте в таблице цифры основного обмена так, чтобы они соответствовали возрасту ребенка.

возраст	1 нед	1,5 года	7 лет	12 лет
ОО (ккал/кг)	56-60	38-42	32-35	40-45

**Эталон ответа.**

Цифры, соответственно, должны быть:

возраст	1 нед	1,5 года	7 лет	12 лет
ОО (ккал/кг)	38-42	56-60	40-45	32-35

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ИТОГОВОМУ ЗАНЯТИЮ ПО РАЗДЕЛУ:**

**«ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ, ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ».**

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 её 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, энтерogaстрина, гистамина и продуктов гидролиза пищи в регуляции отделения желудочного сока. Анализ часовых кривых отделения желудочного сока на мясо, хлеб и молоко.
  6. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Методы изучения поджелудочного сокоотделения. Состав и действие поджелудочного сока.
  7. Нервная и гуморальная регуляция внешней секреции поджелудочной железы. Отделение поджелудочного сока на различные пищевые вещества.
  8. Переход пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку. Факторы, определяющие переход химуса из желудка в кишечник.
  9. Роль печени в пищеварении. Образование желчи. Методы изучения желчеотделительной функции печени. Печёночная и пузырная желчь. Состав желчи, значение её 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 её 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. Учёт 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 её суточные колебания. Пойкилотермные, гомотермные и гетеротермные организмы. Химическая и физическая терморегуляция.
27. Терморцепторы периферические и центральные. Регуляция изотермии. Понятие о гипо- и гипертермии.

## **РАЗДЕЛ: ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.**

### **ЗАНЯТИЕ №1.**

**ТЕМА: ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЗУСЛОВНЫХ И  
УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

*1. Подготовительный этап занятия:*

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 35 мин.

*2. Основной этап занятия:*

а) выполнение практических работ - 20 мин.

б) запись протокола и анализ полученных результатов исследования - 10 мин.

*3. Конечный этап занятия:*

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 20 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

1. Методы исследования головного мозга и поведения.

2. Характеристика условных и безусловных рефлексов их классификация.

3. Механизмы образования временной связи.

4. Торможение условных рефлексов, виды торможения.
5. Экспериментальные невроты методы их выработки.
6. Классификация типов темперамента по Гиппократу.
7. Классификация типов высшей нервной деятельности по Павлову И.П.

#### **УМЕТЬ:**

1. Использовать методику выработки условных рефлексов у животных и человека на примере условного оборонительного рефлекса у крыс и условного словесно-двигательного рефлекса у человека.
2. Использовать методику выработки торможения условного рефлекса на примере торможения условного словесно-двигательного рефлекса и условного вегетативного рефлекса у человека.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия. Объяснить, что тема занятия также представляет интерес для клинической практики, поскольку условные и безусловные рефлексы играют важную роль в поведении человека и нарушение их нормального функционирования составляет основу некоторых заболеваний в частности невротозов. Полученные практические навыки будут необходимы при обучении на последующих теоретических и практических кафедрах.

Ознакомить студентов с планом проведения занятия и провести контроль их исходного уровня знаний. В ходе устного разбора материала следует последовательно остановиться на всех вопросах темы занятия и обратить внимание студентов на следующие моменты:

- 1) Существует множество современных методов исследования

функций головного мозга и поведения животных и человека. В частности дать краткую характеристику таких методов как электрическая стимуляция различных участков центральной нервной системы, перерезка или экстирпация, электроэнцефалография, магнито-энцефалография, позитронно-эмиссионная томография мозга, электромиография, оценка процессов выработки и торможения условных рефлексов.

2) Классификация условных рефлексов основана на физиологической характеристике рефлекса, биологическом значении и выполняемой функции.

3) В выработке условного рефлекса большое значение имеет соблюдение некоторых условий:

- относительная одновременность безусловного и условного раздражителей,
- предшествование условного раздражителя безусловному,
- соблюдение принципа подкрепления,
- интактное состояние коры больших полушарий,
- отсутствие других видов активной деятельности, меньшая по сравнению с безусловным рефлексом биологическая сила условного раздражителя, наличие мотивации для выполнения безусловного раздражителя.

4) Торможение условных рефлексов может иметь различные механизмы в зависимости от условий, в которых это торможение происходит, в частности безусловное торможение основано на ослаблении или угнетении условного рефлекса при действии постороннего раздражителя. Существуют и другие виды торможения условного рефлекса, такие как запредельное торможение, внутреннее или условное, дифференцировочное, угасательное, запаздывательное.

5) При нарушении соотношения между процессами возбуждения и торможения развиваются неврозы, которые являются основой для развития некоторых нервных и психических заболеваний.

### 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы, затем проводится обсуждение полученных результатов.

Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с методами проведения исследования по методическому пособию.

В отчетах студенты должны описать и зарисовать схему рефлекторной дуги выработанного условного рефлекса и обозначить ее звенья, а также схему торможения данного условного рефлекса и объяснить его механизм.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами. В заключение занятия преподаватель проверяет и подписывает отчеты студентов.

### **Лабораторные работы.**

1. Выработка условного оборонительного рефлекса у крыс.
2. Выработка условного словесно-двигательно рефлекса у человека.
3. Выработка и угасание условного вегетативного зрачкового рефлекса на звонок у человека.
4. Выработка торможения словесно-двигательного рефлекса.
5. **Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

### **Задача №1.**

Возможно ли образование условных рефлексов у новорожденного ребенка?

#### **Эталон ответа.**

Да. У новорожденного ребенка образуются пищевые условные рефлексы на голос матери ее запах и тому подобное. В ответ на эти раздражители новорожденный ищет сосок и проявляет сосательные движения.

### **Задача №2.**

Исчезнет ли условный рефлекс, если нарушена ассоциативная связь между отделами коры головного мозга участвующими в образовании этого условного рефлекса?

#### **Эталон ответа.**

Нет. Так как сохраняются вертикальные через подкорку связи между участками коры.

### **Задача №3.**

Как узнать, может ли животное отличить круг от эллипса?

#### **Эталон ответа.**

Для этого надо попытаться выработать систему условных рефлексов, в которой одна из этих фигур должна быть положительным условным сигналом, а другая отрицательным тормозным (дифференцировочное торможение).

### **Задача №4.**

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

#### **Эталон ответа.**

Если блокировать восходящее активирующее действие ретикулярной формации животное засыпает, так как падает тонус клеток коры головного мозга, и наступает их торможение.

**Задача №5.**

Можно ли у человека образовать условный рефлекс не прибегая к многократному сочетанию искусственного условного сигнала и безусловного раздражителя?

**Эталон ответа.**

Можно для этого надо воздействовать на вторую сигнальную систему дать инструкцию типа «после того, как загорится лампа, вам будет нанесен укол» после этого, первое же предъявление условного раздражителя лампы вызывает проявление безусловной реакции, например, сужение сосудов кожи.

**Задача №6.**

У собаки выработан условный рефлекс на слово «звонок». Проявится ли условный рефлекс, если теперь дать в качестве условного сигнала настоящий звонок?

**Эталон ответа.**

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.

**Задача №7.**

При каких условиях возникает срыв высшей нервной деятельности?

**Эталон ответа.**

Срыв высшей нервной деятельности и возникновение невроза возникает при перенапряжении силы или подвижности возбуждательного или тормозного процессов в коре головного мозга, а также при их «сшибке».

### **Задача №8.**

Что произойдет со слуховыми условными рефлексамии после удаления затылочной или височной долей мозга?

### **Эталон ответа.**

При удалении височных долей головного мозга слуховые условные рефлексии исчезают, при удалении затылочных сохраняются.

## **ЗАНЯТИЕ №2.**

### **ТЕМА: ПАМЯТЬ, МОТИВАЦИИ, ЭМОЦИИ, СОН.**

#### **1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

#### **2. План организации занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 35 мин.

##### 2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практических работ - 20 мин.
- б) запись протокола и анализ полученных результатов исследования - 10 мин.

##### 3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 20 мин.

#### **3. Учебные цели занятия.**

##### **ЗНАТЬ:**

- 1. Память. Виды памяти.
- 2. Механизмы кратковременной и долговременной памяти.



3. Мотивации и эмоции их значения для формирования целенаправленного поведения.

4. Сон, виды сна, фазы сна, теории возникновения сна. Функциональная асимметрия полушарий головного мозга.

#### **УМЕТЬ:**

1. Исследовать объем кратковременной памяти у человека.
2. Исследовать смысловую память человека.
3. Проводить исследование и делать заключение по функциональной асимметрии головного мозга.
4. Проводить определение типов темперамента человека по тесту Г. Айзенка.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия:

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия, объяснить, что тема занятия также представляет интерес для клинической практики, тип высшей нервной деятельности, а также состояние мотиваций и эмоциональный фон играют важную роль в поведении человека и нарушение их нормального функционирования составляет основу некоторых заболеваний.

Полученные практические навыки будут необходимы при обучении на последующих теоретических и практических кафедрах.

Ознакомить студентов с планом проведения занятия и провести контроль их исходного уровня знаний. В ходе устного разбора материала следует последовательно остановиться на всех вопросах темы занятия и обратить внимание студентов на следующие моменты:

- 1) Явления памяти могут в разной степени относиться к эмоциональной сфере и сфере восприятия, закреплению двигательных

процессов и интеллектуального опыта. В соответствии с этим различают несколько видов памяти образная память, двигательная, память на внутренние состояния, символическая память, логическая память.

2) В зависимости от организации процессов памяти и длительности удержания информации различают непосредственную, кратковременную промежуточную и долговременные виды памяти.

3) Существуют несколько теорий объясняющих механизмы кратковременной и долговременной памяти. В частности, теория реверберации, электротоническая теория, глиальная теория, биохимическая теория.

4) Эмоции принято разграничивать по знаку, модальности по степени и характеру активации физиологических процессов, по интенсивности и продолжительности, по уровню развития.

5) Сон это такое состояние организма, которое характеризуется прекращением или значительным снижением двигательной активности снижением функции анализаторов сокращением контакта с окружающей средой более или менее полным отключением сознания. Виды сна: естественный физиологический сон, гипнотический сон, наркотический сон, патологический сон.

Основные теории возникновения сна: гуморальная или токсическая, подкорковая.

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы, затем проводится обсуждение полученных результатов

Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с методами проведения исследования по методическому пособию

В отчетах студенты должны описать составить таблицу интерпретации типов высшей нервной деятельности по Г. Айзенку, сделать выводы по объему кратковременной и смысловой памяти.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач. Результаты решения задач сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами. В конце занятия преподаватель проверяет и подписывает отчеты студентов.

### **Лабораторные работы.**

1. Исследование объема кратковременной памяти у человека.
2. Исследование смысловой памяти человека.
3. Исследование функциональной асимметрии головного мозга.
4. Определение типов темперамента человека по тесту Г. Айзенка.
- 5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

#### **Задача №1.**

В каком возрасте находится человек, если 75% времени занимает быстрый сон?

#### **Эталон ответа.**

Быстрый сон занимает 75% всего времени сна у новорожденного ребенка.

#### **Задача №2.**

В результате автомобильной аварии водитель получил травму головы и потерял возможность воспроизвести свое прошлое (ретроградная амнезия). Функция какого полушария у него нарушена?

#### **Эталон ответа.**

Скорее всего, правого, так как считается, что следы прошлых событий хранятся преимущественно в правом полушарии.

**Задача №3.**

После дачи наркоза человек не помнит информации, которая ему была предложена до наркоза. В пользу, какой теории кратковременной памяти свидетельствует этот факт?

**Эталон ответа.**

Данный факт свидетельствует в пользу теории реверберации циркуляции импульсов в замкнутых нейронных цепях.

**Задача №4.**

Человек стал забывать названия предметов. Какой центр, имеющий отношение к речи, поражен, и в какой доле больших полушарий он находится?

**Эталон ответа.**

Амнестический центр речи (39 поле Бродмана и височная доля больших полушарий).

**Задача №5.**

После травмы черепа больной жалуется на расстройства сна. Назовите вероятную локализацию травматического очага в ЦНС.

**Эталон ответа.**

Задний гипоталамус и ростральный отдел ретикулярной формации мозгового ствола.

**Задача №6.**

Ответьте, могут ли у слепого от рождения человека возникать зрительные образы во время сна?

**Эталон ответа.**

Нет. Сновидения слепых строятся на основе тех ощущений, которые они получали при бодрствовании.

### **Задача №7.**

У человека нарушено абстрактное мышление. Функция какого полушария нарушена?

#### **Эталон ответа.**

Левого полушария.

### **Задача №8.**

Больной правша не помнит названий предметов, но дает правильное описание их назначения. Какая область головного мозга у этого человека поражена?

#### **Эталон ответа.**

Поражена левая височная область, в которой находится сенсорный центр речи поле 38-39 по Бродману.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ИТОГОВОМУ ЗАНЯТИЮ ПО РАЗДЕЛУ: «ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ».**

1. Методы изучения функции коры больших полушарий головного мозга.
2. Врожденные формы поведения безусловные рефлексы их роль для приспособительной деятельности организма.
3. Условный рефлекс как форма приспособления к изменяющимся условиям существования. Правила выработки условных рефлексов.
4. Классификация условных рефлексов.
5. Физиологические механизмы образования рефлекторной связи. Развитие представлений Павлова о механизмах формирования временной связи.
6. Торможение условных рефлексов. Виды торможения. Современные

представления о механизмах торможения условных рефлексов.

7. Учение И.П. Павлова о типах высшей нервной деятельности их классификация и характеристика.

8. Биологическая роль эмоций. Вегетативные и моторные компоненты эмоций.

9. Физиологические механизмы сна. Фазы сна. Теории сна.

10. Память и ее значение для формирования целостных приспособительных реакций. Представление о механизмах кратковременной и долговременной памяти.

11. Закон силовых отношений в высшей нервной деятельности и его изменения при различных функциональных состояниях. Экспериментальные неврозы.

12. Архитектура целостного поведенческого акта с точки зрения теории функциональной системы П.К. Анохина.

13. Понятие о высших психических функциях человека (внимание, восприятие, память, эмоции, мышление, сознание, речь).

14. Речь, функции речи функциональная асимметрия коры больших полушарий, связанная с развитием речи у человека.

## РАЗДЕЛ: ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ.

### ЗАНЯТИЕ №1.

#### ТЕМА: ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ. ФИЗИОЛОГИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА.

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 35 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практических работ - 20 мин.

б) запись протокола и анализ полученных результатов исследования - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 20 мин.

**3. Учебные цели занятия:**

**ЗНАТЬ:**

Учение И.П. Павлова об анализаторах.

Современные представления о сенсорных системах.

Виды и свойства рецепторов, их адаптация.

Кодирование параметров стимула.

Зрительный анализатор, строение и свойства

Характеристика оптической системы зрительного анализатора.

Фоторецепторы, их строение.

Фотохимия зрительных пигментов.

Цветовое зрение.

Проводящие пути зрительного анализатора

#### **УМЕТЬ:**

1. Определять остроту зрения.
2. Определять поля зрения.
3. Определять размеры слепого пятна.
4. Определять наличие астигматизма по таблицам.
5. Рисовать схемы строения оптической системы зрительного анализатора.
6. Рисовать схемы строения фоторецепторного аппарата глаза человека
7. Рисовать схемы проводящих путей зрительного анализатора

#### **4. Методика проведения занятия:**

##### 1.Подготовительный этап занятия.

В начале занятия, следует сформулировать его цель и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия. В соответствии с этим, необходимо объяснить студентам, что знание материала этой темы представляет интерес для клинической практики, так как нарушения в сенсорных системах встречаются довольно часто. Кроме того, полученные практические навыки будут необходимы при последующем обучении на теоретических и практических кафедрах.

В ходе устного разбора материала следует разобрать соответствующие вопросы темы занятия. Особо отметить вклад отечественных ученых И.П. Павлова, П.П. Лазарева, В.Н. Черниговского в развитии представлений о механизмах



функционирования сенсорных систем.

Разобрать понятие анализаторы, его составные части, их функции (рецепторы, проводниковый отдел, центральная или корковая часть анализатора).

*Рецепторами* называют специализированную клетку, эволюционно приспособленную к восприятию из внешней или внутренней среды определенного раздражителя и к преобразованию его энергии из физической или химической формы в форму нервного возбуждения.

*Классификация рецепторов* (предложенная В.Н. Черниговским в 1960г). Различают зрительные, слуховые, обонятельные, вкусовые, осязательные рецепторы, терморецепторы, проприо- и вестибулорецепторы, ноцицепторы (ощущение боли). Рецепторы разделяют, кроме того, на внешние, или экстерорецепторы, и внутренние, или интерорецепторы. По характеру контакта с внешней средой рецепторы делятся на дистантные (зрительные, слуховые и обонятельные) и контактные (вкусовые и тактильные).

Рассмотреть такие свойства сенсорных систем как абсолютная и дифференциальная чувствительность, порог реакции. Абсолютная чувствительность это способность обнаруживать слабые, короткие или маленькие по размеру раздражители. Абсолютную чувствительность измеряют *порогом* реакции на сенсорное воздействие. Обычно за порог принимают ту силу стимула, вероятность восприятия которого равна 0,5 - 0,75. Реакции на подпороговые раздражения возникают на неосознаваемом уровне. Дифференциальная сенсорная чувствительность это способность к различению одновременно или последовательно действующих сигналов. Различение начинается в рецепторах, но в нём участвуют

нейроны всех отделов сенсорной системы. Порог различения интенсивности раздражителя всегда выше ранее действовавшего раздражения на определённую долю (закон Вебера). Эта зависимость выражается формулой  $dI/I = \text{const}$ , где  $I$  - сила раздражения,  $dI$  - её едва ощущаемый прирост (порог различения).

Рассмотреть процессы кодирования и детектирования.

Под кодированием понимают, совершаемое по определённому правилу преобразование информации в условную форму - код. В сенсорной системе информация кодируется двоичным кодом - либо сигнал есть, либо его нет - то есть, подчиняется правилу «всё или ничего». Сенсорная информация кодируется также числом одновременно возбуждённых нейронов и их расположением в нейронном слое коры - это так называемое позиционное кодирование. Детектированием называют избирательное выделение сенсорным нейроном того или иного признака раздражителя, имеющего поведенческое значение. Осуществляют такой анализ, нейроны-детекторы, избирательно реагирующие лишь на определённые свойства стимула.

В ходе устного разбора материала по физиологии *зрительного анализатора* особо следует отметить следующие моменты.

Рассмотреть периферический отдел зрительного анализатора, светопреломляющие среды глаза, аккомодацию, аномалии рефракции глаза, рассмотреть строение сетчатки. Особое внимание необходимо уделить фоторецепторам, их строению и функционированию.

Необходимо подробно рассмотреть молекулярную физиологию фоторецепции. При поглощении кванта света молекулой зрительного пигмента (родопсина) хромофорная группа 11-цис-ретиноль выпрямляется и превращается в транс-ретиноль. Эта реакция длится 1

пС. Затем белковая часть молекулы обесцвечивается и переходит в состояние метародопсина II. Вследствие этого молекула зрительного пигмента становится способной к взаимодействию с примембранным гуанозинтрифосфат-связывающим белком трансдуцином. При этом трансдуцин переходит в активное состояние и обменивает связанный с ним ГДФ на ГТФ. Трансдуцин, связанный с молекулой ГТФ, активирует примембранный фермент фосфодиэстеразу (ФДЭ). Каждая активированная молекула ФДЭ разрушает циклический гуанозинмонофосфат (цГМФ), приводит, в свою очередь, к закрытию ионных каналов, которые были открыты в темноте, и через которые в клетку поступали ионы натрия и кальция.

Ионные каналы закрываются вследствие падения концентрации свободного цГМФ, которые были связаны с ним в темноте и держали их в открытом состоянии. Уменьшение или прекращение входа внутрь клетки ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$  приводит к гиперполяризации клеточной мембраны и возникновению на ней рецепторного потенциала. Гиперполяризационный рецепторный потенциал, возникший на мембране наружного сегмента, распространяется вдоль клетки до ее пресинаптического окончания и приводит к уменьшению скорости выделения медиатора.

Рассмотреть виды и роль нейронов сетчатки.

Рассмотреть теории цветового зрения. Наибольшим признанием пользуется трехкомпонентная теория (Гельмгольц), согласно которой цветовое восприятие обеспечивается тремя типами колбочек с различной цветовой чувствительностью. Помимо теории Гельмгольца существует теория Геринга. Согласно этой теории в колбочках есть вещества чувствительные к бело-черному, красно-зеленому и желто-синему излучению.

Основную часть подготовительного этапа занятия необходимо посвятить контролю исходного уровня знаний студентов путем устного или тестового опроса.

### 2. Основной этап занятия.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы и проводят обсуждение полученных результатов. Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с ходом проведения исследований по методическому пособию и обращает их внимание на следующие моменты.

При определении остроты зрения таблица должна быть ярко освещена, но свет не должен слепить глаза испытуемому. При определении аккомодации глаза необходимо попеременно фиксировать взгляд на марле и тексте.

В отчетах студенты должны записать формулы, по которым проводятся расчеты. Зарисовать поля зрения для белой и цветных меток и сравнить их. Нарисовать схему преломления лучей хрусталиком глаза при рассматривании близко и далеко расположенных объектов.

В процессе разбора учебного материала необходимо выяснить все вопросы занятия, записать основные понятия и формулировки, зарисовать в отчеты схемы, графики и формулы. При этом студенты могут пользоваться любой учебной литературой.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач. В заключение занятия преподаватель проверяет и подписывает отчеты

студентов, задает задания для самостоятельной подготовки к следующему занятию.

### **Лабораторные работы.**

1. Определение остроты зрения.
2. Определение поля зрения.
3. Аккомодация глаза.
4. Определение размера слепого пятна в опыте Мариотта.

Демонстрация видеофильма по теме «Физиология зрительного анализатора

### **5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов:**

#### **Задача №1.**

Почему под водой лучше видно в маске, чем без нее?

#### **Эталон ответа.**

Показатели преломления воды, роговицы и сред глаза примерно одинаковы, а глаз приспособлен в системе лучей «воздух-роговица». Поэтому, воздушная камера улучшает зрение под водой.

#### **Задача №2.**

Человек смотрит прямо перед собой. В каком случае он сможет раньше заметить движущийся мимо глаза предмет на расстоянии 2 метра - когда он перемещается сверху вниз или справа налево?

#### **Эталон ответа.**

Так как размер поля зрения в горизонтальной плоскости снаружи больше, чем в вертикальной сверху, то раньше в поле зрения человека окажется предмет, движущийся слева направо.

#### **Задача №3.**

На основании каких признаков человек судит о направлении и скорости движения предметов, удаляющихся от него?

### **Эталон ответа.**

На основании скорости изменения величины размера изображения предмета на сетчатке и его четкости.

## **ЗАНЯТИЕ №2.**

**ТЕМА: ФИЗИОЛОГИЯ СЛУХОВОГО, ВЕСТИБУЛЯРНОГО, ТАКТИЛЬНОГО И ТЕМПЕРАТУРНОГО АНАЛИЗАТОРА. НОЦИЦЕПЦИЯ.**

**1. Продолжительность занятия - 3 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или посредством компьютерного тестового контроля - 30 мин.

2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практических работ - 40 мин.
- б) запись протокола исследования - 15 мин.
- в) анализ результатов исследования - 15 мин.
- г) демонстрация видеофильма по теме - 20 минут.

3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем или решением ситуационных задач - 20 мин.

**3. Учебные цели занятия:**

**ЗНАТЬ:**

- 1. Учение И.П. Павлова об анализаторах.
- 2. Современные представления о сенсорных системах.

3. Виды и свойства рецепторов, их адаптация.
4. Кодирование параметров стимула.
5. Слуховой анализатор, строение и свойства наружного, среднего и внутреннего уха.
6. Проводящие пути слухового анализатора.
7. Вестибулярный анализатор, строение и свойства.
8. Строение и функционирование обонятельного и вкусового анализаторов
9. Проводящие пути вкусового и обонятельного анализаторов.
10. Болевая сенсорная система и ее рецепторы. Биологическое значение боли.
11. Антиноцицептивная система.
12. Соматосенсорный анализатор. Тактильные, холодовые и тепловые рецепторы. Проприоцептивная чувствительность.
13. Методы изучения органов чувств.

#### **УМЕТЬ:**

1. Проводить аудиометрию.
2. Определять костную и воздушную проводимость звука.
3. Определять чувствительные точки кожи.
4. Проводить эстезиометрию (определение пространственного порога тактильной чувствительности).
5. Рисовать схемы строения слухового анализатора и вестибулярной системы.
6. Рисовать схемы строения хеморецепторных систем (вкусовой и обонятельный анализаторы).
7. Рисовать схемы строения систем проприоцептивной чувствительности.

#### **4. Методика проведения занятия:**

### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия, следует сформулировать его цель и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия. В соответствии с этим, необходимо объяснить студентам, что знание материала этой темы представляет интерес для клинической практики, так как нарушения в сенсорных системах встречаются довольно часто. Кроме того, полученные практические навыки будут необходимы при последующем обучении на теоретических и практических кафедрах. В ходе устного разбора материала следует разобрать соответствующие вопросы темы занятия. Особо отметить вклад отечественных ученых в развитии представлений о механизмах функционирования сенсорных систем.

В ходе устного разбора материала по частной физиологии анализаторов особо следует отметить следующие моменты.

#### Слуховой анализатор:

- Рассмотреть строение трех отделов уха, их значение в восприятии звука.
- Рассмотреть строение улитки, виды рецепторов, электрические потенциалы, возникающие в улитке.
- Рассмотреть проводящие пути и центральное представительство слухового анализатора.
- Рассмотреть типы кодирования информации в органе слуха (теории Резерфорда, Гельмгольца, Бекеша).

#### Вестибулярный анализатор

- Расположение вестибулярного органа, его строение.
- Роль отолитового аппарата. Виды рецепторов. Механизм восприятия вестибулярных раздражителей.



- Проводящие пути и корковое представительство вестибулярного анализатора.

Обонятельный анализатор:

- Рецепторный аппарат обонятельного анализатора. Теории взаимодействия рецептора с одорантом.

Вкусовой анализатор:

- Рецепторный аппарат обонятельного анализатора. Теории взаимодействия рецептора с вкусовыми веществами.

- Вкусовая чувствительность. Основные вкусовые качества. Адаптация.

- Биологическая роль вкусовых ощущений.

Ноцицептивный анализатор:

- Рассмотреть классификацию боли, ее виды и значение.

- Рассмотреть болевые рецепторы их виды. Пути проведения болевой чувствительности. Связь болевой чувствительности с другими отделами ЦНС.

- Рассмотреть антиноцицептивную систему человека, ее роль в снижении болевых ощущений. Вещества, снижающие болевую чувствительность.

Висцеральный анализатор:

- Роль висцерального анализатора в процессах регуляции деятельности внутренних органов.

- Виды висцерорецепторов.

Основную часть подготовительного этапа занятия необходимо посвятить контролю исходного уровня знаний студентов путем устного или тестового опроса.

2. Основной этап занятия.

Этот этап занятия следует посвятить разбору и коррекции исходного уровня знания студентов, с учетом проведенного контроля. С этой целью, рекомендуется провести устный разбор материала по основным вопросам занятия и предложить студентам написать и нарисовать основные схемы, формулы и графики.

На этом этапе занятия студенты выполняют практические работы и проводят обсуждение полученных результатов.

Перед выполнением практических работ преподаватель знакомит студентов с ходом проведения исследований по методическому пособию и обращает их внимание на следующие моменты.

При определении адаптации температурного анализатора рука не должна ощущать боли. В отчетах студенты должны записать формулы, по которым проводятся расчеты. Сравнить длительность восприятия звука при костной и воздушной проводимости, объяснить причину различий.

В процессе разбора учебного материала необходимо выяснить все вопросы занятия, записать основные понятия и формулировки, зарисовать в отчеты схемы, графики и формулы. При этом студенты могут пользоваться любой учебной литературой: учебниками, справочниками, атласами, электронным учебником и другими источниками информации.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач. В заключение занятия преподаватель проверяет и подписывает отчеты студентов, задает задания для самостоятельной подготовки к следующему занятию.

## **Лабораторные работы.**

1. Определение порогов слышимости тонов разной высоты.
2. Определение костной и воздушной проводимости звука.
3. Определение остроты слуха.
4. Чувствительные точки кожи.
5. Адаптация температурного анализатора.
6. Функции двигательного анализатора.
7. Эстезиометрия.

Демонстрация видеофильма по теме «Физиология сенсорных систем»

5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.

### **Задача № 1.**

Расставьте ниже перечисленные участки кожи по степени возрастания чувствительности ее к прикосновению: предплечье, спина, подошва, нос, кончики пальцев рук, губы, лоб.

### **Эталон ответа.**

По возрастанию чувствительности участки кожи можно расставить по степени: подошва, спина, предплечье, лоб, нос, губы, кончики пальцев рук.

### **Задача № 2.**

У больного повреждены каналы внутреннего уха. Может ли он дать отчет о положении головы в пространстве?

### **Эталон ответа.**

Да, может, так как рецепторы полукружных каналов внутреннего уха воспринимают изменение скорости движения тела. Положение головы в пространстве воспринимаются рецепторами, расположенными в мешочках предверия.

### **Задача № 3.**

На человека действует болевой раздражитель. Можно ли, не спрашивая отчета об его ощущениях, узнать, что он чувствует боль?

**Эталон ответа.**

Можно. При болевом раздражении наблюдается рефлекторное расширение зрачков.

**Задача № 4.**

Где легче определить направление источника звука - в воздухе или в воде?

**Эталон ответа.**

Вода - более плотная среда, чем воздух. В более плотной среде звук распространяется быстрее. Поэтому разница во времени между приходом звука в левое и правое ухо будет меньше, чем в воздушной среде. Следовательно, в воздухе определить направление звука легче, чем в воде.

**Задача № 5.**

Почему мы не ощущаем кольцо, которое постоянно носим на пальце, но отчетливо чувствуем, что на этот палец села муха?

**Эталон ответа.**

При постоянном воздействии тактильного раздражителя происходит адаптация рецепторов и раздражение перестает ощущаться. Поэтому кольцо на пальце перестает оказывать раздражающее действие. Прикосновение же лапок мухи, хотя бы слабое раздражение, но ранее отсутствовало. Порог раздражения для этого воздействия еще весьма низок, поэтому оно ощущается.

**Задача № 6.**

Почему при сильном волнении вкусовые ощущения могут быть ослаблены?

**Эталон ответа.**

Вещества, вызывающие вкусовые ощущения, действуют в растворенном виде. Иначе молекулы стимулирующего вещества не смогут достичь вкусовых рецепторов. При сильном волнении тормозится секреция слюнных желез. В сухой полости рта вкусовые ощущения будут ослаблены.

**Задача № 7.**

Как изменится слух, если овальное окно в костной капсуле улитки закрыть жесткой мембраной?

**Эталон ответа.**

Овальное окно передает колебание слуховых косточек перилимфе. Если бы мембрана овального окна стала жесткой, на перилимфу перестали бы передаваться колебания слуховых косточек. Следовательно, в этом случае не происходило бы восприятие звука.

**Задача № 8.**

Вкусовые сосочки содержат большое количество холинэстеразы. К какому типу рецепторов они относятся - первично чувствующих или вторично чувствующих?

**Эталон ответа.**

Холинэстераза расщепляет ацетилхолин. Ацетилхолин является медиатором осуществляющим взаимосвязь между клетками. Таким образом, наличие ацетилхолинэстеразы характерно для вторично-чувствующих рецепторов, каковыми и являются вкусовые рецепторы.

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ИТОГОВОМУ ЗАНЯТИЮ  
ПО РАЗДЕЛУ:  
«ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ»**

1. Физиологическое значение органов чувств. Учение И.П. Павлова об анализаторах. Классификация органов чувств.

2. Современные представления о сенсорных системах и ее отделах. Функции сенсорных систем.
3. Рецепторы их виды. Свойства рецепторов. Закон Вебера-Фехнера. Абсолютные и дифференциальные пороги. Адаптация рецепторов.
4. Зрительный анализатор. Оптическая система глаза, ее функции. Аккомодация. Аномалии рефракции глаза. Зрачковый рефлекс.
5. Строение сетчатки. Фоторецепторный аппарат. Фотохимические процессы в сетчатке. Биоэлектрические явления в сетчатке. Острота зрения, поля зрения методы их определения.
6. Теории цветового зрения. Основные формы нарушения цветового зрения.
7. Слуховой анализатор. Наружное, среднее и внутреннее ухо их строение и функция. Кортиев орган.
8. Кодирование информации в органе слуха (Резерфорд, Гельмгольц, Бекеш). Методы исследования слухового анализатора.
9. Вестибулярный анализатор. Строение вестибулярного аппарата, его функции. Методы исследования вестибулярного анализатора.
10. Обонятельный анализатор, его строение и функция. Методы исследования обонятельного анализатора.
11. Вкусовой анализатор, его структура. Вкусовые рецепторы. Вкусовая чувствительность. Механизмы возникновения вкусовых ощущений.
12. Соматосенсорный анализатор. Тактильные, холодовые и тепловые рецепторы. Особенности их строения и функционирования.
13. Болевая сенсорная система ее рецепторы и биологическое значение.
14. Строение висцерального анализатора. Висцерорецепторы, их строение и особенности функционирования.

**РАЗДЕЛ: ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ.  
ТЕМА: ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия 5 мин.
- б) проверка исходного уровня знаний посредством компьютерного тестового контроля - 15 мин.

**2. Основной этап занятия:**

- а) На этом этапе студенты зачитывают подготовленные сообщения. Прослушивание и обсуждение представленного материала - 50 минут.

3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня усвоенного материала с использованием компьютерных тестов либо в учебной аудитории решением ситуационных задач, предлагаемых преподавателем - 15 мин.
- б) задание на следующее занятие - 5 мин.

**3. Учебные цели занятия.**

**ЗНАТЬ:**

- 3. Общие представления о структурно-функциональной организации эндокринной системы.
- 4. Общие понятия о гормонах, их классификацию, механизмы действия.
- 5. Принципы регуляции гормональной секреции.
- 6. Гипоталамо-гипофизарная система.
- 7. Эндокринные железы и гормоны, вырабатываемые ими.

8. Основные эффекты гормонов, их роль в регуляции физиологических функций организма.

#### **4. Методика проведения занятия:**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия. Написать на доске тему и цель занятия. Объяснить студентам, что знание материала этой темы необходимо для понимания гуморальной регуляции физиологических процессов и функций организма, а полученные знания необходимы при изучении других разделов физиологии, а также при обучении на последующих теоретических и клинических кафедрах.

##### 2. Основной этап занятия.

А) Заслушивание докладов, подготовленных студентами.

1. Общие понятия о гормонах и гормональной регуляции.

В этом сообщении студент должен отразить:

- а) понятие о гормонах и их функциональное значение,
- б) классификация гормонов по химическому строению; по месту, занимаемому в эндокринной системе. Механизм действия гормонов.

2. Принципы регуляции гормональной секреции:

- а) принципы положительной и отрицательной обратной связи,
- б) влияние вегетативной нервной системы,

3. Методы исследования функциональной активности эндокринных желез и способы ее оценки: клинические и экспериментальные.

4. Гипоталамо-гипофизарная система:

- а) анатомо-функциональная организация,
- б) гормоны гипоталамуса и их значение в эндокринной регуляции,



- в) система гипоталамус-нейрогипофиз (аксонный транспорт и секреция гормонов, понятие о рилизинг- факторах),
- г) система гипоталамус-аденогипофиз, эффекты гормонов аденогипофиза,
- д) 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:

1. гормоны и механизмы их действия;
  2. регуляция деятельности железы;
  3. проявление гипо- и гиперфункции железы или отдельных гормонов;
5. Гормоны коры надпочечников:
- а) морфологическое строение коры надпочечников,
  - б) 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 хромафинной ткани надпочечников.
10. Гипофизнезависимые 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.

Б) Обсуждение докладов.

##### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать либо тестовый контроль знаний, либо решение ситуационных задач.

Студенты должны уметь ответить на поставленные вопросы:

1. Перечислите известные вам железы внутренней секреции.
2. Перечислите специфические особенности гормонов.
3. Функции каких желез внутренней секреции регулируются тропными гормонами гипофиза?
4. Назовите гормоны щитовидной железы и их физиологическое действие.
5. Назовите гормон паращитовидной железы и его физиологическое действие.
6. Как регулируется деятельность щитовидной железы?
7. Чем объясняется смертельный исход после удаления обеих паращитовидных желез?
8. Какие клетки, какой железы, продуцируют инсулин и в чем физиологический механизм действия инсулина?
9. Перечислите физиологические эффекты инсулина.
10. Какие клетки, какой железы, продуцируют глюкагон и каковы его физиологические эффекты?
11. Перечислите гормоны, введение которых повышает, и гормоны, введение которых понижает содержание глюкозы в крови.
12. Где продуцируется адреналин, и какие физиологические эффекты он вызывает?

13. Перечислите три типа гормонов, выделяемых корой надпочечников, и назовите главнейшие гормоны каждого типа.

14. Почему удаление коры надпочечников приводит к быстрой гибели организма. Как можно предотвратить эту гибель, не вводя в организм гормоны коры?

15. Где вырабатывается адренкортикотропный гормон, и выработку каких гормонов он регулирует?

16. При каких состояниях возникает усиленная продукция адренкортикотропного гормона, и какое физиологическое значение она имеет?

17. Перечислите мужские и женские половые гормоны.

18. Где и какие женские половые гормоны вырабатываются в организме в разные фазы полового цикла?

19. Какие гормоны выделяются плацентой и в чем их физиологическое значение?

20. Перечислите гормоны передней доли гипофиза и их физиологические эффекты.

21. Перечислите гормоны промежуточной и задней доли гипофиза и их физиологические эффекты.

22. Перечислите важнейшие известные Вам тканевые гормоны.

23. Какими механизмами регулируется выделение гормонов?

Эти вопросы можно использовать для проверки исходного уровня знаний студентов в начале занятия.

## **5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

### **Задача №1.**

Выберите из приведенного ниже списка гормонов те, которые образуются в гипофизе: Тироксин, адренкортикотропный,

антидиуретический, лютеотропин, фолликулстимулирующий, кортизон, соматотропный, инсулин.

**Эталон ответа.**

АКТГ, АТГ, ФСГ, СТГ.

**Задача №2.**

Какой гормон оказывает следующие эффекты: влияние на рост, участвуют в реакции адаптации при наличии стресса, участвует в формировании иммунокомпетентных органов?

**Эталон ответа.**

Гормон вилочковой железы - тимозин.

**Задача №3.**

Под влиянием какого гормона осуществляются: синтез гликогена в печени и мышцах, интенсивное окисление глюкозы в тканях, уменьшение количества сахара в крови, снижение катаболизма белка?

**Эталон ответа.**

Под влиянием инсулина.

**Задача №4.**

При каком заболевании основными симптомами являются следующие нарушения обмена: гипергликемия, глюкозурия, кетонурия, жировой гепатоз печени, повышение распада белка, ацидоз?

**Эталон ответа.**

При сахарном диабете.

**Задача №5.**

С действием какого гормона связаны следующие эффекты: стимуляция процессов утилизации глюкозы тканями, стимуляция образования гликогена из жиров и белков, стимуляция окислительных процессов в мышцах, противовоспалительное действие, снижение активности гиалуронидазы, подавление иммунных реакций?

**Эталон ответа.**

Эти эффекты вызывают глюкокортикоиды.

**Задача №6.**

Назовите гормоны, обеспечивающие сохранение в организме натрия, выведение из организма калия, регуляцию калий-натриевого равновесия.

**Эталон ответа.**

Минералокортикоиды (альдостерон) и частично глюкокортикоиды.

**Задача №7.**

С действием какого гормона связаны следующие эффекты: расширение зрачка, гипертензия, усиление работы сердца, гипергликемия, повышение энергетики мышечного сокращения, уменьшение моторики кишечника?

**Эталон ответа.**

С действием адреналина.

**Задача №8.**

Какой гормон вызывает гипертрофию слизистой оболочки матки в первой половине менструального цикла, а при беременности способствует росту матки?

**Эталон ответа.**

Фолликулин.

**Задача №9.**

Какой гормон вызывает развитие и секрецию желез слизистой матки во второй половине менструального цикла, стимулирует увеличение молочных желез, а при беременности способствует имплантации и развитию плода в матке?

**Эталон ответа.**

Прогестерон (гормон желтого тела)

### **Задача №10.**

У больного при обследовании обнаружена тахикардия, экзофтальм, повышение уровня основного обмена на 40%.

О поражении функции какой железы внутренней секреции можно думать?

#### **Эталон ответа.**

Такие симптомы наблюдаются при гиперфункции щитовидной железы.

### **Задача №11.**

Собаке ввели большое количество физиологического раствора. Повлияет ли это на деятельность гипофиза?

#### **Эталон ответа.**

Да. В ответ на увеличение ОЦК, в результате рефлекса с вальноморецепторов правого предсердия уменьшается секреция АКТГ. Это приведет к снижению секреции альдостерона и ослаблению реабсорбции натрия и воды, которая в больших количествах будет выделяться почками.

### **Задача №12.**

Что произойдет с функцией желез внутренней секреции, если в организм вводить большие дозы гормонов?

#### **Эталон ответа.**

Деятельность соответствующих желез тормозится и может произойти атрофия «бездействия».

### **Задача №13.**

Людам, проживающим в «зоне риска» Чернобыльской АЭС, в качестве профилактической меры после аварии, вводили препараты йода. С какой целью это делалось?

#### **Эталон ответа.**

Йод в больших количествах захватывается клетками щитовидной железы до полного насыщения. При аварии в атмосферу и почву попало большое количество радиоактивных изотопов йода. Попадание его в организм приведет к концентрированию радиоактивного йода в щитовидной железе. Предварительное насыщение железы обычным йодом предупреждает такую опасность.

## **РАЗДЕЛ: ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ.**

### **ТЕМА: ПРОЦЕССЫ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ И МОЧЕВЫДЕЛЕНИЯ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа. Семинар.**

**2. План организации занятия:**

1. Подготовительный этап:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний посредством разбора материала в устной форме (при наличии вопросов, возникших при подготовке к занятиям), или с использованием электронного учебника - 20 мин.

2. Основной этап занятия:

- а) в устной форме разбор материала (и/или заслушивание докладов с последующим обсуждением) и анализов мочи - 50 минут.

3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня знаний студентов решением ситуационных задач или тестовым контролем - 15 мин;

**3. Учебные цели занятия:**

**ЗНАТЬ:**

1. Органы выделения: кожа, легкие, ЖКТ, почки.
2. Функции почек.
3. Анатомо-физиологические особенности почек.
4. Строение нефрона.
5. Значение ангиотензиновой системы.

#### **УМЕТЬ:**

1. Познакомиться с современными представлениями о процессе мочеобразования и мочевыделения.
2. Научиться решать проблемные и ситуационные задачи.
3. Освоить основные методы исследования общего анализа мочи и уметь анализировать полученные результаты.
4. Рассчитать фильтрационное давление в клубочке.
5. Рассчитать коэффициенты очищения - клиренс.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

Преподаватель формулирует цель занятия и указывает на то, что изучение данного раздела представляет интерес не только теоретической медицины, но и клинической практики. Изучение механизмов осуществляющих и регулирующих процессы мочеобразования и мочевыделения необходимы для понимания этиологии, патогенеза и диагностики заболеваний органов выделительной системы, поскольку моча является легко доступным материалом для исследования: при многих заболеваниях состав мочи изменяется характерным образом. Ознакомив студентов с целью и планом занятия, необходимо проверить их исходный уровень знаний. Это проверяется путем фронтального опроса и решения типовых задач с помощью схем и таблиц.



В ходе разбора материала следует последовательно остановиться на всех вопросах темы занятия и обратить внимание студентов на следующие моменты: - фильтруемая глюкоза практически полностью реабсорбируется в процессе активного транспорта на уровне проксимальных канальцев. Если содержание глюкозы в плазме крови прогрессивно увеличивается, то вскоре можно наблюдать появление глюкозы в моче. Глюкозурия наступает тогда, когда ее концентрация в плазме крови превышает 10 моль/л ( 160-180 мг/ %).

## 2. Основной этап занятия.

На этом этапе преподаватель объясняет и обсуждает со студентами следующие вопросы (возможно изложение материала студентами в виде докладов по этим вопросам):

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.

## 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе проводится контроль конечного уровня знаний студентов путем компьютерного тестирования или решения ситуационных и проблемных задач. Результаты обсуждаются всеми студентами.

## **5. Ситуационные задачи для определения конечного уровня знаний студентов.**

### **Задача №1.**

При анализе жидкости, полученной с помощью микропункции из полости капсулы Шумлянского, в ней обнаружен белок. Ваш вывод:

#### **Эталон ответа.**

Норма. Эндотелий клубочковых капилляров пропускает частицы до 100 ангстрем,, следовательно, белки молекулярный вес которых меньше 70-80 тыс. (альбумины), могут проходить в первичную мочу. В канальцах они подвергаются обратному всасыванию.

### **Задача №2.**

Чему равно фильтрационное давление в клубочке, если тканевое давление равно 36 мм.рт.ст., а количество белка в крови соответствует норме.

#### **Эталон ответа.**

Фильтрационное давление равно гидростатическому давлению в капиллярах клубочка (70 мм.Нг) минус тканевое давление (36 мм.Нг) и онкотическое давление белков плазмы (24 мм.Нг). В данном случае фильтрационное давление равно 10мм.Нг.

### **Задача №3.**

У животного произведена декапсуляция почки. Как это повлияет на процесс мочеобразования.

#### **Эталон ответа.**

При декапсуляции почек падает тканевое давление, значит, фильтрационное возрастает и фильтрация увеличивается. На этом основано применение операции декапсуляции почки при нарушениях почечной фильтрации.

**Задача №4.**

Содержание белка в крови снизилось до 5%. Какие изменения в мочеобразовании можно при этом ожидать.

**Эталон ответа.**

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 возрастать, т.к. часть воды из сосудов уходит в ткани вне почек (отеки).

**Задача №5.**

Животному в кровь введен ренин. Какие изменения в мочеобразовании у него произойдут и почему.

**Эталон ответа.**

Увеличение количества ренина способствует увеличению мочеобразования, т.к. при этом возрастает АД в клубочках, что приводит к росту фильтрационного давления.

**Задача №6.**

При анализе крови обнаружено, что содержание глюкозы в крови составляет 200 мг %. Следует ли в этом случае ожидать появление сахара в моче?

**Эталон ответа.**

Да. Почечный порог для глюкозы равен 150-180 мг %. При увеличении количества сахара в крови выше этих цифр он не успевает полностью реабсорбироваться в канальцах и появляется в моче.

### **Задача №7.**

В восходящем колене петли Генле происходит обратное всасывание (воды, натрия). Вычеркните ненужные слова из скобок.

#### **Эталон ответа.**

В восходящем колене петли Генле происходит обратное всасывание натрия, а в нисходящем воды.

### **Задача №8.**

Какие из приведенных ниже веществ попадают в мочу в результате фильтрации, а какие в результате канальцевой секреции?

Мочевина, пенициллин, мочева́я кислота, уробилин, бикарбонаты, фосфаты, глюкоза, аммиак, гиппуровая кислота, инсулин, ионы натрия, ионы калия, ионы кальция, креатинин, альбумины.

#### **Эталон ответа.**

Фильтруются: Мочевая кислота, уробилин, бикарбонаты, фосфаты, глюкоза, инсулин, ионы натрия, ионы калия, ионы кальция, креатинин, альбумины.

В результате канальцевой секреции в мочу выделяется: мочева́я кислота, аммиак, гиппуровая кислота, пенициллин.

### **Задача №9.**

Какие изменения в мочеобразовании будут происходить при увеличении осмотического давления крови?

#### **Эталон ответа.**

При увеличении осмотического давления крови вода задерживается почками и количество мочи уменьшается. Одновременно замедляется обратное всасывание солей.

**Задача №10.**

Какие изменения в функциях почек произойдут, если животному в кровь ввести антидиуретический гормон?

**Эталон ответа.**

Антидиуретический гормон (АДГ) стимулирует реабсорбцию воды в почках, поэтому выделение конечной мочи уменьшится.

**Задача №11.**

Рассмотрите предложенные анализы мочи и найдите среди них нормальный:

Показатели	1	2	3	4
Суточный диурез, мл	4000	2000	1500	500
Удельный вес, ед.	0,900	1,001	1,012	1,050
Реакция мочи	слабокислая	слабокислая	щелочная	кислая
Мочевина, г	0,4	2,0	30,0	30,0
Органических веществ, г <sup>2</sup>	2,0	10,0	35,0	5,0

**Эталон ответа.**

Анализ в 3-й колонке соответствует норме.

**Задача №12.**

Как изменится диурез, если у животного понижено осмотическое давление крови и повышено артериальное?

**Эталон ответа.**

Диурез увеличится за счет усиленного выхода воды по осмотическому градиенту и одновременного увеличения фильтрационного давления.

**Задача №13.**

В мочевом пузыре человека содержится 300мл мочи. Испытывает ли он позыв на мочеиспускание?

**Эталон ответа.**

Да, так как 300 мл в норме является порогом для появления позыва на мочеиспускание.

**Задача №14.**

В крови повысилось содержание альдостерона. Какие изменения в функциях почек следует при этом ожидать?

**Эталон ответа.**

Альдостерон усилит реабсорбцию натрия, это повлечет за собой увеличение реабсорбции воды, и количество мочи уменьшится.

**Задача №15.**

Почему образование камня в мочеточнике снижает диурез?

**Эталон ответа.**

При затруднении оттока мочи по мочеточнику повышается внутрипочечное давление. В результате снижается фильтрационное давление, и уменьшается или полностью прекращается процесс фильтрации в соответствующей почке. Кроме этого, растяжение мочеточника вызывает сильную боль, которая может вызвать рефлекторную болевую анурию.

**Задача №16.**

Почему в ночное время величина диуреза уменьшается?

**Эталон ответа.**

Ночью уменьшается АД, что приводит к снижению фильтрационного давления и уменьшению фильтрации.

**Задача №17.**

Как изменится (и изменится ли) деятельность денервированной почки?

**Эталон ответа.**

Нервная система влияет только на состояние гладкой мускулатуры стенок сосудов, обеспечивающих кровоснабжение почки. При изменении просвета сосудов меняется количество притекающей крови и величина АД. В результате изменится интенсивность фильтрации.

**Задача № 18.**

Дать заключение: Диурез - 500 мл, удельный вес - 1010. Белка - нет, сахара - нет, ацетона - нет, желчных пигментов - нет. Эритроциты в поле зрения отсутствуют. Лейкоцитов - нет. Бактерий - нет. Клубочковая фильтрация - 90 мл/мин, почечный плазмоток - 300 мл/мин. Фильтрационная фракция - 10 %. Максимальная реабсорбция глюкозы - 210 мг/мин. Реабсорбция воды - 75%.

**Проба по Зимницкому:**

Дневной диурез			Ночной диурез		
№ пробы	Объём	Удельный вес	№ пробы	Объём	Удельный вес
1	60	1010	5	70	1010
2	65	1010	6	70	1010
3	50	1010	7	70	1010
4	55	1010	8	50	1010

Сумма: ночной диурез - 230 мл, дневной диурез - 260 мл, суточный диурез - 490 мл.

**Эталон ответа.**

Олигурия, гипостенурия, никтурия. Уменьшение функционирующей массы клубочков, эффективного почечного плазмотока, ультрафильтрации, функциональной способности проксимальных канальцев и канальцевой реабсорбции.

### Задача № 19.

Дать заключение по следующим данным:

Диурез - 2300 мл, удельный вес - 1030. Белка - нет, сахар - обнаружен, ацетон - обнаружен, желчных пигментов - нет. Эритроцитов - 5 в поле зрения. Лейкоцитов - 1 в поле зрения. Бактерий - нет. Клубочковая фильтрация - 170 мл/мин, почечный плазмоток - 800 мл/мин. Фильтрационная фракция - 25 %. Максимальная реабсорбция глюкозы - 500 мг/мин. Реабсорбция воды - 99%. Ночной диурез - 1120 мл, дневной диурез - 1180 мл, суточный диурез - 2300 мл (см. таблицу).

Проба по Зимницкому:

Дневной диурез			Ночной диурез		
№ пробы	Объём	Удельный вес	№ пробы	Объём	Удельный вес
1	280	1030	5	280	1030
2	300	1030	6	280	1030
3	300	1030	7	280	1030
4	300	1030	8	280	1030

### Эталон ответа.

Полиурия, глюкозурия, ацетонурия. Увеличение клубочковой фильтрации и эффективного почечного кровотока, ультрафильтрации, функциональной способности проксимальных канальцев, предельной возможности разведения и концентрирования мочи.

### Задача № 20.

Дать заключение по следующим данным:

Диурез - 1115 мл, удельный вес - 1020. Белка - нет, сахара - нет, ацетона - нет, желчных пигментов - нет. Эритроцитов - до 4 в поле



зрения. Лейкоцитов - 2 в поле зрения. Бактерий - нет. Клубочковая фильтрация - 120 мл/мин, почечный плазмоток - 580 мл/мин. Фильтрационная фракция - 17 %. Максимальная секреция кардиотраста - 52,8 мг/мин. Реабсорбция воды - 95%. Ночной диурез - 525 мл, дневной диурез - 590 мл, суточный диурез - 1115 мл (см. таблицу).

Проба по Зимницкому:

Дневной диурез			Ночной диурез		
№ пробы	Объём	Удельный вес	№ пробы	Объём	Удельный вес
1	130	1020	5	130	1020
2	130	1020	6	130	1020
3	130	1020	7	130	1020
4	200	1020	8	135	1020

**Эталон ответа.**

Функциональное состояние почек в норме.

**Задача № 21.**

Дать заключение: Диурез - 1125 мл, удельный вес - 1019, белок - обнаружен, сахара - нет, ацетона - нет. Билирубинемия. Эритроцитов - 18 в поле зрения. Лейкоцитов - 27 в поле зрения. Бактерии - обнаружены. Клубочковая фильтрация - 110 мл/мин, почечный плазмоток - 600 мл/мин. Максимальная реабсорбция глюкозы - 362 мг/мин. Максимальная секреция кардиотраста - 55 мг/мин. Реабсорбция воды - 96%. Ночной диурез - 525 мл, дневной диурез - 610 мл, суточный диурез - 1125 мл (см. таблицу).

Проба по Зимницкому:

Дневной диурез			Ночной диурез		
№ пробы	Объём	Удельный вес	№ пробы	Объём	Удельный вес
1	130	1019	5	130	1019
2	140	1019	6	135	1019
3	140	1019	7	130	1019
4	200	1019	8	130	1019

**Эталон ответа.**

Протеинурия, билирубинурия, гематурия, лейкоцитемия, бактериурия.  
Функциональные показатели в норме.

**РАЗДЕЛ: ФИЗИОЛОГИЯ АДАПТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ.**

**ТЕМА: БИОРИТМЫ И АДАПТАЦИЯ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия:**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 минут.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний студентов путем разбора материала в устной форме (при наличии вопросов, возникших после самостоятельной подготовки) и/или с использованием электронного учебника - 30 минут.

в) компьютерный тестовый контроль исходного уровня знаний – 10 минут.

2. Основной этап занятия:

Разбор материала в устной форме или заслушивание подготовленных студентами сообщений с их последующим обсуждением – 45 минут.

*Предлагаемые темы докладов:*

1. Биологические ритмы: механизмы ритмогенеза.
2. Гомеокинез как ритмический процесс поддержания гомеостаза организма в условиях действия факторов внешней среды. Фотопериодическая регуляция биоритмов: роль эпифиза и гипоталамуса.
3. Сезонные и суточные колебания интенсивности энергетического обмена и уровня гормонов в крови.
4. Хронофизиология репродуктивной системы.
5. Понятие адаптации, дезадаптации, дисфункции и реадaptации. Характеристики процессов адаптации.
6. Специфические и неспецифические адаптивные механизмы.
7. Адаптация к зубным протезам.
8. Адаптация к экстремальным условиям Севера.
9. Адаптация к жаркому климату.
10. Зимняя спячка и оцепенение у животных как пример адаптации к неблагоприятным факторам окружающей среды.
11. Адаптация к высокогорным условиям (низкое давление).
12. Адаптация к повышенному атмосферному давлению.

3. Конечный этап занятия:

Контроль конечного уровня знаний решением ситуационных задач – 30 минут.

**3. Учебные цели занятия:**

**ЗНАТЬ:**

1. Биологические ритмы: понятие, классификация.
2. Механизмы ритмогенеза.
3. Специфические и неспецифические адаптивные механизмы.
4. Характеристики процессов адаптации.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

Преподаватель формулирует цель занятия и указывает на то, что изучение данного раздела важно с той точки зрения, что адаптация представляет собой совокупность физиологических реакций, лежащих в основе процессов приспособления организма к изменению окружающих условий и направленных на сохранение относительного постоянства его внутренней среды. Знание и понимание общих механизмов естественных адаптивных процессов, выработанных в процессе эволюции к таким неблагоприятным условиям окружающей среды как холод и жара, различные виды питания, низкое и высокое атмосферное давление и т.д., в будущем поможет выработать механизм управления физиологическими функциями человеческого организма в процессе приспособления к неблагоприятным факторам, созданным активной деятельностью человека

Ознакомив студентов с целью и планом занятия, необходимо проверить их исходный уровень знаний. Это проверяется путем фронтального опроса. Преподаватель подчеркивает тот факт, что понимание процессов адаптации возможно лишь при полном усвоении знаний, полученных в курсе «Нормальная физиология».

##### 2. Основной этап занятия.

На этом этапе, после заслушивания каждого доклада, преподаватель обсуждает со студентами возникшие вопросы по теме сообщения,

дает необходимые пояснения и дополнения. В ходе разбора материала следует последовательно остановиться на всех вопросах темы занятия и обратить внимание студентов на следующие моменты:

1. Физиологические механизмы ритмогенеза.
2. Общие принципы и механизмы адаптации.
3. Характеристики процессов адаптации.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе проводится контроль конечного уровня знаний студентов путем решения ситуационных и проблемных задач и тестового контроля. Результаты обсуждаются всеми студентами.

#### **Вопросы для контроля уровня знаний студентов:**

1. Почему у тренированного человека (спортсмена) менее выражены изменение АД, ЧСС, ЧДД и др., чем у нетренированного?
2. За счет чего увеличивается масса тренированной мышцы и почему позже наступает период утомления при нагрузке?
3. Как меняется энергетический обмен при длительной физической нагрузке?
4. Какие изменения в системе крови наблюдаются, по вашему мнению, у жителей высокогорья?
5. Как изменяется дыхание при подъеме в гору? При спуске в шахты?
6. Какие железы внутренней секреции принимают участие в адаптационных реакциях организма?
7. Какие стадии выделяют при развитии стресс-синдрома?
8. Как вы думаете, почему редкие и кратковременные стрессовые воздействия вызывают повышение (стимуляцию) иммунитета, а

длительные частые или постоянные приводят к его снижению (подавлению)?

9. Какова роль эпифиза в формировании поведенческих реакции в темное и светлое время суток?

10. Перечислите основные характеристики биоритмов.

11. Что такое *хронобиологическая норма*?

12. Какими гипотезами объясняется механизм «эндогенных биологических часов»?

13. Какую роль в развитии патологических процессов в организме играет состояние десинхронизации?

14. Объясните разницу между терминами *акклимация* и *акклиматизация*.

15. Адаптация является активным или пассивным процессом?

16. Какие вы знаете положительные и отрицательные формы стресса?

17. Что такое общий адаптивный синдром?

18. Чем отличаются процессы адаптации при кратковременных и длительных экстремальных воздействиях?

19. Как вы понимаете выражение «вегетативная память» относительно процессов адаптации?

20. Расскажите о сложной и перекрестной адаптации. Обратимы ли процессы адаптации?

5. Задачи для определения конечного уровня знаний студентов.

### **Задача №1.**

Если человек регулярно посещает сауну, изменится ли у него через некоторое время уровень энергетического обмена?

**Эталон ответа.**

Уровень энергетического обмена измеряется количеством тепла, которое выделяется в ходе метаболических процессов. Если человек постоянно подвергается действию тепла, то происходит понижение интенсивности собственной теплопродукции, иначе говоря, снижение уровня энергетического обмена. Это отражает приспособление организма к воздействию тепла.

### **Задача №2.**

Температура воды в антарктических морях может быть ниже нуля. (Вода не замерзает из-за высокой концентрации солей). Как же существуют в этих условиях рыбы, которые являются пойкилотермными и, следовательно, температура их тела и крови так же может упасть ниже нуля, и почему не замерзают жидкости организма?

### **Эталон ответа.**

Замерзание жидкости процесс чисто физический. Поэтому и влиять на него можно таким же путем - понизить точку замерзания. Проще всего повысить в крови количество солей. Но это может повлиять на важные физиологические функции. У рыб синтезируется особое вещество – антифриз, понижающий точку замерзания.

### **Задача №3.**

Человек постоянно живет в горах. Какие изменения показателей крови можно обнаружить у него?

### **Эталон ответа.**

В горной местности наблюдается недостаток кислорода, компенсировать который можно увеличением количества эритроцитов.

### **Задача №4.**

Как изменяется величина основного обмена у людей, переехавших на постоянное место жительства на Север?

**Эталон ответа.**

В условиях холода целесообразно увеличить теплопродукцию организма. Тепло выделяется за счет метаболических реакций. У человека, переехавшего на Север, уровень основного обмена через некоторое время возрастает. Этот процесс может продолжаться несколько месяцев.

**Задача №5.**

Человеку при питье морской воды грозит гибель, но некоторые птицы могут пить морскую воду. Чем объясняется такая способность морских птиц?

**Эталон ответа.**

В морской воде содержится большое количество солей. Она резко гипертонична. Почки человека не в состоянии компенсировать резкое увеличение осмотического давления крови. У некоторых птиц имеется специальный орган - солевая железа, которая выводит избыток солей.

**Задача №6.**

Если у новорожденного при перерезке пуповины затягивать лигатуру очень медленно, то первый вдох может не наступить и ребенок погибнет. Почему?

**Эталон ответа.**

Прекращение поступления кислорода из крови матери приводит к накоплению углекислого газа и уменьшению количества кислорода в крови плода, что вызывает активацию дыхательного центра через хеморецепторы. При быстрой перевязке накопление  $\text{CO}_2$  идет скачкообразно. При очень медленной перевязке связь с организмом



матери прекращается медленно и накопление  $\text{CO}_2$  идет медленно. Вспомните закон крутизны нарастания раздражителя и получите ответ.

**Задача №7.**

При подготовке кошки к участию в выставке некоторые хозяева содержат ее на холоде и кормят жирной пищей. Зачем это делают?

**Эталон ответа.**

Всякое внешнее воздействие, тем более продолжительное, вызывает в организме приспособительные реакции. Это справедливо и для действия холода. При действии холода происходит усиленное отрастание шерсти. На холоде увеличиваются теплопотери, а жир обладает наибольшей теплотворной способностью. Следовательно, такая диета повышает теплопродукцию.

**Задача №8.**

Какую общую физиологическую функцию выполняют уши кролика и хвост крысы?

**Эталон ответа.**

Эти органы способствуют отдаче тепла в условиях высокой температуры. Например, у крысы кровотоки в хвосте могут увеличиваться в 180-200 раз, нагретая кровь, притекая к поверхности тела, усиливает теплоотдачу.

**Задача №9.**

Одно животное периодически помещают в холодную воду, а другое – в комнату с воздухом той же температуры. У кого более значительно изменится обмен веществ?

**Эталон ответа.**

Теплопроводность воды значительно выше, чем воздуха. Поэтому и охлаждающая способность воды намного выше. При воздействии холода обмен веществ компенсаторно увеличивается. Это увеличение будет более значительным при воздействии холодной воды.

#### **Задача №10.**

У людей, адаптированных к тепловым воздействиям, в поте увеличивается количество жирных кислот. В чем состоит приспособительное значение этого сдвига?

#### **Эталон ответа.**

Охлаждающее действие пота связано с его испарением с кожи. Следовательно, чем больше пота успевает испариться за единицу времени, тем эффективнее теплоотдача. Жирные кислоты понижают поверхностное натяжение. Поэтому капли пота лучше растекаются на коже и быстрее испаряются. Таким образом, эффективность теплоотдачи повышается.

#### **Задача №11.**

У многих животных, в отличие от человека, при действии высокой температуры среды температура тела повышается до весьма значительного уровня и затем стабилизируется на этом уровне. Объясните физиологический смысл этой реакции.

#### **Эталон ответа.**

Основные пути теплоотдачи – конвекция, радиация и испарение пота. Если температура среды выше температуры тела, то организм не может отдавать тепло конвекцией и радиацией. Остается только испарение пота. Если же температура тела повышается выше температуры среды, то возможна теплоотдача радиацией и

конвекцией, и тогда экономится вода, которую организм теряет с потом или слюной.

**Задача №12.**

Почему мы не ощущаем кольцо, которое постоянно носим на пальце, но в то же время отчетливо чувствуем, что на этот палец села муха?

**Эталон ответа.**

При постоянном воздействии тактильного раздражителя происходит адаптация рецепторов и раздражение перестает ощущаться. Поэтому кольцо на пальце перестает оказывать раздражающее действие. Прикосновение же лапок мухи, хотя и слабое, но ранее отсутствовало. Порог раздражения для этого воздействия еще весьма низок, поэтому оно ощущается.

## **РАЗДЕЛ: ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ**

### **ЗАНЯТИЕ №1.**

#### **ТЕМА: СТРУКТУРНО - ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ.**

**1. Продолжительность занятий - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 20 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практической работы - 30 мин.

б) оформление протокола исследования - 10 мин.

в) анализ результатов исследования - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем - 10 мин.

б) проверка коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 5 мин.

**3. Учебные цели занятия:**

**ЗНАТЬ:**

1. Функции челюстно-лицевой области.

2. Системную организацию функциональной системы пищеварения.

3. Строение пищеварительного центра, механизмы голода и насыщения.

**УМЕТЬ:**

1. Рисовать функциональную систему, поддерживающую уровень питательных веществ в крови.

2. Рисовать функциональную систему формирования пищевого комка (по М.М. Костюшину и О.М. Карцевой) и анализировать ее компоненты.

3. Анализировать функциональные элементы зубочелюстной системы

4. Анализировать схему функционального элемента органа вкуса (вкусовая почка).

**4. Методика проведения занятия.**

*1. Подготовительный этап занятия.*

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия. Написать на доске тему и цель занятия. Объяснить студентам, что полученные знания потребуются при обучении на других теоретических и клинических кафедрах.

Беседуя со студентами о функциях органов челюстно-лицевой области, отметить их полифункциональность - осуществление пищеварительной, сенсорной, защитной, коммуникативной, и др. функций. Отдельно сказать об участии органов челюстно-лицевой области в пищеварении: участие в процессах поиска и приема пищи, переработке пищевых веществ, всасывании отдельных ионов, дистиллированной воды.

Обосновать, почему в настоящее время изучение функций челюстно-лицевой области рассматривается с позиций системной и

аналитической методологии, на каких положениях базируется этот подход (концепции А.М. Чернуха о функциональном элементе, теории функциональных систем П.К. Анохина).

Говоря о концепции А.М. Чернуха о функциональном элементе, следует остановиться на определении функционального элемента как пространственно ориентированного структурно-функционального комплекса, состоящего из клеточных и волокнистых образований органа, объединенных общей системой иннервации и кровоснабжения. Определить основные части функционального элемента: рабочая часть, сосудистый компонент, нервные образования.

При обсуждении теории функциональных систем П.К. Анохина, следует остановиться на общей схеме функциональной системы, отметить основные составляющие этой системы, а также их взаимосвязь:

1. Полезный приспособительный результат как ведущее звено функциональной системы;
2. Рецепторы результата;
3. Обратная афферентация, поступающая от рецепторов результата в центральные образования функциональной системы;
4. Центральная архитектура, представляющая избирательное объединение функциональной системой нервных элементов различных уровней;
5. Исполнительные соматические, вегетативные и эндокринные компоненты, включающие организованное целенаправленное поведение.

Помимо общей схемы отобразить и разобрать основные компоненты функциональной системы целенаправленного поведенческого акта по П.К. Анохину.

Отметить, что с общетеоретической точки зрения любая функциональная система представляет саморегулирующуюся организацию, динамически и избирательно объединяющие ЦНС и периферические органы и ткани на основе нервной и гуморальной регуляции для достижения полезных для системы и организма в целом приспособительных результатов.

Обсуждая теоретический вопрос о голоде и насыщении, следует:

1. обратить внимание на интерпретацию чувства голода с точки зрения сенсорной физиологии (общее ощущение) и с точки зрения психологии (гомеостатическое влечение или драйв);
2. рассмотреть гипотезы возникновения голода - глюкостатическую, термостатическую и липостатическую, а также роль раздражения механорецепторов желудка в развитии чувства голода;
3. обозначить механизмы и факторы преабсорбтивного и постабсорбтивного насыщения.
4. указать центральные механизмы регуляции голода и насыщения.

## 2. Основной этап занятия.

На основном этапе занятия с учетом вышеизложенной информации студентами анализируются следующие функциональные элементы и функциональные системы:

1. Функциональная система, поддерживающая оптимальный для метаболизма уровень питательных веществ в крови по Судакову К.В.

При этом учитываются особенности формирования пищевой мотивации, вклад факторов пре- и постабсорбтивного насыщения в создание конечного приспособительного результата;

2. Функциональная система формирования пищевого комка по Костюшину М.М. и Карцевой О.М.

При анализе этой функциональной системы обращается внимание студентов на то, что это система целенаправленного поведенческого акта по П.К. Анохину, где после процесса принятия решения закладываются два параллельных процесса: обозначается акцептор результата и формируется программа действия, за реализацию которой отвечают исполнительные органы (мимические и жевательные мышцы, действие языка, сосудов ротовой полости, процессов дыхания, слюно- и слизообразования). Также следует дать оценку параметрам пищевого комка - время образования, масса; определить последовательность включения рецепторов при оценке пищевого комка (тактильные => температурные => вкусовые). Указать, какие нервы образуют канал обратной афферентации, а также в каких структурах ЦНС происходит обработка информации.

3. Функциональные элементы зубочелюстной системы - при рассмотрении этого вопроса отмечается, что зубочелюстная система состоит из отдельных функциональных элементов различной степени сложности, представляющих своеобразную иерархию.

- Функциональным элементом зубочелюстной системы **первого порядка** является зубной орган, рабочая часть которого представлена зубом - рабочим компонентом, обеспечивающим специфическую пищеварительную функцию зубочелюстной системы - механическую обработку пищи. Соединительнотканная часть зубного органа, представленная волокнами периодонта и клеточными элементами



рыхлой соединительной ткани, заполняющими периодонтальную щель, обеспечивает рабочую архитектуру специфических образований, т.е. определенное положение зубов, необходимое для осуществления их функций. Кроме того, клеточные элементы соединительной ткани являются источником образования биологически активных веществ, играющих существенную роль в регуляции кровотока в системе микроциркуляции зубного органа. Данный функциональный элемент имеет собственное микроциркуляторное и нервное звено, благодаря чему осуществляется нейрогуморальная регуляция его деятельности.

- Вместе с тем зуб, который является специфическим компонентом зубного органа как функционального элемента зубочелюстной системы первого порядка, следует рассматривать и как самостоятельный орган, состоящий из функциональных элементов, которые в данной иерархии следует обозначать как функциональные элементы зубочелюстной системы **второго порядка**.

4. Функциональные элементы органа вкуса (вкусочная почка; вкусовой сосочек) - при обсуждении этого вопроса рассматривается значение вкусовой почки как первичного функционального элемента органа вкуса. Обращается внимание студентов на иерархическую зависимость деятельности вкусовой почки от вкусового сосочка, как вторичного сенсорного функционального элемента, при этом вкусовая почка является его рабочей частью. В разговоре отмечается, что вкусовые почки как самостоятельные первичные функциональные элементы представлены в виде отдельных образований в эпителии слизистой оболочки различных отделов рта, глотки, надгортанника, пищевода.

3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать тестовый контроль знаний. Результаты сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами. В заключении преподаватель дает задание на следующее занятие.

### **Лабораторные работы.**

1. Анализ функциональной системы, поддерживающей оптимальный для метаболизма уровень питательных веществ в крови по Судакову К.В.
2. Анализ функциональной системы формирования пищевого комка.
3. Анализ функциональных элементов зубочелюстной системы.
4. Анализ функциональных элементов органа вкуса.

### **ЗАНЯТИЕ №2.**

**ТЕМА: МОТОРНЫЙ КОМПОНЕНТ ПИЩЕВАРЕНИЯ:  
ЖЕВАНИЕ, ГЛОТАНИЕ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 20 мин.

2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практической работы - 30 мин.
- б) оформление протокола исследования - 10 мин.
- в) анализ результатов исследования - 10 мин.

### 3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем - 10 мин.

б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 5 мин.

### **3. Учебные цели занятия:**

#### **ЗНАТЬ:**

1. Механизм, регуляцию, методы исследования глотания.
2. Функциональную характеристику жевательной системы. Регуляцию акта жевания.
3. Роль зубов, языка, губ во время жевания. Структуру и функцию височно-нижнечелюстного сустава.
4. Методы исследования жевательной функции (гнатодинамометрия, миоэлектродинамометрия, электромастикациография).
5. Технику регистрации мастикациограммы. Принцип работы мастикациографа. Клинико-диагностическое значение метода.

#### **УМЕТЬ:**

1. Анализировать мастикациограммы людей различного возраста, с полным и неполным зубными рядами, при зубных протезах.

### **4. Методика проведения занятия.**

#### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия. Написать на доске тему и цель занятия. Объяснить студентам, что полученные знания потребуются при обучении на других теоретических и клинических кафедрах.

Обсуждая вопрос о регуляции жевания следует выделить произвольный и непроизвольный компонент жевания, какие

структуры ЦНС за каждый из них ответственны (центры жевания), как проходят проводящие пути акта жевания. Кроме этого, следует охарактеризовать рефлексы акта жевания: периодонто-мышечный, гингиво-мышечный, миотатические рефлексы, сочетанные рефлексы с разобщением прикуса, указать их значение.

Говоря о глотании, следует обсудить со студентами следующие моменты:

- фазы акта глотания, указать, какие из них произвольные, какие непроизвольные;
- механизм акта глотания, какие методы для его изучения применяются;
- регуляция акта глотания, устройство соответствующего нервного центра, принцип реципрокности в работе центра глотания и дыхательного центра;
- значение координированных цепных рефлексов в реализации глотания;
- механизм проглатывания жидкостей.

## 2. Основной этап занятия.

Этот этап посвящен выполнению самостоятельной работы - анализу имеющихся мастикациогамм.

При обсуждении полученных результатов необходимо рассмотреть следующие вопросы:

1. Какие методы изучения механической обработки пищи в полости рта используются в настоящее время.
2. Что понимают под эффективностью жевания. Какие существуют функциональные методы изучения эффективности жевания:  
проба Христиансена (1923)  
- проба Гельмана (1932)

- проба Дальберга (1942)
- проба Рубинова (1958)
- проба Ряховского (1989)

Проверить понимание студентами определений «жевательные волны» и «жевательный период», какие составляющие их образуют. При анализе фаз жевательного периода обратить внимание на фазу ориентировочного жевания (фаза 3) и фазу основной жевательной функции (фаза 4). Какую информацию можно получить из анализа их.

Определить информативность таких методов исследования жевательной функции, как гнатодинамометрия, миотонометрия, электромастикациография.

В конце выполнения практической работы студенты вместе с преподавателем дают заключение по отдельным мастикациограммам. Преподаватель проверяет, корректирует и подписывает протоколы занятия.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать тестовый контроль знаний. Результаты сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами. В заключении преподаватель дает задание на следующее занятие.

### **Лабораторные работы.**

Анализ мастикациограмм людей различного возраста, с различными дефектами зубных рядов.

### **ЗАНЯТИЕ №3.**

## **ТЕМА: СЕКРЕТОРНЫЙ КОМПОНЕНТ ПИЩЕВАРЕНИЯ: СЛЮНООБРАЗОВАНИЕ И СЛЮНООТДЕЛЕНИЕ, РЕГУЛЯЦИЯ СЛЮНООБРАЗОВАНИЯ**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 45 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практической работы - 10 мин.

б) оформление протокола исследования - 10 мин.

в) анализ результатов исследования - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем - 10 мин.

**3. Учебные цели занятия:**

**ЗНАТЬ:**

1. Биологические жидкости полости рта. Состав десневой жидкости.

2. Количество слюны. Показатели базальной и стимулированной секреции. Вариабельность слюноотделения.

3. Методы сбора слюны

4. Состав слюны. Происхождение компонентов слюны, формирование ионного состава.

5. Мицеллярное строение слюны. Доказательства мицеллярной структуры. Функции слоев мицелл.
6. Минерализующая функция слюны. Механизмы минерализации. Факторы, влияющие на минерализацию.
7. Регуляция слюноотделения. Строение слюноотделительного центра.
8. Электрофизиологические особенности glanduloцитов.
9. Механизмы и пути всасывания веществ в ротовой полости: аминокислоты, глюкоза,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , дистиллированная вода.

#### **УМЕТЬ:**

1. Анализировать и рисовать кривые слюноотделения на различные продукты: мясо, сахарный порошок, хлеб.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия

На этом этапе необходимо сформулировать и написать на доске цели и задачи занятия, объяснить студентам, что они должны знать и уметь по окончании занятия.

Дать представление о вкладе кафедры в прошлом и современном периоде работы в области пищеварения. Особо отметить заслуги проф. В.Д. Суходоло, фундаментальные исследования, которого в области слюноотделения позволили окончательно сформулировать учение о периодической деятельности пищеварения. Познакомить с методами изучения, используемымися на кафедре по тематике пищеварения.

После ознакомления студентов с планом занятия основную часть занятия следует посвятить проверке и коррекции исходного уровня знаний посредством устного разбора материала.

В начале разбора материала необходимо разграничить понятия «слюна» и «ротовая жидкость». Отметить, что слюна - сложная биологическая жидкость, в основе формирования которой лежат процессы секреции, рекреции и синтеза. Какие анатомические особенности кровоснабжения саливаторного аппарата способствуют формированию полноценного состава слюны (наличие 2-х разветвленных участков капиллярного русла - ацинарного и дуктального - протокового; высокая проницаемость капилляров и высокая объемная скорость кровотока).

Определить происхождение отдельных компонентов слюны, а также пути и механизмы поступления этих веществ в первичную и вторичную слюну. При этом следует выделить 2 пути - парацеллюлярный (минуя клетку - через межклеточное пространство) и трансцеллюлярный - через клетку (через ациноцит). (Схема транспорта ионов представлена в приложении).

Говоря о белковом спектре слюны сначала следует выделить функциональные группы белков (ферменты, иммунные факторы (IgA<sub>s</sub>, IgG, IgM, IgE), гормоноиды и БАВ). Затем подчеркнуть особенности синтеза белка в glanduloцитах: наложение фаз синтеза друг на друга и наличие большого количества транспортных систем для аминокислот, вследствие этого - непрерывность выделения белка.

В начале разговора о строении слюны следует, в общем, обсудить строение мицеллы, а потом применить это определение к мицеллам слюны. В них следует выделить:

- ядро, состоящее из молекул фосфата кальция  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ;
- адсорбционный слой в свою очередь состоящий из 2-х слоев: потенциалобразующих ионов ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) и слой противоионов ( $\text{Ca}^{2+}$ );



- диффузионный слой, состоящий из гидратированного высокомолекулярного соединения.

Отдельно стоит остановиться на механизме минерализации эмали зуба, а также зависимости процессов минерализации от состояния мицелл. Затем следует рассмотреть факторы (физические и химические), влияющие на минерализацию зуба.

Необходимо обратить внимание студентов на то, что в патогенезе множественного кариеса лежит снижение минерализующего потенциала слюны.

## 2. Основной этап занятия.

Этот этап посвящен выполнению самостоятельной работы студентов и анализу полученных экспериментальных результатов.

В ходе выполнения лабораторной работы обсудить со студентами существующие методы и технику сбора слюны для анализа, какие вещества используют для стимуляции слюноотделения, какие требования предъявляются к ним.

Обращается внимание студентов на развитие такого метода как саливадиагностика, позволяющего использовать слюну в качестве диагностической жидкости.

Слюну используют для установления наличия в организме алкоголя, ряда наркотиков, многих фармакологических веществ, никотина при табакокурении, многих гормонов, антител и иммуноглобулинов, ДНК, онкомаркеров, ряда ферментов, экзотоксинов (в том числе и техногенных). При этом со студентами рассматриваются особенности строения гематосаливарного барьера (ГСБ), а также пути и механизмы транспорта веществ через ГСБ.

Преимуществом саливадиагностики является ее несомненная предпочтительность в детском и старческом возрасте. Важным

преимуществом саливадиагностики обладает при ряде судебно-медицинских исследований, а иногда и сохранения секретности производимых исследований (например, для выявления скрываемых наркоманий, табакокурения, других недугов и вредных привычек). Значение саливадиагностики велико при массовых обследованиях населения, например, с целью установления результатов техногенных воздействий и пищевых отравлений, а также пролонгированного введения в организм с пищей компонентов удобрений, средств борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать тестовый контроль знаний. Результаты сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами. В заключении преподаватель проверяет, корректирует и подписывает протоколы исследования, дает задание на следующее занятие.

### **Лабораторные работы.**

Определение количества слюны на разные пищевые раздражители в состоянии голода и при насыщении.

## **ЗАНЯТИЕ №4**

**ТЕМА: СЕНСОРНАЯ ФУНКЦИЯ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ: СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 45 мин.

2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практической работы - 15 мин.
- б) оформление протокола исследования - 10 мин.

3. Конечный этап занятия:

- а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем - 10 мин.
- б) проверка, коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 5 мин.

**3. Учебные цели занятия:**

**ЗНАТЬ:**

1. Тактильная сенсорная система: строение, свойства, особенности, функции.
2. Температурная сенсорная система: строение, свойства, особенности, функции.
3. Вкусовая сенсорная система: строение, свойства, особенности, функции.
4. Обонятельная сенсорная система: строение, свойства, особенности, функции.
5. Системный характер восприятия. Понятие о ротовом анализаторе (И.П. Павлов).

**УМЕТЬ:**

Исследовать особенности вкусового анализатора методом пороговой густометрии.

**4. Методика проведения занятия.**

### I. Подготовительный этап занятия.

На этом этапе необходимо сформулировать и написать на доске цели и задачи занятия, объяснить студентам, что они должны знать и уметь по окончании занятия. Объяснить студентам, что знание материала этой темы представляет интерес для клинической практики, а также полученные знания и навыки будут необходимы при последующем обучении на теоретических и практических кафедрах.

Разобрать понятие «анализаторы», их составные части, функции (рецепторы, проводниковый отдел, центральная или корковая часть анализатора).

Обратить внимание, на классификацию рецепторов челюстно-лицевой области:

#### По характеру информации:

1. вкусовые;
2. холодовые;
3. тепловые;
4. тактильные;
5. болевые;
6. проприоцептивные.

#### По специфике функционирования:

1. соматосенсорные - тактильные, тепловые, холодовые болевые;
2. хеморецепторы - вкусовые;
3. проприорецепторы.

При устном разборе конкретных сенсорных систем, следует разобрать следующие моменты:

#### ***Тактильная сенсорная система.***

Дать развернутую характеристику периферическому отделу тактильного анализатора слизистой оболочки полости рта:

### 1. Рецепторный аппарат.

- морфологические образования, формирующие рецепторный аппарат:

а) механорецепторы (тельце Мейснера, диск Меркеля, тельце Паччини)

б) рецепторы осязания (нитевидные сосочки языка).

- строение;

- особенности иннервации;

- особенности функционирования;

- специфические раздражители.

- классификация рецепторов

а) по характеру воздействия: давления, прикосновения, осязания

б) по функциональным особенностям: фазные и статические

- топографические особенности рецепторного аппарата, физиологический смысл.

### 2. Проводниковый отдел.

Отразить проводящий путь тактильной чувствительности. Указать, в каких структурах ЦНС располагается I, II, III нейроны.

### 3. Центральный отдел.

Указать корковое представительство тактильного анализатора.

Обсудить методы исследования тактильной чувствительности (эстезиометрии): способ Вебера и способ Фрея.

### ***Температурная сенсорная система.***

#### 1. Рецепторный аппарат

- морфофизиологические особенности рецепторного аппарата (колбы Краузе, тельца Руффини);

- классификация терморецепторов;

- особенности распределения рецепторов различных видов тепловой чувствительности в полости рта, биологический смысл.

## 2. Проводниковый отдел.

Отразить проводящий путь температурной чувствительности. Указать, в каких структурах ЦНС располагается I, II, III нейроны.

## 3. Центральный отдел.

Указать корковое представительство температурного анализатора.

Отдельно стоит остановиться на особенностях восприятия температуры ротовой полостью. При этом следует осветить следующие вопросы:

- деление полости рта по степени чувствительности к теплу и холоду, биологический смысл;
- границы восприятия различных температур ротовой полостью;
- термочувствительность зубов.

### ***Вкусовая сенсорная система.***

#### 1. Рецепторный аппарат.

а) вкусовая почка:

- клеточные элементы вкусовой почки, их функции;
- особенности трофики вкусовой почки (внутри вкусовой почки, с базальной и апикальной стороны);

б) вкусовые сосочки.

Механизмы вкусовой рецепции:

- соленый и кислый вкус

Роль амилорид-чувствительных натриевых каналов в восприятии соленого и кислого вкуса, блокада калиевых каналов протонами, как механизм рецепции кислого вкуса, а также роль парацеллюлярного транспорта солей и протонов во вкусовой рецепции.

- сладкий, горький вкус и вкус глутамата натрия (умами, аминокислот)

Механизмы восприятия, роль вторичных мессенджеров.

- жгучий вкус

Особенности рецепторного аппарата, природа рецептора капсаицина.

## 2. Проводниковый отдел.

Отразить проводящий путь вкусовой чувствительности. При этом упомянуть о том, что вкусовые почки различных областей полости рта иннервируются различными нервами. Указать, в каких структурах ЦНС располагается I, II, III нейроны.

## 3. Центральный отдел.

Указать корковое представительство вкусового анализатора.

### ***Обонятельная сенсорная система.***

#### 1. Рецепторный аппарат.

При обсуждении особенностей рецепторного аппарата обонятельного анализатора следует остановиться на следующих моментах.

- физиологические особенности;
- типы запахов, принципы классификации;
- механизмы восприятия запахов.

#### 2. Проводниковый и центральный отдел.

Отразить особенности проводящего пути и конечного звена обработки обонятельной чувствительности.

В заключение следует разобрать особенности восприятия как системного мотивационно-детерминированного процесса; подробно остановиться на таком явлении, как гастролингвальный рефлекс (ГЛР). Также следует рассмотреть место акцептора восприятия в функциональной системе поведенческого акта (по С.М. Будылиной).

#### 2. Основной этап занятия.

Этот этап посвящен выполнению практической работы «Изучение пороговой густометрии».

В конце выполнения практической работы студенты вместе с преподавателем дают заключение. Преподаватель проверяет, корректирует и подписывает протоколы занятия.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать тестовый контроль знаний. Результаты сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами. В заключении преподаватель дает задание на следующее занятие

### **Лабораторные работы.**

Изучение пороговой густометрии.

## **ЗАНЯТИЕ №5**

### **ТЕМА: КОММУНИКАТИВНАЯ ФУНКЦИЯ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ.**

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

#### 1. Подготовительный этап занятия:

- а) организационные мероприятия - 5 мин.
- б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 20 мин.

#### 2. Основной этап занятия:

- а) выполнение практической работы - 30 мин.
- б) оформление протокола исследования - 10 мин.
- в) анализ результатов исследования - 10 мин.

#### 3. Конечный этап занятия:



а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем - 10 мин.

б) проверка коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 5 мин.

### **3. Учебные цели занятия:**

#### **ЗНАТЬ:**

1. Речь, виды, психоакустические характеристики. Функции речи.
2. Механизмы фонации и артикуляции.
3. Нейронные механизмы формирования речи. Речевые функции коры больших полушарий.
4. Функциональная анатомия гортани.
5. Функциональная асимметрия мозга.
6. Нарушение центральных и периферических механизмов речи.

#### **УМЕТЬ:**

1. Анализировать пневмограммы в покое, при чтении вслух, при жевании, глотании.
2. Анализировать схему функциональной системы формирования слова, фонемы, фразы.

### **3. Методика проведения занятия.**

#### **1. Подготовительный этап занятия.**

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия. Написать на доске тему и цель занятия. Объяснить студентам, что жизнедеятельность человека и животных невозможна без общения друг с другом. Общественные отношения, трудовая деятельность осуществляются путем передачи информации от одного индивидуума другому различными путями: за счет определенной позы, походки, жестов, вокализации, а также мимики и речи.

В формировании мимики и речи принимают участие и органы челюстно-лицевой области и эта их функция получила название коммуникативной.

Обсуждая со студентами вопрос о речи, следует отметить, что это специфическая форма деятельности, обеспечивающая общение между людьми.

Необходимо выделить два основных вида речи: импрессивную и экспрессивную. При этом под импрессивной речью понимают деятельность, направленную на понимание речи. Это высшая психическая функция, она включает в себя несколько этапов:

первичное восприятие речевого сообщения;

декодирование сообщения;

анализ звукового состава речи;

соотнесение сообщения с определенными семантическими категориями прошлого опыта или собственным пониманием устного сообщения.

Под экспрессивной речью понимают деятельность, направленную на производство речи, т.е. на формирование устной активной речи, которая начинается с мотива и замысла высказывания, проходит стадию внутренней речи, когда идея высказывания кодируется в речевой схеме, а затем происходит перевод внутренних речевых единиц во внешние и осуществляется процесс высказывания. Оба вида речевой деятельности неразрывно связаны между собой.

Говоря о механизмах фонации и артикуляции необходимо обратить внимание студентов на то, что у человека нет специфических созданных для речи органов. Для этого используют органы дыхания, глотания и жевания.

## 2. Основной этап занятия.

На основном этапе занятия студентами анализируется функциональная система речеобразования (по Костюшину М.М.), основным системообразующим фактором которой является слово, ее контролирующий и исполнительный аппараты, обсуждаются особенности обратной афферентации (роль звуковых и кинестетических рецепторов).

При анализе пневмограмм уделяется внимание изменению динамики дыхания, отмечается прерывистый тип его при разговоре, задержка дыхания при глотании, раскрывается механизм реципрокности в реализации данных процессов, а также физиологический смысл данных взаимоотношений.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать тестовый контроль знаний. Результаты сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами. В заключении преподаватель дает задание на следующее занятие.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия. Написать на доске тему и цель занятия. Объяснить студентам, что полученные знания потребуются при обучении на других теоретических и клинических кафедрах.

### **Лабораторные работы.**

1. Анализ пневмограммы в покое, при чтении вслух, при жевании, глотании.
2. Анализ схемы функциональной системы формирования слова, фонемы, фразы.

## ЗАНЯТИЕ № 6

### ТЕМА: ФИЗИОЛОГИЯ НОЦИЦЕПТИВНОЙ СИСТЕМЫ.

**1. Продолжительность занятия - 2 часа.**

**2. План организации занятия.**

1. Подготовительный этап занятия:

а) организационные мероприятия - 5 мин.

б) проверка и коррекция исходного уровня знаний, посредством разбора материала в устной форме или с использованием электронного учебника - 40 мин.

2. Основной этап занятия:

а) выполнение практической работы - 20 мин.

б) оформление протокола исследования - 5 мин.

в) анализ результатов исследования - 5 мин.

3. Конечный этап занятия:

а) контроль конечного уровня усвоения учебного материала тестовым контролем, проверка коррекция, подписание протоколов, задание на следующее занятие - 15 мин.

**3. Учебные цели занятия:**

**ЗНАТЬ:**

1. Боль, механизм возникновения. Характеристика боли.

2. Физиологические механизмы регуляции болевой чувствительности.

3. Механизмы формирования боли в ротовой полости.

4. Основные компоненты болевых ощущений.

5. Периферические и центральные механизмы нарушения болевой чувствительности.

6. Болевые ощущения при заболеваниях органов челюстно-лицевой области.

7. Физиологические основы обезболивания в стоматологии.

#### **УМЕТЬ:**

1. Анализировать структурно-функциональную организацию сенсорной системы формирования дентальной боли.

2. Анализировать особенности слюноотделения при воздействиях отвергаемых веществ на слизистую оболочку полости рта.

#### **4. Методика проведения занятия.**

##### 1. Подготовительный этап занятия.

В начале занятия необходимо сформулировать его цели и задачи, что студенты должны знать и уметь по окончании занятия, написать на доске тему и цель. Студентам объясняется важность настоящего занятия, т.к. проблема боли - одна из распространенных проблем в современной стоматологии, не смотря на то, что рынок фармацевтических препаратов постоянно пополняется новыми обезболивающими препаратами. Достаточно часто встречаются противопоказания к их применению - беременность, индивидуальная непереносимость компонентов препарата. Наличие этих противопоказаний обязует врача-стоматолога знать об альтернативных методах обезболивания, таких, как электроаналгезия, охлаждение, рефлексаналгезия, аудиоаналгезия, а также понимать физиологическую основу этих методов.

В разговоре о физиологической природе боли определяют гипотезы возникновения боли:

- теория специфичности боли
- ноцицептивная теория интенсивности
- ноцицептивная теория распространения импульсов

- теория воротного контроля.

Помимо этого, говорится о строении и особенностях функционирования ноцицепторов, а также их локализации в полости рта, особое внимание уделяется локализации ноцицепторов в зубах. Давая характеристику боли, выделяют психогенную и физическую боль. В свою очередь, физическую боль разделяют на:

- обусловленную внешними воздействиями,
- обусловленную внутренними процессами,
- обусловленную повреждением центральной и периферической нервной системы.

Говоря об основных компонентах болевых ощущений, останавливаются на:

- сенсорном компоненте;
- аффективном компоненте;
- вегетативном компоненте;
- двигательном компоненте боли.

Отмечают, что все компоненты боли возникают вместе, хотя и в разной степени, однако их центральные проводящие пути местами разделены и связаны с различными частями ЦНС, однако в то же время, все компоненты боли могут в принципе возникать изолированно друг от друга.

Обсуждая вопрос о болевой чувствительности от органов челюстно-лицевой области (в частности, дентальной боли), говорится о проводниковых и центральных механизмах болевой чувствительности (соответствующая схема представлена в приложении). При этом обращается внимание на следующие моменты:

*Восходящие пути болевой чувствительности.* Отмечается, что в ЦНС не существует специализированных путей болевой

чувствительности, и интеграция боли осуществляется на различных уровнях ЦНС на основе сложного взаимодействия лемнисковых и экстралемнисковых проекций.

*Структуры и механизмы интеграции боли:*

### 1. Ретикулярная формация.

В ретикулярной формации продолговатого мозга существуют нейроны, активирующиеся исключительно ноцицептивными стимулами. На основе информации, поступающей в ретикулярную формацию, формируются соматические и висцеральные рефлексy, которые интегрируются в сложные соматовисцеральные проявления ноцицепции. Через связи ретикулярной формации с гипоталамусом, базальными ядрами и лимбическим мозгом реализуются нейроэндокринные и эмоционально - аффективные компоненты боли, сопровождающие реакции защиты.

### 2. Таламус.

Выделяют 3 основных ядерных комплекса, имеющих непосредственное отношение к интеграции боли:

- вентро-базальный комплекс (обеспечивает точную соматическую информацию о локализации боли, ее пространственную соотнесенность),

- задняя группа ядер (участвует в передаче и оценке информации о локализации болевого воздействия и частично в формировании мотивационно-аффективных компонентов боли)

- медиальные и интраламинарные ядра (осуществляют оценку и раскодирование интенсивности ноцицептивных стимулов, различая их по продолжительности и паттерну разрядов).

### 3. Кора головного мозга.

Участвует в первичном восприятии боли (соматосенсорная и фронто-орбитальная области коры).

Участвует в качественной оценке боли, в формировании мотивационно-аффективных и психодинамических процессов, обеспечивающих переживание боли и реализацию ответных реакций на боль.

Говоря об уровнях и механизмах регуляции болевой чувствительности, рассматривают функционирование эндогенной системы контроля и регуляции болевой чувствительности как многоуровневого образования, где:

**первый уровень** объединяет структуры продолговатого и среднего мозга:

- центральное серое околоспинальное вещество (ЦСОВ);
- ядра шва (ЯШ);
- ретикулярной формации.

Первый уровень регуляции болевой чувствительности функционирует как стволовый супраспинальный фильтр, выделяющий ноцицептивные сигналы из общего потока соматической афферентной импульсации.

**второй уровень** представлен вентро- и дорсомедиальными ядрами гипоталамуса.

Второй уровень контроля болевой чувствительности осуществляет дифференцирование реакций организма на полезные и вредные раздражители внешней и внутренней среды.

**третьим уровнем** контроля болевой чувствительности является кора большого мозга, в частности ее сенсорная зона II. Эта область коры способна модулировать активность структур антиноцицептивной системы, формируя адекватную реакцию на повреждающие воздействия. Сенсорная зона II оказывает наиболее выраженные нисходящие



влияния на ЦСОВ, а ее стимуляция вызывает выраженный обезболивающий эффект.

Оценивая существующие методы обезболивания, останавливаются на их физиологических механизмах, обсуждают преимущества и недостатки тех или иных методов: проводниковой анестезии, обезболивания охлаждением, электрообезболивания, обезболивания иглоукалыванием, аудиоанестезии, гипноза.

### 2. Основной этап занятия.

Этот этап посвящен:

1. Анализу структурно-функциональной организации сенсорной системы формирования дентальной боли.
2. Анализу особенностей слюноотделения при воздействиях отвергаемых веществ на слизистую оболочку полости рта.

### 3. Заключительный этап занятия.

На этом этапе занятия проводится контроль конечного уровня знаний студентов, для чего рекомендуется использовать тестовый контроль знаний. Результаты сравниваются с эталонами ответов и обсуждаются всеми студентами. В заключении преподаватель дает задание на следующее занятие.

### **Лабораторные работы.**

1. Анализ структурно-функциональной организации сенсорной системы формирования дентальной боли.
2. Анализ особенностей слюноотделения при воздействиях отвергаемых веществ на слизистую оболочку полости рта.

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ  
К ИТОГОВОМУ ЗАНЯТИЮ ПО РАЗДЕЛУ «ФИЗИОЛОГИЯ  
ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ»**

1. Функции челюстно-лицевой области. Полифункциональность органов челюстно-лицевой области. Методы исследования функций челюстно-лицевой области.
2. Влияние функционального состояния организма на функции органов челюстно-лицевой области. Возрастные особенности функций челюстно-лицевой области.
3. Функциональная система - основа системной деятельности органов челюстно-лицевой области. Учение о функциональных системах (П.К. Анохина) в стоматологии.
4. Структурно-функциональная организация функционального элемента органа (А.М. Чернух). Характеристика его составных частей.
5. Функциональные элементы зубочелюстной системы. Механизмы регуляции микроциркуляторного отдела функционального элемента зубочелюстной системы.
6. Голод, насыщение. Функциональная система, поддерживающая уровень питательных веществ в организме. Рефлекторные влияния с рецепторов полости рта на функции желудочно-кишечного тракта.
7. Моторный компонент пищеварения: жевание. Функциональная характеристика жевательной системы. Физиологические виды прикуса.
8. Роль зубов, языка, губ во время жевания. Структура и функции височно-нижнечелюстного сустава. Регуляция акта жевания.
9. Методы изучения механической обработки пищи в полости рта. Мasticациограмма и ее значение. Гнатодинамометрия. Функциональные жевательные пробы.

10. Секреторный компонент пищеварения: слюноотделение. Строение слюнных желез.
11. Ротовая жидкость, состав и свойства слюны. Механизм образования слюны. Функции слюны. Электрофизиологические особенности glanduloцитов. Регуляция слюноотделения.
12. Физиологические методы изучения слюноотделения у человека. Методы обследования слюнных протоков и слюнных желез у человека (зондирование, сиалография и др.) Их значение в стоматологической практике.
13. Всасывательная функция слизистой оболочки полости рта, ее механизмы и функциональные особенности. Влияние различных факторов на проницаемость слизистой оболочки полости рта
14. Механизм глотания. Регуляция глотания. Нарушение глотания. Методы исследования функции глотания.
15. Речь, виды, психоакустические характеристики. Функции речи.
16. Функциональная анатомии гортани. Механизмы фонации и артикуляции.
17. Нейронные механизмы формирования речи. Речевые функции коры больших полушарий.
18. Нарушения периферических и центральных механизмов формирования речи.
19. Топографические особенности и функциональная характеристика тактильных рецепторов слизистой оболочки полости рта
20. Температура органов полости рта. Термочувствительность зубов. Роль слизистой оболочки полости рта в поддержании температурной константы организма.

21. Вкусовая и обонятельная сенсорные системы. Механизмы восприятия вкуса и запаха. Методы исследования.
22. Значение болевой чувствительности. Психофизиология боли. Механизмы боли.
23. Физиологические механизмы регуляции болевой чувствительности.
24. Основные компоненты болевых ощущений. Периферические и центральные нарушения болевой чувствительности.
25. Болевые ощущения при заболеваниях при заболеваниях органов челюстно-лицевой области. Физиологические основы обезболивания в стоматологии.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

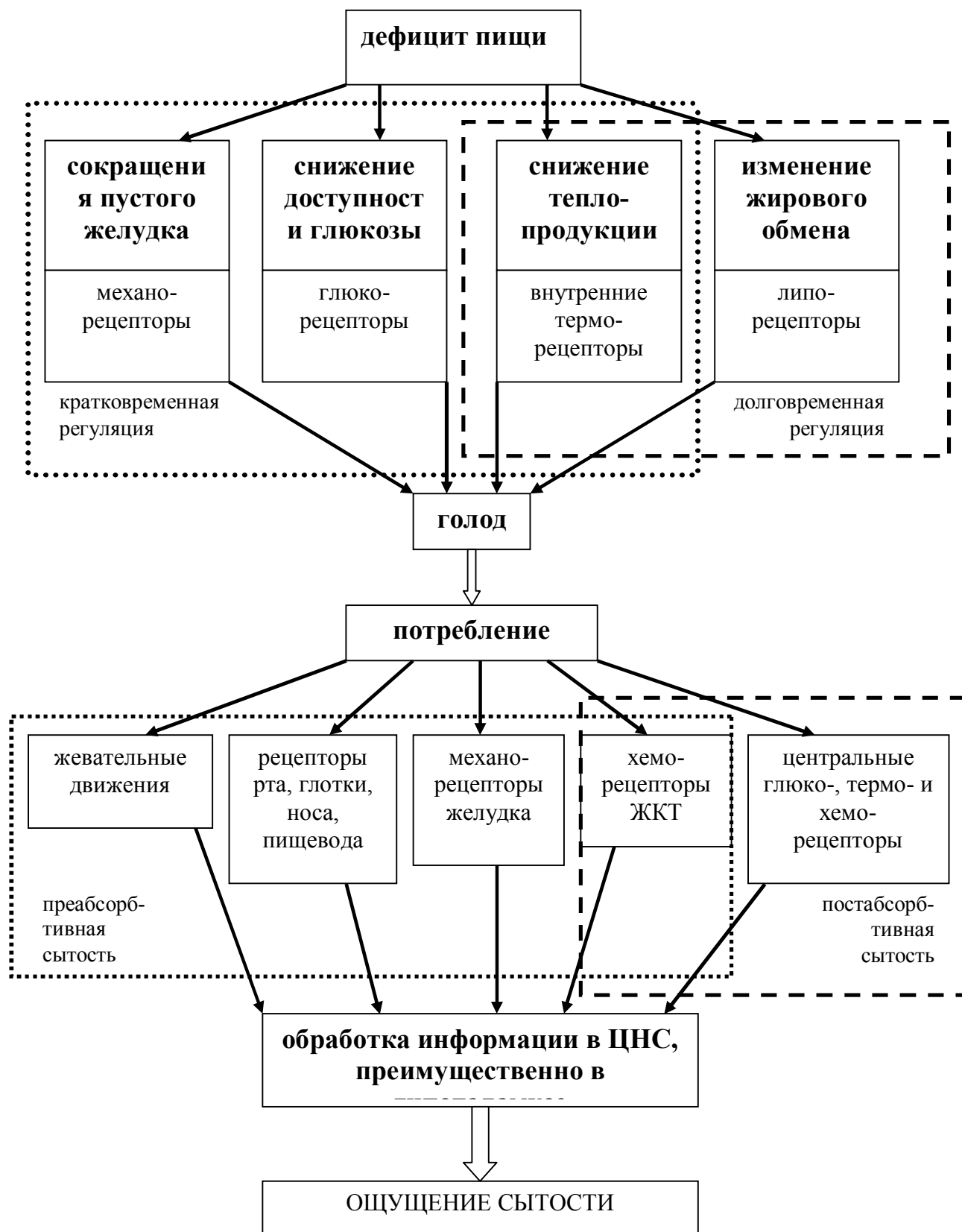


Рис. 1. Возникновение ощущения голода и сытости. (Шмидт Р., Тевс Г., 1997)

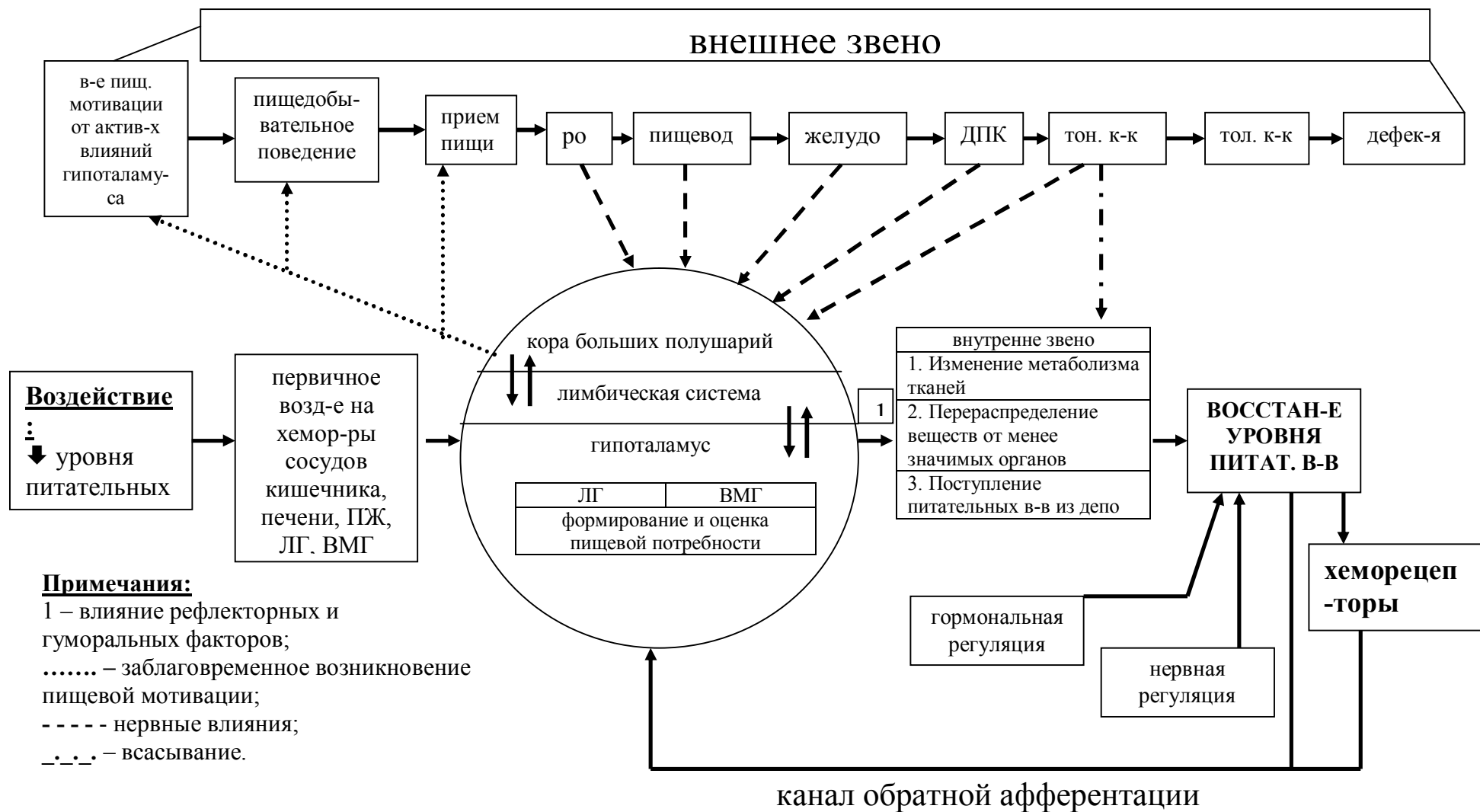


Рис. 2. Функциональная система, поддерживающая оптимальный для метаболизма уровень питательных веществ в крови по Судакову К.В. (Дегтярёв В.П., 2001)

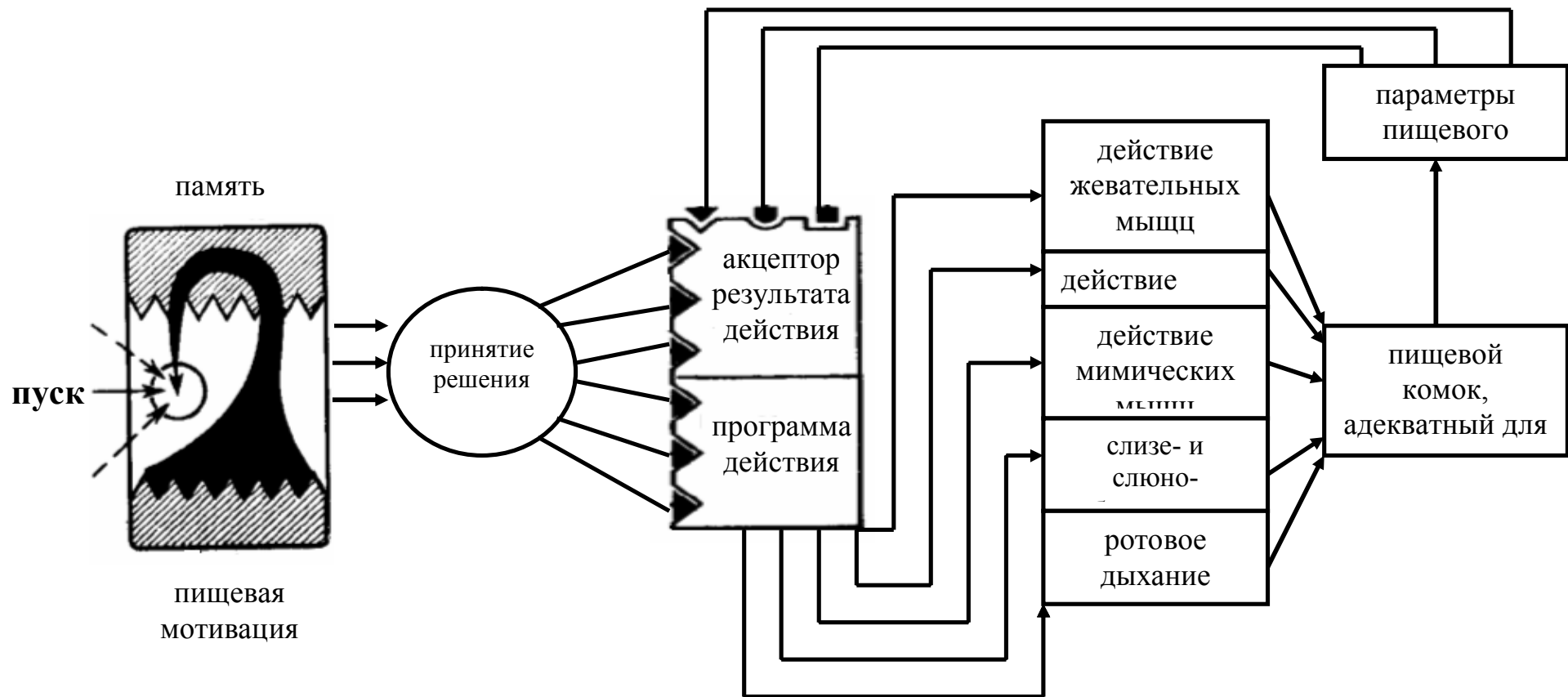


Рис. 3. Функциональная система формирования пищевого комка по Костюшину М.М. и Карцевой О.М. (Дегтярёв В.П., 2001)



## Методы исследования жевательной функции

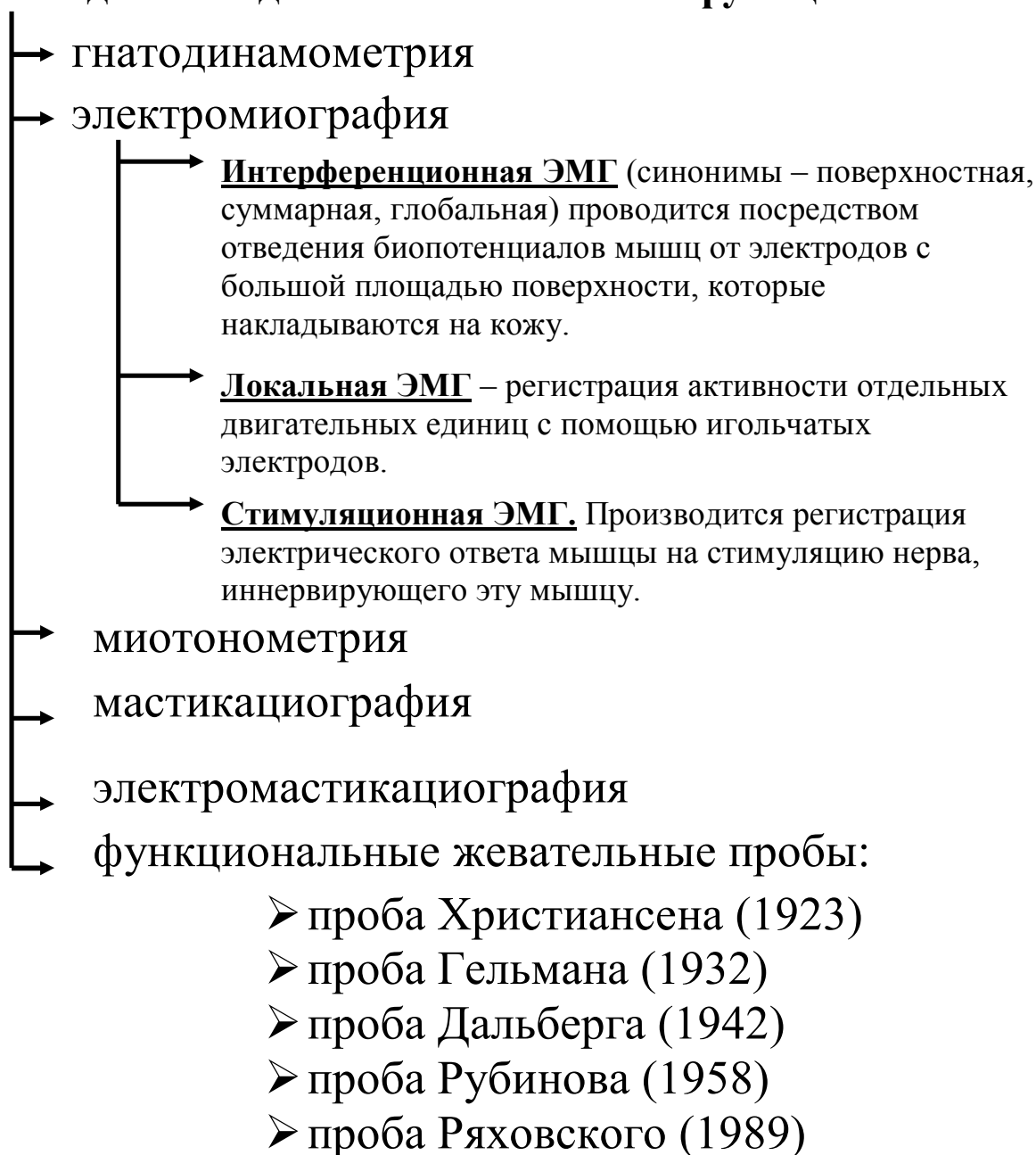
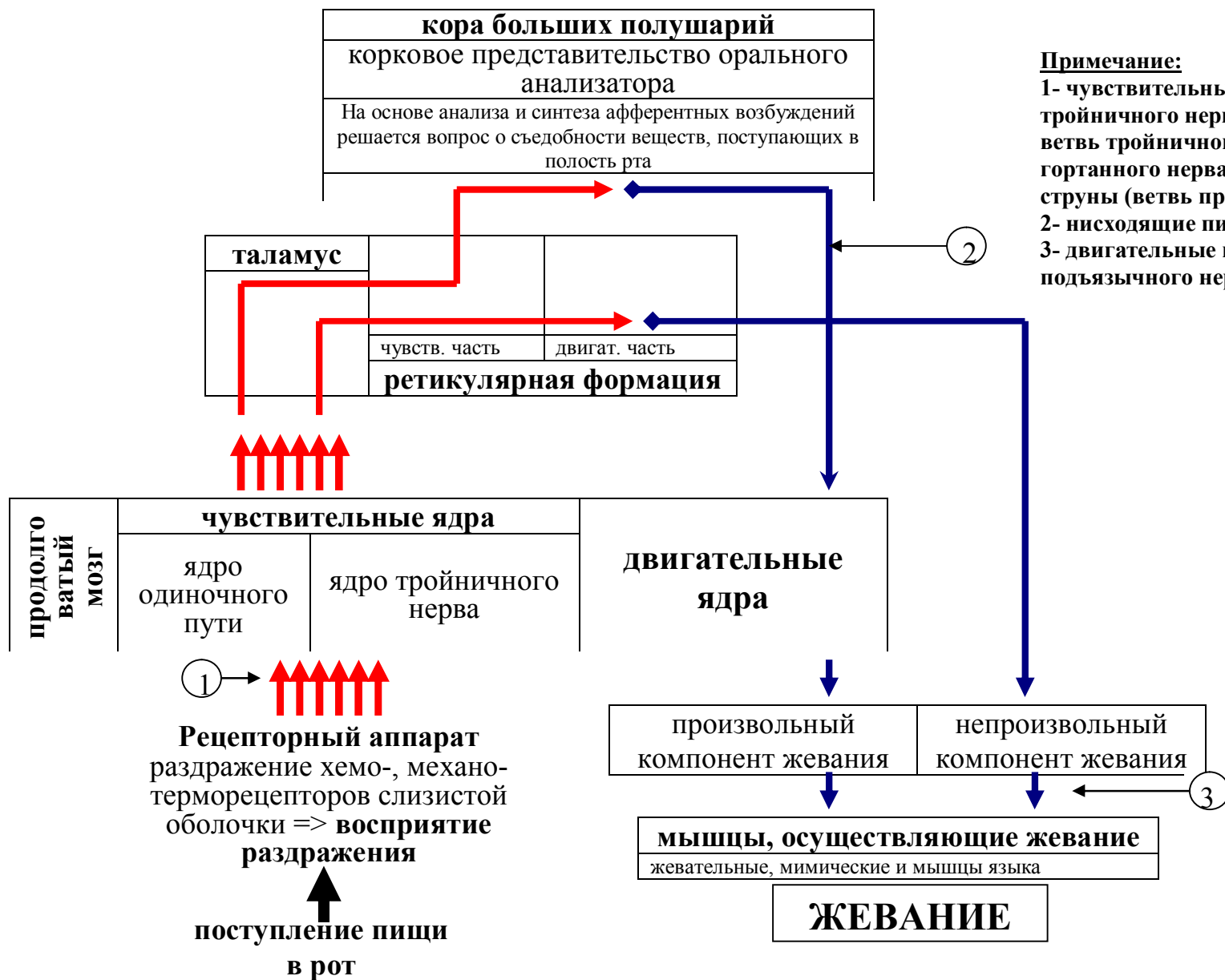


Рис. 4. Методы исследования жевательной функции



**Примечание:**  
 1- чувствительные волокна язычного (3-я ветвь тройничного нерва), большого и малых небных (2-я ветвь тройничного нерва), языкоглоточного, верхнего гортанного нерва (ветвь блуждающего) и барабанной струны (ветвь промежуточного нерва);  
 2- нисходящие пирамидные пути;  
 3- двигательные волокна тройничного, лицевого и подъязычного нервов

Рис. 5. Нервный контроль акта жевания

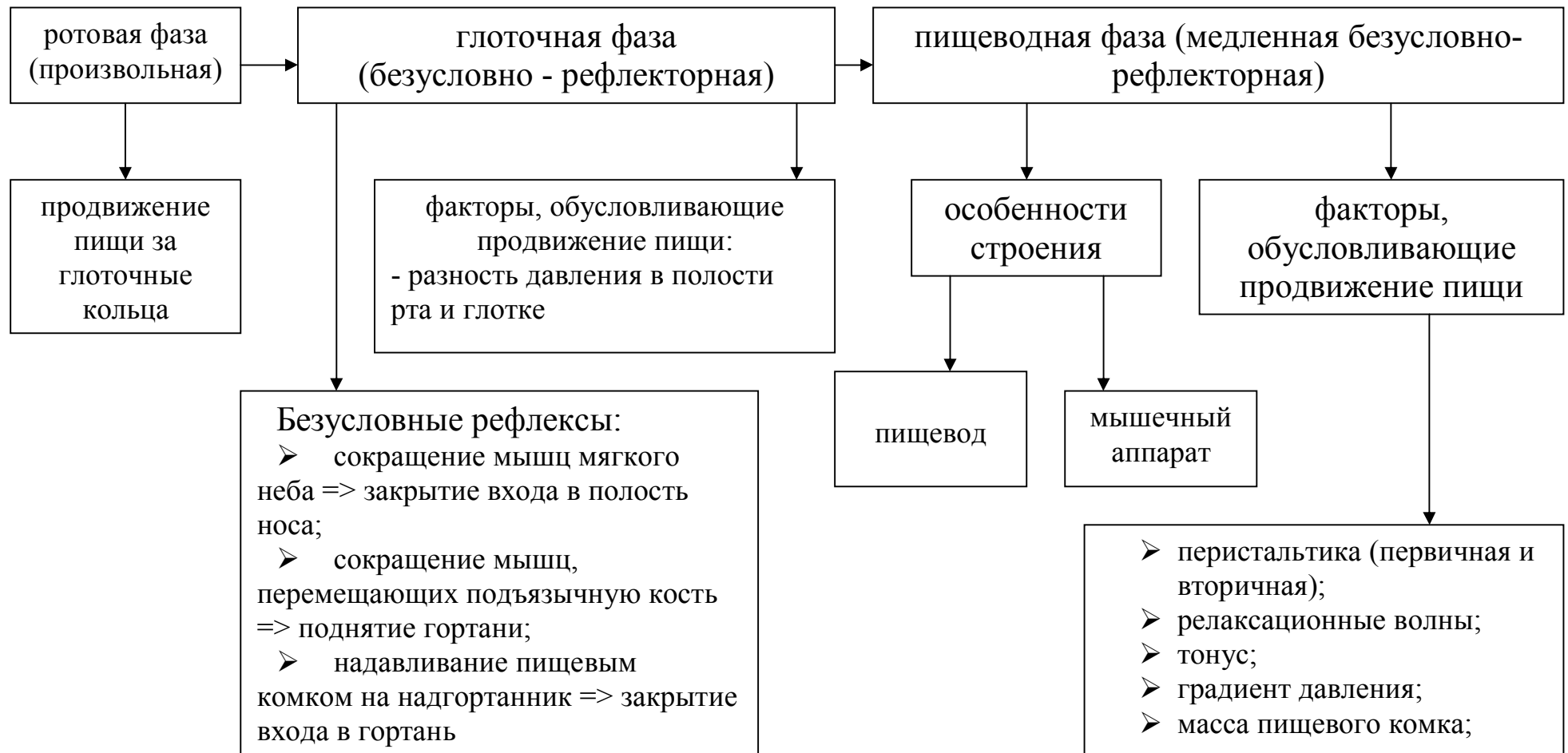


Рис. 6. Фазы глотания

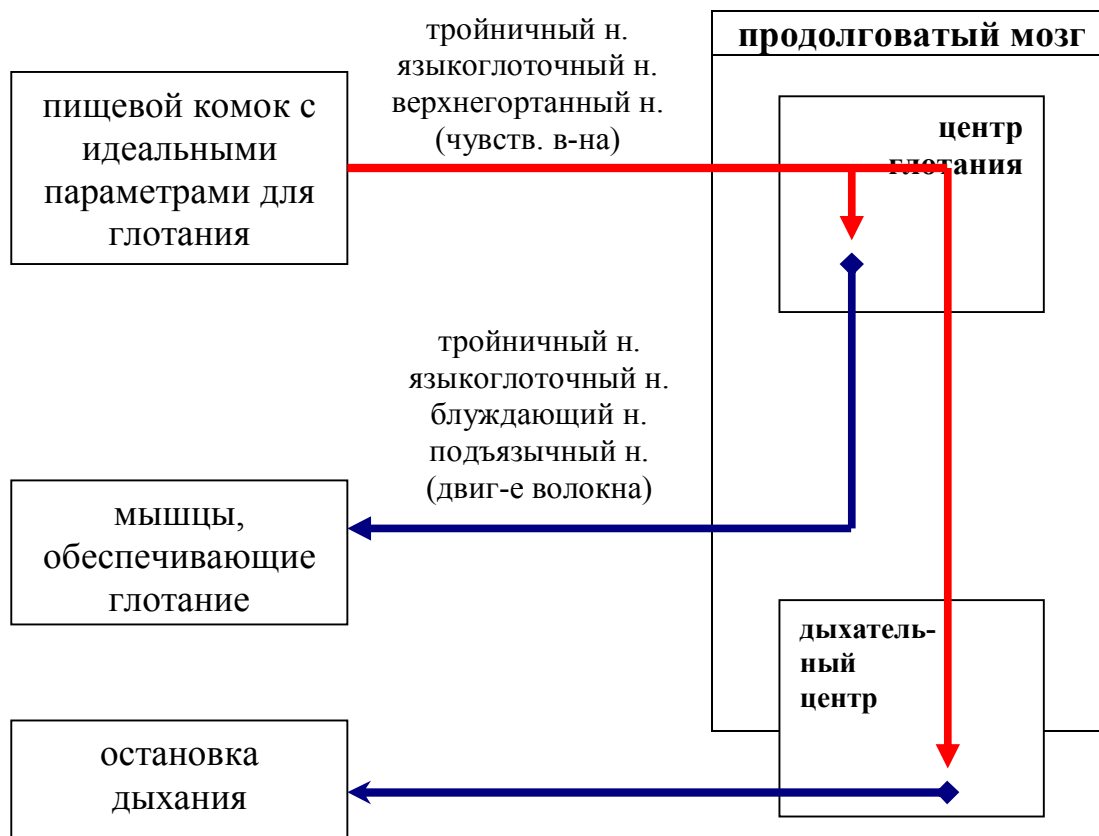


Рис. 7. Нервная регуляция акта глотания

**Строение мицелл:**

I. Ядро

II. Адсорбционный слой

1) потенциалопределяющий

2) противоионный

III. Диффузионный слой

**Функции слоев:**

минерализация эмали зуба

стабилизация мицелл

Рис. 8. Мицеллярное строение слюны, функции слоев мицелл (Леонтьев К.В. О мицеллярном строении слюны // Стоматология. – 1991.- №5.- С. 17-20)

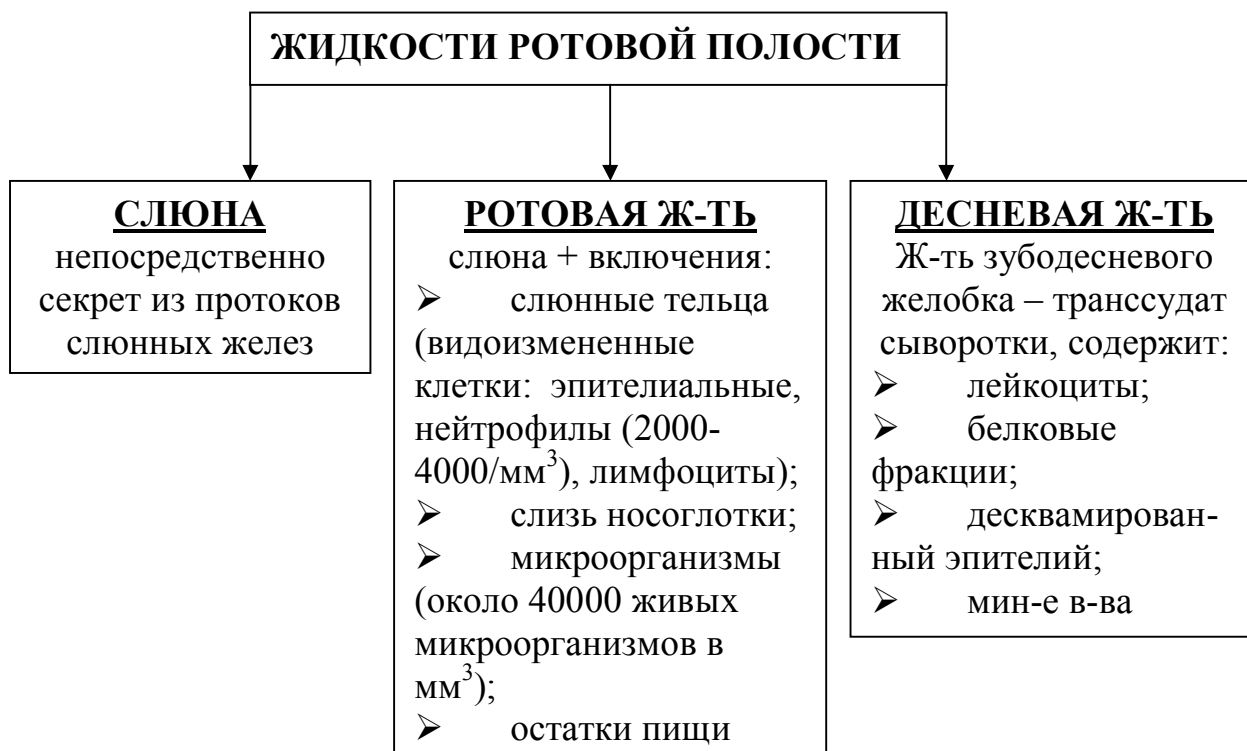
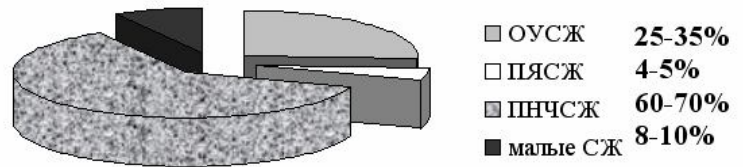


Рис. 9. Жидкости ротовой полости (Дегтярёв В.П., 2001)

## СЛЮНООТДЕЛЕНИЕ

### I. Вклад отдельных слюнных желез в общие показатели секреции:



### II. Основные показатели слюноотделения:

- Суточное слюноотделение - **0,5 до 2,5 л**
- Базальная секреция – **0,08-1,83 мл/мин**
- Стимулированная секреция – **0,2 – 5,7 мл/мин**
- Жевание – до **200 мл/мин**

Рис. 10. Основные характеристики слюноотделения (Коротько Г.Ф., 2006)

## СОСТАВ СЛЮНЫ

Вода	- 994 г/л
Белки	- 1,4-6,4 г/л
Муцин	- 0,8-0,6 г/л
Холестерол	- 0,02-0,5 г/л
Глюкоза	- 0,1-0,3 г/л
Аммоний	- 0,01-0,12 г/л
Мочевая кислота	- 0,005-0,03 г/л
Na <sup>+</sup>	- 6-23 ммоль/л
K <sup>+</sup>	- 14-41 ммоль/л
Ca <sup>++</sup>	- 1,2-2,7 ммоль/л
Mg <sup>++</sup>	- 0,1-0,5 ммоль/л
Cl <sup>-</sup>	- 5-31 ммоль/л
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	- 2-13 ммоль/л
Мочевина	- 140-750 ммоль/л

функциональные группы белков  
слюны

### I. Ферменты:

1) участвующие в расщеплении нутриентов и продуктов организма;

2) участвующие в защите организма (протеиназы и их ингибиторы);

II. Иммунные факторы: IgAs, IgG, IgM, IgE;

III. Гормоноиды и биологически активные вещества:

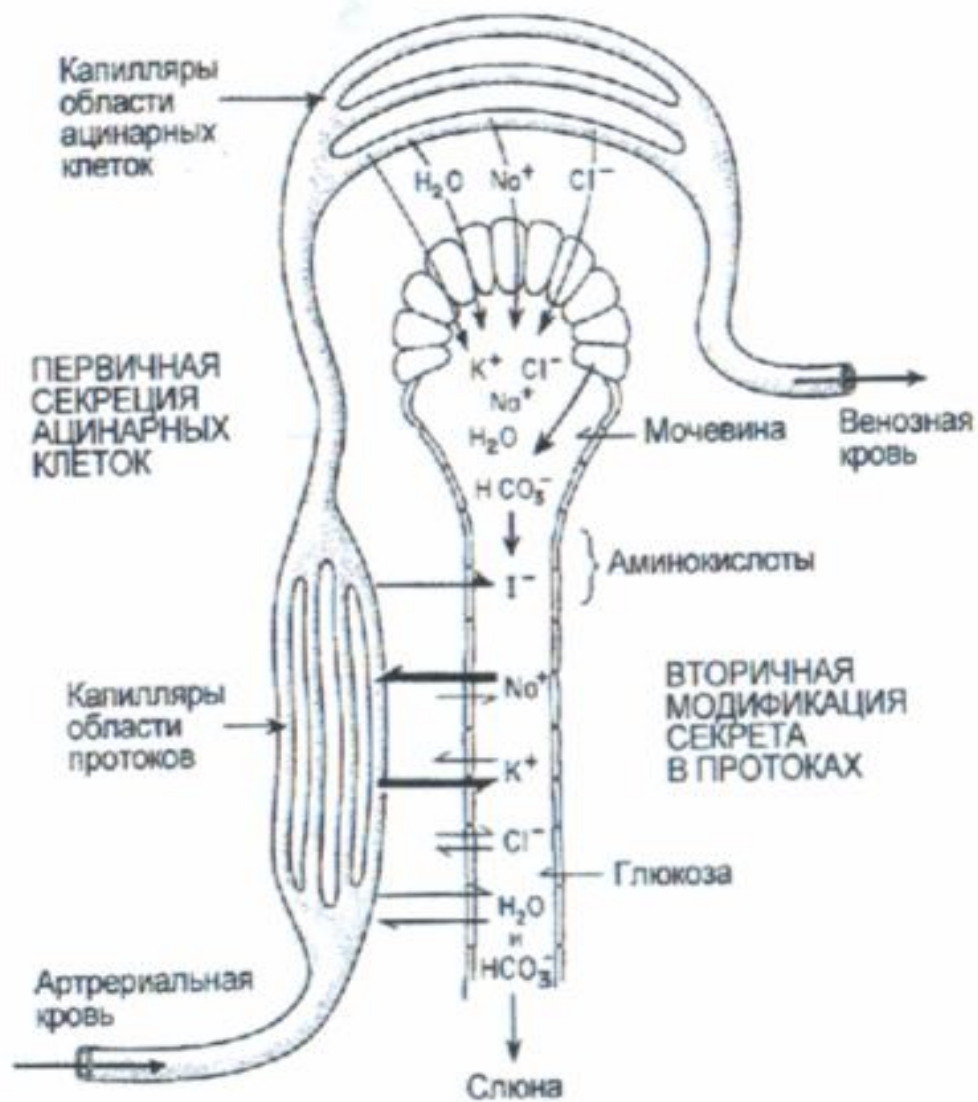
- эритропоэтин;
- факторы роста (КСФ, HFG, FGM, TGF, NFG, EFG, FGF);
- факторы некроза (ФНО);
- инсулиноподобный белок (аналог инсулина)

Рис. 11. Состав слюны (Коротько Г.Ф., 2006)



**Рис. 12. Нейрогуморальная регуляция слюноотделения**





А



В

Рис. 13. Механизм образования слюны (А) с указанием работы транспортных систем (В) (Коротько Г.Ф., 2006)

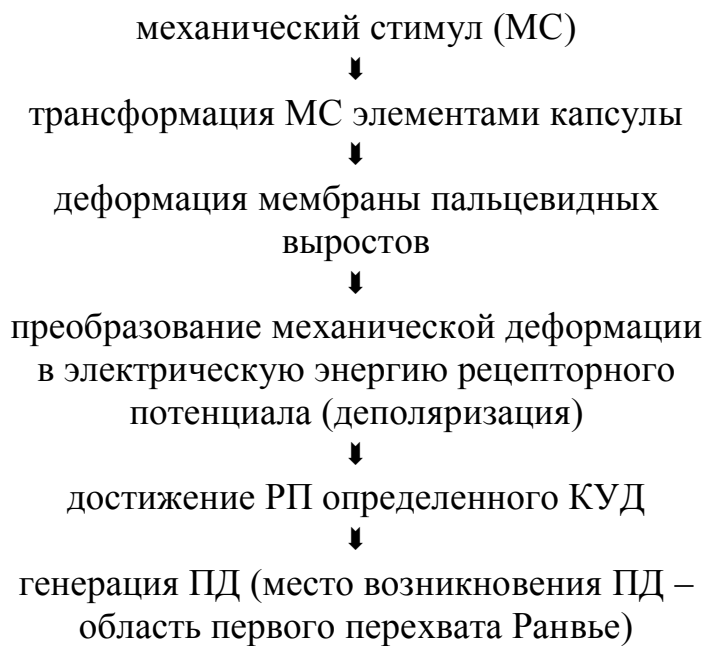
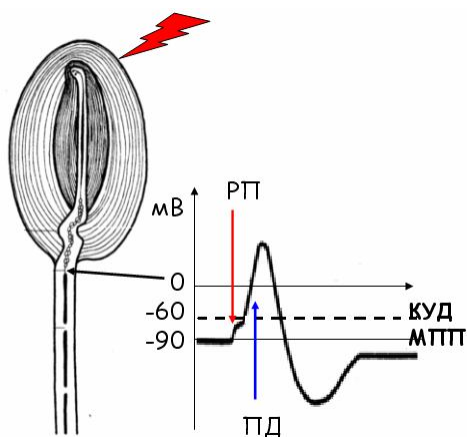


Рис. 14. Механизм тактильной рецепции

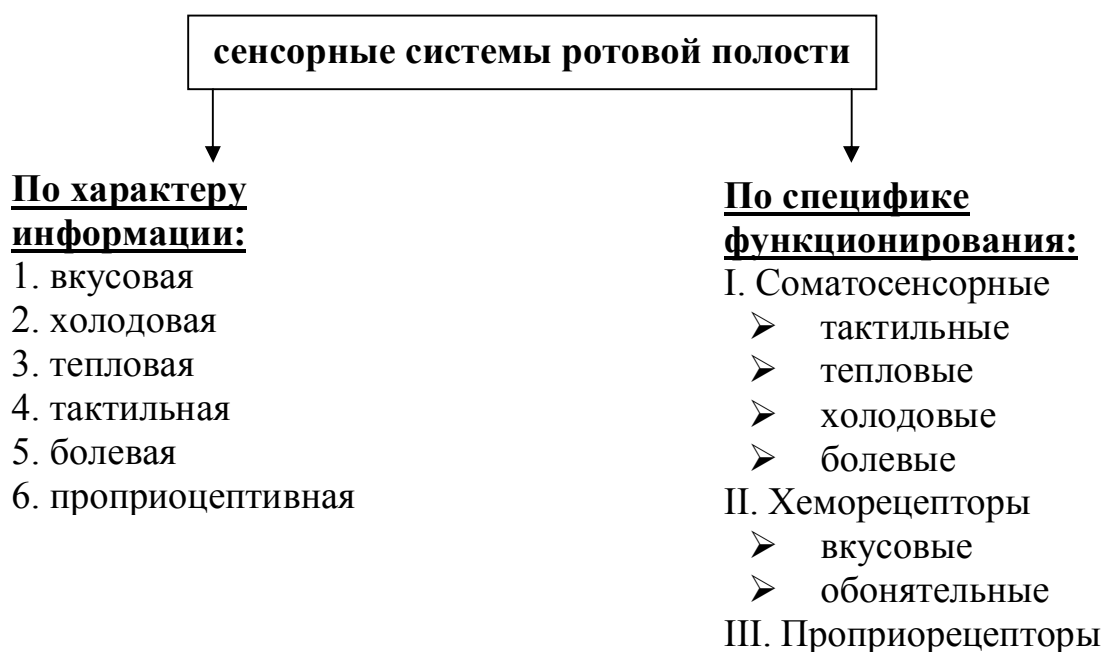


Рис. 15. Сенсорные системы ротовой полости

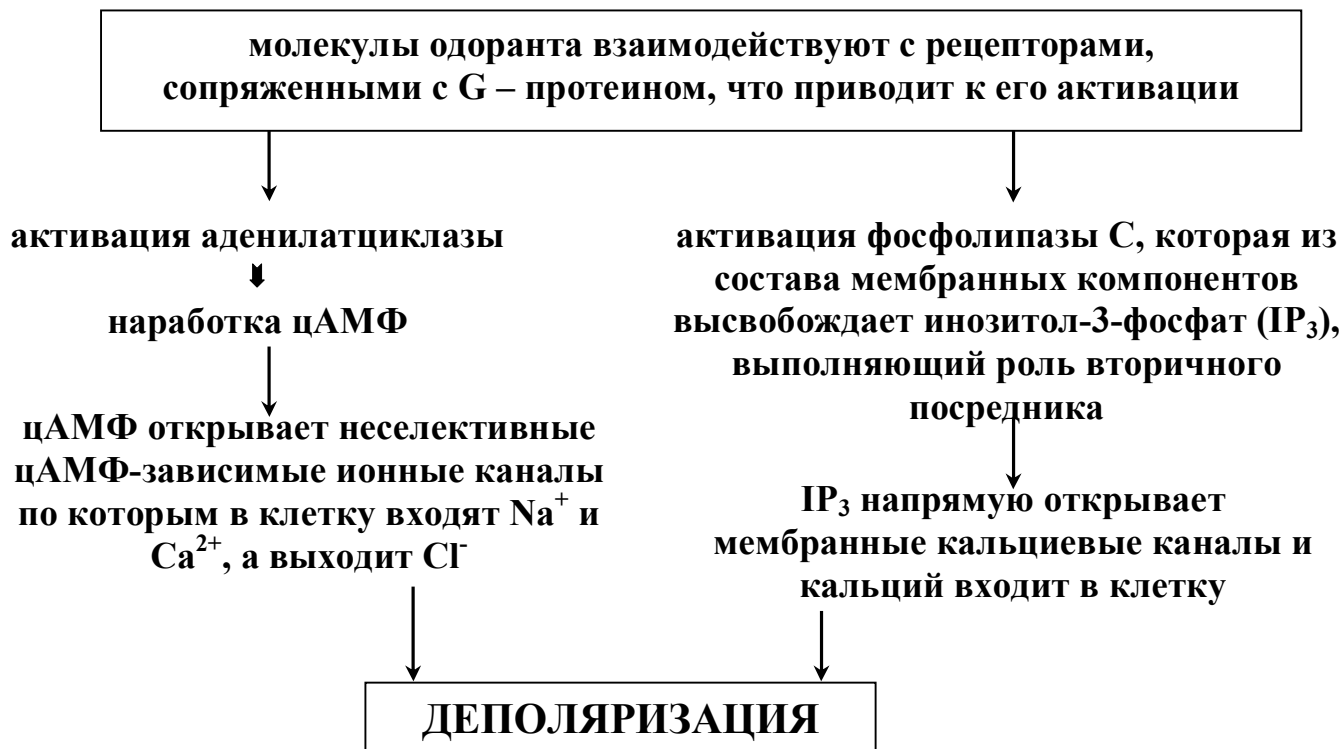


Рис. 16. Механизмы восприятия запахов

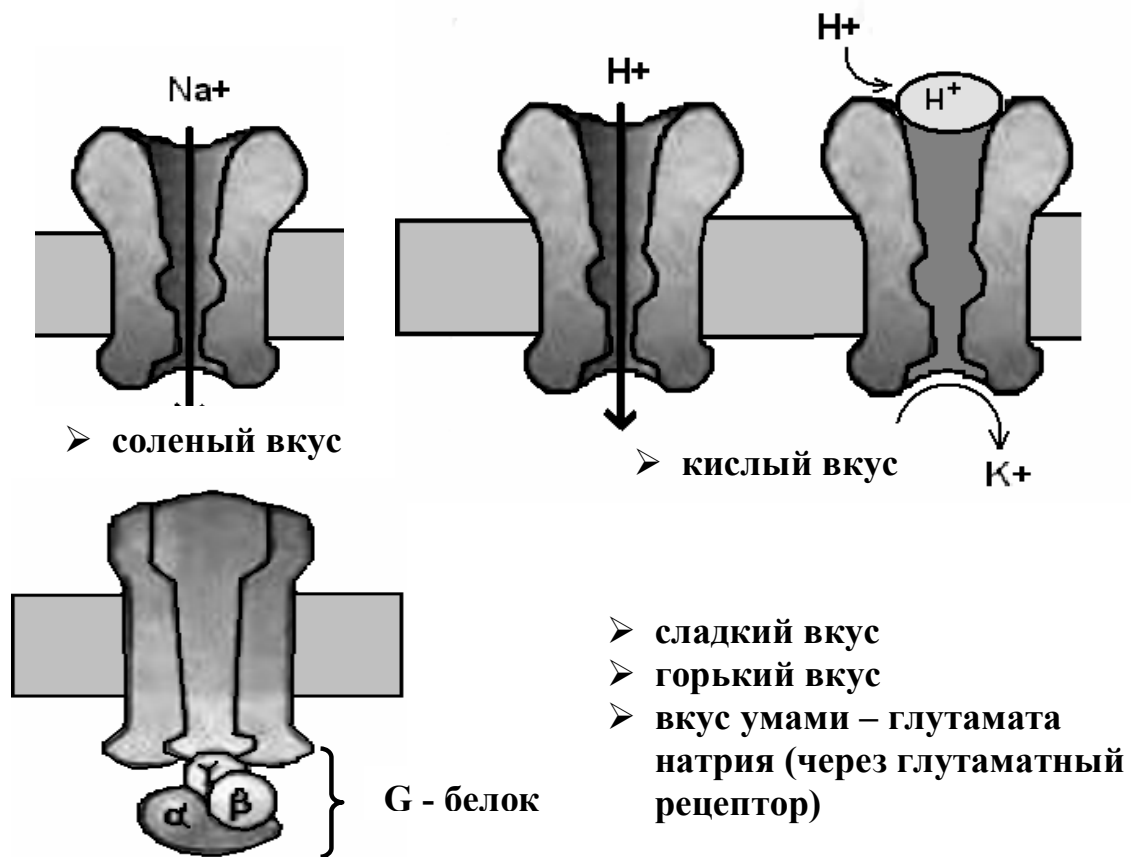


Рис. 17. Механизмы трансдукции вкусовой информации в зависимости от категории вкуса

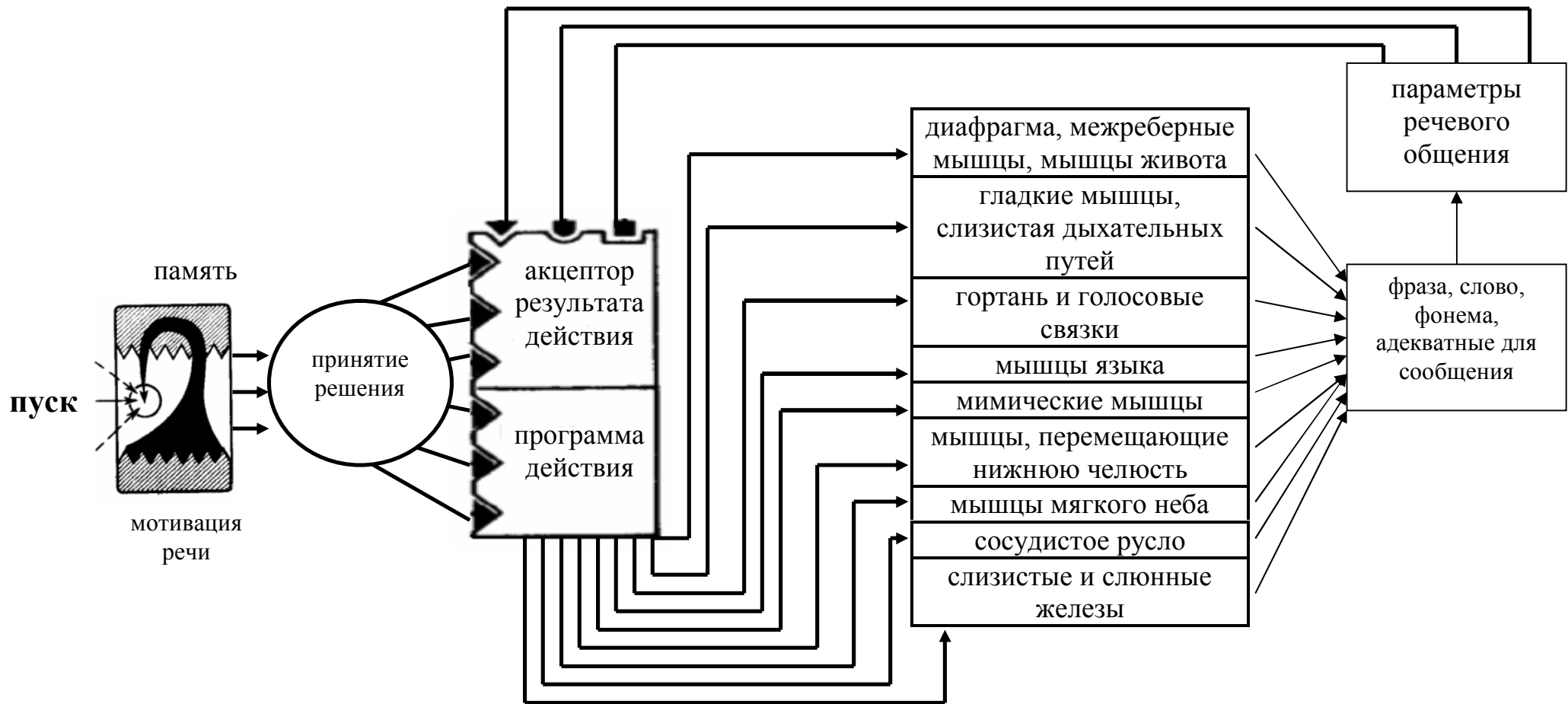


Рис. 18. Функциональная система формирования слова, фонемы (по М.М. Костюшину)

Таблица 1

**Зоны проекции боли при заболевании различных зубов  
(Дегтярев В.П., 2001)**

Локализации заболевания	Зона проекции	Точка максимальной болезненности
<u>Верхняя челюсть:</u> резцы, клыки	лобно-носовая	надбровная дуга
первые премоляры	носогубная	
вторые премоляры, первые моляры	верхнечелюстная и височная	височная область
второй и третий моляры	нижнечелюстная	около козелка наружного уха
<u>Нижняя челюсть:</u> резцы, клыки, первый премоляр	подбородочная	нижний край нижней челюсти на уровне угла рта
второй премоляр	не установлена	
первый и второй моляры	подъязычная	угол нижней челюсти
третий моляр	область гортани, теменная область ГОЛОВЫ	

## ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЯ В СТОМАТОЛОГИИ

В стоматологии электрофизиологические исследования применяются для диагностики и лечения различных заболеваний.

*Электромиография (ЭМГ)* - позволяет определить уровень локализации патологического процесса; денервацию и парез различных мышц (например, мимических). (ЭМГ) - метод исследования двигательного аппарата, основанный на регистрации биопотенциалов скелетных мышц. ЭМГ часто используют в хирургической и ортопедической стоматологической практике как функциональный и диагностический метод исследования функций периферического нейромоторного аппарата и для оценки координации мышц челюстно-лицевой области во времени и по интенсивности, в норме и при патологии.

ЭМГ основана на регистрации потенциалов действия мышечных волокон, функционирующих в составе двигательных (моторных, или нейромоторных) единиц. Моторная единица (МЕ) состоит из мотонейрона и группы мышечных волокон, иннервируемых этим мотонейроном. Количество мышечных волокон, иннервируемых одним мотонейроном, неодинаково в различных мышцах. В жевательных мышцах на один мотонейрон приходится около 100 мышечных волокон, в височной - до 200, в мимических мышцах МЕ более мелкие, они включают до 20 мышечных волокон. В небольших мимических мышцах это соотношение еще меньше, что обеспечивает высокий уровень дифференциации сокращений мимических мышц, обуславливающих широкую гамму мимики.

В состоянии покоя мышца не генерирует потенциалов действия, поэтому ЭМГ расслабленной мышцы имеет вид изоэлектрической линии. Потенциал действия отдельной МЕ при регистрации игольчатым электродом обычно имеет вид 2-3 фазного колебания с амплитудой 100-3000 мкВ и длительностью 2-10 мсек. На ЭМГ увеличение числа

работающих МЕ отражается в увеличении частоты и амплитуды колебаний в результате временной и пространственной суммации потенциалов действия. ЭМГ отражает степень моторной иннервации, косвенно свидетельствует об интенсивности сокращения отдельной мышцы и дает точное представление о временных характеристиках этого процесса.

Колебания потенциалов, обнаруживаемых в мышце при любой форме двигательной реакции, является одним из наиболее тонких показателей функционального состояния мышцы. Регистрируют колебания специальным прибором - электромиографом. Существует два способа отведения биотоков: накожными электродами с большими площадями отведения, и игольчатыми, которые вводятся внутримышечно.

Функциональное состояние жевательных мышц исследуют в период функционального покоя нижней челюсти, при смыкании зубов в передней, боковой и центральной окклюзиях, при глотании и во время жевания. Анализ полученной ЭМГ заключается в изменении амплитуды биопотенциалов, их частоты, изучении формы кривой, отношения периода активности ритма к периоду покоя. Величина амплитуды колебаний позволяет судить о силе сокращений мышц.

Различают три основных вида электромиографии:

1. Интерференционная ЭМГ (синонимы - поверхностная, суммарная, глобальная) - проводится посредством отведения биопотенциалов мышц от электродов с большой площадью поверхности, которые накладываются на кожу.

2. Локальная ЭМГ - регистрация активности отдельных двигательных единиц с помощью игольчатых электродов.

3. Стимуляционная ЭМГ - производится регистрация электрического ответа мышцы на стимуляцию нерва, иннервирующего эту мышцу.

Электромиограмма при жевании у людей с нормальными зубными рядами имеет характерную форму, наблюдается



четкая смена активного ритма и покоя, а залпы биопотенциалов имеют веретенообразные очертания. Между сокращением мышц рабочей и балансирующей сторон имеется координация, выражающаяся в том, что на рабочей стороне амплитуда ЭМГ высокая, а на балансирующей - примерно в 2.5 раза меньше.

В терапевтической стоматологии ЭМГ проводят при пародонте и пародонтозе для регистрации изменений силы сокращений жевательной мускулатуры, так как при этих заболеваниях возникают функциональные и динамические расстройства жевательного аппарата. ЭМГ проводят в комплексе с гнатодинамометрическими пробами, которые позволяют сопоставить интенсивность возбуждения мышц с их силовым эффектом.

В хирургической стоматологии поверхностную ЭМГ применяют при переломах челюстей, воспалительных процессах челюстно-лицевой области (флегмоны, абсцессы, периостит, остеомиелит), при миопластических операциях по поводу стойких параличей мимической мускулатуры, языка. При травмах челюстей ЭМГ служит для объективной оценки степени нарушения функций жевательной мускулатуры, а также для контроля сроков реабилитации больных. Переломы челюстей приводят к значительному снижению биоэлектрической активности жевательных мышц и появлению тонической активности в покое в височных мышцах, сохраняющейся длительное время.

При воспалительных процессах челюстно-лицевой области отмечается значительное снижение биоэлектрической активности на стороне поражения. Причинами этого является рефлекторное (болевое) ограничение сокращения мышц и нарушение проведения нервных импульсов из-за отека тканей. При миопластических операциях по поводу стойкого паралича мимических мышц и языка с помощью ЭМГ до операции определяют полноценность иннервации пересеживаемой мышцы, а после операции - восстановление ее функции. В стоматоневрологии

при травматических и инфекционных повреждениях нервов челюстно-лицевой области, содержащих двигательные волокна, локальную ЭМГ применяют для объективного выявления признаков денервации мышц и ранних признаков регенерации мышц и нервов.

В ортопедической стоматологии ЭМГ используется для изучения биоэлектрической активности жевательных мышц при полном отсутствии зубов и в процессе адаптации к съемным протезам. Ортопедическое лечение полными съемными протезами приводит к увеличению биоэлектрической активности жевательных мышц во время жевания и уменьшению биоэлектрической активности после их снятия. В процессе адаптации к полным съемным протезам укорачивается время всего жевательного периода за счет уменьшения количества жевательных движений и времени одного жевательного движения.

В стоматологии детского возраста интерференционную ЭМГ применяют для контроля за ходом перестройки координационных соотношений функций височных и жевательных мышц при лечении аномалий прикуса, выявляют участие мышц в некоторых естественных актах (например, глотании). Локальную ЭМГ проводят для изучения биоэлектрической активности мышц мягкого неба у детей в норме и при врожденных аномалиях развития. После операционного устранения расщелин мягкого неба ЭМГ применяют для определения прогноза возможности восстановления речи и для контроля процесса тренировки мышц с помощью специального комплекса миогимнастических упражнений.

*Хронаксиметрия* - используется для определения возбудимости нервов и мышц челюстно-лицевой области. Показатели хронаксии и реобазы находятся в обратно пропорциональной зависимости от уровня возбудимости ткани. Они могут значительно изменяться при невритах и невралгиях тройничного и лицевого нервов, при миозитах мимической и жевательной мускулатуры. Кроме того, при

невритах и полиневритах различной этиологии скорость проведения возбуждения по периферическим нервам значительно снижается, что позволяет определять тяжесть и уровень поражения нервов.

*Электроодонтодиагностика* - исследование возбудимости пульпы зуба. Электрический ток позволяет воздействовать на пульпу зуба через эмаль и дентин, легко и точно дозируется, не повреждает пульпу зуба, поэтому может применяться многократно. Исследования возбудимости зуба, по существу, сводятся к исследованию возбудимости соответствующих чувствительных нервов пульпы зуба. В обычной практике использованы температурные (холод, тепло) и механические (перкуссия) раздражители, которые трудно дозировать. Реакция зуба на электрическое раздражение позволяет выявить специфическую картину изменения его электровозбудимости при различных патологических процессах. Установлено, что здоровые зубы независимо от групповой принадлежности имеют одинаковую возбудимость, реагируют на одну и ту же силу тока (2- 6 мкА). Если порог раздражения зуба меньше 2 мкА, это свидетельствует о повышении возбудимости, что может наблюдаться, например, при пародонтозе. При пульпитах, наоборот, отмечается увеличение порога раздражения выше 6 мкА. Снижение возбудимости до 100-200 мкА является признаком гибели пульпы. В этом случае уже реагируют тактильные рецепторы пародонта. При большинстве патологических состояний зубов электродиагностика является ведущим методом, так как позволяет не только судить о степени поражения пульпы, но и следить за динамикой патологического процесса, контролировать эффективность лечения и прогнозировать исход заболевания. Слизистая оболочка рта высокочувствительна к электрическому току, так как имеет хорошую электропроводность. Это обусловлено ее обильным кровоснабжением, отсутствием рогового слоя и большой гидрофильностью тканей.

*Гальванизация* - использование непрерывного постоянного тока низкого напряжения (30-80 В) и небольшой силы (до 50 мА) для лечебных целей. Под действием постоянного тока в слизистой оболочке рта происходит расширение сосудов, ускорение кровотока, увеличение проницаемости сосудистой стенки. Такие реакции способствуют активации местного обмена веществ, регенерации эпителия и соединительной ткани. С помощью электрического тока можно вводить лекарственные вещества в ткани зуба (лекарственный электрофорез). Постоянный электрический ток используют для предотвращения болевых ощущений при различных стоматологических вмешательствах. Обезболивающее действие постоянного тока связано с развитием в тканях явления *электротона*, вызывающих изменение их возбудимости при прохождении тока.

При протезировании и пломбировании зубов разнородными металлами (золото, нержавеющая сталь, амальгамы), которые действуют как электроды (при этом слюна является электролитом), может возникнуть явление *гальванизма*. В ряде случаев между одноименными металлами возникает разность потенциалов, например между амальгамовыми сплавами различного состава или между коронками, изготовленными из тождественных металлов, если под ними имеется металлическая пломба. Выделение ионов металлов в слюну создает условие для возникновения в полости рта микротоков различной величины. Сила возникающего тока зависит от рН слюны, состояния металлической поверхности, качества металлических протезов их расстояния друг от друга. Наиболее частые симптомы гальванизма: постоянное жжение слизистой оболочки рта различной локализации (80%); металлический и кисловатый привкус, который обычно появляется через 3-5 месяцев после протезирования (70%); расстройство саливации (58%); головная боль (47%); бессонница (19%); боли в области живота (8%); рвота (3%), чувство искрения в

глазах (1%). Как правило, возникает сразу несколько симптомов, зачастую больные не могут определить их конкретно, а испытывают лишь чувство дискомфорта. Может развиваться хроническое воспаление слизистой оболочки полости рта: она становится гиперемированной, сосочки языка набухают, возникают эрозии и язвы. Понижается и извращается вкусовая чувствительность на сладкое, кислое и соленое. Кроме того, при попадании такой слюны в пищеварительный тракт и действии микроэлементов слюны на слизистую желудка и кишечника могут возникать обострения хронических желудочно-кишечных заболеваний. Сила тока, возникающая между разноименными металлами, коррелирует со степенью субъективных жалоб. При токе 80 мкА явления гальванизма выражены сильно, при 25-80 мкА возникают слабые ощущения, а при 5 мкА жалоб практически нет. После замены разнородных металлов на однородные явления гальванизма исчезают.

В стоматологии для комплексной оценки функциональных и динамических расстройств жевательного аппарата при различных заболеваниях проводят дополнительные исследования силы жевательных мышц и жевательного давления

*Абсолютная сила жевательных мышц.* Под абсолютной силой жевательных мышц понимают напряжение, которое они развивают при максимальном сокращении. Ее величина вычисляется путем умножения площади физиологического поперечного сечения мышцы на ее удельную силу. Поперечное сечение височной мышцы составляет 8 см<sup>2</sup>, основной жевательной - 7,5 см<sup>2</sup>, суммарное поперечное сечение всех других жевательных мышц - около 19 см<sup>2</sup>. При удельной силе мышцы 10 кг/см<sup>2</sup>, общая сила мышц, поднимающих нижнюю челюсть, на одной стороне равна 195 кг, для всех мышц - 390 кг. Наибольшее усилие развивает собственно жевательная мышца. Это объясняется более вертикальным расположением ее равнодействующей. Если коэффициент удельной силы мышц принять равным 2-2,5

кг/см<sup>2</sup> физиологического поперечного сечения мышцы, абсолютная сила жевательных мышц равна 80-100 кг.

Мышцы, обладая большой абсолютной силой, развивают ее до возможных пределов чрезвычайно редко, лишь в минуту опасности или крайнего психического напряжения. Поэтому значение абсолютной силы жевательных мышц заключается в возможности выполнения значительной мышечной работы при разжевывании пищи без заметного их утомления. Если усилие, которое необходимо для осуществления акта жевания, в среднем составляет 9-15 кг, то практически используется лишь 10% абсолютной жевательной силы. Оставшиеся силы можно назвать резервными. Именно эти усилия могут использоваться человеком, например, для раскалывания ореха, косточек слив или абрикосов (40-102 кг).

*Жевательное давление.* Кроме абсолютной силы мышц, поднимающих нижнюю челюсть, показателем жевательной функции является еще жевательное давление. Термином «жевательное давление» обозначают силу, развиваемую мышцами для разжевывания пищи и действующую на определенную поверхность. Жевательное давление при одном и том же усилии мышц будет различным на коренных и передних зубах. Это объясняется тем, что нижняя челюсть представляет собой рычаг второго рода с центром вращения в суставе.

Измерение жевательной силы производят приборами *гнатодинамометрами*. В последнее время широко используются электронные приборы с датчиками. Гнатодинамометрия - измерение жевательного давления с помощью гнатодинамометров. Жевательное давление на резцах составляет 7-12 кг, на премолярах 11-18 кг, на молярах 14-22 кг. У женщин на резцах жевательное давление составляет 20-30 кг, на зубах подростка - 4-6 кг. У мужчин на резцах 10-23 кг, на зубах мудрости - 50-60 кг. Жевательное давление для моляров не является показателем всей мышечной силы, а ограничено пределом выносливости

периодонта. Ощущение боли прекращает дальнейшее сокращение мышц. В опытах с исключением чувствительности периодонта жевательное давление увеличивается почти в 2 раза.

Для переработки разных продуктов жевательный аппарат затрачивает различные усилия. Так, для дробления карамели и шоколада в плитках необходимы усилия в 27-30 кг, орехов разной величины - 23-102 кг, вареного мяса - 39-47 кг, жареной свинины - 24-32 кг, тушеной телятины 15-27 кг.

При изучении силы сокращения жевательных мышц с помощью динамометрии исследуется, главным образом, вертикальное давление. В действительности разжевывание пищи требует наряду с вертикальными нагрузками достаточно больших горизонтальных усилий. Они необходимы не только для раздавливания, но и для растирания пищи, подготовки ее к перевариванию.

Давление, падающее на какой-либо зуб, распространяется не только по его корням на альвеолярные отростки, но и по межзубным контактам на соседние зубы. Распределению жевательной сил способствует и то, что большие моляры наклонены в медиальном направлении, а потому силы, действующие при жевании по их продольной оси, отчасти переносятся на малые моляры и резцы, которые, таким образом, воспринимают часть нагрузки больших моляров. С потерей каждого отдельного зуба соседний с ним зуб теряет опору, наклоняется в сторону образовавшейся щели. Поэтому удаление зубов весьма нежелательно с точки зрения их фиксации.

Правильное соприкосновение зубов их боковыми поверхностями также является существенным в распределении жевательной силы. Если соприкосновение контактными точками нарушено, действие жевательной силы может вызвать смещение зубов.

Жевательные движения, создавая повышенное давление в периодонте, вызывает опорожнение кровеносных сосудов. Уменьшение объема крови, находящейся в сосудах

периодонта, уменьшает ширину периодонтальной щели и способствует погружению зуба в лунку. Когда на периодонт не действует давление, сосуды наполняются кровью, и периодонтальная щель восстанавливается до прежних размеров, выдвигая зуб и возвращая его в исходное положение. Таким образом, изменение ширины периодонтальной щели обеспечивает физиологическую подвижность зуба, а изменение объема сосудистого русла создает частичную амортизацию жевательного давления, которое испытывает зуб во время смыкания зубных рядов и разжевывания пищи.

Сила жевательного давления на зуб регистрируется механорецепторами, расположенными в периодонте. Сигналы от этих рецепторов поступают в центры жевательной мускулатуры и изменяют интенсивность ее сокращения.

*Височно-нижнечелюстной сустав.* Жевательная функция накладывает свой отпечаток на строение и функцию сустава. Развитие височно-нижнечелюстного сустава завершается во внутриутробном периоде, однако, затем по мере развития человека и усложнения жевательной функции, происходит изменение тонкого строения элементов сустава. Приспособление к меняющейся функциональной нагрузке проявляется в увеличении глубины суставной ямки, в росте суставного бугорка и др. Особенно активно под влиянием жевательной функции формируется в первые месяцы после рождения хрящ, покрывающий головку нижней челюсти.

В течение жизни деятельность височно-нижнечелюстного сустава неразрывно связана с жевательной функцией. При нормальном прикусе основное жевательное давление принимают на себя большие и малые коренные зубы, осуществляя тем самым боковую защиту сустава. С их потерей сила мышечных сокращений падает на передние зубы и сустав, вызывая их перегрузку. При утрате боковых зубов появляются условия для уменьшения межальвеолярного расстояния и дистального смещения



нижней челюсти. Последнее нередко приводит к сдавливанию рыхлой соединительной ткани между задней стенкой капсулы и барабанной костью и развитию таких симптомов как головная боль, боль в суставе, жжение в языке и др. При полной утрате зубов изменение амплитуды движения нижней челюсти и деятельности жевательных мышц приводит к новой перестройке сустава.

#### ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА ПРИ РАЗДРАЖЕНИИ РЕЦЕПТОРОВ ПОЛОСТИ РТА

Полость рта, как одна из важнейших рефлексогенных зон, имеет многосторонние связи с различными системами организма. Эта связь осуществляется посредством тройничного, блуждающего и языкоглоточного нервов. Слизистая оболочка полости рта является чрезвычайной стимуляционной зоной. Полость рта располагает самыми обширными экстероцептивными зонами вегетативно-соматических рефлексов. При патологических очагах в зубах и миндалинах нередко наступают изменения в сердечно-сосудистой деятельности, повышение артериального давления, трофические изменения кожи, понижение памяти, немотивированный гипергидроз и субфебрилитет, иногда кровоизлияния в мозг и инфаркт миокарда. Хроническая очаговая одонтогенная инфекция может приводить к возникновению локальных и диссеминированных поражений нервной системы типа менингита, энцефаломиелита, рассеянного склероза, радикулита и т.д. Патологические изменения в полости рта могут вызывать упорно текущие диэнцефалиты.

Обработка пищи в ротовой полости через вкусовые восприятия, тактильные и температурные раздражения вызывает положительные или отрицательные секреторно-трофические изменения во многих отделах ЖКТ. При соприкосновении со слизистой рта неприятных, заведомо отвергаемых веществ, рефлекторно происходит их сильное

разжижение слюной с последующим выплевыванием или удалением с рвотой. Во время жевания происходит сокращение желудка и повышение тонуса его мускулатуры. При глотании - расслабление желудка и понижение его тонуса. Раздражение зуба при его шлифовке ведет к расслаблению, а укол пульпы - к сокращению желудка. Следует отметить, что реакция желудка в ответ на раздражение рецепторов полости рта и пульпы зуба не является однозначной и постоянной, и во многом зависит от типа нервной системы и силы применяемого воздействия.

Во время жевания происходят интенсивные дыхательные движения грудной клетки, а во время глотания дыхательные движения прекращаются. При этом можно отметить, что при кратковременном периоде жевания дыхательные движения более частые, а по мере увеличения периода жевания они замедляются и приобретают более спокойный ритм.

Раздражение холодом спинки языка тормозит глотательный, но возбуждает дыхательный и сердечно-сосудистый центры, а тепловое воздействие повышает возбудимость всех трех центров. Полоскание рта минеральной водой у больных с язвенным стоматитом усиливает желчеобразовательную, протромбинообразовательную и липоидную функцию печени, у больных с воспалительной формой пародонтоза улучшает состав красной крови, повышает фагоцитоз и замедляет СОЭ. Лечение зубов может сопровождаться депрессорным сосудистым эффектом.

Слизистая оболочка рта является мощной рефлексогенной зоной, афферентная импульсация от которой может изменять деятельность сердца и тонус кровеносных сосудов. Так, при раздражении вкусовых рецепторов сладкими веществами отмечается расширение сосудов конечностей, горькие вещества вызывают их сужение.

Различные воспалительные заболевания зубов и небных миндалин служат источником возникновения очень стойкой головной боли. Патологические очаги в резцах верхней

челюсти сопровождаются болями в лобно-височной области, а в больших коренных зубах - в теменно-затылочной области. При воспалении зубов нижней челюсти головная боль нередко приобретает диффузный характер. Возникающая при поражении зубов головная боль обусловлена раздражением чувствительных окончаний второй и третьей ветвей тройничного нерва, а также их многочисленными связями с вегетативными узлами в области головы. После удаления больных зубов или гнойных кист на их корнях головные боли проходят. Острые и хронические тонзиллиты характеризуются сильными болями в затылке, которые нередко сопровождаются плечевой плексалгией, напряжением и болезненностью в затылочно-шейной мускулатуре, а также появлением на коже затылочной области круглого или овального участка болевой гиперестезии.

#### АНАЛИЗ КРОВИ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В СТОМАТОЛОГИИ

Система крови является одним из самых чувствительных индикаторов, отражающих состояние организма. С другой стороны, при болезнях крови в разной степени поражается слизистая оболочка рта. Взаимосвязь слизистой оболочки полости рта с органами кроветворения заложена еще в эмбриогенезе. Слизистая оболочка формируется у эмбриона к 12-му дню и не только является анатомическим образованием, но и выполняет функцию кроветворного органа. По мере развития плода эта функция переходит к печени, селезенке и костному мозгу. Только на 3-м месяце эмбрионального развития мезенхимальное кроветворение окончательно исчезает, а к 7-му месяцу внутриутробной жизни костномозговое кроветворение становится основным. Единство источника развития соединительной ткани (мезодерма) объясняет скопление лейкоцитов в первую очередь в тканях и органах, богатых стромой. К ним

относятся кожа с подкожной клетчаткой и слизистая оболочка рта.

Патологические процессы в различных участках слизистой оболочки полости рта нередко являются первичными признаками поражения кроветворной системы. Изменяется цвет слизистой рта (бледный, бледно-желтый, темно-красный или синюшный), состояние десен (припухлости, разрыхленность, кровоточивость), вид языка (покраснение, трещины, афтозные высыпания, иногда гладкий блестящий язык с атрофированными сосочками). На слизистой могут быть множественные и различные по величине кровоизлияния. При тяжелых поражениях кроветворной системы в полости рта и на миндалинах развиваются некротические изменения.

Такие проявления не являются специфическими, они указывают на скрытый патологический процесс в организме. В этих случаях клиническое обследование стоматологических больных необходимо дополнить лабораторными исследованиями, среди которых важнейшее место занимает клинико-физиологический анализ крови. Результаты анализа дают сведения о состоянии всего организма и нередко помогают объяснить симптомы, проявляющиеся полости рта при болезнях крови.

## НАРУШЕНИЕ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ В СТОМАТОЛОГИИ

Кровотечение, возникающее после операции удаления зуба, обычно прекращается через несколько минут, но может продолжаться и более длительное время. Характер кровотечения и его длительность определяются как местными, так и общими факторами. Местные причины, вызывающие кровотечение, зависят от объема и степени повреждения ткани. К общим причинам кровотечения из лунки удаленного зуба относятся различные болезни сосудов или нарушения системы свертывания крови. Нарушение их взаимодействия в цепи реакций гемостаза могут приводить к

развитию кровоточивости или внутрисосудистой коагуляции. Кровотечения могут быть связаны с врожденными или приобретенными дефектами отдельных факторов свертывания крови. Кровотечение из слизистой оболочки в таких случаях протекает без сопутствующих воспалительных явлений. Если удалить сгусток, то можно видеть, что кровь идет из верхушки сосочков и из краев десен. Десны кровоточат из множества мелких точек без всякого повреждения. В других отделах полости рта кровотечение наблюдается чаще в результате механических повреждений. Однако крупные кровоизлияния, гематомы легко могут возникать на слизистой оболочке рта и без всякой травмы.

При склонности к кровотечениям требуется консультация врача-гематолога и проведение специального анализа крови (количество тромбоцитов, время свертывания, время кровотечения, протромбиновое время и др.). При повышенной кровоточивости применяют средства, повышающие свертываемость крови: аскорбиновую кислоту для укрепления сосудистой стенки, витамин К для синтеза протромбина в печени, викасол (синтетический заменитель витамина К), раствор хлористого кальция. В тяжелых случаях применяют переливание крови или специфические антигемофилические факторы (в условиях стационара).

*Методы остановки кровотечения: Механический* - тампонада стерильным марлевым тампоном кровоточащей зубной лунки. *Термический* - охлаждение или прижигание. *Химический (медикаментозный)* - применение сосудосуживающих препаратов и средств, повышающих свертываемость крови (адреналин и его аналоги). При кровотечениях, связанных с повышенной фибринолитической активностью крови, проводят мероприятия, направленные на ее подавление (введение ингибиторов фибринолитической системы). *Биологические методы:* - тампонада животными тканями (фибринными пленками, кусочками плацентарной ткани, мышцами); - *переливание* крови, свежей плазмы, сыворотки, тромбоцитарной массы, фибриногена, введение

протромбина, антигемофильного глобулина; внутримышечное введение сыворотки человека; - *введение витаминных препаратов*: витаминов К и С, способствующих образованию протромбина, витамина Р, понижающего проницаемость капилляров.

#### ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ В ПОЛОСТИ РТА

В сосудистой системе челюстно-лицевой области регуляция кровообращения осуществляется нервным, гуморальным и миогенным механизмами. Нервный механизм регуляции заключается в том, что тоническая импульсация поступает к этим сосудам от сосудодвигательного центра по нервным волокнам, отходящим от верхнего шейного симпатического узла.

Вазомоторный тонус сосудов челюстно-лицевой области и пульпы зуба такой же, как и в других областях. Средняя частота тонической импульсации в сосудосуживающих волокнах этой области равна 1-2 имп/сек. Тоническая импульсация сосудосуживающих волокон имеет существенное значение для поддержания тонуса резистивных сосудов (в основном мелких артерий и артериол), так как нейрогенный тонус в этих сосудах преобладает. Сосудосуживающие реакции резистивных сосудов челюстно-лицевой области и пульпы зуба обусловлены высвобождением в окончаниях симпатических нервных волокон медиатора норадреналина. Последний, взаимодействуя с альфа-адренорецепторами стенок мелких сосудов, создает сосудосуживающий эффект. Взаимодействие норадреналина с бета-адренорецепторами сосудов приводит к их расширению.

Наряду с адренорецепторами в сосудах головы и лица имеются М- и Н-холинорецепторы, возбуждающиеся при взаимодействии с ацетилхолином и вызывающие расширение сосудов. Такие холинэргические волокна могут принадлежать

как к симпатическому, так к парасимпатическому отделам вегетативной нервной системы. Центрами парасимпатической иннервации сосудов головы и лица являются ядра черепно-мозговых нервов, в частности барабанной струны, языкоглоточного и блуждающего нервов. Постганглионарные волокна этих нервов выделяют ацетилхолин.

Наряду с этим, в сосудах челюстно-лицевой области возможен механизм регуляции по типу аксон-рефлексов. Обнаружены вазомоторные эффекты при стимуляции нижнечелюстного нерва, который, являясь в основном афферентным нервом, может антидромно проводить возбуждение и вызывать расширение сосудов нижней челюсти. Такой вазомоторный эффект сходен по динамике с расширением сосудов кожи при раздражении периферического отрезка дорсального спинномозгового корешка.

Просвет сосудов челюстно-лицевой области и органов полости рта может изменяться также под влиянием гуморальных факторов. В стоматологической практике широко используется местное обезболивание смесью новокаина с 1% адреналином, который оказывает местное сосудосуживающее влияние и предотвращает кровотечение.

Сосуды пародонта и пульпы обладают и собственным миогенным местным механизмом регуляции тонуса. Так, повышение тонуса сосудов мышечного типа (артериол и прекапиллярных сфинктеров) приводит к уменьшению числа функционирующих капилляров, что предотвращает повышение внутрисосудистого давления крови и усиленную фильтрацию жидкости в ткани. Это один из механизмов физиологической защиты ткани от развития отека, который играет особенно важную роль в обеспечении жизнедеятельности пульпы зуба. Миогенный тонус резистивных сосудов существенно снижается при функциональных нагрузках на ткани, что приводит к увеличению регионарного кровообращения и развитию «рабочей гиперемии». При пародонтозе, когда нарушается

кровоснабжение тканей пародонта, функциональные нагрузки, снижающие миогенный тонус микрососудов (например, жевание), могут быть использованы в лечебно-профилактических целях для улучшения трофики пародонта. Это положение особенно важно в связи с тем, что в происхождении пародонтоза главную роль играют функциональные изменения тонуса сосудов.

Повышение миогенного тонуса артериол и прекапиллярных сфинктеров приводит к резкому сужению и даже частичному закрытию микроциркуляторного русла и значительно уменьшает площадь нутритивных сосудов, обеспечивающих транскапиллярный обмен. Это предотвращает усиленную фильтрацию жидкости в ткани и повышение внутрисосудистого давления крови, т.е. является физиологической защитой ткани от развития отека. Миогенный механизм регуляции кровотока и транскапиллярного обмена играет особую роль в обеспечении жизнедеятельности пульпы зуба. Для пульпы зуба, находящейся в замкнутом пространстве, ограниченном стенками полости зуба, этот механизм является чрезвычайно важным для регуляции микроциркуляции в норме и патологии, например, при воспалении.

Для оценки функционального состояния сосудов зубочелюстной системы в стоматологии широко используется метод реографии. Это бескровный метод исследования кровоснабжения органов и тканей, основанный на графической регистрации сопротивления тканей при прохождении через них электрического тока сверхвысокой частоты и небольшой силы. Метод реографии основан на том, что электропроводность ткани зависит от колебаний кровенаполнения сосудов: сопротивление крови значительно меньше, чем сопротивление тканей, поэтому увеличение кровенаполнения ткани существенно снижает ее электропроводность. Метод оценки гемодинамики пульпы зуба называется реодентографией, тканей пародонта - реопародонтографией.



Слизистая оболочка рта является мощной рефлексогенной зоной, афферентная импульсация от которой может изменять деятельность сердца и тонус кровеносных сосудов. Болевые раздражения вызывают заметные изменения в системе кровообращения. Эти отклонения зависят от интенсивности раздражения и реактивности организма. Характер изменений сердечной деятельности зависит от исходной частоты сердцебиения: она может учащаться или замедляться после болевого раздражения. Тахикардия чаще наблюдается у лиц с преобладанием тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, замедление - у ваготоников.

#### ФОРМИРОВАНИЕ ПИЩЕВОГО КОМКА. АКТ ГЛОТАНИЯ, ЕГО САМОРЕГУЛЯЦИЯ

Процесс пищеварения начинается с момента попадания пищи в полость рта. Этот момент является начальным этапом переработки пищевых продуктов в системе пищеварительного конвейера. Именно здесь происходит апробация пищи на ее съедобность. Если по своим качествам пища не соответствует запросам организма или является непригодной, она отвергается, если же оказывается пригодной (съедобной), то начинается пищеварение в полости рта.

Основу пищеварения в полости рта составляет процесс жевания - сложный физиологический акт, обеспечивающий механическую и химическую обработку пищи, подготавливающий ее для последующих этапов. Жевание осуществляется с помощью произвольных и непроизвольных регуляторных механизмов. Как любая целенаправленная деятельность организма, жевание заканчивается полезным приспособительным результатом - формированием пищевого комка, пригодным для проглатывания.

Сформированный пищевой комок характеризуется различными механическими, температурными, вкусовыми и другими параметрами. Обычно он формируется в интервале

от 5 до 15 секунд, однако эти цифры относительны, так как время его образования зависит от характера пищи (твердая или мягкая), ее ослизнения и увлажнения, от состояния полости рта и зубных рядов, от температуры (горячая или холодная), от вкусовых качеств, присутствия специй приправ. Объем пищевого комка существенно колеблется от 1 до 20 г и более. Существенным фактором, влияющим на время формирования и объем пищевого комка, является уровень пищевой мотивации - голода.

Контроль параметров пищевого комка при его формировании осуществляют многочисленные разномодальные рецепторы, расположенные в слизистой оболочке языка и рта: тактильные, температурные, вкусовые, болевые, давления, проприорецепторы жевательных мышц, рецепторы давления в периодонте, регулирующие силу сокращения жевательных мышц. При этом «последнее слово», санкционирующее глотание, принадлежит рецепторам корня языка и мягкого неба. От всех этих рецепторов импульсация по каналу обратной афферентации тройничного, языкоглоточного и блуждающего нервов поступает в ЦНС, где она сличается в акцепторе результата действия функциональной системы формирования пищевого комка. В результате этого решается вопрос «запрещения» или «разрешения» глотания. Экспериментально установлено, что поток афферентных импульсов от рецепторов полости рта, несущих информацию о параметрах пищевого комка, имеет определенную временную последовательность. Первой передается импульсация от тактильных рецепторов, затем от температурных, и последней - от вкусовых.

Эффекторная программа формирования адекватного для проглатывания пищевого комка осуществляется благодаря деятельности различных структурных образований, функция которых тесно связаны друг с другом. К их числу относятся жевательные и мимические мышцы, мышцы языка, слюнные железы, сосудистые образования, органы дыхания. Совокупность взаимодействий всех этих компонентов в

конечном итоге приводит к образованию адекватного пищевого комка.

Во время жевания нижняя челюсть движется в двух плоскостях: горизонтальной и вертикальной. При этом она может перемещаться вперед, назад, в стороны, вверх и вниз. Исходным моментом этих движений является положение центральной окклюзии. Это положение характеризуется смыканием зубов при максимальном количестве контактирующих точек, когда средняя линия лица совпадает с линией, проходящей между центральными резцами, головка нижней челюсти располагается на скате суставного бугорка, у его основания, а жевательные мышцы и мышцы, поднимающие нижнюю челюсть, при этом одновременно и равномерно сокращены. Затем нижняя челюсть опускается вниз и смещается назад, происходит захват пищи, жевательные мышцы сокращаются, нижняя челюсть поднимается, при этом передняя группа зубов (резцы) смыкаются и происходит откусывание пищи. Боковые зубы в это время разомкнуты. Обычно жевание осуществляется на одной стороне - левой или правой. Та сторона, на которой происходит жевание, получила название основной, или рабочей, а другая - вспомогательной, или балансирующей. Жевание может осуществляться и сразу на обеих сторонах. После откусывания наступает период непосредственного разжевывания, измельчения пищи. При этом выделяются три фазы движения нижней челюсти при закрытом входе в полость рта. Сначала она опускается вперед и движется в сторону. В это время часть пищи благодаря деятельности щечных мышц и языка помещается на зубные ряды рабочей стороны. Далее челюсть поднимается, пища начинает раздавливаться, бугры моляров и премоляров входят в контакт с буграми зубов-антагонистов верхней челюсти. Затем нижняя челюсть перемещается горизонтально по направлению к сагиттальной линии, происходит растирание пищи (перемалывание) и зубные ряды снова смыкаются в

центральной окклюзии. На этом жевательный цикл завершается.

Повторные жевательные циклы происходят до тех пор, пока не будет достигнуто необходимое размельчение пищи. Во время смыкания моляров медиальные валики пищи прижимаются к зубам, образуя так называемые щечные карманы. Раздавленная между зубами пища попадает в эти карманы и в челюстно-язычный желобок. При повторном жевательном цикле благодаря деятельности щечных мышц и языка она снова добавляется на зубные ряды для дальнейшего размельчения. По мере размельчения частицы пищи пропитываются слюной, ослизняясь муцином, склеиваются в пищевой комок, который продвигается к корню языка, попадает в образовавшийся там желобок и готовится к проглатыванию. Объем и степень размельчения пищи контролируется рецепторами слизистой оболочки щек, десен, языка. Благодаря этому происходит сортировка пищи: размельченные частицы оформляются в пищевой комок, крупные вновь поступают для дальнейшей обработки, а посторонние тела (кости, камни) выталкиваются языком. Степень давления между зубами контролируется рецепторами периодонта зубов верхней и нижней челюстей, а также проприорецепторами жевательных мышц.

Полноценное жевание происходит при участии мимической мускулатуры и языка. В процессе жевания мимическая мускулатура губ и щек участвует в захвате пищи, плотном замыкании полости рта и удержании в ней пищи. Особую роль эти мышцы играют в акте сосания и приеме жидкой пищи. Язык является «диспетчером» в формировании пищевого комка. Он распределяет части пищи на зубных рядах, извлекает ее из челюстно-язычного и щечно-челюстного каналов, перемешивает, способствует пропитыванию ее слюной. Благодаря деятельности мышц языка, обеспечивающих его оттягивание вниз и назад (аналогично движению поршня в насосе) с одновременным опусканием нижней челюсти, в полости рта создается

значительное разрежение. Давление воздуха снижается, что обеспечивает присасывающее действие, лежащее в основе сосания.

Между жеванием и слюноотделением существует тесная связь. Слюноотделение обеспечивает смачивание пищи слюной, согревание или охлаждение ее, склеивание мелких частиц пищи в пищевой комок. Отделение слюны начинается сразу после попадания пищи в ротовую полость и продолжается до тех пор, пока пища воздействует на рецепторы. Жевание повышает слюноотделение. В опытах на собаках показано, что слюны на белый хлеб отделяется в 2 раза больше, чем на жидкую пищу, а на крупные сухари больше, чем на мелкие. Слюноотделение изменяется не только в зависимости от физических и химических свойств пищи, но и от состояния зубочелюстной системы. При нарушении ее целостности и ослаблении жевательной функции, слюны выделяется больше, чем при интактном жевательном аппарате

Если при формировании пищевого комка в пище попадает инородное тело, то в момент его надкусывания происходит рефлекторная остановка жевания. «Запуск» этого защитного рефлекса осуществляется в рецепторах давления, расположенных в периодонте. Как только жевательное давление станет больше запрограммированного в акцепторе результата, произойдет рассогласование, которое приведет к остановке жевания и к появлению ориентировочного рефлекса «что такое?». Благодаря деятельности языка и мимических мышц инородный предмет обнаруживается и извлекается из полости рта.

*Глотание.* Акт глотания разделяется на три фазы - 1) ротовую произвольную, 2) глоточную непроизвольную быструю (после перемещения пищевого комка за уровень небных дужек) и 3) пищеводную, тоже непроизвольную, но медленную. Механизм акта глотания хорошо изучен рентгенологическим методом. Из измельченной и смоченной слюной пищевой массы, находящейся во рту, отделяется

пищевой комок объемом 5-15 см<sup>3</sup>, который движениями языка продвигается к средней линии между передней частью языка и твердым небом. Челюсти при этом, сжимаются и мягкое небо поднимается. Вместе с сокращенными небно-глоточными мышцами, оно образует перегородку, перекрывающую проход между ртом и носовой полостью. Для продвижения пищевого комка язык продвигается назад, нажимая на небо все более каудально. Это движение продвигает комок в глотку. Внутриротовое давление при этом увеличивается и способствует проталкиванию пищевого комка в сторону наименьшего сопротивления. Вход в гортань закрывается надгортанником. Одновременно сжатием голосовых связок закрывается голосовая щель. Как только комок пищи попал в глотку, передние дужки мягкого неба сокращаются и вместе с корнем языка не дают комку вернуться в полость рта. Таким образом, пищевой комок при сокращении мышц глотки может протолкнуться только в отверстие пищевода, расширенное и придвинутое к полости глотки. Давление в верхней части пищевода достигает лишь 30 мм рт ст. Такая разница в давлении предотвращает забрасывание пищевого комка из пищевода в глотку. Весь глотательный цикл занимает около 1 сек.

Весь этот сложный и согласованный процесс является рефлекторным актом, который осуществляется деятельностью центра глотания. Он расположен близко от дыхательного центра, и связан с ним реципрокными отношениями. Поэтому дыхание прекращается каждый раз, когда происходит глотательный акт. Продвижение пищи через глотку и по пищеводу совершается в результате последовательно возникающих строго координированных цепных рефлексов. Несколько иной механизм проглатывания жидкостей. При питье оттягиванием языка без нарушения язычно-небной перемычки в ротовой полости образуется отрицательное давление и жидкость заполняет ротовую полость. Затем сокращением языка, дна ротовой полости и мягкого неба создается настолько высокое давление, что под

его влиянием жидкость как бы впрыскивается в расслабляющийся в этот момент пищевод, достигая кардии почти без участия сокращения сжимателей глотки и мускулатуры пищевода. Этот процесс занимает 2-3 сек.

#### ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОРГАНОВ ПОЛОСТИ РТА. РОЛЬ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ПОЛОСТИ РТА В ПОДДЕРЖАНИИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ КОНСТАНТЫ ОРГАНИЗМА

*Температура слизистой оболочки рта* обусловлена рядом факторов: температурой и влажностью внешней среды, интенсивностью клеточного метаболизма, анатомо-физиологическими особенностями тканей, состоянием их сосудистой сети. Последнее зависит от количества капилляров и степени их наполнения, а также от скорости движения крови в артериолах. Указанные обстоятельства объясняют различную топографию температурных показателей органов полости рта.

Температура слизистой оболочки рта зависит также от испарения слюны с поверхности слизистой, например, при ротовом дыхании. Это является одним из механизмов теплоотдачи, обеспечивающим поддержание температурного гомеостаза организма. Кроме того, в функциональную систему терморегуляции включается действие слюны и слизистой оболочки органов полости рта, выравнивающее температуру пищи.

Установлено, что каждый участок слизистой оболочки имеет определенную температуру. Средняя температура кожи нижней губы равна  $33,1^{\circ}\text{C}$ , а верхней –  $33,9^{\circ}\text{C}$ ; в зоне границы кожи и красной каймы губ температура снижается. Температура слизистой оболочки рта повышается в каудальном направлении. Температура твердого неба выше в дистальных отделах и при удалении от средней линии.

*Температура зуба* также колеблется в различных его участках с определенной закономерностью: на режущем крае

и жевательной поверхности температура ниже ( $30,4-30,5^{\circ}\text{C}$ ), чем в пришеечной области ( $30,9^{\circ}\text{C}$ ). При исследовании зубов как верхней, так и нижней челюсти установлена тенденция к постепенному повышению температуры во всех областях коронки по направлению от центральных резцов к большим коренным зубам.

Исследование температуры органов и тканей челюстно-лицевой области можно проводить методом *контактной электротермометрии* и методом *термовизиографии* позволяющим исследовать температуру на расстоянии. Эти исследования имеют определенное значение в клинике, так как нарушение термометрических показателей может свидетельствовать об изменении трофики тканей и воспалительных процессах в полости рта. Исходную температуру слизистой оболочки рта и кожи челюстно-лицевой области необходимо учитывать при назначении лечения теплом или холодом. Так, например, при поражении лицевого нерва в соответствующих зонах иннервации на лице температура может снижаться на  $8-10^{\circ}\text{C}$ . Назначение обычных тепловых процедур в таких случаях может вызвать чувство температурного дискомфорта, и даже боль.

Термометрия зуба играет огромную роль в разработке рациональных способов препарирования зуба в таком режиме, при котором тепловая травма эмали, дентина и пульпы была бы минимальной. При формировании кариозной полости или препарировании зуба под коронку происходит нагревание его тканей вследствие сопротивления (трения) действующего режущего (шлифующего) инструмента. Повышение температуры зуба выше  $45^{\circ}\text{C}$  может явиться причиной ожога эмали и дентина и привести к термической травме пульпы. Для предотвращения этих явлений необходимо тщательно подбирать инструменты, учитывая величину и форму бортов и препаровальных дисков, скорость их вращения, а также материалы, из которых они изготовлены. Кроме того, следует строго соблюдать режим работы. Важными условиями являются



прерывистость препарирования и использование высокоскоростных бормашин. При этом значительно ускоряется операция шлифования твердых тканей, уменьшается давление и вибрация режущего инструмента и при достаточном охлаждении предупреждается ожог тканей зуба. Особое значение придается виду охлаждения, исправности охлаждающей системы и правильному направлению струи воды на место контакта режущего инструмента с твердыми тканями зуба.

При приеме пищи слизистая рта может подвергаться температурным воздействиям, значительно отличающимся от температуры тела. Холодные блюда или напитки редко вызывают повреждение слизистой оболочки, потому что потребляемое их количество обычно невелико и находятся они в полости рта короткое время. Охлаждение влияет на кровообращение слизистой оболочки следующим образом: сначала возникает спазм сосудов, при углублении охлаждения он усиливается, и микроциркуляция почти полностью прекращается. Резкое охлаждение, например, хлорэтилом, не разрушает ткани, и после прекращения его действия их функция восстанавливается. Под влиянием тепла в слизистой оболочке развивается гиперемия, а вслед за ней – отек окружающих тканей. Горячие блюда, нагретые в процессе работы зубоврачебные инструменты, и другие горячие предметы могут вызвать ограниченный некроз слизистой оболочки. На месте ожога возникает пузырь, который вскоре вскрывается с образованием эрозии.

#### ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА В ТКАНЯХ ЗУБОВ. ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО И КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПИЩИ НА СОСТОЯНИЕ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ ПОЛОСТИ РТА

Одним из понятий, характеризующих обмен веществ в организме человека, является рабочий обмен. Его составляющими являются основной обмен, рабочая прибавка и специфическое динамическое действие пищи (СДП). В

опытах с мнимым кормлением животных было показано, что 50-60% энергии СДП обусловлено раздражением рецепторов слизистой рта, механической и химической обработкой пищи в полости рта.

Акт еды, помимо того, что он является мощным стимулятором пищеварительной функции, повышает также газообмен в организме. При этом отмечаются как качественные, так и количественные изменения обмена веществ. Характер и величина этих изменений зависят от химической природы пищи. Так, прием белковой пищи является сигналом к сдвигу главным образом в белковом обмене, а потребление углеводной пищи - в углеводном.

Качественный и количественный состав пищевого рациона может явиться патогенетическим фактором в возникновении некоторых стоматологических заболеваний, особенно кариеса зубов. Избыточное питание непосредственно не влияет на состояние органов полости рта, однако при этом возникают болезни обмена веществ, которые сопровождаются поражением зубов и слизистой оболочки.

Употребление сырой, твердой пищи, тщательное ее пережевывание способствует очищению поверхности зубов и предупреждает образование зубного налета. У лиц, употребляющих кашцеобразную пищу, образуется зубной налет, что может привести к кариесу или пародонтозу.

Нарушение соотношения питательных веществ в пищевом рационе может быть причиной развития болезней, проявляющихся в полости рта. Так, при избыточном потреблении углеводов развиваются процессы брожения, что благоприятствует размножению микробов, создающих кислую среду полости рта. При этом увеличивается образование налета на зубах, происходит растворение эмали, что способствует поражению зубов кариесом. Поэтому преобладание в пищевом рационе углеводов требует повышенного содержания витамина В и тщательного ухода за зубами. Употребление пищи с чрезмерным содержанием

белков создает в полости рта щелочную среду, что может явиться причиной заболевания десен (гингивит). Недостаток же белка приводит к гиповитаминозу витаминов группы В.

Полость рта и зубы являются весьма чувствительным индикатором недостаточности витаминов в пищевом рационе. Это объясняется их обильным кровоснабжением и густой сетью капилляров. Эндотелиальные клетки капилляров тонко реагируют на содержание витаминов в крови. Витамины играют важную роль в защите слизистой оболочки полости рта и ее регенерации. Находящиеся во рту бактерии при авитаминозах легко вызывают воспаление, так как сопротивляемость слизистой снижается. Патологические симптомы всегда сначала появляются там, где слизистая оболочка подвергается механическому воздействию при жевании.

Недостаток витамина А вызывает ороговение эпителия слизистой рта и атрофию подслизистых малых слюнных желез, в связи с чем уменьшается образование слюны. Слизистая высыхает, на ней возникают трещины, которые легко инфицируются, что приводит к развитию воспалительных процессов.

Недостаток витаминов группы В обычно проявляется воспалением слизистой оболочки рта, наличием атрофических участков на языке, его отечностью, появлением трещин в углу рта.

Большой дефицит витамина С у взрослых вызывает цингу. Цинга характеризуется спонтанными кровотечениями из десен. Десны набухают, гиперемированы, синюшно-красные. Как правило, присоединяется вторичная инфекция, которая усиливает кровоточивость. Зубы покрыты инфицированным, а потому зловонным кровавым сгустком. Серый налет обволакивает край десен. Образуются болезненные язвы. Если воспаление продолжается длительное время, наступает некроз десен и межзубных сосочков.

Недостаток витамина D в период развития зубов нарушает развитие эмали зуба.

Среди многих факторов, определяющих качественную полноценность диеты, большую роль играют химические элементы. Всего организм человека содержит 65-70 химических элементов, которые условно делят на *макроэлементы* (содержание  $10^{-2}$  и более: углерод, азот, кислород, водород, натрий, калий, кальций, магний, хлор, фосфор и др.) и *микроэлементы* (содержание  $10^{-5}$ - $10^{-12}$ : медь, цинк, ванадий, марганец, фтор, йод и др.). Первые играют роль пластического материала в построении тканей, создают оптимальные физико-химические условия для физиологических процессов (рН среды, осмотическое давление, состояние коллоидов и др.). Вторые наряду с ферментами, гормонами, витаминами принимают участие в обмене веществ в качестве биологических катализаторов химических процессов в тканях и средах организма.

В неповрежденном зубе обнаружены: фтор, цинк, железо, серебро, марганец, кремний, олово, свинец, барий, хром, стронций, титан, никель, алюминий, бор, платина, ванадий и другие элементы. Изменения в зубочелюстной системе могут быть вызваны недостаточной минерализацией пищи (кальций, фосфор), недостаточностью или избыточностью содержания микроэлементов, особенно йода и фтора. Поступая в организм через пищеварительный тракт, они активно влияют на различные физиологические процессы, в частности на минерализацию костей и зубов, их устойчивость или предрасположенность к кариесу как в период формирования зубов, так в уже сформированном зубе.

Особое внимание следует обратить на питание больных с нарушением нормальных условий приема пищи. К ним следует отнести нарушение целостности полости рта в результате травм и врожденных дефектов, а также нарушения, обусловленные затрудненным открыванием рта, например, в связи с заболеваниями височно-

нижнечелюстного сустава и фиксацией челюстей при лечении переломов. Обычно у таких больных нарушается акт жевания, что ведет к неполноценной механической и химической обработке пищи в полости рта. Пища для них должна быть подогрета до 40-60°C, должна иметь жидкую консистенцию, позволяющую вводить ее через зонд. Необходимо, чтобы такая пища была сбалансирована по содержанию в ней различных питательных веществ, витаминов и калорийности. В отдельных случаях, при тяжелых формах поражений челюстно-лицевой области, возможно введение питательных веществ парентерально. Оно назначается на короткое время – до 10 суток. Парентерально можно вводить в организм высокоэффективные белковые препараты, водорастворимые витамины и минеральные соли.

*Обмен в тканях зуба.* Обменные процессы в твердых тканях зуба совершаются медленно. Скорость обновления неорганических и органических компонентов твердых тканей зуба (определяемая по периоду полувыделения вещества) также невелика. Например, если периоды полувыделения минеральных и белковых компонентов из тканей печени, мышечной и других метаболически активных тканей составляет часы и сутки, то период полувыделения кальция эмали зуба человека составляет в среднем около 500 суток. Интенсивность обмена в эмали много ниже, чем в дентине.

Отмечена высокая поглотительная способность клеток эндотелия сосудов, являющаяся резервным физиологическим механизмом тканевой защиты при воспалении пульпы. С возрастом в пульпе резко снижается уровень обменных процессов, понижается тонус и реактивность стенок сосудов, уменьшаются их просвет, стенки сосудов склерозируются.

## ИЗМЕНЕНИЯ В ПОЛОСТИ РТА ПРИ ГИПЕР- И ГИПОФУНКЦИИ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ

Влияние эндокринных желез на морфо-функциональное состояние челюстно-лицевой области выявляется особенно часто при нарушении их функции. Гипо- и гиперфункция желез внутренней секреции в сформированном организме приводит к возникновению характерных заболеваний с сопутствующими изменениями в полости рта. Эти признаки в большинстве случаев представляют собой отдаленные вторичные проявления, наблюдающиеся в разгаре болезни, и поэтому не представляют диагностических трудностей. Наиболее часто изменения в полости рта встречаются при расстройстве функций поджелудочной железы и половых желез, реже - в связи с дисфункцией гипофиза, щитовидной и паращитовидных желез, и коркового вещества надпочечников.

Диабет, возникающий при недостаточном образовании гормона *поджелудочной железы* инсулина, изменяет реакцию тканей на местные раздражители, уменьшает сопротивляемость организма к инфекциям, предрасполагает к воспалениям, характеризуется замедленным заживлением ран, в том числе и в полости рта. Изменения в ней носят неспецифический характер, они свойственны не только диабету:

- сухость во рту (выраженность этого симптома различна, нередко одновременно отмечаются повышенная жажда и аппетит)
- изменения мелких сосудов, слизистая оболочка гиперемирована.
- увеличение языка
- большие отложения зубного камня
- подвижность зубов и кровоточивость десен.

При повышенной функции *щитовидной железы* (*гипертиреоз*) десны, как правило, набухшие. Изменения со стороны зубов при гипертиреозе неспецифичны и

проявляются, в основном, ускоренным прорезыванием зубов. Часто наблюдается тремор языка, возможен множественный кариес.

Угнетение функции щитовидной железы (*гипотиреоз*) или ее полное удаление ведут к атрофии подчелюстных слюнных желез. Другим проявлением гипотиреоза в полости рта является множественный кариес с избирательной пришеечной локализацией очагов поражения и циркулярным расположением в области шеек зубов, что, видимо, связано с нарушением фосфорно-кальциевого обмена. При гипотиреозе изменения в полости рта весьма характерны. Наряду с расстройством прорезывания зубов и аномалиями развития эмали отмечается значительное увеличение губ и языка, приводящее к затруднению речи и акта глотания. Слизистая оболочка отечна, десны блеклые, гипертрофированные.

*Околощитовидные* железы оказывают влияние на обмен кальция и фосфора в организме. При гипосекреции околощитовидных желез в детском возрасте наблюдается гипоплазия эмали и нарушение образования дентина. В 25-50 % случаев гиперсекреция этих желез вызывает изменения ткани пародонта.

При недостаточности функции *коркового вещества надпочечников* (болезнь Аддисона) первым признаком болезни может быть пигментация кожи и слизистых оболочек, поэтому врач-стоматолог может заметить ее еще до появления остальных симптомов болезни. Пигментация наиболее часто появляется на слизистой оболочке щек, на губах, по краю языка. Цвет ее может меняться от темно-коричневого до черного или голубовато-серого. Величина пигментированных участков составляет от одного до нескольких квадратных миллиметров; они неправильной формы, плоские, над уровнем слизистой оболочки не выделяются. Причиной их возникновения является отложение меланина в соединительной ткани и в базальных

эпителиальных клетках как следствие стимулирующего действия гипофизарного гормона меланофора.

Физиологические колебания секреции *половых гормонов* в связи с половым созреванием, беременностью и другими состояниями также вызывают на слизистой рта определенные изменения. Реже эти симптомы встречаются в связи с заболеваниями половых желез. Слизистая оболочка рта меняется под влиянием эстрогенов и прогестерона. При действии эстрогена в тканях задерживается вода, уменьшается ороговение, увеличивается активность митоза. Прогестерон вызывает усиленную васкуляризацию, в результате чего появляется склонность к кровотечениям в полости рта.

*Гонадотропные гормоны* вызывают набухание слизистой оболочки рта и десен

*Тиреотропный гормон* усиливает способность соединительной ткани удерживать воду, что приводит к отеку слизистой оболочки.

Увеличение секреции *соматотропного гормона* может привести к акромегалии - чрезмерному разрастанию костей и мягких тканей лица, черепа, конечностей. При этом развиваются макрохейлия (увеличение размеров губ), макроглоссия (увеличение размеров языка), гиперплазия десен (избыточное образование структурных элементов тканей). Расширенные межзубные промежутки в увеличенной зубной дуге способствуют попаданию между ними пищи и поражению пародонта.

Большой теоретический и практический интерес представляет проблема влияния на плод различных нарушений функций эндокринной системы матери. Экспериментальными исследованиями установлены преждевременное начало функционирования щитовидной и паращитовидных желез плода при гипофункции или резекции их у матери во время беременности. Это вызывает системную гипоплазию зубов и нарушение сроков их прорезывания.



При нарушении сроков созревания и функций эндокринных желез у ребенка наблюдаются различные отклонения в процессах формирования и развития зубов: задержка рассасывания молочных зубов, нарушение сроков и порядка прорезывания постоянных, ретинированные зубы, изменение структуры дентина, гиперцементоз, некариозные поражения твердых тканей зубов.

Повышение или понижение секреции эндокринных желез, передозировка гормонов или гибель железы в период полового развития проявляются иначе, чем в развившемся организме, после окончания периода роста. Это связано с тем, что развивающийся зубной зачаток и пародонт очень чувствительны ко всем нарушениям гормонального гомеостаза.

Время прорезывания молочных и постоянных зубов представляет собой важный диагностический симптом при определении некоторых эндокринных заболеваний: врожденного гипотиреоза, токсического зоба, гиперфункции гипофиза.

#### ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ И ЕГО ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ С УЧЕТОМ ЛИЧНОСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ МАНИПУЛЯЦИЯХ

Заболевания органов челюстно-лицевой области сопровождаются выраженным болевым синдромом. Кроме того, различные манипуляции в полости рта, проводимые врачом с лечебными целями, также могут вызвать чувство боли. Вследствие этого у больного формируются патологические рефлекс, сопровождающиеся тревогой и страхом. Страх перед болью особенно стойко сохраняется в памяти, и больные начинают избегать посещения стоматолога. Кроме того, эмоциональное напряжение может возникать как следствие тревоги и за исход лечения и протезирования, особенно съёмными протезами (плохая

фиксация, трудности привыкания к нему, дефекты речи и т.п.).

Страх, обусловленный ожиданием стоматологического вмешательства, и присутствие больного в стоматологическом кабинете вызывает «вегетативную бурю», приводящую к нарушениям функций жизненно-важных органов и осложняющих течение анестезии и оперативного вмешательства. Изменяются порог чувствительности, и степень переносимости боли, повышаются ответные реакции на тактильные и болевые раздражения, создаются предпосылки неадекватной реакции организма на внешние факторы.

Любая стоматологическая манипуляция представляет собой сложный эмоционально-болевой фактор, который может изменять функциональное состояние организма, и, в частности, сердечно-сосудистой системы. Профилактика осложнений, возникающих в результате эмоционального стресса, требует поведения мероприятий, в первую очередь направленных на устранение эмоционального напряжения и боли. Отрицательные эмоции вызывают значительное повышение артериального давления, особенно у больных гипертонической болезнью. У таких больных отмечаются выраженные гемодинамические сдвиги не только ответ на стоматологическое вмешательство, но и на его ожидание, что объясняется повышенной психоэмоциональной возбудимостью и лабильностью нервных центров, регулирующих кровяное давление. Нередко психоэмоциональное возбуждение может приводить к нарушениям мозгового кровообращения и обмороку.

В формировании болевых ощущений играют роль два фактора: страх больного перед стоматологическими манипуляциями и действительная чувствительность тканей зуба. Поэтому только изолированное воздействие на болевой фактор путем применения местно анестезирующих средств не может решить вопроса обезболивания. Не случайно в настоящее время хирургическому вмешательству

предшествует тщательная медикаментозная премедикация. Она преследует цель ослабить реакцию больного на предстоящую операцию, снизить порог болевой чувствительности, предотвратить возникновение патологических вегетативных рефлексов.

Эмоциональное и физическое напряжение - нежелательное состояние, особенно для лиц с ишемической болезнью сердца, а также страдающими нарушениями мозгового кровообращения, гипертонической болезнью, диабетом, неврозами, психопатиями и т.п. Кроме того, возникающее нередко у таких людей психомоторное возбуждение мешает проведению врачебных манипуляций, может способствовать возникновению травм языка, щеки, губ. Часто в стоматологическом кресле у больного проявляется сильная скованность и мышечная напряженность, которые также возникают из-за чувства страха перед стоматологическими манипуляциями. Все это заставляет врачей изучать симптоматику эмоционального напряжения, учиться распознавать и искать способы снятия и предупреждения этого состояния. Для этого используют психотерапевтические, психомедикаментозные и физиотерапевтические воздействия, которые излагаются в курсе ортопедической стоматологии. Следует особенно подчеркнуть, что любая психотерапевтическая подготовка к стоматологическому вмешательству обязательно должна учитывать индивидуальные, личностные качества пациента

Врач всегда должен помнить об особенностях состояния больных, посещающих стоматологические кабинеты. Известно, что в процессе филогенеза наряду с приспособлениями к внешней среде в организме сформировалась собственная внутренняя среда, обладающая относительным постоянством (гомеостаз). С этих позиций все методы лечения являются своего рода агрессией, направленной на изменение гомеостаза. В результате агрессии в организме мобилизуются компенсаторные, защитные механизмы, направленные на восстановление

нормальной взаимосвязи с внешней средой. Мобилизация защитных сил требует большого напряжения функций органов и систем, на которые затрачиваются энергетические ресурсы организма. Повторение стрессовых ситуаций может привести к развитию патологических состояний и болезней, поэтому их устранение есть по существу избавление организма от патогенного фактора. В роли агрессора наравне с физическим фактором часто выступает психоэмоциональный. Он нередко способен вызвать более значительные и глубокие изменения функционального состояния организма, чем факторы физического воздействия. Необходимо помнить, что слово, являясь раздражителем второй сигнальной системы, может очень сильно воздействовать на организм. Благодаря коммуникативной функции речи возможна высшая форма общения между людьми. В процессе речевого общения людей речь может выполнять и регуляторную функцию. Врач всегда должен помнить, что психика больного очень лабильна, поэтому значение слова и интонации голоса врача могут иметь большое значение в формировании настроения и поведения больного.

*Психофизиологическая коррекция психоэмоционального напряжения в стоматологии* - прежде всего, это предупреждение и устранение чувства страха. Для ликвидации напряженности, скованности и страха необходимо использовать отвлекающие приемы (внешнее торможение). Спокойствие и уверенность врача, доброжелательный тон, позитивная информация о проводимых манипуляциях и перспективах лечения, приводят к значительному снижению психоэмоционального напряжения у пациента.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Нормальная физиология: учебник / под ред. А.В. Завьялова, В.М. Смирнова. – М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 816 с.
2. Нормальная физиология: учебник / под ред. В.П. Дегтярева, С.М. Будылиной. – М.: Изд-во «Медицина», 2006. – 736 с.
3. Физиология человека: учебник / под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. – М.: Медицина, 2003. – 656 с.
4. Физиология челюстно-лицевой области: учебник / под ред. С.М. Будылиной, В.П. Дегтярева. – М.: Медицина, 2000. – 352 с.
5. Нормальная физиология: курс физиологии функциональных систем / под ред. К.В. Судакова. – М.: МИА, 1999. – 718 с.
6. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии: учебное пособие / под ред. К.В. Судакова, А.В. Котова, Т.Н. Лосевой. – М.: Медицина, 2002. – 704с.

## СОДЕРЖАНИЕ:

<b>Предисловие</b>	<b>3</b>
<b>Раздел: Физиология возбудимых тканей</b>	
Занятие № 1	4
Занятие № 2	17
Занятие № 3	22
Занятие № 4	28
Занятие № 5	36
Занятие № 6	48
Итоговые вопросы к разделу	58
<b>Раздел: Физиология центральной нервной системы</b>	
Занятие № 1	61
Занятие № 2	67
Занятие № 3	71
Занятие № 4	77
Занятие № 5	82
Занятие № 6	89
Итоговые вопросы к разделу	94
<b>Раздел: Физиология крови</b>	
Занятие № 1	97
Занятие № 2	105
Занятие № 3	111
Занятие № 4	115
Занятие № 5	124
Итоговые вопросы к разделу	132

## **Раздел: Физиология сердечно-сосудистой системы**

Занятие № 1	134
Занятие № 2	151
Занятие № 3	164
Занятие № 4	170
Итоговые вопросы к разделу	178

## **Раздел: Физиология дыхания**

Занятие № 1	180
Занятие № 2	187
Итоговые вопросы к разделу	194

## **Раздел: Физиология пищеварения, обмена веществ и терморегуляции**

Занятие № 1	196
Занятие № 2	204
Занятие № 3	214
Занятие № 4	223
Занятие № 5	235
Итоговые вопросы к разделу	246

## **Раздел: Физиология высшей нервной деятельности**

Занятие № 1	250
Занятие № 2	256
Итоговые вопросы к разделу	261

## **Раздел: Физиология сенсорных систем**

Занятие № 1	263
Занятие № 2	270
Итоговые вопросы к разделу	277

<b>Раздел: Физиология эндокринной системы</b>	<b>279</b>
<b>Раздел: Физиология выделительной системы</b>	<b>287</b>
<b>Раздел: Физиология адаптивных процессов</b>	<b>298</b>
<b>Раздел: Физиология челюстно-лицевой области</b>	
Занятие № 1	308
Занятие № 2	314
Занятие № 3	318
Занятие № 4	322
Занятие № 5	328
Занятие № 6	332
Итоговые вопросы к разделу	338
<b>Приложение</b>	<b>341</b>
<b>Рекомендуемая литература</b>	<b>398</b>



## Учебное издание

### Авторы:

проф., д-р мед. наук. **Рудин И.В.**

*доценты:*

канд. биол. наук **Студницкий В.Б.**

канд. биол. наук **Егорова М.В.**

канд. биол. наук **Полякова И.П.**

канд. мед. наук **Бармин В.Ю.**

канд. биол. наук **Кротенко Н.М.**

канд. биол. наук **Князева И.Р.**

*старшие преподаватели:*

канд. мед. наук **Кочурина Н.А.**

канд. мед. наук **Коноваленко Ю.А.**

ассистент **Антонов О.И.**

## **Руководство к практическим занятиям по дисциплинам «Нормальная физиология» и «Физиология челюстно-лицевой области»**

Учебно-методическое пособие

Печатается в авторской редакции

Редакционно-издательский отдел СибГМУ

634050, г. Томск, пр. Ленина, 107

тел. 8(382-2) 51-57-08

факс. 8(382-2) 51-53-15

E-mail: [bulletin@bulletin.tomsk.ru](mailto:bulletin@bulletin.tomsk.ru)

---

Подписано в печать 28.01.2010 г.

Формат 60x84  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.

Печать ризограф. Гарнитура «Times».

Печ. лист. 25,43, Уч. изд. лист 12,18

Тираж **100** экз. Заказ №

---

Отпечатано в лаборатории оперативной полиграфии СибГМУ  
634050, Томск, ул. Московский тракт, 2