

**ГОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет
федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»**

Кафедра нормальной физиологии

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
для самостоятельной работы по курсу
нормальной физиологии
для студентов лечебного факультета

Казань, 2010

ББК 28.707.3

УДК 612 (078.8)

Печатается по решению Центрального координационно-методического совета
Казанского государственного медицинского университета

Составители:

доцент кафедры нормальной физиологии, к.м.н. Ахтямова Д. А.,

доцент кафедры нормальной физиологии, к.б.н. Земскова С.Н.,

доцент кафедры нормальной физиологии, к.м.н. Телина Э.Н.

Под редакцией заслуженного деятеля науки РФ, чл.-корр. РАМН, д.м.н.,
профессора Зефирова А. Л.

Рецензенты:

Зав.кафедрой физиологии человека и животных КГУ, проф. д.м.н. Плещинский И.Н.

Профессор кафедры патофизиологии КГМУ, д м н Зубаирова Л.Д.,

Учебное пособие для самостоятельной работы по курсу нормальной физиологии для
студентов лечебного факультета / Ахтямова Д.А., Земскова С.Н., Телина Э.Н.,
Зефиров А.Л. - Казань, КГМУ, 2010. – 100с.

Учебное пособие содержит: краткое содержание курса, тесты и контрольные
вопросы по разделу, профильные вопросы, важнейшие физиологические константы
и перечень практических навыков, необходимых для сдачи экзамена. Пособие
предназначено для самостоятельной работы при изучении курса нормальной
физиологии студентами второго курса лечебного факультета КГМУ.

ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

Пассивный транспорт. Диффузия и осмос.

Диффузия – это движение молекул или ионов из области высокой концентрации в область низкой концентрации. Диффузия прекращается в момент выравнивания концентрации молекул или ионов по обе стороны мембраны. Пассивный транспорт не требует затраты энергии.

1. **Интенсивность** диффузии через мембрану зависит от разности концентрации веществ по обе стороны мембраны (от концентрационного градиента), от проницаемости плазматической мембраны клетки для диффундирующих молекул.
2. **Скорость** диффузии через мембрану прямо пропорциональна площади поверхности мембраны и зависит от температуры раствора.
3. **Простая диффузия** – это пассивный транспорт, при котором небольшие молекулы и неорганические ионы свободно проходят через плазматическую мембрану клеток.
4. **Неорганические ионы** – такие как Na^+ и K^+ проходят через специфические (селективные или избирательные) каналы, расположенные в мембране клетки.
5. **Стероидные гормоны** или другие липидные соединения могут проходить непосредственно через фосфолипидный бислой мембраны путем простой диффузии.
6. **Осмос** – это простая диффузия молекул воды через мембрану клетки.
7. Молекулы воды движутся из растворов менее концентрированных (то есть с большим содержанием воды) в растворы, имеющие более высокую концентрацию (то есть с меньшим содержанием воды). Величина осмоса зависит от разности концентраций растворов, но не от их химического состава.
8. Концентрация всех растворенных веществ (в молях на литр воды) измеряется в единицах **осмоляльности**. Растворы, имеющие более высокую осмоляльность, обладают более высоким **осмотическим давлением**.
9. Вода движется с помощью осмоса из растворов с низкой осмоляльностью и более низким осмотическим давлением в растворы с высокой осмоляльностью и высоким осмотическим давлением.

Плазматическая мембрана возбудимых клеток.

Биологические поверхностные мембраны образуют наружную оболочку всех возбудимых клеток. Для описания структуры поверхностной мембраны клеток в настоящее время используют **жидкостно-мозаичную модель**.

1. Мембрана клеток состоит из двойного слоя **фосфолипидных молекул**, где гидрофобные концы молекул обращены внутрь бислоя, а гидрофильные - в водную фазу. В бислойе находятся молекулы **белка**: поверхностные это рецепторы, и интегральные – это ионные каналы и ионные насосы.
2. **Электрические свойства мембраны**: 1. емкость, это функция фосфолипидного бислоя, который разделяет и накапливает заряды по обе стороны мембраны, 2. проводимость – величина, обратная электрическому сопротивлению возбудимых мембран.
3. **Проводимость биологических мембран** – это функция ионных каналов. Проводимость зависит от: 1) разности концентраций ионов по обе стороны мембраны, 2) гидратированности и диаметра ионов, 3) подвижности ионов и 4) толщины мембраны.
4. **Ионные каналы** делятся на селективные (проводящие только один ион - Na^{2+} , K^{+} , Ca^{2+} , или Cl^{-}) и неселективные. По механизму активации делятся на 1) **электровозбудимые или потенциал-зависимые** (открываются в ответ на электрическое раздражение), 2) **хемовозбудимые или рецептор-управляемые** (лиганд-зависимые, для их активации необходимо связывание рецептора, внутри которого находится канал, с химическим посредником - медиатором) и 3) **механовозбудимые** (stretch – каналы, специфическим раздражителем для их активации является растяжение).

Транспорт с участием переносчика.

1. Транспорт глюкозы, аминокислот и других полярных молекул через плазматическую мембрану опосредуется **белками-переносчиками**, которые находятся в клеточной мембране и называется **облегченной диффузией**.
2. Опосредуемый переносчиком транспорт **специфичен**. Транспорт достигает максимума, когда переносчик достигнет состояния **насыщения**.
3. Как и простая диффузия, облегченная диффузия – это **пассивный транспорт**, не требующий затраты энергии клетки.

Активный транспорт.

1. Активный транспорт молекул и ионов через клеточную мембрану требует **затраты клеточной энергии (АТФ)**.
2. В процессе активного транспорта молекула-переносчик переносит молекулы и ионы из области низкой концентрации в область высокой концентрации.

3. Самый известный пример **первичного активного транспорта** – **Na^+/K^+ насос**. Концентрация ионов натрия больше во внеклеточной среде – с наружной стороны мембраны, тогда как ионов калия больше внутри клетки. Работа Na^+/K^+ насоса помогает поддерживать этот концентрационный градиент путем транспорта ионов Na^+ наружу, а ионов K^+ - внутрь клетки против концентрационного градиента.
4. **Вторичный активный транспорт** – транспорт веществ с участием белков-переносчиков по градиенту, который создается работой Na^+/K^+ насоса.
5. В большинстве клеток присутствует **Ca^{2+} -насосы**: **PMCA**-тип локализован на плазматической мембране и **SERCA**-тип на мембране саркоплазматического ретикулума.
6. На апикальной мембране париетальных клеток слизистой желудка, в эпителии почек и слизистой кишечника присутствует **H^+/K^+ насос**.
7. Мембраны внутриклеточных органелл содержат **H^+ -насос** (вакуолярного типа).

Мембранный потенциал покоя (МПП)

1. Цитоплазма клетки с внутренней стороны мембраны заряжена отрицательно, благодаря анионам (неорганическим и органическим), которые не могут выходить из клетки, а с наружной стороны заряжена положительно, благодаря катионам.
2. Неорганический катион K^+ свободно проходит через клеточную мембрану в покое. Он движется из области высокой концентрации (изнутри клетки) в область низкой концентрации (на наружную поверхность мембраны клетки) по ионным каналам. Это «химическая» составляющая заряда на мембране.
3. Остающиеся внутри клетки анионы и скапливающиеся снаружи клеточной мембраны катионы создают электрическое поле, и ионы K^+ начинают двигаться в этом поле. Анионы внутри клетки притягивают положительные ионы K^+ («электрическая» составляющая), а по концентрационному градиенту ионы K^+ стремятся выйти из клетки.
4. В тот момент, когда влияние электрического поля будет скомпенсировано диффузионным давлением (обусловленным разностью концентраций), возникает **электро-химическое равновесие**. В точке равновесия ионный ток K^+ наружу (выходящий ток) и внутрь клетки (входящий ток) равны.
5. Происходит разделение зарядов на поверхности мембраны – внутренняя поверхность становится более отрицательной по отношению к внешней.
6. В момент равновесия внутри клетки можно зарегистрировать отрицательный заряд, равный -90 мВ. Эта разность потенциалов называется **равновесным потенциалом** для K^+ (E_K), который можно определить с помощью уравнения Нернста.

7. Потенциал на мембране или мембранный потенциал покоя в действительности немного меньше E_k (обычно от -65 мВ до -80 мВ) вследствие того, что какая-то часть ионов Na^+ может входить в клетку в покое.
8. Концентрация ионов Na^+ в покое снаружи клетки больше, чем внутри, а внутренняя поверхность клетки заряжена отрицательно. Отрицательный заряд притягивает ионы Na^+ .
9. В отсутствии возбуждения небольшой выходящий ток K^+ сопровождается небольшим входящим током Na^+ . Входящий ток ионов Na^+ невелик, так как в покое клеточная мембрана почти непроницаема для ионов Na^+ .
10. Концентрационный градиент для ионов Na^+ и K^+ и, соответственно, мембранный потенциал покоя, поддерживается работой **Na^+/K^+ насоса**, который обеспечивает одновременный выход 3-х ионов Na^+ из клетки и 2-х ионов K^+ калия внутрь клетки. Для работы Na^+/K^+ насоса необходима энергия АТФ (активный транспорт).
11. Работа Na^+/K^+ насоса дает свой отдельный вклад в мембранный потенциал, так как выводит из клетки больше ионов Na^+ , чем вносит ионов K^+ . Благодаря работе насоса внутренняя поверхность клетки становится еще более отрицательной, поэтому такой насос назвали **электрогенным насосом**.

Потенциал действия (ПД).

1. Проницаемость клеточной мембраны для ионов обеспечивается наличием ионных каналов – **потенциал-зависимых** и **лиганд-зависимых**.
2. В ответ на электрический стимул –деполяризацию мембраны открываются **потенциал-зависимые Na^+ каналы**.
3. При деполяризации мембраны до порогового уровня – **критического уровня деполяризации (КУД)** – открываются все натриевые каналы.
4. Открытие потенциал-зависимых каналов приводит к генерации **потенциала действия** – ПД. Диффузия ионов Na^+ внутрь клетки вызывает еще большую деполяризацию мембраны и дальнейшую диффузию Na^+ внутрь клетки - **самоподдерживающаяся (регенеративная) деполяризация** по типу положительной обратной связи.
5. Входящий натриевый ток приводит к реверсии МПП в ходе деполяризации – от -70 мВ до $+30$ мВ. В этот момент заряд внутри клетки на 1-2 мсек становится положительным (овершут).
6. Далее Na^+ каналы **инактивируются** – закрываются. Одновременно, диффузия ионов K^+ наружу через открытые калиевые каналы восстанавливает уровень МПП до исходного уровня. Эта фаза ПД называется **реполяризацией**.

7. При увеличении концентрации ионов Na^+ внутри клетки активируется работа Na^+/K^+ насоса, который выкачивает ионы натрия наружу и одновременно закачивает ионы калия внутрь клетки, быстро восстанавливая исходный уровень МПП.

Передача возбуждения через нервно-мышечное соединение (синапс).

Синапс – специализированный контакт между двумя клетками, который служит для передачи возбуждения. В ЦНС – контакт между двумя нейронами, на периферии – контакт между нервной и мышечной клетками, в сердечной и гладкой мышцах – контакт между двумя мышечными клетками.

1. Синапс состоит из **пресинаптической** части, **синаптической щели** и **постсинаптической** части.
2. По механизму передачи возбуждения синапсы делятся на **электрические** и **химические**.
3. **Щелевой контакт (gap-junction)**, обнаруженный в сердечной и гладких мышцах и в дендро-дендритических синапсах некоторых областей головного мозга, является электрическим синапсом.
4. Потенциал действия в электрическом синапсе распространяется непосредственно с пре- на постсинаптическую мембрану. Проведение возбуждения в электрическом синапсе является **двухсторонним**.
5. В химических синапсах возбуждение проводится только в **одну сторону** (с пресинаптической части на постсинаптическую).
6. В химических синапсах в пресинаптической мембране находится **нейротрансмиттер** (или медиатор), упакованный в синаптические пузырьки или везикулы. Молекулы медиатора освобождаются из везикул в синаптическую щель путем **экзоцитоза**.
7. Медиатор называют **лигандом** соответствующего рецептора, а рецепторы, располагающиеся на постсинаптической мембране синапса, называют лиганд-зависимыми (хемозависимыми или рецептор-управляемыми).
8. Связывание медиатора с рецептором постсинаптической мембраны приводит к открытию ионного канала, расположенного внутри рецептора (**ионотропный рецептор**), либо, посредством активации G-белка, открывается находящийся рядом с рецептором ионный канал (**метаботропный рецептор**).
9. В нервно-мышечном синапсе медиатором является **ацетилхолин (АХ)**.
10. Существует два типа холинорецепторов – **никотиновые** и **мускариновые**. На постсинаптической мембране скелетных мышц располагаются холинорецепторы никотинового типа.

11. Когда 2 молекулы АХ связываются со специальными сайтами на холинорецепторе никотинового типа, открывается ионный канал для ионов Na^+ . Ионы Na^+ входят внутрь клетки по концентрационному градиенту, образуя входящий натриевый ток.
12. Это приводит к небольшой деполяризации постсинаптической мембраны и возникновению локального ответа — **потенциалу концевой пластинки (ПКП)**. Такая небольшая деполяризация связана с тем, что в постсинаптической мембране скелетной мышцы (или **концевой пластинке**) ионные каналы не обладают избирательностью (**селективностью**).
13. Когда амплитуда локального ответа достигнет порогового уровня, в околосинаптической области открываются быстрые селективные натриевые каналы, в результате генерируется ПД.
14. После активации холинорецептора, АХ расщепляется ферментом **ацетилхолинэстеразой (АХЭ)** на холин и уксусную кислоту. Холин поступает с помощью системы обратного захвата в **пресинаптическую терминаль**. Остатки уксусной кислоты медленно диффундируют в околосинаптическое пространство и закисляют его.

Скелетные мышцы.

Скелетные мышцы состоят из **мышечных волокон (мышечных клеток)**, которые соединены между собой соединительной тканью и прикреплены к костям с помощью сухожилий. Отдельные мышечные волокна покрыты **эндомизием**; пучки мышечных волокон покрыты **перимизием**, а вся мышца покрыта **эпимизием**.

1. Скелетные мышечные волокна называются поперечно-полосатыми, потому что под обычным световым микроскопом на них видны чередующиеся **светлые (изотропные, I)** и **темные (анизотропные, A)** диски.
2. В середине каждого изотропного диска располагается **Z линия**, к которой прикрепляются нити актина.
3. Сокращение мышечных волокон *in vivo* контролируется **мотонейронами** соматической нервной системы. Мотонейрон и иннервируемые аксоном этого мотонейрона мышечные волокна образуют **двигательную единицу (ДЕ)**, которая является функциональной единицей скелетной мышцы.
4. Один аксон двигательного нейрона (мотонейрона) может иннервировать от 10 до 1 000 мышечных волокон. Число мышечных волокон, иннервируемых одним мотонейроном, варьирует в зависимости от конкретной функции, выполняемой той или иной мышцей.
5. Чем меньше мышечных волокон входит в двигательную единицу, или чем больше мотонейронов обслуживают данную мышцу, тем более точные движения может она выполнять (например, мышцы пальцев рук) и наоборот, чем больше мышечных волокон входит в двигательную единицу, тем

движения мышцы будут менее дифференцированными (например, прямая мышца живота).

6. Стойкие длительные сокращения обеспечиваются асинхронной стимуляцией различных двигательных единиц.

Механизм мышечного сокращения.

1. **Саркомер** – функциональная единица сократительного аппарата миофибриллы, в состав которой входят **миофиламенты** (тонкие и толстые) и ограниченные двумя соседними **Z-линиями**.
2. Толстые филаменты (нити) состоят из **миозина**, тонкие – из **F-актина**. Нити актина прикреплены к Z-линии. Центральная часть саркомера – **H-полоска** содержит нити миозина.
3. Тонкие филаменты представляют собой двойную нить, закрученную в спираль. На спирали F-актина расположена спирально закрученная нить молекулы белка **тропомиозина**. С шагом, равным 40 нм, к молекуле тропомиозина прикрепляются молекулы белка **тропонина**.
4. В состоянии покоя тропомиозин препятствует связыванию головки миозина с местом связывания на нити актина.
5. Миозиновая нить более толстая, чем актиновая, так как имеет больший молекулярный вес. На боковых сторонах миозиновой нити имеются выступы - **поперечные мостики**. Поперечный мостик состоит из **головки** и подвижной (шарнирной части) – **шейки**.
6. Теория **скользящих нитей** объясняет механизм образования поперечных мостиков между актином и миозином и процесс скольжения миофиламентов друг относительно друга.
7. **Цикл образования поперечных мостиков** начинается с устойчивого состояния, при котором головка миозина связана с активным центром на нити актина под углом 45°.
8. Молекула АТФ связывается с головкой миозина, что приводит к отсоединению головки миозина от нити актина, **АТФ-азная активность головки миозина** увеличивается, АТФ гидролизуется до **АДФ** и **неорганического фосфата**, головка миозина поворачивается на шарнирном участке и прикрепляется к следующему активному центру на нити актина под углом 90°.
9. Когда неорганический фосфат отсоединяется от головки миозина, происходит **гребковое движение**, которое сдвигает нить актина к центру саркомера на 11 нм, после чего головка миозина устанавливается под углом 45°. Затем отсоединяется молекула АДФ и система возвращается в исходное устойчивое состояние.

10. После присоединения следующей молекулы АТФ головка миозина отсоединяется от нити актина и начинается новый цикл образования поперечного мостика и гребкового движения.
11. Уменьшение количества АТФ и невозможность отсоединения головки миозина от нити актина лежит в основе **ригидности** мышц после смерти.
12. **Электромеханическое сопряжение.** В покое концентрация ионов Ca^{2+} в саркоплазме низкая, и поэтому головка миозина не может присоединиться к актину. Ионы Ca^{2+} закачиваются в **саркоплазматический ретикулум (СПР)** с помощью **Ca^{2+} -АТФазы** (Ca^{2+} насос).
13. Окончание мотонейрона высвобождает ацетилхолин, который приводит к генерации ПКП и ПД.
14. Потенциал действия распространяется по мембране **Т-трубочек**, достигает мембраны СПР и деполяризует ее. Открываются Ca^{2+} каналы, расположенные на мембране СПР, что приводит к массивной диффузии Ca^{2+} в саркоплазму. Концентрация Ca^{2+} в саркоплазме увеличивается от 1×10^{-7} М – в покое, до 1×10^{-4} М – при возбуждении.
15. Затем ионы Ca^{2+} связываются с **тропонином С**, возникают конформационные изменения тропомиозина, начинается цикл гребкового движения поперечных мостиков и укорочение саркомера – мышца сокращается.
16. В состоянии расслабления активируется работа Ca^{2+} насоса, который закачивает ионы Ca^{2+} из саркоплазмы обратно в СПР.

Виды сокращения скелетной мышцы.

1. Быстрое сокращение и расслабление скелетной мышцы в лабораторных условиях в ответ на стимуляцию называется **одиночным мышечным сокращением (ОМС)**. Суммация ОМС при увеличении частоты раздражения приводит к **тетаническому** сокращению.
2. Сокращение отдельного мышечного волокна подчиняется закону «**все или ничего**».
3. Амплитуда сокращения **целой мышцы** не подчиняется закону «все или ничего» и может увеличиваться при увеличении частоты и силы раздражения.
4. Амплитуда сокращения также увеличивается при увеличении количества мышечных волокон, участвующих в сокращении. При сокращении всех мышечных волокон амплитуда сокращения **максимальная (оптимум)**. При дальнейшем увеличении частоты и силы раздражения амплитуда сокращения снижается – **пессимум**.
5. При невысокой частоте стимуляции каждое последующее раздражение попадает в фазу расслабления ОМС, и поэтому суммация ОМС будет неполной - **зубчатый тетанус**. При более высокой частоте стимуляции

каждое последующее раздражение попадает в фазу сокращения ОМС, мышца не успевает расслабиться - **гладкий тетанус**.

6. Сокращение называется **изометрическим**, если напряжение мышцы растёт, но укорочения не происходит. Если мышца укорачивается при неизменном напряжении, то такое сокращение называется **изотоническим**.

Гладкие мышцы.

Гладкие мышцы – это веретенообразные одноядерные мышечные клетки, которые составляют стенку внутренних органов, сосудов и активируются автономной нервной системой.

1. В отличие от скелетных мышц в гладких мышцах нет регулярного расположения актиновых и миозиновых нитей, так что они не имеют поперечной исчерченности, и саркоплазматический ретикулум выражен довольно слабо.
2. В гладкой мышце отсутствует тропонин, нити актина прикреплены к **плотным тельцам**, вместо Т-трубочек на мембране имеются инвагинации, называемые **кавеолами**.
3. Гладкомышечные клетки тесно примыкают друг к другу и связаны между собой **плотными контактами (нексусами)**, которые обладают низким электрическим сопротивлением.
4. Гладкие мышцы сокращаются более медленно, чем скелетные, требуют меньших энергетических затрат и способны длительно поддерживать сокращение без утомления.
5. При сокращении ионы Ca^{2+} освобождаются из саркоплазматического ретикулума через каналы **инозитол-3-фосфатных рецепторов**, связываются с **кальмодулином**, активируют **киназу легких цепей миозина (КЛЦМ)**, которая фосфорилирует **легкую цепь миозина**. При этом повышается активность АТФ-азы миозина, что приводит к запуску цикла гребкового движения поперечных мостиков.
6. При расслаблении ионы Ca^{2+} выводятся из саркоплазмы через плазматическую мембрану, либо вновь запасаются в саркоплазматическом ретикулуме, а легкая цепь миозина дефосфорилируется **фосфатазой миозина**.
7. В большинстве гладкомышечных клеток мембранный потенциал не стабилен, что приводит к возникновению **медленной волны деполяризации** или **пейсмекерного потенциала**. В основе деполяризации мембраны лежит увеличение проницаемости для ионов Ca^{2+} .
8. В гладкой мышце наряду с **электромеханическим сопряжением** процессов возбуждения и сокращения (ионы Ca^{2+} проникают в клетку через потенциал-зависимые Ca^{2+} каналы) существует **фармакомеханическое сопряжение** –

высвобождение ионов Ca^{2+} из саркоплазматического ретикулума и последующее сокращение без существенного изменения мембранного потенциала.

9. Гладкие мышцы контролируются **симпатическим и парасимпатическим** отделами **автономной нервной системы**. Большую роль также играют **гуморальные влияния** – гормоны, местные регулирующие факторы.
10. Нейрон, иннервирующий гладкую мышцу, может иметь с ней многократные синаптические контакты – **варикозы**, которые обладают всеми свойствами пресинаптической мембраны нервных окончаний. **Нейротрансмиттер** (ацетилхолин или норадреналин) высвобождается в области варикозов на всем протяжении аксона.
11. Рецепторы к нейротрансмиттеру на постсинаптической мембране располагаются как в области варикозов, так и далеко за их пределами. Кроме нейротрансмиттеров, из варикозов могут высвобождаться **ко-медиаторы** (АТФ, вещество Р и др.), которые модулируют ответ гладкомышечной клетки на действие медиатора.

Классификация гладких мышц

12. **Моноунитарные** (висцеральные) гладкие мышцы имеют тесные межклеточные контакты – **нексусы**, обеспечивающие электрическое взаимодействие между соседними клетками.
13. Часть клеток этого типа обладают **автоматией** или **пейсмекерными** свойствами (способностью самостоятельно генерировать потенциалы действия), так что при их возбуждении множество гладкомышечных клеток может сокращаться синхронно.
14. Обычно в месте расположения пейсмекерных клеток находятся варикозы автономных нейронов (в соотношении 1 нервное волокно/10-50 мышечных волокон), причем одну и ту же гладкомышечную клетку может иннервировать одновременно и симпатический и парасимпатический нейрон, оказывая антагонистический эффект.
15. В группу моноунитарных мышц входят гладкие мышцы стенки мелких сосудов, желудочно-кишечного тракта и моче-половой системы.
16. **Мультиунитарные** гладкие мышцы имеют довольно плотную иннервацию (в соотношении 1 нервное волокно/1 мышечное волокно) и процесс сокращения находится под непосредственным контролем со стороны автономной нервной системы. Каждая гладкомышечная клетка этого типа может возбуждаться и сокращаться не зависимо от окружающих ее гладкомышечных клеток, т.к. электрическое взаимодействие между клетками развито слабо.
17. К мультиунитарному типу относятся гладкие мышцы бронхов и крупных сосудов, мышцы радужной оболочки и цилиарная мышца глаза,

Вопросы для самоконтроля.

1. Внутренняя поверхность мембраны возбудимой клетки по отношению к наружной в состоянии покоя заряжена:
а. положительно
б. так же, как и наружная
в. не заряжена
г. отрицательно
2. Какие клетки участвуют в образовании миелиновой оболочки периферических нервных волокон?
а. олигодендроциты
б. нейроны
в. шванновские
г. глиальные
3. К какому типу мышц относятся скелетные мышцы?
а. к гладким мышцам
б. к смешанным мышцам
в. к соединительной ткани
г. к поперечно-полосатым мышцам
4. Из саркоплазматического ретикулума скелетной мышцы высвобождаются ионы:
а. натрия
б. калия
в. хлора
г. кальция
5. Мембрана возбудимых клеток состоит из:
а. фосфолипидов и белков
б. углеводов
в. жиров
г. углеводов и жиров
6. Какой вид ионного канала блокируется двухвалентными катионами Mg^{2+} , Mn^{2+} и др.?
а. Na^{+}
б. K^{+}
в. Ca^{2+}
г. Cl^{-}
7. Как называется трансмембранный транспорт ионов против градиента концентрации с затратой энергии?
а. пиноцитоз
б. эндоцитоз
в. пассивный транспорт
г. активный транспорт
8. Для реализации сокращения скелетной мышцы Ca^{++} должны связаться с:
а. миозином
б. тропомиозином
в. актином
г. тропонином
9. Какие из перечисленных типов мышц не способны к спонтанной деполяризации:
а. мультиунитарные гладкие мышцы
б. моноунитарные гладкие мышцы
в. скелетная мышца
г. кардиомиоциты проводящей системы сердца
д. верно а и в
е. верно б и г
10. При гиперкалиемии величина мембранного потенциала покоя
а. не изменяется
б. приближается к 0 mV
в. удаляется от 0 mV
11. Вещества, которые инактивируют ацетилхолинэстеразу
а. ингибируют освобождение ацетилхолина из пресинаптического окончания
б. препятствуют взаимодействию ацетилхолина с рецептором
в. повышают способность ацетилхолина вызывать сокращение мышцы
г. приводят ко всем перечисленным эффектам

Вопросы для подготовки к экзамену

Общая физиология возбудимых тканей

1. Особенности строения клеточной мембраны возбудимой клетки, основные ее функции. Ионные каналы (натриевые, калиевые, кальциевые, хлорные), их разновидности и физиологическая роль. Механизмы активации ионных каналов (электро-, хемо-, механовозбудимых).
2. Характеристика внутри- и внеклеточной среды возбудимой клетки. Механизмы активного и пассивного транспорта ионов через мембрану. Ионные насосы, их разновидности. Блокаторы ионного транспорта.
3. Ионотропные и метаботропные рецепторы клеточной мембраны. Механизмы внутриклеточной передачи сигнала от метаботропных рецепторов (значение G - белков, инозитолтрифосфата, диацилглицерола, цАМФ, цГМФ, арахидоновой кислоты, NO и др.).
4. Мембранный потенциал. Факторы, обеспечивающие его возникновение и поддержание. Величина мембранного потенциала в разных клетках и методы его измерения.
5. Возбудимость. Параметры возбудимости. Порог раздражения, хронаксия, лабильность. Критический уровень деполяризации. Рефрактерность, ее фазы. Механизмы и физиологическое значение натриевой инактивации. Явление аккомодации.
6. Потенциал действия, ионные механизмы возникновения. Анализ фаз потенциала действия. Регенеративная деполяризация. Следовые потенциалы. Амплитуда потенциала действия. Закон «все или ничего».
7. Локальный ответ, механизм возникновения. Сравнение свойств локального ответа со свойствами потенциала действия. Другие виды местных ответов (рецепторный потенциал, постсинаптический потенциал).

Нервно-мышечная физиология

1. Особенности проведения возбуждения по миелинизированным и немиелинизированным нервным волокнам. Скорость проведения возбуждения по нервным и мышечным волокнам. Классификация нервных волокон по скорости проведения возбуждения. Законы проведения возбуждения по нервным волокнам.
2. Виды мышечных волокон. Иннервация скелетной и гладкой мышц. Нейромоторная (двигательная) единица. Нейротрофический контроль свойств скелетной мышцы.
3. Проведение возбуждения в нервно-мышечном синапсе. Экзоцитоз синаптических везикул. Квантовая секреция медиатора. Активация холинорецепторов постсинаптической мембраны. Потенциал концевой пластинки. Роль холинэстеразы. Спонтанная квантовая секреция.

4. Пре- и постсинаптические механизмы действия физиологически активных веществ и фармакологических препаратов на нервно-мышечную передачу.
5. Строение миофибриллы как функциональной единицы мышечного волокна. Механизм мышечного сокращения в поперечно-полосатой мышце. Теория «скольжения». Роль ионов кальция в процессе мышечного сокращения. Электромеханическое сопряжение. Процесс мышечного расслабления. Трупное окоченение.
6. Одиночное сокращение мышцы, суммация сокращений и тетанус. Виды тетанического сокращения. Особенности тетанусов в мышцах разного функционального профиля. Пессимальное торможение.
7. Пути увеличения силы мышечных сокращений в эксперименте и в естественных условиях. Динамометрия. Тоническое сокращение мышцы. Контрактура.
8. Анализ причин развития утомления в организме, нервно-мышечном препарате и в отдельной мышце. Влияние катехоловых аминов на нервно мышечную передачу при утомлении (феномен Орбели- Гинецинского).
9. Особенности возбудимости и проводимости в гладких мышцах. Автоматия гладких мышц, ее механизм.
10. Иннервация гладких мышц. Передача возбуждения в синапсах. Котрансмиттеры. Мультиунитарные и моноунитарные мышцы.
11. Механизм сокращения гладких мышц. Роль вторичных посредников. Фармако- и электромеханическое сопряжение процессов возбуждения и сокращения.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Центральная нервная система управляет двигательными и вегетативными центрами, а также реализует сенсорные и интегративные функции. Двигательные центры обеспечивают регуляцию тонуса мышц, позы, движений и их взаимодействие. Вегетативные центры контролируют постоянство внутренней среды организма и приспособление его к изменяющимся условиям. Интегративные процессы составляют основу мышления, сознания, речи, памяти, эмоций, цикла сон-бодрствование.

Организация нервной системы

1. Нервная система делится на **центральную нервную систему (ЦНС)**, состоящую из головного и спинного мозга, и **периферическую нервную систему (ПНС)**.
2. Периферическая нервная система состоит из **афферентных (сенсорных) нейронов**, которые передают информацию в ЦНС и **эфферентных нейронов**, которые отсылают информацию из ЦНС ко всем клеткам-мишеням.
3. К эфферентным нейронам относятся **соматические двигательные нейроны**, которые контролируют скелетные мышцы, и **автономные (вегетативные) нейроны**, которые контролируют гладкие, сердечные мышцы, железы и жировую ткань.
4. Автономная нервная система включает в себя **симпатический** и **парасимпатический** отдел.

Строение

1. Нейроны состоят из
 - a. - **тела**, которое содержит ядро и органеллы;
 - b. - **дендритов**, которые проводят информацию к телу нейрона;
 - c. - **аксона**, по которому электрические сигналы распространяются от тела клетки к **нервному окончанию** аксона и затем, через синапс, к клетке-эффектору.
2. **Глиальные** клетки окружают нейроны, обеспечивают их *механическую поддержку, питают и защищают* нейроны, участвуют в процессах *роста*, образуют *миелиновую оболочку* и играют важную роль *регенерации* нервных волокон периферической и центральной нервной системы. **Шванновские клетки** и **клетки-сателлиты** располагаются в периферической нервной системе, а **астроциты, олигодендроциты, микроглиальные клетки** – в центральной нервной системе.
3. Шванновские клетки образуют **миелиновую оболочку** нервных волокон периферической нервной системы, а олигодендроциты – нервных волокон центральной нервной системы.

Нейротрансмиттеры

1. Нейротрансмиттеры синтезируются в теле нейрона или в нервном окончании. Наиболее важным возбуждающим нейротрансмиттером в ЦНС является

глутамат, наиболее важными тормозными нейротрансмиттерами – **γ-аминомасляная кислота** (ГАМК – в головном мозге) и **глицин** (в спинном мозге). К нейротрансмиттерам ЦНС также относятся **норадреналин, дофамин, серотонин, ацетилхолин, оксид азота** и др.

2. **Рецепторы** к нейротрансмиттерам – это белковые молекулы, которые могут быть одновременно и ионными каналами (ионотропные рецепторы), а также могут быть связаны с внутриклеточными посредниками посредством активации G-белка (метаботропные рецепторы).
3. Действие нейротрансмиттеров, освобожденных в синаптическую щель, заканчивается под влиянием специфических **ферментов, диффузии** из пространства щели и **обратного захвата** в нервное окончание.

Электрическая активность в нейроне

1. **Возбуждение** в ЦНС. Ионный механизм **ВПСП** (возбуждающий постсинаптический потенциал) – это **деполяризация** постсинаптической мембраны, которая возникает в результате увеличения проницаемости для ионов Na^+ и Ca^{2+} . Основными медиаторами возбуждения являются **глутамат** и **аспартат**.
2. **Временная** суммация ВПСП наблюдается в одном синапсе в результате ритмической активности аксона. ВПСП быстро следуют друг за другом, суммируются, деполяризация достигает пороговой величины и генерируется ПД.
3. **Пространственная** суммация возникает при активации двух и более рядом расположенных синапсов. При отдельной стимуляции генерируется подпороговый ВПСП, а при одновременной стимуляции обоих аксонов ВПСП суммируются и генерируется ПД.
4. **Торможение** в ЦНС – **постсинаптическое** и **пресинаптическое**. Ионный механизм **ТПСП** (тормозной постсинаптический потенциал) – это **гиперполяризация** постсинаптической мембраны, которая возникает в результате увеличения проницаемости для ионов Cl^- и K^+ . Медиаторами торможения являются **глицин** и **гамма-аминомасляная кислота**.
5. **Пресинаптическое торможение** возникает в результате уменьшения количества высвобождаемого медиатора. Этот процесс происходит в *аксо-аксональных* синапсах.
6. **Взаимодействие ТПСП и ВПСП**: при одновременной генерации ВПСП и ТПСП деполяризация мембраны накладывается на гиперполяризацию, в результате ВПСП не достигает порога и ПД не генерируется.

Рефлекторная дуга и межнейронное взаимодействие

1. **Рефлексом** называется автоматическая, стереотипическая и целенаправленная реакция организма на стимул.
2. **Рефлекторная дуга** состоит, как минимум, из 4 звеньев: рецептор → афферентный нейрон и его отростки → эфферентный нейрон и его отростки → эффектор (например, моносинаптический рефлекс растяжения – коленный рефлекс).
3. Однако в основном рефлекторные дуги являются полисинаптическими, т.е. в рефлекс вовлекаются два и более центральных нейрона.
4. Для проведения возбуждения по рефлекторной дуге характерно **одностороннее проведение** возбуждения и **синаптическая задержка**.

5. **Трансформация ритма импульсов** – изменение количества или частоты ПД в пачке импульсов в цепи нейронов.
6. **Пространственное облегчение** - при взаимодействии нервных центров происходит увеличение количества возбужденных нейронов.
7. **Окклюзия** – при взаимодействии нервных центров происходит уменьшение количества возбужденных нейронов.
8. При увеличении частоты ПД возникает временное облегчение или **потенциация** – усиление сигнала, при этом количество медиатора в синаптической щели увеличивается.
9. **Конвергенция** – схождение нервных путей к одному нейрону; **дивергенция** – расхождение нервных путей на множество нейронов; **реверберация** - круговое распространение импульсов по цепи нейронов.
10. **Общий конечный путь**: большинство мотонейронов и вставочных нейронов входят во многие рефлекторные дуги, т.е. информация на мотонейроны может поступать от зрительного, слухового и тактильного анализаторов, а рефлекторная реакция будет общей – сокращение мышц.
11. **Обратная афферентация** – восприятие рецепторами совершенного рефлекторного акта, проведение этой информации в ЦНС и контроль эффективности и целесообразности рефлекса.
12. **Реципрокное торможение**: при активации альфа-мотонейронов сгибателей тормозятся альфа-мотонейроны разгибателей. Особое значение имеет при ходьбе, при работе дыхательной мускулатуры.
13. **Принцип доминанты**: в ЦНС возникает очаг доминанты, т.е. господствующий нервный центр, который имеет низкий порог возбуждения и легко возбуждается. Возникновению очага доминанты способствуют *гормональные, психо-эмоциональные и патологические факторы*.

Спинной мозг

1. Спинной мозг состоит из нейронов (серого вещества) и проводящих путей (белого вещества). Имеет сегментарный тип строения.
2. Нейроны спинного мозга: **афферентные**, располагаются в спинномозговых ганглиях; **вставочные** (интернейроны) – во всех отделах серого вещества спинного мозга; **вегетативные** – в боковых рогах спинного мозга; **эфферентные** (α - и γ -мотонейроны) – в передних рогах.
3. От проприорецепторов интрафузальных мышечных волокон (мышечные веретена) афферентная информация идет к спинному мозгу, затем к α - и γ -мотонейронам. От γ -мотонейронов эфферентная информация возвращается к интрафузальным мышечным волокнам и контролирует выполнение движения – **γ -петля**.
4. **Возвратное торможение** осуществляется с помощью вставочных тормозных нейронов Реншоу (медиатор глицин).
5. Рефлексы, которые замыкаются на уровне спинного мозга, называются **стандартными** (сухожильные рефлексы - коленный рефлекс). В механизме сгибательного, разгибательного, перекрестно-разгибательного и локомоторного рефлексов вовлекаются рефлекторные дуги, моно- и полисинаптические. Функция - осуществление и координация позных и двигательных рефлексов.
6. **Центральное торможение**: опыт Сеченова – раздражение кристалликом поваренной соли зрительного бугра приводит к торможению спинальных стандартных рефлексов.

7. **Проводящие пути:** *восходящие* – спино-таламический, спинномозжечковый, спиноретикулярный, проприоцептивный пути – осуществляют взаимосвязь спинного мозга с головным мозгом. Проводят общую чувствительность, температурную, болевую, проприоцептивное чувство; *нисходящие* – кортикоспинальный, руброспинальный, ретикулоспинальный, оливоспинальный, ретикулоспинальный – регулируют тонус мышц и координируют движения; *проприоспинальные пути* – соединяют сегменты спинного мозга, регулируют позу и тонус мышц.

Продолговатый мозг, мост

1. **Продолговатый мозг** – находятся *проводящие пути, ретикулярная формация, ядра черепно-мозговых нервов (IX- XII), нижнее вестибулярное ядро.*
2. **Функции:** содержит дыхательный и сосудодвигательный центр; защитные рефлексы – чихание, кашель, рвота, слюноотделение; рефлексы пищевого поведения – жевание, сосание, глотание; реализует вегетативные, вкусовые, вестибулярные рефлексы; рефлексы поддержания позы.
3. **Статические рефлексы** – поддержание и перераспределение тонуса мышц в зависимости от положения головы, туловища в пространстве.
4. **Статокинетические рефлексы** – перераспределение тонуса мышц при движении с ускорением («лифтные» рефлексы) изменение тонуса мышц сгибателей и разгибателей.
5. **Мост** – *проводящие пути, ретикулярная формация ядра черепно-мозговых нервов (V-VIII), верхнее, медиальное и латеральные вестибулярные ядра.*

Средний мозг

1. **Красное ядро** – увеличивает тонус альфа-мотонейронов мышц-сгибателей; **ретикулярная формация** регулирует тонус мышц.
2. **Децеребрационная ригидность** – возникает при повреждении ствола мозга ниже красного ядра, но выше вестибулярных ядер. При этом усиливается тонус мышц-разгибателей, при одновременном уменьшении тонуса мышц-сгибателей.
3. **Черная субстанция** (медиатор дофамин). Дофамин по аксонам достигает базальных ядер и принимает участие в регуляции точных целенаправленных движений.
4. Ядра **глазодвигательного** и **блокового** нервов регулируют движения глаз и век.
5. **Четверохолмие:** первичный подкорковый анализ зрительной информации (*верхние бугорки*); и первичный подкорковый анализ слуховой информации (*нижние бугорки*).

Ретикулярная формация

1. Ретикулярная формация - это скопление нервных клеток, расположенных либо диффузно, либо объединенных в группы ядер.
2. Нейроны ретикулярной формации регулируют возбудимость нейронов коры головного мозга и промежуточного мозга (**восходящие активирующие** влияния) и участвуют в регуляции быстрой фазы сна

(голубое пятно, медиатор *норадреналин*) и медленной фазы сна (срединные ядра шва, медиатор *серотонин*)

3. **Нисходящие влияния** - участие в двигательной регуляции, связанной с жизненно важными рефлексами – *кровообращения, дыхания, глотания, кашля и чихания*.
4. Ретикулярная формация оказывает неспецифическое **тормозное** либо **облегчающее** влияние на спинномозговые рефлексy.
5. Нейроны ретикулярной формации регулируют возбудимость спинальных мотонейронов, поддерживают **позу** и организуют **целенаправленные движения**.

Мозжечок

1. Мозжечок состоит из **червя** и двух **полушарий**. Со стволом мозга мозжечок соединяется тремя парами **ножек**. Скопления нервных клеток в белом веществе образуют ядра мозжечка: **ядро шатра** (фасцигеальное); **вставочные ядра** (пробковидное и шаровидное); зубчатое ядро.
2. **Кора мозжечка** имеет поверхностный *молекулярный* слой; слой *клеток Пуркинье*, аксоны которых образуют единственный эфферентный выход из коры мозжечка; *зернистый* слой. Информация в кору мозжечка приходит по двигательным *лазящим* и *мишным* волокнам.
3. **Афферентная** информация в кору попадает: от вестибулярных ядер, от спинного мозга, от коры головного мозга.
4. **Эфферентные** связи мозжечок образует с красным ядром, вестибулярными ядрами, спинным мозгом, ретикулярной формацией, с двигательными ядрами таламуса и через него – с двигательной корой.
5. Функции мозжечка: регуляция **тонуса мышц** и **позы**, координация **позных** и **целенаправленных движений**, коррекция **быстрых целенаправленных движений** (игра на музыкальных инструментах, быстрые движения глаз).
6. При поражении мозжечка могут возникать следующие симптомы: *гипотония, астазия (интенционный тремор), асинергия, атаксия, нистагм, головокружения, дизартрия*.

Таламус

1. Таламус – это подкорковое образование, в котором происходит первичный подкорковый анализ всей афферентной информации, кроме обоняния. Это скопление нервных клеток, анатомически объединенных в группы ядер – *переднюю, заднюю, срединную, медиальную и латеральную*.
2. С физиологической точки зрения различают:
 - **специфические** или **проекционные** ядра, через которые в кору больших полушарий проходит *тактильная, температурная, болевая чувствительность, проприоцептивное чувство*. *Латеральное коленчатое тело* является подкорковым центром зрения, *медиальное коленчатое тело* - подкорковым центром слуха. В этих ядрах выделяется наиболее значимая для организма информация, которая в дальнейшем направляется в кору больших полушарий.
 - **неспецифические** ядра – являются продолжением ретикулярной формации ствола мозга. Регулируют сознание, фазы сна и бодрствования

- **двигательные** ядра – связывают мозжечок и базальные ганглии с двигательной корой, здесь происходит регуляция некоторых двигательных рефлексов (например: сосание, жевание, глотание).
- **ассоциативные** ядра, участвуют в интегративных функциях головного мозга.

Гипоталамус

1. **Гипоталамус** – располагается на дне и по бокам третьего желудочка и содержит большое количество ядер, которые анатомически подразделяются на *преоптическую, переднюю, среднюю, заднюю и наружную* группы ядер. Включает в себя *серый бугор, воронку, мамиллярные тела*.
2. Гипоталамус играет важную роль в поддержании **гомеостаза** (постоянства внутренней среды организма) и регуляции функций **автономной, эндокринной и соматической** систем.
3. В гипоталамусе имеются: подкорковый центр регуляции **вегетативной** нервной системы (симпатической - задняя группа ядер, парасимпатической – передняя группа ядер); центр **терморегуляции**; центр **голода и насыщения**; центр поддержания **водного баланса**; центр регуляции **полового поведения**; центр регуляции цикла **сон-бодрствование**.
4. Гипоталамус регулирует деятельность гипофиза - **гипоталамо-гипофизарная система** (см. раздел Эндокринная система).

Базальные ядра

1. Базальные ядра состоят из **полосатого тела** (образовано *хвостатым ядром и скорлупой*) и **бледного шара**. Эти анатомические структуры образуют так называемую стриопаллидарную систему, с которой функционально связаны *субталамическое ядро и черная субстанция*.
2. Базальные ядра играют важную роль в **регуляции движений** и, в частности, в переходе от замысла движения к выбранной программе выполнения этого движения.
3. Нарушение функции базальных ядер сопровождается двигательными расстройствами. Например, **болезнь Паркинсона** проявляется следующим симптомокомплексом: *гипокинезия, статический тремор, восковидная ригидность*.
4. Описанный симптомокомплекс связан с гиперактивностью базальных ядер, которая возникает при недостатке **дофамина**. Дофамин синтезируется нейронами черной субстанции и оказывает тормозное влияние на полосатое тело.

Лимбическая система

1. Лимбическая система включает в себя: *обонятельный мозг* (обонятельные луковицы, обонятельный бугорок, прозрачная перегородка), *гиппокамп, зубчатая извилина, поясная извилина; островок, парагиппокампова извилина, миндалина, перегородка, переднее ядро таламуса, мамиллярные тела и гипоталамус*.

2. Функции лимбической системы: формирует **эмоции** (участвуют все структуры); обеспечивает **гомеостаз** (гипоталамус); формирует побуждение к действию или **мотивацию** (за счет тесного взаимодействия с корой); влияет на **гормональный фон** (гипоталамус); участвует в механизмах **памяти** (гиппокамп и кора больших полушарий).
3. Различают 3 положительных и 7 отрицательных основных эмоций - *интерес, радость, удивление, и горе, гнев, отвращение, презрение, страх, стыд, вина*. Эмоции взаимодействуют между собой, создают устойчивые комплексы - **чувства** (любовь, депрессия, враждебность и т.д.), и формируют **поведение** индивида.

Кора головного мозга

1. Кора головного мозга - это многослойная нервная ткань, которая имеет 6 слоев: *молекулярный; наружный зернистый слой, наружный пирамидный, внутренний зернистый, внутренний пирамидный слой, слой веретеновидных мультиформных нейронов*.
2. **Проекционные зоны коры:**
 - *первичная двигательная, моторная зона;*
 - *первичная соматосенсорная зона;*
 - *первичная зрительная область;*
 - *первичная слуховая зона;*
 - зона Вернике – *восприятие речи на слух;*
 - зона Брока – *моторный центр речи;*
 - в каждой доле коры Б.П. рядом с проекционными располагаются *ассоциативные зоны*.
3. **Лобная доля коры** отвечает за формирование личности человека – его *мышления, мотиваций поведения, индивидуальность и за развитие творческих способностей*.
4. **Левое полушарие** в основном отвечает за логическое мышление (математические задачи), **правое полушарие** – за чувственное восприятие (музыка, художественные образы).

Электроэнцефалография

1. ЭЭГ – запись суммарных ВПСП нейронов головного мозга, которая осуществляется с помощью электродов, расположенных на коже головы.
2. Различают
 - **альфа-волны**, ритм покоя, амплитуда 50мкВ, частота 8-13 Гц;
 - **бета-волны**, ритм бодрствования, десинхронизированный, амплитуда меньше 25 мкВ, частота больше 13 Гц;
 - **тета-волны**, ритм медленного сна, амплитуда около 100 мкВ, частота 3-8Гц;

- **дельта-волны**, ритм глубокого сна, синхронизированный, высокоамплитудный, частота – 0,5-3 Гц;

3. Во время **быстрого сна** наблюдается бета-ритм ЭЭГ.

Сон, биологические ритмы

1. Суточный ритм называется **циркадианным ритмом**.
2. Различают **медленную фазу сна** (альфа-ритм при засыпании, затем тета- и дельта-ритм), длится 1-1,5 часа, в течение ночи проходит 3-4 фазы; и **быструю фазу сна**, (бета – ритм, наблюдаются быстрые движения глаз, мышечные подергивания и др.), длительность – 10-30 минут, удлиняется к утру.
3. Механизмы сна:
 - в области моста располагается **голубое пятно** (медиатор *норадреналин*), возбуждение которого вызывает пробуждение и регулирует возникновение и длительность парадоксальной (быстрой) фазы сна.
 - нейроны **ядер шва** продолговатого мозга, среднего мозга и моста (медиатор *серотонин*) регулируют фазу медленного сна.
 - участвуют также гипоталамус, лимбическая система, ретикулярная формация, кора головного мозга.

Научение и память

1. Научение и память являются необходимым условием адаптации человека к окружающей среде и включают в себя следующие характеристики: запоминание и сохранение информации и в последующем ее извлечение и воспроизведение.
2. В процессах научения и памяти участвуют кора больших полушарий (особенно височная доля), гиппокамп, миндалина, специфические и неспецифические ядра таламуса, мозжечок.
3. У человека различают:
 - **сенсорная** память или **непосредственный отпечаток**, *иконическая* для зрительных стимулов и *эхоическая* для слуховых;
 - **кратковременная первичная** память (емкость небольшая – около 7 элементов);
 - **долговременная вторичная** (длится от нескольких минут до нескольких лет) и **третичная** память – длится всю жизнь, емкость этого вида памяти большая, запоминание происходит путем очень частых повторений.
4. В процессе перехода информации из кратковременной в долговременную большое значение имеет **гиппокамп** и **медиальная височная доля**.
5. Основу памяти составляют структурные и функциональные изменения в нейронах, которые называются **энграммы**. Закрепление энграммы, при котором информация не забывается, называется **консолидацией памяти**. После консолидации информация переходит из кратковременной в долговременную память.

Условные и безусловные рефлексы

1. **Безусловные рефлексы** – *видовые, врожденные, постоянные*. Безусловные раздражители могут быть: химические, механические, электрические и т.д.
2. **Условные рефлексы** – *индивидуальные, приобретенные, непостоянные*. Условный раздражитель: речь, звуковые и зрительные сигналы и т.п.
3. Для выработки условного рефлекса, условный раздражитель всегда должен предшествовать безусловному. Условный раздражитель должен действовать неоднократно, через определенный интервал времени, и быть не слишком слабым и не слишком сильным.
4. Между центрами условного и безусловного рефлекса при многократном повторе возникает **временная связь** (облегчение передачи информации по нейронным сетям).
5. **Безусловное торможение:** *внешнее* (внешний другой безусловный раздражитель) и *запредельное* (слишком сильный безусловный раздражитель). **Условное торможение:** *угасательное, дифференцировочное, запаздывательное, условный тормоз*.

Типы темперамента

1. Классификация типов темперамента по И.П.Павлову различает **сильный, слабый, подвижный и инертный** тип высшей нервной деятельности человека.
2. По классификации Гиппократа:
 - **сангвиники** относятся к сильному, уравновешенному типу;
 - **холерики** – к сильному, неуравновешенному, подвижному типу;
 - **флегматики** – к сильному, уравновешенному, инертному типу;
 - **меланхолики** – к слабому, неуравновешенному типу.

Вегетативная (автономная) нервная система

1. **Симпатический** отдел – тела преганглионарных нейронов находятся в боковых рогах грудного отдела спинного мозга, аксоны выходят в составе передних корешков, преганглионарные волокна высвобождают медиатор **ацетилхолин**, постганглионарные нейроны располагаются в симпатическом стволе и высвобождают **норадреналин**. Иннервируют все внутренние органы: повышают тонус сосудов, учащают и усиливают сокращения сердца, расширяют бронхи, тормозят перистальтику в желудочно-кишечном тракте.
2. **Парасимпатический** отдел – тела преганглионарных нейронов находятся в продолговатом мозге, аксоны выходят в составе черепно-мозговых нервов и высвобождают медиатор **ацетилхолин**. Другая часть преганглионарных нейронов располагается в крестцовом отделе спинного мозга и иннервирует органы малого таза. Медиатором постганглионарных нейронов является **ацетилхолин**. Парасимпатическая нервная система замедляет частоту сокращений сердца, расширяет сосуды, суживает бронхи, усиливает перистальтику кишечника.
3. Центр регуляции функций вегетативной нервной системы находится в **гипоталамусе**.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие клетки образуют миелиновую оболочку в периферической нервной системе?
 - а. олигодендроциты;
 - б. клетки-саттелиты;
 - в. Шванновские клетки;
 - г. астроциты;
 - д. микроглиальные клетки.
2. Скопление нервных клеток, расположенное за пределами ЦНС называется
 - а. тракт;
 - б. нерв;
 - в. ядро;
 - г. ганглий.
3. Какие из перечисленных нейронов являются псевдоуниполярными?
 - а. чувствительный нейрон;
 - б. мотонейрон;
 - в. нейрон сетчатки глаза;
 - г. клетка Пуркинье.
4. Что *не* характерно для синаптических потенциалов?
 - а. подчиняются закону «все или ничего»;
 - б. амплитуда снижается при распространении по мембране;
 - в. способны к суммации;
 - г. амплитуда зависит от силы стимула.
5. Постсинаптическое торможение возникает благодаря
 - а. деполяризации постсинаптической мембраны;
 - б. гиперполяризации постсинаптической мембраны;
 - в. долговременной потенциации;
 - г. в аксо-аксональных синапсах.
6. Гиперполяризация постсинаптической мембраны при действии глицина или ГАМК является результатом открытия
 - а. Na^+ каналов;
 - б. K^+ каналов;
 - в. Ca^{++} каналов;
 - г. Cl^- каналов.
7. Суммация ВПСП от нескольких пресинаптических нервных окончаний, которые возбуждают один постсинаптический нейрон называется
 - а. временная суммация;
 - б. долговременная потенциация;
 - в. пространственная суммация;
 - г. синаптическая пластичность.
8. Гиперполяризация возникает при действии всех перечисленных нейротрансмиттеров, кроме
 - а. глицин в спинном мозге;
 - б. ГАМК в головном мозге;
 - в. глутамат в ЦНС;
 - г. ацетилхолин в сердце.
9. Прецентральная извилина
 - а. участвует в контроле двигательных функций
 - б. участвует в анализе чувствительной информации
 - в. локализована в лобной доле

г. верно а. и в.

д. верно б. и в.

10. Какая структура мозга является переключающим центром для чувствительной информации

- а. таламус
- б. гипоталамус
- в. красное ядро
- г. мозжечок

11. В реализации контроля над эмоциями и мотивациями лимбическая система работает с участием

- а. моста
- б. таламуса
- в. гипоталамуса
- г. мозжечка
- д. базальных ганглиев

12. Какая структура мозга повреждена, если человек понимает речь, но говорит медленно и с затруднением (при этом моторная функция не нарушена)?

- а. зона Вернике
- б. зона Брока
- в. угловая извилина
- г. прецентральная извилина

13. Выберите подходящий вариант из второго столбца для варианта из первого столбца:

- | | |
|--------------------------|---|
| а. продолговатый мозг | 1. координирует движения |
| б. мост | 2. состоит из таламуса и гипоталамуса |
| в. средний мозг | 3. контролирует сон и пробуждение |
| г. ретикулярная формация | 4. содержит сосудодвигательный и дыхательный центры |
| д. мозжечок | 5. переключает и модифицирует афферентные сигналы, поступающие к мозгу |
| е. промежуточный мозг | 6. проводит сигналы к мозжечку |
| ж. таламус | 7. содержит центр поддержания гомеостаза |
| з. гипоталамус | 8. контролирует движения глаз и реализует ориентировочные зрительные рефлексы |

14. Консолидация кратковременной памяти в долговременную происходит при участии

- а. черной субстанции
- б. гиппокампа
- в. гипоталамуса
- г. прецентральной извилины

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные функции ЦНС. Иерархические принципы строения ЦНС. Рефлекторный принцип деятельности ЦНС. Рефлекс – основной механизм деятельности ЦНС. Классификация рефлексов. Рефлекторная дуга, ее строение. Структурные особенности рефлекторных дуг. Биологическое значение рефлекторных реакций.
2. Нейронная теория строения ЦНС. Функциональные элементы нейрона. Типы нейронов, межнейронные связи, нейронные сети. Виды синапсов.
3. Механизм проведения возбуждения в синапсах электрического и химического типа. Возбуждающий синапс, механизм возникновения возбуждающего постсинаптического потенциала(ВПСП). Генерация потенциала действия в нейроне.
4. Характеристика медиаторов в ЦНС. Разновидность медиаторов по химической структуре. Рецепторы медиаторов, их классификация.
5. Торможение в ЦНС. Тормозные нейроны. Тормозные синапсы. Механизм возникновения тормозного постсинаптического потенциала(ТПСП). Тормозные медиаторы, их рецепторы. Взаимодействие ВПСП с ТПСП на нейроне. Биологическая роль торможения в ЦНС.
6. Формы торможения в ЦНС: постсинаптическая, пресинаптическая, пессимальная. Механизмы их развития. Роль этих видов торможения для интегративной деятельности ЦНС.
7. Особенности проведения возбуждения по рефлекторной дуге: (одностороннее проведение возбуждения, синаптическая задержка, временная и пространственная суммация, трансформация ритма импульсов, временное облегчение). Механизмы этих процессов.
8. Особенности функционирования нервных центров (окклюзия, пространственное облегчение, конвергенция, дивергенция, реверберация, утомляемость, чувствительность к химическим веществам). Механизмы, лежащие в их основе.
9. Координация рефлекторной деятельности ЦНС. Физиологическое значение ее для формирования рефлекторных реакций. Принципы общего конечного пути, обратной афферентной связи. Механизмы их образования.
10. Принцип реципрокного торможения в координации рефлекторной деятельности ЦНС. Физиологическое значение. Принцип доминанты (А.А.Ухтомский). Особенности доминантного очага, факторы, способствующие ее возникновению.
11. Физиология спинного мозга. Структурно-функциональные особенности серого вещества. Сегментарный тип строения, двигательные центры. Характеристика спинальных нейронов, их функциональное значение. Возвратное торможение в спинном мозге. Эфферентные нейроны вегетативной нервной системы.
12. Рефлекторная деятельность спинного мозга. Сухожильные и кожные рефлексы, их значение. Понятие о гамма-петле.. Двигательные рефлексы спинного мозга (сгибательные, разгибательные, локомоторные, перекрестно-разгибательные), механизм их возникновения и физиологическое значение.

13. Проводниковая деятельность спинного мозга. Характеристика афферентной импульсации, поступающей по восходящим путям к структурам головного мозга. Нисходящие проводящие пути, их основные физиологические функции. Последствия поперечной травмы спинного мозга на разных уровнях. Явление спинального шока.
14. Физиология заднего мозга (продолговатого мозга и варолиева моста). Жизненно-важные центры продолговатого мозга. Рефлексы продолговатого мозга (двигательные, висцеральные, позно-тонические, вестибулярные, с рецепторов шейных мышц), их характеристика. Статические (рефлексы положения, выпрямления) и статокINETические рефлексы, механизм образования, их значение. Проводниковая функция продолговатого мозга. Участие варолиева моста в механизме сна.
15. Физиология среднего мозга. Функции верхних и нижних бугров четверохолмия. Функции красных ядер, их влияние на альфа – и гамма-мотонейроны спинного мозга. Децеребрационная ригидность. Значение «черной субстанции», ее связь с базальными ядрами. Роль среднего мозга в осуществлении выпрямительных рефлексов.
16. Мозжечок, его основные функции. Значение древней, старой, новой коры мозжечка. Характеристика нейронов коры и ядер мозжечка. Нисходящие и восходящие связи мозжечка с другими отделами ЦНС. Симптомы, возникающие при недостаточности мозжечка, их причины.
17. Таламус, как коллектор чувствительной информации. Специфические ядра таламуса(переключающие, ассоциативные), их функциональная роль. Неспецифические ядра таламуса, характер их влияния на кору головного мозга.
18. Гипоталамус, его функции. Роль гипоталамуса в регуляции вегетативной, эндокринной, соматической функций и эмоциональных реакций. Основные центры гипоталамуса, их характеристика. Гипоталамо-гипофизарная система, ее функциональное значение. Функции эпифиза, эпиталамуса.
19. Ретикулярная формация мозгового ствола, ее нейронная организация . Восходящая активирующая система мозгового ствола, характер влияния на кору головного мозга. Нисходящая система ретикулярной формации мозгового ствола, ее активирующие и тормозящие отделы. Участие в развитии пост- и пресинаптического торможения, регуляции тонической и двигательной активности.
20. Лимбическая система, ее структуры. Основные физиологические функции. Роль лимбической системы в регуляции вегетативных, поведенческих реакций, участие в формировании эмоций и памяти. Понятие об инстинктах. Характеристика эмоций, их значение для организации различных форм поведения. Роль пептидов (эндорфины, энкефалины, вещество Р и др.) в возникновении эмоций.
21. Функции базальных ядер. Значение базальных ядер в координации двигательной активности как промежуточного звена между ассоциативными и двигательными зонами коры. Связи со средним мозгом, таламусом и другими отделами ЦНС. Дофаминергические нейроны. Физиологические эффекты, возникающие при

раздражении и разрушении различных структур базальных ядер. Болезнь Паркинсона.

22. Кора больших полушарий головного мозга, ее строение. Методы исследования. Сенсорные, двигательные, ассоциативные зоны коры больших полушарий. Их характеристика. Локализация функций в коре головного мозга.
23. Роль лобных долей в формировании двигательных команд и интеграции сложных форм поведения. Значение лобных долей для развития личностных качеств человека, его творческих способностей. Функциональная межполушарная асимметрия. Нейрофизиологические механизмы речи.
24. Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы, их характеристика. Механизм действия медиаторов симпатического и парасимпатического отделов на различные рецепторы. Симпатические и парасимпатические эффекты. Вегетативные рефлексы и центры регуляции вегетативных функций.
25. Электрические явления в коре головного мозга. Характеристика волн на электроэнцефалограмме (ЭЭГ), механизм их возникновения. Вызванные потенциалы. Первичные, вторичные ответы, их особенности. Клиническое использование ЭЭГ.
26. Биологические ритмы человека. Природа сна. Быстрый и медленный сон, их особенности по электрической активности коры головного мозга, вегетативной реакции организма. Современные представления о нервных структурах, управляющих развитием сна и пробуждения. Сновидения.
27. Научение и память. Виды памяти: иконическая, кратковременная, долговременная, их длительность. Характеристики памяти: запоминание, сохранение, извлечение, воспроизведение. Механизмы кратковременной и долговременной памяти. Роль гиппокампа, коры головного мозга, других отделов ЦНС в организации памяти. Нарушения памяти.
28. Классические условные рефлексы (по И.П.Павлову). Методы выработки условных рефлексов. Виды условных раздражителей. Классификация условных и безусловных рефлексов. Биологическое значение условных рефлексов.
29. Механизм формирования условно-рефлекторных связей на нейронном и клеточном уровне. Торможение условных рефлексов. Виды условного и безусловного торможения, их характеристика.
30. Типы высшей нервной деятельности (по И.П.Павлову), их характеристика. Основные свойства нервной системы, положенные в классификацию типов ВНД (по И.П.Павлову). Понятие о темпераменте (Гиппократ).

АНАЛИЗАТОРЫ

Анализаторы или сенсорные системы – это структуры нервной системы, состоящие из органов чувств, проводящих путей и нервных центров.

1. В рецепторах возникает **рецепторный потенциал**, который трансформируется в потенциал действия, т.е. происходит кодирование информации. Сенсорная информация кодируется в виде потенциалов действия (ПД).
2. Функции анализаторов: рецепция сигнала и его преобразование; передача сигнала к сенсорным ядрам; преобразование сигнала, его анализ и идентификация; формирование реакции организма (двигательной или вегетативной).
3. **Рецепторы** – специализированные чувствительные образования, которые воспринимают и преобразуют раздражения из внешней и внутренней среды организма в специфическую активность нервной системы.
4. **Адаптация** рецепторов – это снижение уровня возбуждения рецепторов, которое является результатом длительного действия раздражителя на рецепторы. Рецепторы подразделяют на быстро адаптирующиеся и медленно адаптирующиеся.
5. **Чувствительность** рецептора – характеризуется минимальной силой стимула (абсолютным порогом), вызывающей возбуждение рецептора
6. **Рецептивное поле** – область, на которой находятся рецепторы определенного вида чувствительности и связанное с ними нервное волокно.

Соматовисцеральная система

1. Рецепторы соматовисцеральной системы составляют кожные рецепторы, проприоцепторы и интероцепторы.
2. В коже содержатся инкапсулированные **механорецепторы**, которые иннервируются миелинизированными афферентными волокнами; свободные нервные окончания – это диски Меркеля, тельце Мейснера, окончание Руффини, тельце Паччини.
3. **Пространственный порог** различения – это наименьшее расстояние, при котором можно различить стимуляцию не одной, а двух точек.
4. **Терморецепция** – ощущение тепла и холода. Терморецепторы – это свободные нервные окончания. Рецепторы холода располагаются в эпидермисе и непосредственно под ним, а рецепторы тепла – в слоях собственно кожи. Рецепторов холода больше, чем рецепторов тепла. В гипоталамусе имеются терморецепторы, которые регулируют температуру тела.
5. **Проприоцепторы** располагаются в мышцах (мышечные веретена), сухожилиях (сухожильный орган Гольджи) и суставах (рецепторы аналогичные окончанию Руффини, сухожильным органам Гольджи).
6. Функции проприоцепции: чувство *позы*; чувство *движения* – направление и скорость движения; чувство *силы* – ощущение мышечного усилия, необходимого для выполнения движения или поддержания позы.
7. **Интероцепция** – рецепторы от внутренних органов подразделяются на механо-, хемо-, осмо-, и терморецепторы. Это свободные нервные окончания и инкапсулированные рецепторы типа телец Паччини.

Зрительный анализатор – это оптическая система глаза, рецепторный аппарат глаза, периферические и центральные зрительные нейроны и пути.

1. Свет – это электромагнитное излучение, характеризуется **частотой** и **интенсивностью** (или яркостью).
2. Глаз составляют:
 - **склера** – окружает глазное яблоко;
 - **конъюктива** – прозрачная, в передней части переходит в роговицу;
 - **роговица** – имеет защитную функцию и функцию преломления;
 - **радужная оболочка** - состоит из гладких мышц: 1) круговые (циркулярные, сфинктеры) мышцы суживают зрачок, иннервируются парасимпатической нервной системой и 2) радиальные (дилятаторы) мышцы, расширяют зрачок, иннервируются симпатической нервной системой. При увеличении поступления света в глаз размер зрачка уменьшается, а при уменьшении – размер зрачка увеличивается.
 - между роговицей и радужной оболочкой находится **передняя камера** глаза, она заполнена водянистой влагой. Между радужной оболочкой и хрусталиком – **задняя камера** глаза. Функция – защитная, увлажняющая, питательная, участвует в преломлении света.
 - **хрусталик** – двояковыпуклая линза, располагается в капсуле, соединенной с ресничными мышцами. Основная роль в преломлении светового пучка. Изменение кривизны хрусталика называется **аккомодацией**. В результате аккомодации изображение предмета фокусируется точно на сетчатке. Хрусталик становится более выпуклым при рассматривании близких предметов и более плоским при рассматривании далеких предметов. Если расстояние между хрусталиком и сетчаткой больше, чем фокусное расстояние, то возникает **близорукость**, если меньше – **дальнозоркость**;
 - функция **стекловидного тела** – поддерживать форму глаза, чтобы преломленные лучи фокусировались на сетчатке;
 - **сетчатка** – имеет рецепторы и нейроны. Фоторецепторные клетки (палочки и колбочки) располагаются в пигментном слое сетчатки (самый удаленный от света). В сетчатке также имеется слой *ганглиозных* клеток и *биполярных* клеток, которые передают рецепторные потенциалы по слоям сетчатки; *горизонтальные* и *амакриновые* клетки – тормозные.
3. В сетчатке имеются **палочки** и **колбочки**. Палочки располагаются на периферии и воспринимают черно-белое изображение (содержат фермент *родопсин*). Колбочки находятся в центре сетчатки (в центральной ямке), содержат фермент *иодопсин* и воспринимают цветное изображение.
4. В ганглиозных клетках генерируется потенциал действия. Аксоны ганглиозных клеток образуют **зрительный нерв**, который выходит из сетчатки в области **слепого пятна**, часть волокон перекрещивается в области **хиазмы**, образуют **зрительный тракт**.
5. Волокна идут к верхним бугоркам четверохолмия, глазодвигательным ядрам, к латеральным колленчатым телам, к первичной и вторичной зрительной коре в затылочную долю коры головного мозга.
6. **Острота зрения** максимальна в центральной ямке, это способность различать две соседние точки, как отдельные.
7. Световая и темновая **адаптация** – изменение чувствительности зрения в зависимости от уровня освещенности.
8. **Поле зрения** - та часть пространства, которую воспринимает глаз, фиксируя взор в одной точке, не поворачивая головы. Определяют поле зрения с помощью периметра.

Слуховая система

1. Слуховой анализатор воспринимает и анализирует **звуковые волны**.
2. Орган слуха состоит из **наружного, среднего и внутреннего уха**.
 - наружное: ушная раковина, наружный слуховой проход и внешняя сторона барабанной перепонки. Функция – обеспечивать направлять звуковые волны.
 - среднее ухо – барабанная перепонка, молоточек, наковальня и стремечко. Функция – передача и усиление звука.
 - внутреннее ухо – улитка. Внутри улитки имеются две мембраны – основная и рейснерова. Они делят ее на три части: вестибулярная и барабанная заполнена **перилимфой**, а средняя – **эндолимфой**. В средней лестнице на основной мембране располагается **Кортиев орган** – рецепторный аппарат слухового анализатора. Кортиев орган образован волосковыми клетками, которые прикрыты сверху текториальной мембраной. Один край текториальной мембраны свободен и способен колебаться вместе с колебаниями эндолимфы, в результате пригибаются волоски рецепторных клеток. Сигналы преобразуются в потенциалы действия нервных клеток.
3. Звуки высокой частоты воспринимаются у овального окна, звуки низкой частоты – у вершины улитки.
4. От рецепторов (волосковых клеток) информация передается на **кохлеарные ядра** продолговатого мозга, затем к *нижним бугоркам четверохолмия*, к *медиальным коленчатым телам*, к *мозолистому телу* и заканчивается в первичной проекционной зоне коры (*верхняя височная извилина*).

Вестибулярный анализатор

1. Вестибулярный анализатор находится во внутреннем ухе, в **полукружных каналах**. Полукружные каналы располагаются в трех взаимно перпендикулярных плоскостях и воспринимают информацию о положении головы в пространстве.
2. В полости каналов имеются волосковые рецепторные клетки, эти клетки сверху покрывает **отолитовый аппарат**, образованный кристаллами солей кальция.
3. При перемещении головы кристаллы сдвигаются и вызывают смещение волосков рецепторных клеток, это приводит к возникновению потенциала действия.
4. Информация направляется в соматосенсорную зону коры головного мозга, на вестибулярные ядра, красные ядра и ретикулярную формацию продолговатого мозга и в мозжечок. Происходит перераспределение тонуса мышц туловища при перемене позы и при движении.

Обонятельный анализатор

1. Рецептор обоняния – это **первично-чувствующий** рецептор, представленный в виде биполярного нейрона. Сенсорную информацию воспринимают **реснички** дендрита, которые располагаются между эпителиальными клетками.
2. Аксоны биполярных нейронов проходят через обонятельные луковицы в составе *fila olfactoria*.
3. В **обонятельной луковице** происходит частичная обработка обонятельной информации. Информация благодаря процессам конвергенции сходится на

митральных клетках, аксоны которых образуют **латеральный обонятельный тракт**.

4. Обонятельная информация отправляется в анализаторные зоны коры (**крючок**), причем имеется тесная связь с гиппокампом, с миндалевидным телом, с вегетативными ядрами гипоталамуса и с ретикулярной формацией.

Вкусовой анализатор

1. Сенсорные вкусовые клетки располагаются на поверхности языка и вместе с опорными клетками образуют **вкусовые почки**. Чувствительной частью рецепторных клеток являются микроворсинки, которые направлены в пору на поверхности сосочка.
2. Вкусовые рецепторные клетки относятся ко **вторично-чувствующим** рецепторам.
3. Возбуждение по ветви **лицевого** нерва (иннервирует переднюю и боковые части языка) и **языкоглоточному** нерву (иннервирует заднюю часть языка) направляется в головной мозг.
4. Афферентные волокна черепно-мозговых нервов оканчиваются на нейронах ядра **одиночного пути** продолговатого мозга, затем через медиальную петлю переключаются на нейронах специфических ядер **таламуса**, аксоны коорых проходят через внутреннюю капсулу и заканчиваются в **постцентральной** извилине коры головного мозга.
5. Человек различает пять основных вкусовых ощущений: соленое, кислое, сладкое, горькое и вкус умами (глутамата).

Вопросы для самоконтроля

1. Реакция зрачка, проявляющаяся в сужении на действие света, называется:
 - а. аккомодацией
 - б. конвергенцией
 - в. рефракцией зрения
 - г. зрачковым рефлексом
2. Специализированные структуры, воспринимающие действие раздражителя, называются:
 - а. анализаторами
 - б. синапсами,
 - в. сенсорными системами
 - г. рецепторами
3. К первично-чувствующим рецепторам относятся:
 - а. вкусовые почки
 - б. фоторецепторы сетчатки
 - в. волосковые клетки улитки
 - г. обонятельные луковицы
4. К рецепторам, практически не обладающим способностью к адаптации, относятся:
 - а. тактильные
 - б. температурные
 - в. вкусовые
 - г. вестибулярные
5. Высшим уровнем взаимодействия анализаторов является:
 - а. таламический
 - б. рецепторный
 - в. стволовой
 - г. корковый
6. Родопсин (зрительный пигмент) состоит из:

- а. гамма-глобулина и витамина А
- б. бета-глобулина и витамина А
- в. опсина и глобулинов
- г. ретиналя и опсина

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Общее представление об анализаторах. Их строение и физиологическое значение. Кодирование информации в рецепторах. Понятие об ощущении.
2. Классификации рецепторов (по характеристике раздражителя, по расположению, по адаптации). Первично- и вторично- чувствующие рецепторные клетки. Механизм возбуждения рецепторов. Рецепторный потенциал. Генераторный потенциал. Адаптации рецепторов.
3. Оптическая система глаза. Зрачок и зрачковый рефлекс. Аккомодация глаза. Аномалии рефракции глаза (близорукость, дальнозоркость, астигматизм). Пресбиопия (старческая дальнозоркость). Острота и поле зрения.
4. Структуры и функции сетчатки. Фоторецепторы. Слепое пятно. Фотохимические реакции в рецепторах сетчатки. Электрохимические явления в сетчатке и зрительном нерве. Темновая и световая адаптация глаза. Цветовое зрение.
5. Слуховой анализатор. Строение и функции наружного и внутреннего уха. Кортиев орган, его строение и механизм возбуждения. Восприятие звуков различной частоты.
7. Вестибулярный анализатор, его строение. Лабиринтные рефлексy. Рецепция положения тела в пространстве при покое и движении.
8. Соматосенсорный анализатор, его строение. Рецептивное поле чувствительного нейрона. Тактильная и температурная чувствительность.
9. Боль, общее представление о ноцицепции и формировании болевых ощущений. Антиноцицептивная система, медиаторы. Типы боли. Обезболивание в клинике.
10. Мышечная и суставная рецепция (проприорецепция), ее значение в поддержании позы и мышечного тонуса.
11. Обонятельный и вкусовой анализаторы. Локализация и строение. Пороги чувствительности. Адаптация. Функциональная связь обонятельной и вкусовой рецепции.

ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА

Сердце – это полый мышечный орган, который обеспечивает движение крови по сосудам. Дезоксигенированная, бедная кислородом кровь от органов и тканей поступает к правым отделам сердца, а затем – в легкие. В легких кровь насыщается кислородом, затем поступает к левым отделам сердца и возвращается к тканям.

Строение сердца.

1. Сердце теплокровных состоит из четырех камер: **двух предсердий**, получающих венозную кровь, и **двух желудочков**, которые выбрасывают кровь в артерии.
2. Правая половина сердца представлена правым предсердием и правым желудочком, а левая половина - левым предсердием и левым желудочком. Левая половина обеспечивает **системный кровоток**, а правая – **легочный**.
3. Правый желудочек выбрасывает кровь в легкие. Затем эта кровь возвращается в левое предсердие. Это **малый круг кровообращения**.
4. Левый желудочек перекачивает кровь в аорту и артерии системного кровотока, возвращается кровь в правое предсердие. Это **большой круг кровообращения**.
5. В сердце имеются две пары клапанов – **створчатые и полулунные**.
6. **Створчатые** или атриовентрикулярные (предсердно-желудочковые) клапаны расположены между **предсердиями и желудочками**. В левой половине сердца находится **двухстворчатый клапан** (митральный), в правой – **трехстворчатый** (трикуспидальный).
7. К полулунным клапанам относится **аортальный** клапан, расположенный между левым желудочком и аортой, и **пульмональный** - между правым желудочком и легочной артерией.
8. Атриовентрикулярные клапаны препятствуют обратному забросу (регургитации) крови в предсердия во время систолы желудочков. Полулунные клапаны препятствуют обратному забросу крови в желудочки во время диастолы сердца.

Сердечный цикл и тоны сердца.

1. **Основная функция сердца – насосная** или нагнетательная (обеспечение эффективного системного и легочного кровотока).
1. Насосная функция сердца основана на чередовании сокращения сердца - **систолы**, и расслабления - **диастолы**, которое составляет **сердечный цикл**. Сокращение сердца является двух ступенчатым процессом. Сначала сокращаются оба предсердия, а затем – желудочки.

2. **Сердечный цикл** состоит из нескольких периодов, в течение которых либо изменяется давление при постоянном объеме крови в сердце, либо изменяется объем при небольшом изменении давления в полостях сердца.
2. Один сердечный цикл (при частоте сокращения сердца 75 ударов в минуту) длится **0,8 сек.** Из них **систола предсердий** составляет **0,1 сек.**, а **диастола – 0,7 сек.** **Систола желудочков** длится **0,33 сек.**, а **диастола – 0,47 сек.**
3. Во время диастолы сначала предсердия, а затем желудочки наполняются кровью. В самом начале систолы желудочков (период **изоволюметрического сокращения**), внутрижелудочковое давление повышается, створки атриовентрикулярных клапанов выворачиваются в сторону предсердий и они захлопываются. В этот момент полулунные клапаны еще закрыты, желудочки продолжают сокращаться, но их объем не меняется (кровь не сжимаема).
4. В период изоволюметрического сокращения давление в левом желудочке равно 70-80 мм рт.ст., а в правом – 25-30 мм рт.ст. Как только давление в левом желудочке начинает превышать систолическое давление в аорте, открываются полулунные клапаны и начинается **период изгнания крови.**
5. За одну систолу сердце изгоняет примерно 60-70 мл крови – это **ударный** или **систолический объем**, что составляет примерно половину **от конечно - диастолического объема** (объема крови, который собирается в сердце к концу диастолы), равного 130 мл. В конце периода изгнания в сердце остается около 70 мл крови – **конечно-систолический** или **резервный объем.**
6. В диастолу, внутрижелудочковое давление падает почти до 0, происходит **изоволюметрическое расслабление.** Когда давление в желудочках становится меньше, чем в предсердиях (в предсердиях около 5-8 мм рт.ст. – в систолу и 0 мм рт.ст. – в диастолу) атриовентрикулярные клапаны открываются, и происходит **быстрое**, потом **медленное наполнение** желудочков кровью, тем самым запускается новый сердечный цикл.

Электрическая активность сердца и автоматия.

1. Сердечная мышца или миокард относится к возбудимым тканям, имеет в покое разность потенциалов на плазматической мембране и способна генерировать и проводить потенциал действия (ПД). Генерация ПД – это функция исключительно **атипических** мышечных клеток сердца.
2. Клетки миокарда делятся на два вида – **рабочий миокард** желудочков и **атипические кардиомиоциты.** Они отличаются по строению, и по характеру электрической активности. Рабочий миокард обладает обычными для скелетной мышцы свойствами – **возбудимостью, проводимостью и сократимостью.** Атипические кардиомиоциты обладают еще одним свойством – **автоматией.**

3. **Автоматия** – это способность сердца ритмически сокращаться под влиянием импульсов, которые генерируются в нем самом, без какого-либо внешнего влияния (нервного или гуморального).
4. Клетки, способные генерировать ПД, называют узлами автоматии или **пейсмейкерами**. Они объединены в так называемую проводящую систему сердца.
5. В норме ПД генерируется только в **синоатриальном узле (СА)**, расположенном в стенке правого предсердия в месте впадения верхней полой вены. Он является пейсмейкером первого порядка и подавляет активность всех других узлов автоматии. Частота сердечных сокращений (ЧСС), обеспечиваемая активностью этого узла автоматии, составляет 60-80 ударов в минуту. Такой ритм сердца называется **синусовый ритм**.
6. Если ЧСС равен менее 60 ударов в мин, то такое явление называется **брадикардией**, если ЧСС больше 80 ударов в минуту - **тахикардией**.
7. Пейсмейкер 2-го порядка – **атриовентрикулярный (АВ)**, располагается у правого края межпредсердной перегородки. Активируется в том случае, когда синусовый узел не генерирует ПД. ЧСС при этом составляет 40-45 ударов в минуту.
8. Генерирует ПД и **пучок Гиса**, расположенный в верхней части межжелудочковой перегородки, делящийся на **правую и левую ножки Гиса** - пейсмейкер 3-го порядка. ЧСС в этом случае не превышает 30-35 ударов в минуту.
9. В области верхушки сердца ножки **пучка Гиса** загибаются вверх и образуют сеть атипических кардиомиоцитов, пронизывающих весь миокард желудочков, – это **волокна Пуркинье**. Волокна Пуркинье генерируют ПД с низкой частотой - 10-20 ударов в минуту, что недостаточно для поддержания кровоснабжения и активности, прежде всего, нейронов коры головного мозга.
10. Таким образом, в проводящей системе сердца существует **убывающий градиент автоматии**.

Различия электрической активности атипических кардиомиоцитов и клеток рабочего миокарда.

1. В атипических кардиомиоцитах МП (- 60 мВ), в рабочих(- 90 мВ). Уровень МП говорит о возбудимости клетки, то есть МП атипических клеток ближе к **пороговому** или **критическому уровню деполяризации**, и на мембране легче возникает ПД.
2. Форма ПД в атипических клетках и рабочем кардиомиоците также различна.
3. МП в атипических кардиомиоцитах нестабилен и медленно смещается в сторону критического уровня деполяризации. Первая фаза ПД - **медленная**

спонтанная диастолическая деполяризация, обусловлена повышением проницаемости мембраны для катионов Ca^{2+} , K^+ и Na^+ . Результирующий ток через эти каналы будет преимущественно входящим током ионов Ca^{2+} . Следующая – **фаза деполяризации**, связана с открытием Ca^{2+} - каналов, затем – **фаза реполяризации**, обусловленная выходом ионов K^+ .

4. В рабочих кардиомиоцитах локализованы быстрые Na^+ -каналы, которые запускают **фазу быстрой деполяризации**, с выходом ионов K^+ связана **начальная фаза реполяризации**, которая сменяется **фазой плато**, обусловленная открытием медленных Ca^{2+} - каналов и входящим током ионов Ca^{2+} . **Фаза реполяризации** обеспечена выходящим током ионов K^+ .
5. Длительность ПД составляет 0,3 сек или 300 мсек (сравните с длительностью ПД в скелетной мышце, равную 3-5 мсек). Поэтому период **абсолютной невозбудимости (рефрактерности)** в рабочих кардиомиоцитах (**0,27 с**), исключает возможность возникновения тетануса, что очень важно для насосной функции сердца.
6. Различают также период **относительной рефрактерности** (0,03 с), когда возможна генерация нового ПД при действии очень сильного раздражения.

Электрокардиография (ЭКГ).

1. ЭКГ – метод регистрации с поверхности тела электрической активности сердца. На кривой ЭКГ различают 5 волн или зубцов – **P, Q, R, S, T**. Зубцы P, R, T направлены вверх (положительные), а зубцы Q и S – вниз (отрицательные).
2. Существуют **3 стандартных отведения ЭКГ**: **I** – правая рука – левая рука (места наложения электродов электрокардиографа), **II** – правая рука – левая нога и **III** – левая рука – левая нога; **6 грудных отведений ($V_1 - V_6$)** и **3 усиленных униполярных** – **AVL** (активный электрод располагается на левой руке), **AVR** (активный электрод – на правой руке), **AVF** (активный электрод – на левой ноге).
3. Зубец P отражает деполяризацию предсердий, комплекс зубцов Q, R, S отражает распространение волны деполяризации по желудочкам. Зубец T – процесс реполяризации желудочков.
4. Кривая ЭКГ свидетельствует о частоте сердечных сокращений (автоматия), возбудимости сердечной мышцы, скорости проведения волны деполяризации (ПД) по отделам сердца, о функциональном состоянии сердечной мышцы.
5. **Амплитуда зубцов ЭКГ, интервалы:**
 - **Амплитуда зубцов** зависит от величины разности потенциалов в отделах сердца. Амплитуда P составляет 0,2-0,3 мВ, R – 0,6-1,5 мВ, и T – 0,3-0,5 мВ
 - **Интервалы ЭКГ** отражают время распространения ПД по проводящей системе сердца. Интервал PQ – распространение ПД от синоатриального узла до атриовентрикулярного, он равен 0,12-0,18 сек, комплекс Q, R, S –

распространение ПД по желудочкам равен 0,06-0,09 сек, и ST – 0,24-0,35 сек.

Тоны сердца.

1. Механическая работа сердца характеризуется звуковыми характеристиками или **тонами сердца**. Тоны сердца связаны с работой клапанов. Различают 4 тона. Диагностическое значение имеют только **I** и **II** тоны, для прослушивания которых используют фонендоскоп.
2. Первый тон называется **систолическим или мышечным**. Возникает в начале систолы желудочков, когда давление в них начинает превышать давление крови в предсердиях, связан с захлопыванием *атриовентрикулярных клапанов* (клапанный компонент). Также присоединяются компоненты: *колебание сухожильных нитей, колебание сосочковых мышц, колебание левой стенки желудочков*. По звуковой характеристике 1 тон - **длительный и глухой**.
3. Второй тон называется **диастолическим или клапанным**. Он связан с захлопыванием **полулунных клапанов**. Во время диастолы желудочков давление в них резко падает, кровь из аорты и легочной артерии устремляется обратно в сердце, что приводит к захлопыванию полулунных клапанов.

Проводимость кардиомиоцитов.

1. Как и все возбудимые ткани, сердечная мышца обладает возбудимостью, проводимостью. Способностью проводить ПД обладают и атипические и рабочие кардиомиоциты.
2. Морфологически - сердце состоит из отдельных кардиомиоцитов, но функционально сердечная мышца - единое целое (**синцитий**). ПД, возникший в синоатриальном узле, беспрепятственно распространяется по проводящей системе сердца и рабочим кардиомиоцитам.
3. Скорость распространения возбуждения в разных отделах сердца различна. В предсердиях (СА- узел) - около 1 м/сек, в атриовентрикулярном узле скорость снижается до 0,2-0,3 м/сек. Это - **атриовентрикулярная задержка**, благодаря которой происходит координация сокращений предсердий и желудочков.
4. По пучку Гиса, скорость распространения ПД увеличивается, а в волокнах Пуркинье достигает 4 м/сек для исключения неодновременного проведения возбуждения и сокращения желудочков.
5. По рабочему миокарду скорость проведения составляет 1 м/сек. Высокую скорость распространения ПД обеспечивают вставочные диски, содержащих **щелевые контакты** (гар-контакты), которыми кардиомиоциты соединены друг с другом. В месте щелевого контакта имеются особые белки – **коннексоны**, для беспрепятственного и быстрого распространения ПД по всему миокарду.

Сократимость сердечной мышцы. Механизм мышечного сокращения.

1. Основные этапы электро-механического сопряжения рабочего миокарда одинаковы с поперечно-полосатыми мышцами. Однако есть некоторые отличия:
2. ПД распространяется по клеточной мембране кардиомиоцитов и, деполяризуя Т-трубочки с **дигидропиридиновым рецептором**, открывает Са-каналы L-типа, через которые ионы Ca^{2+} из межклеточной среды поступают в кардиомиоцит. Достигнув саркоплазматического ретикулума, Ca^{2+} изменяет состояние **рианодинового рецептора** саркоплазматического ретикулума, что приводит к дополнительному открытию Ca^{2+} -освобождающих каналов и выведению Ca^{2+} из саркоплазматического ретикулума. Концентрация Ca^{2+} в кардиомиоците возрастает. Это - **кальций-вызванное освобождение кальция**. Сокращение сердечной мышцы, таким образом, вызывается поступлением Ca^{2+} как из внеклеточной среды, так и из саркоплазматического ретикулума.
3. Ионы кальция связываются с тропонином С и инициируют цикл образования поперечных мостиков. Далее механизм электро-механического сопряжения аналогичен таковому в скелетных мышцах.
4. Расслабление сердечной мышцы происходит при включении Na/Ca - обменного механизма, для вывода Ca^{2+} в межклеточную среду, и отчасти Са-насоса, для удаления Ca^{2+} в саркоплазматический ретикулум.

Типы регуляции сокращения сердца.

1. Регуляция сердечной деятельности подразделяется на **внутрисердечную** и **внесердечную**.
2. Внутрисердечная регуляция определяется **законом Франка-Старлинга**, его суть: «Чем больше сердечная мышца растягивается в диастолу, тем сильнее она сокращается в систолу». В данном случае степень сокращения миокарда зависит от исходной длины кардиомиоцитов – **гетерометрическая регуляция**.
3. Исходное растяжение мышцы сердца зависит от венозного **притока крови**. Этот приток крови называется **преднагрузкой сердца**.
4. Сократимость сердечной мышцы определяется и **постнагрузкой**. Постнагрузка отражает усиление сократимости кардиомиоцитов в ответ на увеличение давления крови в системном кровотоке (в артериальном русле) и не зависит от исходной длины мышечных волокон. Такой вид регуляции сердца называли **гомеометрическим**.
5. **Внесердечная регуляция** сердца подразделяется на нервную и гуморальную. Нервная регуляция связана с влиянием двух отделов автономной нервной системы, иннервирующих сердце – симпатического и парасимпатического.

6. **Симпатические нервы**, посредством медиатора норадреналина, оказывают на сердце положительные влияния:
- **Хронотропный** – увеличение частоты сердечных сокращений,
 - **Инотропный** – увеличение силы сокращения,
 - **Дромотропный** – увеличение скорости проведения ПД и
 - **Батмотропный** – увеличение возбудимости кардиомиоцитов.
7. **Норадреналин**, связываясь с β_1 – **адренорецепторами**, деполяризует плазматическую мембрану атипических кардиомиоцитов и укорачивает длительность **медленной спонтанной диастолической деполяризации** (частота ЧСС возрастает). Норадреналин активирует Ca^{2+} каналы на мембране рабочего кардиомиоцита, что увеличивает вход Ca^{2+} клетку (возрастает сократимость).
8. **Парасимпатические нервы**, посредством медиатора **ацетилхолина**, оказывают на сердце те же эффекты, но только отрицательные. АХ, связываясь с мускариновыми холинорецепторами, гиперполяризует мембрану кардиомиоцитов, удлиняет фазу медленной диастолической деполяризации, а на мембране рабочих кардиомиоцитов активирует K^+ каналы, чем уменьшает транспорт Ca^{2+} в клетку (снижается сократимость).
9. При сильном раздражении парасимпатических нервов сердце останавливается в диастоле, а потом, несмотря на раздражение, начинает сокращаться (**эффект ускользания сердца из-под влияния вагуса**), что объясняется быстрым разрушением ацетилхолина ферментом холинэстеразой.

Гуморальная регуляция сердца.

1. Изменения функционального состояния сердца возникают при действии на него ряда биологически активных веществ, циркулирующих в крови.
2. **Катехоламины** (норадреналин и адреналин) увеличивают силу и частоту сердечных сокращений. Норадреналин усиливает выделение адреналина из надпочечников при эмоциях, физических нагрузках, что ведет к стимуляции работы сердца. Связывание катехоламинов с β_1 -адренорецепторами миокарда активирует фермент **аденилатциклазу**, который катализирует образование **ц-АМФ** и активацию **протеинкиназы А**, повышающей проницаемость мембраны для ионов Ca .
3. **Ангиотензин и серотонин** – увеличивают амплитуду сокращений сердечной мышцы, а **тироксин** – гормон щитовидной железы, способен резко учащать сердечные сокращения.
4. Влияние оказывают также газы, растворенные в крови: **гипоксемия** (снижение содержания O_2), **гиперкапния** (увеличение содержания CO_2) и **ацидоз** (снижение pH крови) угнетают сократительную активность миокарда.

Сердечные рефлексy.

1. **Рефлекс Гольца** – классический пример вагального (со стороны блуждающего нерва) рефлекса: легкое поколачивание по кишечнику лягушки вызывает замедление или остановку сердца. Остановка сердца при ударе по передней брюшной стенке наблюдается и у человека. Эффект опосредован импульсами, идущими по чревному нерву через спинной мозг до ядер блуждающих нервов в продолговатом мозге и, соответственно, повышением их тонуса.
2. К числу вагальных рефлексов относится глазосердечный **рефлекс Данини-Ашнера**, когда урежается сердцебиение на 10-20 ударов в мин при надавливании на глазные яблоки.
3. Рефлекторная регуляция сердца связана с деятельностью рефлексогенных зон, расположенных в **каротидном синусе, дуге аорты**, где сосредоточены **барорецепторы**, реагирующие на изменения артериального давления по типу обратной отрицательной связи.
4. Барорецепторы активируются при повышении давления в системной гемодинамике, афферентные сигналы увеличивают тонус ядер парасимпатических нервов в продолговатом мозге, происходит урежение и ослабление работы сердца, а понижение давления вызывает уменьшение тонуса, а следовательно, учащение и усиление сердечной деятельности.
5. Рефлекторное учащение и усиление сердечной деятельности наблюдается:
 - при болевых раздражениях,
 - при эмоциональном стрессе,
 - при интенсивной мышечной работе.
6. Изменения сердечной деятельности вызываются импульсами, возникающими при активации симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Вопросы для самоконтроля.

1. Правое предсердие и правый желудочек обеспечивают кровообращение по:
 - а. легочному кругу кровообращения
 - б. аорте
 - в. коронарным сосудам
 - г. большому кругу кровообращения.
2. Левое предсердие и левый желудочек обеспечивают кровообращение по:
 - а. легочному кругу кровообращения
 - б. аорте
 - в. коронарным сосудам
 - г. большому кругу кровообращения
3. У нетренированных людей при физической нагрузке сердечный выброс увеличивается за счет:
 - а. увеличения ударного (систолического объема)
 - б. гипертрофии миокарда
 - в. увеличения частоты сердечных сокращений
 - г. уменьшения сопротивления сосудов
4. Какова причина открытия сердечных клапанов?
 - а. натяжение сухожильных нитей
 - б. разность давления крови по обе стороны от клапана
 - в. сокращение сосочковых мышц
 - г. сокращение миокарда
5. В какую фазу сердечного цикла осуществляется коронарный кровоток?
 - а. в систолу
 - б. в диастолу
 - в. в фазу изометрического сокращения
 - г. в предфазу

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Роль сердца в системе кровообращения. Большой и малый круги кровообращения. Физиологические показатели сердца (ЧСС, СО, МОК, сердечный индекс), их изменения при физической и эмоциональной нагрузках.
2. Сердечный цикл, характеристика фаз сердечного цикла, и их длительности.
3. Клапанный аппарат сердца, его значение. Механизм работы клапанов. Изменение давления в различных отделах сердца в разные фазы сердечного цикла. Дефекты работы клапанов.
4. Рабочие и атипические кардиомиоциты. Автоматия сердца. Характеристика проводящей системы. Градиент автоматии. Лигатуры Станниуса. Пейсмекеры 1, 2, 3 порядков. Искусственные водители ритма.
5. Ионный механизм возникновения потенциала действия в атипических кардиомиоцитах. Роль медленных Са-каналов. Особенности развития медленной спонтанной деполяризации в истинных и латентных водителях ритма. Отличия потенциала действия в атипических и рабочих кардиомиоцитах.
6. Морфологические и физиологические особенности рабочей мышцы сердца. Механизм возникновения возбуждения в рабочих кардиомиоцитах. Анализ фаз потенциала действия. Длительность ПД, соотношение его с периодами рефрактерности.
7. Проведение возбуждения в проводящей системе и рабочей мышце сердца. Скорость проведения возбуждения в различных отделах сердца. Атриовентрикулярная задержка, ее значение. Рефрактерность сердечной мышцы, ее фазы. Физиологическая роль рефрактерности.
8. Электромеханическое сопряжение в сердечной мышце. Роль ионов Са в механизме сокращения рабочих кардиомиоцитов. Источники ионов Са. Законы «Все или ничего», «Франка-Старлинга». Явление потенциации (феномен «лестницы»), его механизм.
9. Экстрасистолы, их виды. Механизм возникновения компенсаторной паузы при желудочковой экстрасистоле. Выявление предсердной и желудочковой экстрасистолы на ЭКГ.
10. Влияние на работу сердца парасимпатической нервной системы. Характер эффектов блуждающих нервов (хроно-, ино-, дромотропных) на сердечную деятельность. Рецепторные механизмы действия медиатора парасимпатического отдела. Тонус центра блуждающих нервов, его значение. Феномен «ускользания» сердца из-под влияния вагуса. Особенности влияния правого и левого блуждающих нервов на сердце.

11. Влияние на работу сердца симпатической нервной системы. Характер действия симпатических нервов и их медиаторов на параметры сердечной мышцы. Молекулярные механизмы взаимодействия медиаторов симпатического отдела с адренорецепторами.
12. Внутрисердечные механизмы регуляции сердечной деятельности, связанные с физиологическими особенностями сердца. Гетеро- (закон Франка-Старлинга) и гомеотропные (феномен лестницы) механизмы саморегуляции сердечной мышцы, их значение. Внутрисердечные рефлекторные дуги, характеристика нейронов сердца. Значение рецепторов растяжения предсердий и желудочков в регуляции сократительной функции сердца.
13. Внесердечные рефлекторные механизмы регуляции работы сердца. Значение сосудистых рефлексогенных зон (дуги аорты, каротидного синуса) в осуществлении сердечных рефлексов. Роль других рецепторов (болевых, температурных, световых и др.) в регуляции работы сердца. Рефлексы Гольца, Данини-Ашнера, значение их в клинике.
14. Значение центров продолговатого мозга и гипоталамуса в регуляции работы сердца. Роль лимбической системы и коры больших полушарий в механизмах приспособления сердца к внешним и внутренним раздражениям. Выработка условных сердечных рефлексов, их значение.
15. Гуморальная регуляция сердечной деятельности. Механизм действия истинных, тканевых гормонов и метаболических факторов на кардиомиоциты. Значение электролитов в работе сердца. Эндокринная функция сердца.
16. Электрокардиография (Эйнтховен, А.Ф.Самойлов). Механизм возникновения зубцов ЭКГ, их анализ. Значение ЭКГ для характеристики свойств сердечной мышцы.
17. Методы отведения биопотенциалов сердца при электрокардиографии, их характеристика. Другие современные методы исследования сердечной деятельности в клинике, их особенности.
18. Внешние проявления работы сердца. Верхушечный толчок. Тоны сердца, их происхождение. Фонокардиография. Механизмы возникновения шумов.
19. Возрастные изменения сердечной деятельности от периода новорожденности до периода старения.

СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Кровь постоянно циркулирует в организме благодаря работе сердечно-сосудистой системы. Сердечная мышца при сокращении создает высокое давление, которое является движущей силой для транспорта крови по сосудам большого и малого круга кровообращения. Сопротивление току крови регулируется рефлекторными и местными механизмами, которые адаптируют кровоток к нуждам клеток различных тканей. К клеткам тела кровь приносит все необходимые для нормального функционирования клеток вещества и удаляет продукты их жизнедеятельности.

Строение и функции сосудистой системы

1. **Большой круг кровообращения:** левый желудочек во время систолы выбрасывает кровь в **аорту**, от нее отходят **артерии**, распределяющие кровь по нескольким параллельным сосудистым сетям, кровоснабжающим каждый орган в отдельности. Крупные артерии делятся на артерии среднего и мелкого калибра, **артериолы** и **капилляры**.
2. Через стенку капилляров происходит обмен веществ между кровью и клетками тканей. Артериальная кровь отдает клеткам O_2 и питательные вещества. Из тканей в кровь поступает CO_2 и продукты метаболизма, кровь становится венозной. Капилляры собираются в **венулы**, затем – в **вены**. Верхняя и нижняя **полые вены** подходят к **правому предсердию**, где и заканчивается большой круг кровообращения.
3. **Малый круг кровообращения:** правый желудочек выбрасывает кровь в **легочной ствол**. В капиллярах легких кровь отдает CO_2 и обогащается O_2 и возвращается к **левому предсердию** по четырем **легочным венам**.
4. Стенка сосудов состоит из трех слоев: внутреннего **эндотелиального**, **мышечного** и слоев **эластических** и **коллагеновых** волокон.
5. Эндотелий сосудов обеспечивает **гладкую** внутреннюю поверхность, что облегчает ток крови и препятствует свертыванию крови.
6. Гладкомышечные клетки создают **сосудистый тонус** и изменяют просвет сосудов в зависимости от физиологических потребностей данного органа.
7. Эластические и коллагеновые волокна поддерживают **эластическое напряжение** и оказывают значительное сопротивление растяжению сосудов.

Гемодинамика

- 1 Кровь по сосудам движется благодаря **разнице давлений** между различными участками сосудистого русла, т.е. течет из области высокого давления в область низкого давления.
- 2 Этой силе движения крови, которая создается градиентом давления, противодействует **гидродинамическое сопротивление**. Оно обусловлено внутренним трением между слоями крови и между кровью и стенками сосуда. Сопротивление зависит от множества факторов: *диаметра сосуда; длины сосуда; степени ветвления и количества сосудов; вязкости крови; типа течения жидкости.*

- 3 **Объемная скорость кровотока** отражает кровоснабжение органа и равна объему крови, протекающему через поперечное сечение сосудов.
- 4 **Линейная скорость кровотока** – скорость движения частицы крови. Она обратно пропорциональна площади поперечного сечения сосуда. **Время кругооборота крови** – 22-23сек (27 систол).

Типы течения жидкости:

- 1 **Ламинарный** - кровь движется слоями, параллельно оси сосуда. При этом самый медленный слой – тот, который располагается у стенки сосуда, а самый быстрый – слой форменных элементов крови, центральный, осевой поток.
- 2 **Турбулентный** – с завихрениями (при расширении, разветвлении, изгибах сосудов). В результате турбулентного течения внутреннее трение жидкости увеличивается.
- 3 Течение крови из ламинарного может стать турбулентным во всех крупных артериях при увеличении скорости кровотока (при мышечной работе), либо при снижении вязкости крови (при значительно выраженной анемии).
- 4 Гидродинамическое сопротивление сосудов потоку крови определяют по формуле **Пуазейля**.
- 5 Величина кровяного давления зависит от работы *сердца, периферического сопротивления сосудов и объема циркулирующей крови*.
- 6 Основную роль в регуляции давления и объемной скорости кровотока играет изменение **радиуса** сосудов.

Морфофункциональная классификация сосудов

- **Амортизирующие:** аорта, легочной ствол. Функция – сглаживание, амортизация пульсовых колебаний крови;
- **Резистивные** – функция: создание сопротивления – это артерии мышечного типа и артериолы. Имеют толстый мышечный слой гладкомышечных клеток, за счет чего меняют просвет сосуда и создают сопротивление току крови.
- **Сосуды-шунты** – артерио-венозные анастомозы, за счет этого кровь не течет по капиллярам, соответственно прекращается обмен и теплоотдача (например, при переохлаждении).
- **Сосуды-сфинктеры** - в месте входа в капилляр усилен слой ГМК, эти сосуды могут прекратить кровоток по капиллярам (участвуют в перераспределительных реакциях).
- **Обменные сосуды** – капилляры – идет обмен газов, воды, солей и т.д.
- **Емкостные сосуды** – вены и венулы, могут накапливать до 80% циркулирующей крови (депо крови).

Артериальное давление

- 1 Величина кровяного давления зависит от работы *сердца, периферического сопротивления сосудов и объема циркулирующей крови.*
- 2 Основную роль в регуляции давления и объемной скорости кровотока играет изменение **радиуса** сосудов.
- 3 У молодых людей, в состоянии покоя **систолическое** артериальное давление равно 120 мм рт.ст., **диастолическое** равно 80 мм рт.ст. **Пульсовым** давлением называется разница между систолическим и диастолическим давлением.
- 4 **Среднее артериальное давление** составляет движущую силу кровотока. Величину среднего артериального давления можно определить как: диастолическое давление + $1/3$ пульсового давления (систолическое – диастолическое давление).
- 5 В конечных разветвлениях артерий и в артериолах давление резко уменьшается и значительно снижаются пульсовые колебания давления. В капиллярах пульсовых колебаний кровотока нет.
- 6 Артериальное давление обычно измеряется с помощью сфигмоманометра (метод Короткова). При нагнетании воздуха в манжету кровь течет через пережатый манжетой участок артерии и ток крови становится турбулентным, что приводит к возникновению **тонов Короткова**. Момент появления тонов соответствует систолическому давлению, момент исчезновения тонов – диастолическому.

Артериальный пульс

1. **Артериальный пульс** – это ритмические колебания сосудистой стенки, которые передаются на периферию.
2. Скорость распространения пульсовой волны **выше**, чем скорость кровотока и зависит от растяжимости сосудов и отношения толщины их стенки к радиусу.
3. **Сфигмограмма** – запись пульсовой волны, состоит из *анакроты, катакроты, дикротического подъема.*
4. **Свойства пульса:** *частота пульса, ритмичность, высота пульса, напряжение пульса (твердый или мягкий пульс), скорость нарастания пульсовой волны.*

Кровообращение в венах

1. Вены обеспечивают возврат крови к сердцу и являются депо крови.
2. **Венный пульс** наблюдается только в центральных венах. Все, что мешает возврату крови к сердцу, вызывает повышение давления в венах и возникновение зубцов:

- а-зубец – соответствует систоле предсердий;
- с-зубец – возникает в начале систолы желудочков;
- v-зубец – начало диастолы желудочков, когда атрио-вентрикулярные клапаны еще закрыты.

Регуляция кровообращения

1. Местные механизмы регуляции:

- реакция сосудов на **повышение давления** выражается в сужении сосудов – вазоконстрикции.
- реакция сосуда на повышение **скорости кровотока** – в основном расширение сосуда – вазодилатация.
- влияние **метаболитов** (АТФ, аденозин, H^+ , CO_2), все метаболиты - вазодилататоры.
- роль эндотелия: **NO** (продуцируется эндотелием) приводит к вазодилатации; **эндотелин** (пептид, синтезируется эндотелием) – к вазоконстрикции.

2. Рефлекторная регуляция начинается с активации барорецепторов сосудистых рефлексогенных зон, афферентные импульсы от которых поступают в **сосудодвигательный центр** продолговатого мозга. По эфферентным волокнам симпатических и парасимпатических нервов сигналы идут к эффекторам (сердцу и сосудам). В результате изменяются три основных параметра: сердечный выброс; общее периферическое сопротивление; объем циркулирующей крови.

3. Сосудосуживающая иннервация представлена симпатическими нервами – это главный регуляторный механизм сосудистого тонуса. Медиатором симпатических нервов является **норадреналин**, который активирует α -адренорецепторы сосудов и приводит к вазоконстрикции.

4. Сосудорасширяющая иннервация более разнородна:

- парасимпатические нервы (медиатор ацетилхолин), ядра которых располагаются в стволе мозга, иннервируют сосуды головы. Парасимпатические нервы крестцового отдела спинного мозга иннервируют сосуды половых органов и мочевого пузыря.
- симпатические холинергические нервы иннервируют сосуды скелетных мышц. Морфологически они относятся к симпатическим, однако выделяют медиатор ацетилхолин, который вызывает сосудорасширяющий эффект.
- симпатические нервы сердца (медиатор норадреналин). Норадреналин взаимодействует с β -адренорецепторами коронарных сосудов сердца и вызывает вазодилатацию.

5. Гуморальная регуляция реализуется с участием:

истинных гормонов:

- адреналин – вазоконстриктор, если взаимодействует с α -адренорецепторами и вазодилататор, если взаимодействует с β -адренорецепторами.
- вазопрессин – вазоконстриктор.

местных гормонов и гормоноподобных веществ:

- ангиотензин - вазоконстриктор, образуется из ангиотензиногена под действием фермента ренина. Ангиотензиноген образуется в печени, под действием ренина преобразуется в ангиотензин I и в легких превращается в ангиотензин II.
- гистамин, брадикинин - вазодилататор.
- натрийуретические пептиды (атриопептин) синтезируются кардиомиоцитами правого предсердия, некоторыми нейронами ЦНС. Основные функции: расширение сосудов, регуляция объема внеклеточной жидкости и гомеостаза электролитов.
- простагландины могут реализовывать как сосудосуживающий, так и сосудорасширяющий эффекты;

Регуляция системного кровообращения

6. **Сосудодвигательный центр** состоит из прессорного и депрессорного отделов, которые повышают и понижают АД, соответственно.:
7. Возбуждение отделов СДЦ регулируется импульсами, идущими от сосудистых рефлексогенных зон. СДЦ входит в состав ретикулярной формации продолговатого мозга, что приводит к тесной связи со специфическими проводящими путями и практически со всеми отделами ЦНС.
8. На СДЦ продолговатого мозга влияет гипоталамус. В гипоталамусе различают прессорную и депрессорную зоны, которые регулируют уровень активности симпатического и парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.
9. Рефлексы с **барорецепторов** сосудов: при растяжении стенки сосуда в рефлексогенных зонах дуги аорты и каротидного синуса, возбуждаются барорецепторы. Аfferентные волокна идут в составе языкоглоточного нерва к сосудодвигательному центру продолговатого мозга, тормозится его **прессорный** отдел.
10. Частота импульсации по аfferентам определяется величиной кровяного давления. Срабатывает отрицательная обратная связь: повышение давления приводит к вазодилатации (расширение сосудов) и снижению сердечного выброса.
11. Рефлексы, возникающие с рецептивных зон сердечно-сосудистой системы называются **собственные** рефлексы.
12. **Сопряженные** рефлексы возникают, когда в ответную реакцию вовлекаются другие органы и системы (АД повышается при болевом и температурном раздражении кожи, при растяжении мочевого пузыря, при растяжении желудка).
13. **Перераспределительные** рефлексы: Просвет сосуда может меняться только в определенном участке, при этом общее кровяное давление не меняется (при

местном нагревании или местном воздействии холода, при раздражении рецепторов ЖКТ и т.д.).

14. Рефлексы с рецепторов **растяжения** сердца реализуются с участием рецепторов, которые находятся в предсердиях: рецепторы А-типа возбуждаются при сокращении предсердий; рецепторы В-типа возбуждаются при растяжении предсердий при увеличении давления в полостях сердца.
15. Рефлексы с участием центральных и периферических хеморецепторов.
 - **периферические хеморецепторы** рефлексогенных зон дуги аорты и каротидного синуса реагируют на изменение содержания O_2 и CO_2 и концентрации H^+ в крови. Импульсы от хеморецепторов поступают в сосудодвигательный и в дыхательный центр.
 - **центральные хеморецепторы** возбуждаются при недостаточном кровоснабжении головного мозга, падении АД, увеличении содержания углекислого газа в крови. Рефлекторная реакция заключается в сужении сосудов и повышении АД.
16. К дополнительным механизмам регуляции давления относится изменение процессов обмена в капиллярах:
 - при повышении АД в капиллярах начинают преобладать процессы **фильтрации**, при этом объем циркулирующей крови уменьшается, давление падает;
 - при понижении АД в капиллярах преобладают процессы **реабсорбции**, что приводит к задержке воды в крови и препятствует дальнейшему снижению давления.
17. **Ренин-ангиотензиновая система:** в юкстагломерулярном аппарате почек синтезируется фермент **ренин**. Он высвобождается в кровь и расщепляет **ангиотензиноген**, при этом образуется **ангиотензин I**, который в сосудах легких превращается в **ангиотензин II** и является мощным вазоконстриктором.
18. **Альдостерон** усиливает реабсорбцию Na^+ и воды (увеличивая объем циркулирующей крови) и повышает чувствительность гладких мышц сосудов к сосудосуживающим веществам: адреналину и ангиотензину.

Микроциркуляция

1. Микроциркуляторное русло составляют **артериолы, метартериолы, капилляры, венулы**.
2. Обмен осуществляется с помощью **диффузии, фильтрации и реабсорбции**.
3. На артериальном конце капилляра преобладают процессы **фильтрации**, на венозном – **реабсорбции**, причем процессы фильтрации преобладают над процессами реабсорбции. Средняя скорость фильтрации 20 л в сутки, реабсорбции – 18 л в сутки.
4. Фильтрация возрастает при увеличении кровяного давления, при мышечной работе, при переходе в вертикальное положение, при увеличении объема циркулирующей крови.

5. Реабсорбция увеличивается при снижении кровяного давления, потере крови.
6. Не реабсорбированная часть плазмы удаляется из интерстициального пространства через лимфатические сосуды – около 2 л в сутки.

Лимфатическая система

19. Основные функции лимфатической системы - **гомеостатическая, питательная, защитная**, а также **перераспределение и регуляция** объема жидкости в интерстициальном пространстве.
20. Лимфатическая система начинается с замкнутых лимфатических капилляров, которые образуют лимфатические сосуды, узлы, затем лимфатический проток, который впадает в полые вены. **Лимфа** образуется из тканевой жидкости.
21. Стенки лимфатических капилляров образованы однослойным эндотелием, через которые легко проходят вода, ионы, жиры, белки, глюкоза.
22. **Лимфоузлы** являются фильтрами, в которых обезвреживаются микробы и задерживаются инородные частицы.

Вопросы для самоконтроля

1. Основным механизмом вазоконстрикции является:
 - а. активация симпатических холинергических волокон, взаимодействующих с М-холинорецепторами ГМК сосуда
 - б. активация симпатических адренергических волокон, взаимодействующих с бета-адренорецепторами ГМК сосуда
 - в. активация парасимпатических холинергических волокон
 - г. активация симпатических адренергических волокон, взаимодействующих с альфа-адренорецепторами ГМК сосуда
2. Сосудодвигательный центр расположен:
 - а. в таламусе
 - б. нижних буграх четверохолмия
 - в. мозжечке
 - г. продолговатом мозге
3. Наибольшее количество ГМК содержится в стенке:
 - а. капилляров
 - б. артериол
 - в. венул
 - г. лимфатических сосудов
4. Раздражение барорецепторов дуги аорты и каротидного синуса вызывает рефлекс:
 - а. сочетанные
 - б. депрессорные
 - в. прессорные
 - г. проприоцептивные
5. Основной функцией кровообращения является:
 - а. защитная
 - б. выделительная
 - в. обменно-транспортная

- г. окислительно-восстановительная
6. Обменную функцию в микроциркуляторном русле выполняют собственно:
- а. артериолы
 - б. венулы
 - в. кровеносные капилляры
 - г. артериоло-венулярные анастомозы
7. Линейная скорость кровотока отражает:
- а. количество крови, протекающее через сосудистое русло в единицу времени
 - б. время кругооборота крови
 - в. объем циркулирующей крови
 - г. скорость движения частиц крови по сосуду

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Морфо—функциональная классификация кровеносных сосудов. Время кругооборота крови, методы определения. Кровяные депо.
2. Основные параметры гемодинамики. Формула Пуазейля. Характер движения крови по сосудам, его особенности. Линейная и объемная скорости кровотока в различных участках сосудистого русла. Факторы, обеспечивающие непрерывность кровотока.
3. Кровяное давление, его величины в различных участках сосудистого русла. Факторы, определяющие величину кровяного давления. Инвазивный (кровоавый) и неинвазивный (бескровный) методы регистрации кровяного давления.
4. Регулярные колебания артериального давления крови (волны 1,2,3 порядков), механизм их возникновения. Характеристика систолического, диастолического, пульсового давления. Понятие о среднем давлении. Возрастные нормы артериального давления.
5. Артериальный пульс. Механизм возникновения. Скорость распространения пульсовой волны. Методы регистрации. Анализ сфигмограммы. Количественные и качественные характеристики артериального пульса.
6. Венозное давление, его характеристика. Венный пульс, механизм возникновения. Особенности движения крови по венам. Факторы, обеспечивающие венозный возврат крови к сердцу. Ортостатическая проба.
7. Микроциркуляторное русло. Классификация капилляров. Механизм и значение «игры капилляров». Характеристика обменных процессов, протекающих в капиллярах. Участие капилляров в образовании межклеточной жидкости. Факторы, обеспечивающие механизмы фильтрации, реабсорбции. Регуляция капиллярного кровотока.

8. Лимфатическая система. Механизм лимфообращения. Состав лимфы. Значение лимфатических узлов. Факторы, определяющие движение лимфы. Регуляция лимфообращения.
9. Местные механизмы регуляции кровообращения. Характеристика процессов, протекающих в отдельном участке сосудистого русла или органе (реакция сосудов на изменение скорости кровотока, давления крови, влияние продуктов метаболизма). Миогенная ауторегуляция. Роль эндотелия сосудов в регуляции местного кровообращения.
10. Центральные механизмы регуляции кровообращения. Сосудодвигательный центр, его отделы. Сосудосуживающая иннервация. Тонус сосудосуживающих нервов. Нейрогенный и миогенный компоненты сосудистого тонуса, их природа. Механизм влияния медиатора симпатических нервов на гладкомышечные клетки сосудов. Значение сосудосуживающего отдела в регуляции артериального давления и перераспределительных реакциях в сосудистой системе.
11. Сосудорасширяющая иннервация, ее виды. Аксон—рефлекс, его значение. Механизм влияния медиатора парасимпатических нервов на гладкомышечные клетки сосудов.
12. Гуморальная регуляция сосудистого тонуса. Характеристика истинных, тканевых гормонов и их метаболитов. Сосудосуживающие и сосудорасширяющие факторы, механизмы их реализации при взаимодействии с различными рецепторами.
13. Рефлекторная регуляция артериального давления крови. Значение сосудистых рефлексогенных зон. Прессорные и депрессорные рефлексy. Роль баро— и хеморецепторов. Собственные и сопряженные сосудистые рефлексy. Механизмы саморегуляции кровообращения по «отклонению» и «возмущению».
14. Функциональная система, обеспечивающая поддержание постоянства величины артериального давления в организме. Значение сердечных и сосудистых рефлексов, перераспределительных сосудистых реакций. Отделы ЦНС, участвующие в регуляции артериального давления (спинальный, бульбарный, гипоталамический, кортикальный), их характеристика.

КРОВЬ

Кровь относится к жидким средам организма. Система крови включает органы кроветворения, циркулирующую по сосудам кровь, органы кроверазрушения, аппарат нейрогуморальной регуляции.

1. Основные функции крови: **дыхательная, трофическая, экскреторная, гуморальная.**

2. Кровь состоит из форменных элементов, на долю которых приходится (40-45%): **лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов** (кровяных пластинок) и жидкой части - **плазмы** (55 - 60%).

3. **Гематокрит** – отношение объема эритроцитов к объему крови (у мужчин - 40-48%, у женщин – 36-42%), изменение его величины характеризует степень разведения или концентрации крови. **Объем крови** в организме человека составляет 6-8% от массы тела.

2. **Плазма** – состоит из 90% воды, ее **минеральный состав**: ионы Na, K, Ca, Cl, бикарбонаты, фосфаты. Функции: обеспечение осмотического давления, буферных свойств крови, перераспределения воды, возбудимости и сократимости клеток, участие в свертывании крови.

3. **Белки плазмы**: альбумины, глобулины (α , β , γ), фибриноген. Основная роль: питательная, транспортная, создание онкотического давления, иммунная и буферная функции, участие в гемостазе, агрегации эритроцитов.

4. **Низкомолекулярные органические вещества**: промежуточные и конечные продукты обмена веществ, витамины, микроэлементы, гормоны, ферменты.

Физико-химические показатели крови:

5. **Осмотическое давление** крови обусловлено электролитами плазмы, создается, в основном, содержанием ионов Na – 140 ммоль/л и Cl – 102 ммоль/л. Изотонический раствор (0,9% раствор NaCl), имеет одинаковое с плазмой крови осмотическое давление, которое составляет 6,6-7,6 атм. Гипотонический раствор имеет более низкое осмотическое давление, гипертонический – более высокое давление.

6. **Онкотическое давление** крови создается белками плазмы, в основном альбуминами, которые обладают высокой гидрофильностью и участвуют в обмене воды между кровью и тканями.

7. Кровь имеет **слабощелочную реакцию ($pH=7,35-7,4$)**, которая зависит от соотношения H^+ и OH^- ионов. Кислотно-щелочное равновесие обеспечивается: гемоглобиновым, бикарбонатным, фосфатным и белковым буферными системами. В поддержании pH также участвуют легкие, почки, желудочно-кишечный тракт и печень. Сдвиг pH крови в сторону увеличения концентрации H^+ ионов называется **ацидоз**, сдвиг в сторону повышения OH^- ионов - **алкалоз**.

8. Вязкость крови (внутреннее трение крови) составляет 4-5 условных единиц, вязкость плазмы – 2,5, если условно принять вязкость воды равной 1. Вязкость крови зависит от белков плазмы, от количества эритроцитарной массы, от количества воды в крови и организме.

Форменные элементы крови

8. **Эритроциты** образуются в миелоидной ткани красного костного мозга из полипотентных стволовых клеток. **Эритропоэз** стимулируют: эритропоэтин, ионы железа, микроэлементы, витамин В₁₂, фолиевая кислота, витамин С, гормоны АКТГ, СТГ, глюкокортикоиды, тироксин, андрогены. Эстрогены тормозят эритропоэз.
9. У мужчин количество эритроцитов в литре крови 4,5 – 5,5 · 10¹², у женщин 3,8 – 4,5 · 10¹². Увеличение количества эритроцитов в литре крови называется – **эритроцитоз**, уменьшение – **эритропения**.
10. Эритроциты - безъядерные клетки, имеют форму двояковогнутого диска. Продолжительность жизни эритроцита - 100-120 дней, разрушаются фагоцитами мононуклеарной системы селезенки и печени (до 80%) и путем внутрисосудистого гемолиза (10% -15%).
11. **Разрушение** эритроцитов – гемолиз, различают, в зависимости от причин его вызывающих,: осмотический, биологический, химический, механический.
12. **Функции** эритроцитов:
 - транспорт О₂ и СО₂,
 - транспорт биологически активных веществ,
 - регуляция рН,
 - защитная (перенос иммуноглобулинов, участие в реакциях агглютинации, преципитации, участие в гемостазе),
 - способность адсорбировать токсические вещества.
13. **Гемоглобин** - хромопротеид, состоит из 4 железосодержащих групп гема и глобина, имеющего 4 полипептидных цепи. Типы гемоглобина: **гемоглобин взрослого НbА**(2α-, 2β-цепи), **фетальный гемоглобин** (новорожденного) **НbF** (2α-, 2γ-цепи), обладает высоким сродством к О₂, **примитивный гемоглобин** (плода) **НbР** (2α-, 2δ-цепи).
14. Физиологические соединения гемоглобина: **оксигемоглобин Нb(О₂)₄**, (в артериальной крови), **дезоксигемоглобин (ННb)**, гемоглобин, отдавший О₂ (больше в венозной крови), **карбгемоглобин (ННbСО₂)**, присоединивший СО₂ (в венозной крови).

15. Нефизиологические (патологические) соединения гемоглобина: **карбоксигемоглобин (HbCO)**, имеет высокое сродство к CO (угарному газу), **метгемоглобин (Met Hb)**, в составе - окисленный атом железа - Fe^{3+} .
16. **Цветовой показатель** – характеризует степень насыщения эритроцита гемоглобином. **Нормохромный** эритроцит – цветовой показатель – 0,8-1,0, **гиперхромный** - цветовой показатель выше 1,0, **гипохромный** эритроцит-цветовой показатель ниже 0,8.
17. **Лейкоциты** - ядерные клетки, образуются из полипотентных клеток миелоидного ряда - (гранулоциты, моноциты, В-лимфоциты, предшественники Т-лимфоцитов) и клеток-предшественниц лимфоцитопоэза - (происходит дифференцировка и размножение В- и Т- лимфоцитов).
18. **Миелопоэз** стимулируется лейкопоэтинами (колониестимулирующий фактор -КСФ), интерлейкинами ИЛ-1, ИЛ-3, ИЛ-6, ИЛ-11, гормонами : адреналином, глюкокортикоидами, АКТГ, андрогенами.
19. **Лимфопоэз** стимулируется лимфокинами, ИЛ-1, ИЛ-2, ИЛ-4, ИЛ-7, процессы дифференцировки лимфоцитов регулируются лимфопоэтинами. **Время жизни** лейкоцитов – от нескольких часов (гранулоциты), до 5-10 суток (моноциты, короткоживущие лимфоциты), однако может быть и от нескольких месяцев до нескольких лет (клетки памяти).
20. **Лейкоцитоз** - увеличение количества лейкоцитов в литре крови, различают: физиологический (пищевой, миогенный, эмоциональный) и патологический лейкоцитоз. **Лейкопения** – уменьшение количества лейкоцитов в крови, встречается только при патологическом состоянии.
21. Основные функции лейкоцитов:
- **защитная** (фагоцитоз микроорганизмов и отмирающих клеток, бактерицидное и антиоксическое действие, участие в иммунологических реакциях, в процессе свертывания крови);
 - **регенеративная** (участие в заживлении тканей);
 - **транспортная** (перенос ферментов).
22. Лейкоциты имеют общие свойства для обеспечения их основных функций:
- **амебовидная подвижность**,
 - **миграция** – способностью их проникать через стенку неповрежденных капилляров,
 - **фагоцитоз**.
23. **Лейкоцитарная формула**–процентное соотношение разных представителей лейкоцитов в крови. Лейкоциты делятся на 2 группы:

- **гранулоциты** - нейтрофилы, эозинофилы, базофилы.
- **агранулоциты** – моноциты, лимфоциты.

24. **Нейтрофилы** (50 - 75% от общего числа лейкоцитов). Функции: фагоцитоз, продукция факторов хемотаксиса, ИЛ-1, ИЛ-6, гранулоцитарного КСФ, гранулы содержат вещества, обладающие высокой бактерицидной активностью (лизозим, интерфероны, лактоферрин), имеют рецепторы к иммуноглобулинам, к белкам комплемента С, к лейкопоэтинам. В сосудистом русле находятся несколько часов, потом мигрируют в слизистые оболочки и ткани.
25. **Базофилы** (0-1%). Функции: синтез и депонирование биологически активных веществ (гепарин, гистамин, эозинофильный хемотаксический фактор анафилаксии), наличие рецепторов к IgE, участие в аллергических реакциях, в регуляции агрегатного состояния крови, проницаемости сосудов, поддержании кровотока в тканях. Базофилы мигрируют из крови в ткани и превращаются в тучные клетки.
26. **Эозинофилы** (1-5%). Функции: защита от паразитарной инфекции, инактивация продуктов, образующихся при аллергической реакции, гистамина (при помощи гистаминазы), нейтрализация гепарина, медиаторов воспаления, наличие рецепторов к IgE, IgG, IgM, предупреждение агрегации тромбоцитов.
27. **Моноциты** – (2-10%) Предшественники тканевых макрофагов, после миграции в ткани превращаются в макрофаги, живут несколько месяцев. Функции: фагоцитоз старых, поврежденных клеток, обеспечение реакций клеточного и гуморального иммунитета (презентация антигена), противоопухолевого (цитотоксическое действие на опухолевые клетки) и противомикробного иммунитета, регенерация тканей, секреция более ста биологически активных веществ: несколько типов интерлейкинов ИЛ-1 – ИЛ-6, лейкотриенов, простагландинов, и др.
28. **Лимфоциты** (20-40%) - главные клетки специфической иммунной системы, различают **Т-лимфоциты** (проходят дифференцировку в тимусе), **В-лимфоциты**, (бурса-зависимые), **нулевые лимфоциты**. Функции: Т-лимфоциты ответственны за клеточный иммунитет, различают **Т-хелперы (Т_х)**, **Т-супрессоры (Т_с)**, **Т-киллеры (Т_к)**, **Т-клетки памяти**. Т_х стимулируют как клеточный, так и гуморальный иммунитет, Т_с – угнетают активность В-лимфоцитов, а также, Т_к и Т_х. Т-киллеры - цитотоксические лимфоциты, уничтожают чужеродные антигены. **В-лимфоциты** – участвуют в гуморальном иммунитете. В-лимфоциты дифференцируются в **плазматические клетки**, часть В-лимфоцитов превращаются в **В –клетки памяти**. **Нулевые лимфоциты** (5%) - к ним относятся натуральные киллеры (**НК-клетки**), участвуют в противоопухолевом иммунитете, а также являются предшественниками Т- и В- лимфоцитов.

29. **Иммунитет неспецифический (врожденный)** представлен:

- клеточными факторами: гранулоцитами, макрофагами, которые быстро активируются для фагоцитоза, цитолиза,
- гуморальными веществами: естественными антителами, системой комплемента, лизоцимом, интерфероном, фибронектином, а также эпителий слизистых оболочек, кожа, секреты желудочно-кишечного тракта (НСІ, желчь), сальных и потовых желез.

30. **Иммунитет специфический (приобретенный)** представлен:

- **клеточным иммунитетом** - направлен на уничтожение чужеродных клеток, обусловлен Т-лимфоцитами;
- **гуморальным иммунитетом**, обеспечен В-лимфоцитами, принимающими участие в образовании антител.

31. **Антиген** – чужеродное для организма вещество, способное вызывать иммунный ответ, представлен белками, нуклеиновыми кислотами с большим молекулярным весом, полисахаридами. Имеет на поверхности функциональные группы (**детерминанты**), которые определяют его специфичность.

32. **Иммунный комплекс** – антиген, связанный с антителом.

33. **Антитело (иммуноглобулин)**– гликопротеид, синтезируется организмом в ответ на присутствие антигена. Иммуноглобулины делятся на 5 классов: **IgM** (начинают первичный ответ), **IgG, IgA, IgD, IgE**.

34. **HLA** – лейкоцитарная антигенная система человека (около 80 антигенов), которые называются **трансплантационные антигены**, определяют антигенную индивидуальность организма.

35. **Антиген-презентирующая клетка** – макрофаг, взаимодействующий с Т- и В- лимфоцитами, фиксирует на своей поверхности чужеродный антиген для более доступного представления его лимфоцитам.

36. **Центральные органы**, принимающие участие в иммунном ответе: костный мозг, тимус. В них происходит антиген-независимая фаза развития лимфоцитов.

37. **Периферические органы** (происходит антиген-зависимая фаза развития лимфоцитов): селезенка, лимфатические узлы, лимфоидная ткань, ассоциированная со слизистыми оболочками и кожей (миндалины, аппендикс).

38. **Иммунокомпетентные клетки:** 1) антиген-представляющие клетки: моноциты, макрофаги содержат главный комплекс гистосовместимости I),

все клетки организма (содержат главный комплекс гистосовместимости II), 2) В- лимфоциты, Т-лимфоциты.

39. Клеточный иммунитет - антиген расщепляется в клетке и вместе с главным комплексом гистосовместимости (ГКГС) подается на ее поверхность, где распознается Т-киллером, который активируется и поражает антиген-измененную клетку.

40. Гуморальный иммунитет – Антиген поступает в В-лимфоцит, обрабатывается и подается на его поверхность, где распознается Т-хелпером. Активированный В-лимфоцит проникает в лимфоидную ткань, превращается в плазматическую клетку, секретирующую иммуноглобулины IgG, IgA, IgD, IgE.

41. Тромбоциты – это плоские безъядерные клетки (содержание в периферической крови 200 000-400 000 в мкл). Образуются в костном мозге из **мегакариоцитов**, синтез регулируется тромбопоэтином.

42. Время жизни составляет 5-11 дней, затем они разрушаются в печени, легких и селезенке. Около 70% тромбоцитов циркулирует в крови, 30% - депонируется в селезенке.

43. Тромбоциты содержат около 13 факторов свертывания, наиболее представительны: тромбоцитарный акцелератор–глобулин, тромбоцитарный фибриноген, тромбоцитарный тромбопластин, фибронектин, АТФ, АДФ, ГТФ, ГДФ, и VII факторы свертывания, тромбостенин, альфа₂-антиплазмин, антигепарин, фактор Виллебранда, серотонин, катехоламины и др.

44. Функции тромбоцитов:

- участие в остановке кровотечения,
- участие в свертывании крови,
- транспортная,
- ангиотрофическая
- фагоцитоз.

Гемостаз – остановка кровотечения.

1. **Первичный** (сосудисто-тромбоцитарный) гемостаз, наблюдается в мелких сосудах, обуславливается сужением сосудов, адгезией и агрегацией тромбоцитов. В норме длительность кровотечения из мелких сосудов составляет 1-3 мин.

2. При разрушении тромбоцитов образуется масса обломков мембран – тромбоцитарный фактор 3, который запускает цепь активации факторов свертывания вторичного гемостаза.
3. Образуется **тромбоксан**, который способствует **необратимой агрегации** тромбоцитов. Эффект усиливают ионы Ca^{2+} и АДФ.
4. Лавинообразное вовлечение тромбоцитов в процесс закупорки просвета сосуда приводит к возникновению **тромбоцитарного сгустка**, состоящего из тромбоцитарного тромбопластина и небольшого количества **тромбина**.
5. Во вторичном (коагуляционном) гемостазе участвуют **плазменные факторы** свертывания: фибриноген - **I**; протромбин - **II**; тканевой тромбопластин - **III**; ионы Ca^{++} - **IV**; проакцелерин - **V**; проконвертин – **VII**; антигемофильный глобулин А - **VIII**; фактор Кристмаса – **IX**; фактор Стюарта-Прауэра – **X**; плазменный предшественник тромбопластина **XI**; фактор Хагемана **XII**; фибрин-стабилизирующий фактор – **XIII**; дополнительные факторы – прекалликреин или фактор Флетчера и фактор Фитцджеральда.
6. Факторы свертывания крови представляют собой протеолитические ферменты, которые в крови находятся в неактивной форме и в случае необходимости начинают активировать друг друга. Образуются они, в основном, в печени и в присутствии витамина К.
7. Коагуляционный гемостаз в начальной фазе может происходить по **внутреннему** (с участием плазменных и тромбоцитарных факторов), и по **внешнему** (с участием тканевых факторов) механизму активации. Продукты коагуляционного гемостаза: 1) **кровяная и тканевая протромбиназы**, 2) **тромбин** 3) **нерастворимый фибрин**. В результате образуется сгусток, состоящий из фибриновых нитей, эритроцитов, тромбоцитов. Среднее время свертывания -5-7 мин.
8. **Ретракция** - сжатие сгустка из фибриновых нитей, которое происходит под действием **тромбостенина**.
9. **Фибринолиз** – это процесс разрушения фибринового сгустка, и, таким образом, реканализации сосуда, который идет под действием **плазмина**, образующегося из **плазминогена** (при участии активаторов внешнего и внутреннего пути).
10. В крови вместе с системой свертывания существует **противосвертывающая система**, представленная первичными антикоагулянтами: **гепарином**, **антитромбином III**, **протеином С**, **альфа2-макроглобулином** и вторичными антикоагулянтами (образуются в процессе свертывания и фибринолиза): **антитромбином IV**, **фибринопептидами А и В**. Препятствуют свертыванию: гладкая поверхность эндотелия сосудов (предохраняет активацию XII фактора),

стенки сосудов покрыты слоем растворимого фибрина, который адсорбирует тромбин, высокая скорость течения крови.

11. Регуляция свертывания крови:

- **Гиперкоагулемия** – ускорение свертывания крови, наблюдается при активации симпатической системы (действие адреналина, норадреналина), тромбоцитозе (увеличении количества тромбоцитов).
- **Гипокоагулемия** – замедление свертывания крови, наблюдается при недостатке витамина К, при тромбоцитопении (снижении содержания тромбоцитов). Полное отсутствие свертывания крови – **гемофилии типа А и В** (при недостатке антигемофильных глобулинов А и В).

Вопросы для самоконтроля

1. Кровь имеет следующие функции:

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| а. транспортную | в. гуморальную |
| б. защитную | г. все утверждения верны |

2. Эритропоэз стимулируют

- а. андрогены
- б. гипоксия
- в. эстрогены
- г. глюкокортикоиды

3. Гемолиз эритроцитов происходит:

- а. в гипотоническом растворе NaCl
- б. в гипертоническом растворе NaCl
- в. в изотоническом растворе NaCl
- г. все утверждения верны

4. В клеточном врожденном иммунитете участвуют:

- а. нейтрофилы, Т-лимфоциты
- б. эозинофилы, нейтрофилы
- в. базофилы, В-лимфоциты
- г. моноциты, лимфоциты

5. В сосудисто-тромбоцитарном гемостазе участвуют:

- а. эритроциты и плазменные факторы крови
- б. тромбоциты
- в. лейкоциты и плазменные факторы крови
- г. плазменные факторы и тромбоциты

6. Кровь человека IV группы можно перелить:

- а. человеку с II и III группой крови
- б. человеку с I группой крови
- в. человеку с IV группой
- г. человеку с I, II, III, IV группой

7. Основными этапами фагоцитоза являются:

- а. хемотаксис, адгезия
- б. захват, образование фагосомы
- в. переваривание
- г. все утверждения верны

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Кровь, как важнейшая часть внутренней среды организма. Роль системы крови в поддержании гомеостаза. Функции крови. Составные части, объем крови в организме. Гематокритное число. Связь гематокрита и вязкости крови. Физико-химические характеристики крови, буферные системы крови.

2. Состав плазмы крови. Значение электролитов плазмы. Понятие об осмотическом давлении. Изотоничность среды как одно из важнейших условий поддержания жизнедеятельности тканей. Гипо-, изо-, гипертонические растворы. Белки плазмы крови. Функции основных белковых фракций. Роль онкотического давления в распределении воды между плазмой и межклеточной жидкостью. Кровезаменители.

3. Строение и физико-химические свойства эритроцитов (диаметр, форма, пластичность, проницаемость мембраны). Функции эритроцитов, их количество. Эритроцитоз, эритропения. Осмотическая резистентность эритроцитов. Виды гемолиза. Скорость оседания эритроцитов.

4. Гемоглобин. Функции гемоглобина, строение и количество в крови. Цветовой показатель. Типы гемоглобинов. Физиологические и нефизиологические соединения гемоглобина. Образование, разрушение гемоглобина. Выведение из организма продуктов его обмена.

5. Строение, виды лейкоцитов, их количество. Лейкоцитарная формула. Функции различных видов лейкоцитов. Лейкоцитоз, лейкопения. Явление фагоцитоза. Лимфоциты, их виды. Роль в клеточном и гуморальном иммунитете. Иммуноглобулины, их функции.
6. Неспецифический (врожденный) иммунитет. Характеристика клеточной и гуморальной систем. Специфический (приобретенный) иммунитет. Механизмы клеточного и гуморального иммунитета.
7. Тромбоциты, их физиологическое значение. Тромбоцитарные факторы гемостаза. Остановка кровотечения в мелких сосудах. Первичный (сосудисто-тромбоцитарный) гемостаз, его характеристика.
8. Вторичный гемостаз, гемокоагуляция. Плазменные факторы свертывания крови. Фазы гемокоагуляции. Внешний и внутренний пути активации процесса свертывания крови.
9. Ретракция кровяного сгустка. Фибринолиз, его фазы. Взаимосвязь коагуляционной и антикоагуляционной систем крови. Естественные антикоагулянты. Регуляция свертывания крови. Гипер- и гипокоагулемия.
10. Группы крови. Система АВО, система резус (Rh-hr). Агглютинины и агглютиногены. Агглютинация эритроцитов, ее причины и последствия для организма. Правила переливания крови. Механизм резус-конфликтов. Наследование групп крови.
11. Образование, продолжительность жизни и разрушение форменных элементов крови, Эритропоэз, лейкопоэз, тромбоцитопоэз. Внешний и внутренний факторы кроветворения. Нервные и гуморальные механизмы регуляции кроветворения.

ДЫХАНИЕ

Дыхание – совокупность процессов, обеспечивающих поступление O_2 в организм, доставку, использование его в тканях, и выведение конечного продукта дыхания – CO_2 в окружающую среду.

1. **Внешнее дыхание** включает:

- легочную вентиляцию,
- газообмен в легких,
- транспорт газов кровью,
- газообмен между кровью и тканями,

2. **Внутреннее дыхание** представлено тканевым дыханием.

3. Система дыхания принимает участие: в обеспечении организма энергией, высвобождающейся при окислении органических соединений; в регуляции кислотно-щелочного равновесия; сосудистого тонуса; эритропоэза; терморегуляции; иммунных реакциях; процессах выделения; регуляции гемостаза; продукции биологически активных веществ; депонировании крови; очищении воздуха и дыхательных путей.

4. **Дыхательные пути** представлены: полостью рта, носоглоткой, гортанью, трахеей, бронхами, бронхиолами до 16 генераций, которые не имеют альвеол (проводящая зона), бронхиолами от 17 до 19 генераций (переходная зона), бронхиолами от 20 до 23 генераций, которые имеют альвеолы, (респираторная зона) отдела легких.

5. В основе процесса дыхания лежит движение газов посредством процессов **конвекции и диффузии**.

6. **Вентиляция легких** обеспечивается дыхательным циклом: чередованием вдоха и выдоха.

7. **Вдох** происходит путем расширения грудной клетки (сокращаются инспираторные мышцы) → увеличения объема легких → увеличения отрицательного давления в плевральной полости → поступления воздуха в легкие из-за разности между внутрилегочным давлением и давлением атмосферного воздуха.

8. Инспираторные мышцы: **диафрагма, наружные межреберные, внутренние межхрящевые мышцы**, которые изменяют состояние грудной клетки в вертикальном, фронтальном и сагиттальном направлениях.

9. В **форсированном вдохе** дополнительно участвуют: грудино-ключично-сосцевидные, передние зубчатые, лестничные, трапециевидные мышцы.

10. Вдох - активный процесс, т.к. возбуждение от сегментов шейного отдела спинного мозга поступает к дыхательным мышцам и вызывает их сокращение.
11. **Выдох** происходит в результате уменьшения объема грудной клетки (расслабляются инспираторные мышцы, сокращаются прямые мышцы живота и внутренние межреберные мышцы) → уменьшения объема легких (обеспечивается эластической тягой легких) → снижения отрицательного давления в плевральной полости → изгнания воздуха из легких за счет разности между внутрилегочным давлением и давлением атмосферного воздуха.
12. Выдох в покое – пассивный процесс, осуществляемый за счет эластической тяги легких, **форсированный выдох** – активный процесс из-за сокращения дополнительных экспираторных мышц.
13. **Плевральная полость** – щель между висцеральным и париетальным листками плевры, не сообщается с внешней средой, поэтому там существует **отрицательное давление** по отношению к атмосферному. Отрицательное давление создается благодаря:
- эластической тяги легких, в результате чего легкие стремятся спастись,
 - способности эпителиальных клеток плевры поглощать попавший в нее воздух.
14. На легкие атмосферный воздух действует только со стороны воздухоносных путей, поэтому **отрицательное давление**, существующее в плевральной полости, позволяет легким растягиваться.
15. Легкие имеют эластические свойства и обладают силой, которая стремится вызвать их спадение (эластическая тяга легких), обусловленная эластичными и коллагеновыми волокнами, поверхностным натяжением пленки жидкости (сурфактанта), покрывающей внутреннюю стенку альвеол, тонусом бронхиальных мышц.
16. **Сурфактант** - сложная смесь из фосфолипидов, белков и ионов, вырабатывается альвеолоцитами II типа, снижает поверхностное натяжение водной пленки альвеол, предотвращает перерастяжение легких, стабилизирует размеры альвеол, облегчает диффузию O_2 из альвеол в кровь.
17. **Объемы вентиляции легких** зависят от частоты дыхания и глубины вдоха и выдоха. Существуют легочные объемы и емкости, которые характеризуют функциональные и количественные показатели работы легких: **Частота дыхания; Дыхательный объем; Резервные объемы вдоха и выдоха; Жизненная емкость легких; Остаточная емкость легких; Функциональная остаточная емкость; Общая емкость легких; Минутный объем дыхания.**

18. **Анатомическое мертвое пространство** - пространство воздухоносных путей, где воздух нагревается, увлажняется, очищается и, впоследствии, достигает альвеол.
19. **Альвеолярное мертвое пространство** – пространство вентилируемых, но не перфузируемых альвеол, в пределах его не происходит газообмена между альвеолярным воздухом и кровью.

Газообмен между альвеолами и кровью.

20. **Обмен газов** между легкими и кровью осуществляется при помощи **диффузии**: CO_2 выделяется из крови в альвеолы, O_2 поступает из альвеол в венозную кровь, при этом венозная кровь становится насыщенной O_2 .
21. Движущей силой, обеспечивающей диффузию газов, является разность **парциальных давлений** P_{O_2} и P_{CO_2} между альвеолярным воздухом и напряжением этих газов в артериальной и венозной крови.
22. Диффузия газов происходит через многослойную альвеолярно-капиллярную мембрану - **аэрогематический барьер**.
23. **Скорость диффузии** зависит также от свойств самого газа, разности парциальных давлений, площади диффузионной поверхности, диффузионное расстояние.
24. **Транспорт O_2 кровью.** В основном O_2 переносится кровью в виде **оксигемоглобина $\text{Hb}(\text{O}_2)_4$** и незначительно – в физически растворенном виде.
25. **Диссоциация** оксигемоглобина происходит в тканевых капиллярах, где гемоглобин отдает O_2 тканям и присоединяет CO_2 .
26. Диссоциация оксигемоглобина ускоряется при увеличении напряжения CO_2 в крови, повышении температуры тела, уменьшении pH крови, увеличении в эритроцитах 2,3- дифосфоглицерата.
27. **Транспорт CO_2 кровью.** Углекислый газ переносится:
- в виде карбогемоглобина (**HHbCO_2**),
 - в виде кислых солей угольной кислоты (**KHCO_3 , NaHCO_3**),
 - в физически растворенном виде.

Регуляция дыхания.

28. Дыхательный цикл запускается активностью нейронов **дыхательного центра**. В продолговатом мозге находится главный дыхательный центр,

который состоит из **инспираторных и экспираторных** нейронов. Инспираторные возбуждаются в фазу вдоха, а экспираторные - в фазу выдоха.

29. В **варолиевом мосту** расположена группа нейронов - **пневмотаксический центр**, который регулирует активность нейронов дыхательного центра.
30. **Ретикулярная формация** ствола мозга, управляющая генерацией дыхательного ритма и деятельностью дыхательных мышц, взаимосвязана с нейронами варолиева моста, продолговатого мозга и рефлексогенными зонами.
31. Между инспираторными и экспираторными нейронами существуют **реципрокные взаимоотношения**.
32. **Автоматия** дыхательного центра выражается в способности обеспечить смену вдоха и выдоха за счет своих внутренних механизмов при постоянной импульсации с хеморецепторов. Автоматия дыхательного центра находится под произвольным контролем коры больших полушарий.
33. **Уровни регуляции дыхания:** Кора больших полушарий → Лимбическая система → Гипоталамус → Варолиев мост (пневмотаксический центр) → Продолговатый мозг (дыхательный центр) → Спинной мозг (альфа-мотонейроны дыхательных мышц) → Инспираторные мышцы.

Рефлекторная регуляция дыхания.

34. Влияния с **хеморецепторов** на дыхательный центр. Хеморецепторы активируются гуморальными факторами: уменьшение PO_2 (гипоксемия), увеличение PCO_2 (гиперкапния), и повышение pH крови. Главным гуморальным стимулятором дыхательного центра является избыток CO_2 в крови.
- **Центральные хеморецепторы** (бульбарная зона дыхательного центра) отличаются высокой чувствительностью к снижению pH крови (ацидоз) и увеличению PCO_2 . Гипоксемия, гиперкапния и ацидоз стимулируют легочную вентиляцию.
 - **Периферические хеморецепторы** (дуга аорты, каротидный синус) имеют высокую чувствительность к снижению PO_2 меньшую - к повышению PCO_2 в крови.
35. **Механорецепторы** легких, связанные афферентными импульсами с деятельностью блуждающих нервов, регулируют частоту и глубину дыхания. **Рецепторы растяжения легких** (медленно адаптирующиеся) расположены в ГМК трахеи, бронхов и бронхиол, обеспечивают обратную связь между легкими и дыхательным центром. Возбуждаются при растяжении стенок воздухоносных путей, влияют на длительность вдоха и выдоха. Участвуют в реализации рефлекса Геринга-Брейера.

36. **Проприорецепторы** дыхательных мышц - интрафузальные мышечные волокна межреберных мышц и мышц брюшной стенки. Импульсация от рецепторов стимулируют сокращения мышц при затруднении вдоха или выдоха.
37. **Ирритантные рецепторы** – расположены в трахее и бронхах, возбуждаются при действии на слизистую оболочку механических и химических раздражителей, также при резких изменениях объема легких (коллапс). Отвечают за учащение дыхания, кашлевой рефлекс и сокращение бронхов.
38. **J- (юктакапиллярные) рецепторы** – рецепторы интерстиция альвеол, расположены вблизи капилляров, возбуждаются при действии сильных раздражителей и различных патологических процессах (отеке легких, увеличении давления крови в малом круге кровообращения), действии никотина, гистамина. Наблюдается частое поверхностное дыхание, сокращение бронхов, одышка.
39. **Рецепторы воздухоносных путей** – ответственные за защитные рефлексы, расположены в гортани, трахее, возбуждение их сопровождается кашлем, чиханием, сужением бронхов, препятствующих попаданию инородных тел в дыхательные пути. При действии воды на рецепторы, расположенные в области нижних носовых ходов может произойти рефлекторная остановка дыхания (рефлекс ныряльщика).
40. Просвет дыхательных путей регулируется нервными и гуморальными механизмами: парасимпатические нервы - сужают, а симпатические нервы – расширяют просвет бронхов; гистамин – действуя через H_1 -рецепторы вызывает сужение бронхов, адреналин через β_2 -рецепторы расширяет, глюкокортикоиды, простагландины – расширяют просвет бронхов.
41. **Высшие отделы ЦНС** (гипоталамус, лимбическая система, кора головного мозга) оказывают влияние на дыхательный цикл: при физической работе, эмоциях, стрессах, частота, глубина и периодичность дыхания изменяются.

Вопросы для самоконтроля

1. Пневмоторакс - это:

- а. - спадение легких при возрастании отрицательного давления в плевральной полости
- б. - состояние при сокращении инспираторных мышц
- в. - состояние при сокращении экспираторных мышц
- г. - спадение легких при повышении давления в плевральной полости до атмосферного
- д. – все утверждения верны

2. Дыхательный центр локализован в ЦНС:

- а. в среднем мозге
- б. продолговатом мозге
- в. подкорковых ядрах
- г. промежуточном мозге

3. Как называется объем воздуха, имеющийся в легких после максимального выдоха?

- а. резервный
- б. минимальный
- в. остаточный
- г. дыхательный

4. Диффузия газов наблюдается:

- а. в трахее
- б. бронхах
- в. плевральной полости
- г. альвеолах

5. Сродство гемоглобина к кислороду увеличивается:

- а. повышении концентрации H^+ ионов в крови
- б. снижении напряжения кислорода в крови
- в. увеличении напряжения углекислого газа в крови
- г. повышении напряжения кислорода в крови

6. Сокращение бронхиальных мышц происходит под влиянием:

- а. адреналина
- б. тироксина
- в. простагландинов
- г. ацетилхолина

7. Раздражение рецепторов растяжения легких вызывает:

- а. рефлекс Геринга-Брейера
- б. эффект Бора
- в. «рефлекс ныряльщика»
- г. все утверждения верны

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Значение дыхания для организма. Основные этапы процесса дыхания. Характеристика воздухоносных путей, их функции. Дыхательный цикл.
2. Внешнее дыхание Биомеханика актов вдоха и выдоха. Значение инспираторных, экспираторных мышц. Форсированное дыхание. Типы дыхания.
3. Межплевральное пространство, его значение. Отрицательное давление в плевральной полости, причины возникновения. Изменения его при вдохе и выдохе. Пневмоторакс. Эластические свойства легких, грудной клетки, брюшной стенки. Роль сурфактанта и тканевых факторов.
4. Легочная и альвеолярная вентиляция. Анатомическое и альвеолярное мертвое пространство. Легочные объемы и емкости: дыхательный, резервный объем вдоха и выдоха, жизненная емкость легких. Остаточный объем. Частота дыхания, минутный объем дыхания в покое и при нагрузке. Методы определения.
5. Газообмен в легких Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Способы определения. Относительное постоянство состава альвеолярного воздуха. Парциальное давление кислорода и углекислого газа во вдыхаемом, выдыхаемом, альвеолярном воздухе. Свойства легочной мембраны. Диффузионная способность легких.
6. Транспорт кислорода кровью. Кривая диссоциации оксигемоглобина, факторы, влияющие на процесс диссоциации. Напряжение кислорода в покое и нагрузке в артериальной и венозной крови. Оксигемометрия.
7. Транспорт углекислого газа кровью. Транспорт углекислого газа в растворенном виде Значение карбоангидразы. Образование и диссоциация бикарбонатов и карбогемоглобина в крови. Напряжение углекислого газа в артериальной и венозной крови Эффект Холдейна.
8. Газообмен между кровью и тканями. Напряжение кислорода и углекислого газа в тканевой жидкости и клетках. Факторы, способствующие диффузии газов в тканях. Роль миоглобина.
9. Дыхательный центр, его расположение. Инспираторные и экспираторные нейроны. Роль хеморецепторов и рецепторов растяжения легких в поддержании дыхательного ритма. Значение варолиева моста как регулятора длительности актов вдоха и выдоха.
10. Регуляция дыхания. Роль периферических рецепторов легких (растяжения, ирритантных, юстакапиллярных) в саморегуляции дыхания. Рефлекс Геринга-Брейера. Роль периферических и центральных хеморецепторов в регуляции

дыхания. Влияние на дыхание гипоксемии и гиперкапнии. Роль блуждающих нервов.

11. Значение гипоталамуса, лимбической системы, коры больших полушарий в регуляции дыхания. Условно-рефлекторная и произвольная регуляция дыхания.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Превращение пищи в низкомолекулярные вещества, которые всасываются в кровь и транспортируются в другие органы и ткани – это основная функция желудочно-кишечного тракта.

1. Основная функция ЖКТ реализуется благодаря процессам переваривания, всасывания, моторики и секреции пищеварительных соков. **Переваривание** – процесс химической и механической обработки пищи. **Всасывание** – процесс переноса продуктов гидролиза пищевых веществ, воды, солей и витаминов из просвета пищеварительного тракта в кровь и в лимфу. **Моторика** – координированные сокращения гладких мышц ЖКТ, которые обеспечивают измельчение, перемешивание пищи с пищеварительными соками и продвижение продуктов переваривания в дистальном направлении. **Секреция** – процесс синтеза пищеварительных соков и их выделение в просвет ЖКТ.
2. **Защитная, метаболическая, эндокринная и экскреторная функции** ЖКТ относятся к непитцеварительным функциям ЖКТ.
3. Пища, попадая в желудочно-кишечный тракт, проходит через рот, глотку, пищевод, желудок, тонкую кишку, толстую кишку и анальное отверстие.
4. Стенка ЖКТ состоит из четырех слоев: слизистая, подслизистая, мышечная и серозная оболочка. **Слизистая оболочка** состоит из слоя эпителиальных клеток, собственного слоя (содержит клетки соединительной ткани, лимфоциты, плазматические клетки, фибробласты, тучные клетки) и мышечного слоя. Ворсинки и микроворсинки увеличивают площадь соприкосновения внутренней поверхности с пищей и химусом. **Подслизистая** состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани, содержит кровеносные и лимфатические сосуды и **подслизистое (Мейснеровское) нервное сплетение**. **Мышечная оболочка** состоит из циркулярного и продольного слоев гладкомышечных клеток, между которыми находится **ауэрбаховское нервное сплетение**. **Серозная оболочка** состоит из соединительной ткани и мезотелия, которые участвуют в процессах всасывания и облегчают скольжение органов ЖКТ друг относительно друга.

Моторика

1. Мышечную стенку ЖКТ образуют три слоя гладких мышц: **мышечная пластинка** слизистой оболочки, слой **циркулярных** мышц и слой **продольных** мышц (в желудке имеется дополнительный слой косо-расположенных мышц). Гладкомышечные клетки ЖКТ связаны между собой с помощью **нексусов**.
2. Для некоторых гладких мышц характерны **тонические** сокращения, для других – **фазные** сокращения. В гладкомышечных клетках кишки спонтанно возникают **медленные волны деполяризации** и, когда деполяризация достигает критического уровня, генерируются **потенциалы действия**, что приводит к сокращению. Деполяризация мембраны обусловлена входом **ионов Ca^{++}** в клетку.
3. **Перистальтика** перемещает химус в анальном направлении и является результатом прохождения волны сокращения, которой предшествует волна расслабления (в толстой кишке возможно движение химуса в обратном

направлении). **Непропульсивная перистальтика**, распространяющаяся на небольшие расстояния, способствует перемешиванию химуса с пищеварительными соками.

4. **Ритмическая сегментация** означает чередующееся с расслаблением сокращение циркулярных мышц поочередно сначала в одном, а затем в другом участке кишки и служит для перемешивания химуса с пищеварительными соками.
5. **Тоническое сокращение** функционально разделяет отделы пищеварительного тракта (сфинктеры ЖКТ), благодаря чему химус продвигается только в анальном направлении.

Секреция

1. Клетки ЖКТ секретируют **пищеварительные соки**, которые растворяют пищу и делают ее доступной для действия пищеварительных ферментов, а продукты гидролиза – для всасывания.
2. **Слизь** защищает внутреннюю поверхность стенок ЖКТ от механического и химического повреждения
3. **Слюна** образуется в трех парах больших слюнных желез (**околоушные, подчелюстные и подъязычные**) и в мелких железах слизистой щек, неба и глотки.
4. Клетки **ацинусов** слюнных желез секретируют **изотоничную** плазму слюны, которая, проходя по выводящим протокам, становится **гипотоничной** за счет реабсорбции ионов Na^+ и Cl^- (при этом эпителиальные клетки протоков мало проницаемы для воды). В просвет протока активно секретируются ионы K^+ и HCO_3^- , за счет которых слюна приобретает слабо щелочную реакцию. Кроме воды и неорганических ионов слюна содержит **муцин, лизоцим, пероксидазу, пищеварительные ферменты α -амилазу и липазу, факторы роста и иммуноглобулины**.
5. Слюна увлажняет ротовую полость, способствуя артикуляции, очищению полости рта, процессу пережевывания и проглатывания пищи; растворяет питательные вещества, обеспечивая чувство вкуса и начальное переваривание под действием ферментов слюны; обеспечивает неспецифическую и специфическую антибактериальную и противовирусную защиту, поддерживает физиологическое состояние зубов и пародонта.
6. Желудок имеет **кардиальный отдел, дно, тело, пилорический отдел**. С функциональной точки зрения желудок делят на **проксимальный отдел** (функция - резервуар пищи), включающий дно и проксимальную часть тела желудка и **дистальный отдел** (функция – перемешивание и переработка пищи), включающий тело желудка и привратник.
7. В слизистой желудка имеются: обкладочные клетки - секретируют **соляную кислоту** и **внутренний фактор**; главные клетки – **пепсиногены**; добавочные клетки - **слизь**; G- клетки - **гастрин** и D-клетки – **соматостатин**.
8. HCl создает кислую среду, в которой белки денатурируют и пепсиногены превращаются в **пепсины**, переваривающие белки.

9. Слизь вместе с бикарбонатами образует **мукозо-бикарбонатный барьер**, предохраняющий слизистую от повреждения.
10. Внутренний фактор необходим для всасывания **витамина В₁₂** в кишечнике.
11. В поджелудочной железе секретируются **электролиты** (наиболее важным является бикарбонат) и **ферменты**: *протеолитические* – эндопептидазы (трипсин, химотрипсин и эластаза) и экзопептидазы (карбоксипептидазы и аминопептидазы); *амилолитические* (α -амилаза); *липолитические* (липаза, фосфолипаза А, холестеролаза); *нуклеолитические* (рибонуклеаза).
12. В слизистой двенадцатиперстной кишки высвобождается фермент **энтерокиназа**, который катализирует превращение зимогена трипсиногена в **трипсин**, активирующий, в свою очередь, другие протеазы.
13. **Желчь** секретируется гепатоцитами и содержит желчные кислоты и соли желчных кислот, билирубин, холестерин, лецитин, слизь и минеральные соли.
14. Желчные кислоты необходимы для **эмульгирования и всасывания жиров**, с желчью из организма выводятся конечные **продукты обмена, лекарственные препараты и токсины**, выделение с желчью холестерина играет важную роль в регуляции его **баланса**, желчь стимулирует моторику кишечника.
15. Желчь накапливается и концентрируется в **желчном пузыре**. В сутки гепатоцитами синтезируется около 600 мл **печеночной желчи** (рН 8,2). Емкость желчного пузыря составляет 50-60 мл. Желчь концентрируется за счет **активного транспорта** ионов Na^+ , вслед за ними реабсорбируется вода, ионы Cl^- , HCO_3^- . Реабсорбция HCO_3^- приводит к снижению рН **пузырной желчи** до 6,5. В двенадцатиперстной кишке желчные кислоты и их соли находятся в составе **смешанных мицелл**.
16. Желчные кислоты 6-10 раз в сутки циркулируют через кишечник и печень – **кишечно-печеночная циркуляция**.
17. В тонком кишечнике химус перемешивается с желчью, соком поджелудочной железы и кишечным соком. Здесь осуществляются процессы **переваривания и всасывания** питательных веществ, секретируются **гормоны ЖКТ** и реализуются механизмы **иммунологической защиты**.
18. Тонкий кишечник включает: **двенадцатиперстную кишку, тощую кишку и подздошную кишку**. В просвет кишки секретируется слизь, слущиваются энтероциты (содержащие ферменты и транспортные белки, необходимые для переваривания и всасывания). Вода и электролиты пассивно следуют по осмотическому и электрохимическому градиентам.
19. В толстом кишечнике происходит **реабсорбция воды**, дальнейшее расщепление химуса под действием **бактерий**, формирование **каловых масс** и продвижение их в анальном направлении.

Фазы секреции

1. В **цефалическую** фазу вид, запах и вкус пищи активируют центры в головном мозге и, посредством активации блуждающего нерва, рефлекторно стимулируют секрецию слюны и желудочного сока. При жевании пища измельчается, увлажняется с помощью слюны, углеводы

расщепляются с помощью α -амилазы и формируется **пищевой комок**. **Глотание** – это сложный рефлекторный акт, который регулируется нервным центром, расположенным в стволе мозга.

2. В **желудочную** фазу растяжение желудка и химическое действие пищи стимулирует секрецию желудочного сока, активируя блуждающий нерв (*местный интрамуральный рефлекс* – высвобождается *ацетилхолин*) и стимулирует высвобождение гормонов и паракринных веществ (*гастрин, гистамин*).
3. В **кишечную** фазу кислое содержимое желудка, холецистокинин и секретин замедляют опорожнение желудка. Бикарбонаты сока поджелудочной железы нейтрализуют кислый **химус**.

Регуляция функций ЖКТ

1. Функции ЖКТ регулируются автономной нервной системой: **парасимпатическая** иннервация оказывает возбуждающее действие, в то время как **симпатическая** – ингибирующее (за исключением сфинктеров ЖКТ).
2. **Местные** или **короткие** рефлекторные дуги реализуются на уровне **энтеральной** нервной системы. Для реализации **длинных** рефлекторных дуг необходимо участие ЦНС.
3. На моторную и секреторную деятельность ЖКТ влияют **гастроинтестинальные пептиды** (*гастрин, холецистокинин, секретин, вазоактивный интестинальный пептид, гастроинтестинальный пептид, глюкагон*) и биологически активные пептиды, оказывающие местное **паракринное** действие (*соматостатин, гистамин*).

Переваривание и всасывание

1. Тощая кишка, подвздошная и верхний отдел толстой кишки являются главными отделами, в которых происходят процессы всасывания, причем площадь поверхности тощей и подвздошной кишки значительно возрастает за счет **складок, ворсинок и микроворсинок**.
2. Процесс **переваривания** включает в себя механическое и ферментативное расщепление пищи. Продукты переваривания всасываются в наибольшей степени в тонком кишечнике. В толстом кишечнике всасываются в основном вода и ионы.
3. **Углеводы** расщепляются до моносахаридов под влиянием **амилазы** слюны и панкреатического сока (полостное пищеварение); дисахариды гидролизуются ферментами, локализованными на мембране щеточной каемки.
4. Глюкоза и галактоза абсорбируются с участием **Na-зависимого котранспорта**, фруктоза абсорбируется механизмом **облегченной диффузии**.
5. **Белки** расщепляются до аминокислот, дипептидов и олигопептидов с участием **эндопептидаз** (трипсин, химотрипсин, эластаза) и **экзопептидаз** (карбоксипептидазы А и В). Аминокислоты, дипептиды и трипептиды абсорбируются механизмом **Na⁺- или H⁺-зависимого котранспорта**.

6. **Жиры** гидролизуются до *моноглицеридов, жирных кислот, холестерина и лизолетина* с помощью ферментов поджелудочной железы (липаза, фосфолипаза). Продукты гидролиза жиров встраиваются в состав смешанной мицеллы. Липидные компоненты мицеллы диффундируют в энтероцит, где в эндоплазматическом ретикулуме из моноглицеридов и жирных кислот вновь синтезируются **триглицериды**. Триглицериды, вместе с фосфолипидами, холестерином и гликопротеинами образуют **хиломикроны**, которые выходят в лимфатические сосуды, а затем по центральному лимфатическому и грудному протокам поступают в кровь.

Вопросы для самоконтроля

1. Переваривание в наибольшей степени осуществляется:
 - а. в ротовой полости;
 - б. в желудке;
 - в. в тонком кишечнике;
 - г. в толстом кишечнике.
2. Относительно секреции HCl в желудке верно все, кроме?
 - а. HCl секретируется обкладочными клетками;
 - б. HCl гидролизует пептидные связи;
 - в. HCl необходима для превращения пепсиногена в пепсин;
 - г. HCl необходима для максимальной активности пепсина.
3. Секреция HCl слизистой желудка ингибируется:
 - а. рефлексно, при воздействии химуса на слизистую 12-перстной кишки;
 - б. секрецией энтерогастрона в 12-перстной кишке;
 - в. понижением pH в просвете желудка;
 - г. всеми выше перечисленными факторами.
4. В первую очередь продукты всасывания получает:
 - а. печень;
 - б. поджелудочная железа;
 - в. сердце;
 - г. головной мозг.
5. Для какого отдела ЖКТ всасывание солей и воды является главной функцией?
 - а. пищевод;
 - б. желудок;
 - в. 12-перстная кишка
 - г. тощая кишка;
 - д. толстая кишка.
6. Какое из утверждений относительно внутреннего фактора *верно*?
 - а. секретируется в желудке;
 - б. это полипептид;
 - в. необходим для всасывания витамина B₁₂ в тонком кишечнике;
 - г. предотвращает развитие пернициозной анемии;

- д. все перечисленное верно.
7. Какое из утверждений относительно трипсина *верно*?
- а. активная форма трипсина секретируется в ацинусах поджелудочной железы;
 - б. трипсиноген активируется пепсином, в результате образуется активная форма – трипсин;
 - в. трипсиноген превращается в трипсин под действием фермента щеточной каемки энтерокиназы.
 - г. трипсин синтезируется в островках Лангерганса.
8. Холецистокинин – это гормон, который стимулирует
- а. образование желчи;
 - б. секрецию ферментов поджелудочной железы;
 - в. сокращение желчного пузыря;
 - г. все правильно, кроме а.;
 - д. все правильно, кроме б.
9. Относительно переваривания углеводов все перечисленное верно, кроме:
- а. начинается в ротовой полости;
 - б. осуществляется в желудке;
 - в. происходит под действием панкреатической амилазы;
 - г. окончательно перевариваются под действием ферментов щеточной каемки.
10. Относительно переваривания и всасывания жиров все перечисленное верно, кроме:
- а. эмульгирование повышает скорость расщепления жиров;
 - б. триглицериды гидролизуются под действием панкреатической липазы;
 - в. триглицериды ресинтезируются в энтероцитах из моноглицеридов и жирных кислот;
 - г. триглицериды, в составе хиломикронов, абсорбируются в кровь.
11. Какое из утверждений характеризует сокращения гладких мышц ЖКТ?
- а. автоматия;
 - б. усиливаются при стимуляции парасимпатических нервов;
 - в. приводят к ритмической сегментации;
 - г. все перечисленное верно.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные функции пищеварительного аппарата. Виды пищеварения. Пищевой центр, его организация. Физиология аппетита, голода и насыщения.
2. Пищеварение в ротовой полости. Методы исследования. Типы слюнных желез. Состав слюны. Регуляция количества и состава слюны.
3. Пищеварение в желудке. Методы исследования. Железы желудка. Количество и состав желудочного сока. Ферменты желудочного сока. Роль соляной кислоты. Желудочная слизь и ее значение. Особенности желудочной секреции на разные виды пищи.
4. Фазы желудочной секреции, их характеристика. Гуморальная регуляция желудочной секреции (ацетилхолин, гистамин, гастрин, секретин). Влияние продуктов переваривания пищи и экстрактивных веществ.
5. Пищеварение в 12-перстной кишке. Панкреатический сок, его количество и состав. Ферменты панкреатического сока и их роль в переваривании белков, жиров и углеводов. Активация ферментов панкреатического сока, роль энтерокиназы. Регуляция панкреатической секреции. Влияние блуждающих нервов. Роль гормонов пищеварительного тракта.
6. Физиология печени. Основные функции печени. Образование желчи, ее количество и состав. Регуляция желчеобразования.
7. Роль желчи в системе пищеварения. Желчевыделение, его механизмы. Регуляция желчевыделения.
8. Пищеварение в тонком кишечнике. Методы исследования. Состав кишечного сока. Регуляция кишечной секреции.
9. Функции толстого кишечника. Образование каловых масс. Значение микрофлоры.
10. Переваривание белков в различных отделах желудочно-кишечного тракта. Механизмы всасывания белков: пассивный и активный транспорт. Система переноса аминокислот.
11. Переваривание углеводов в различных отделах желудочно-кишечного тракта. Механизмы всасывания углеводов. Нервная и гуморальная регуляция.
12. Переваривание и всасывание жиров. Механизмы всасывания. Значение желчных кислот. Превращение жиров в энтероцитах. Регуляция процессов всасывания.
13. Всасывание витаминов, воды, минеральных солей и микроэлементов в желудочно-кишечном тракте. Механизмы всасывания и их регуляция.

14. Процесс жевания, формирование пищевого комка, глотание пищи. Глотательный рефлекс и его фазы. Центры жевания и глотания. Передвижение пищи по пищеводу.
15. Моторика желудка. Виды перистальтических движений и их значение для перемешивания и продвижения пищи. Влияние блуждающих нервов, интрамуральных ганглиев и гормонов пищеварительного тракта.
16. Переход химуса из желудка в 12-перстную кишку. Энтерогастральный рефлекс. Значение соляной кислоты и секретина. Факторы, ускоряющие и замедляющие эвакуацию содержимого желудка.
17. Моторика тонкого кишечника. Виды его двигательной активности. Регуляция моторной функции тонкого кишечника симпатическими и парасимпатическими нервами. Роль интрамуральных нервных сплетений.
18. Моторная функция толстого кишечника и ее особенности. Влияние вегетативных нервов и интрамуральных нервных сплетений. Акт дефекации. Работа внутреннего и наружного сфинктеров прямой кишки. Рефлекторная регуляция акта дефекации.

ВЫДЕЛЕНИЕ

К выделительной системе относятся почки, легкие, желудочно-кишечный тракт, кожа. Выделительная функция заключается в освобождении организма от конечных продуктов обмена, чужеродных веществ и избытка питательных веществ. Главным выделительным органом является почка.

Строение почки

- 1 Структурно-функциональная единица почки – **нефрон**, состоит из сосудистого клубочка (50-100 капилляров) с двустенной капсулой, проксимальных и дистальных извитых канальцев, восходящего и нисходящего отделов петли Генле, собирательной трубочки.
- 2 **Различают кортикальные** (корковые) нефроны (около 85%), все отделы расположены в корковом веществе почки, имеют короткие канальцы. Основные функции- фильтрация, реабсорбция, секреция.
- 3 **Юкстамедуллярные** (около 15%) – имеют длинную петлю Генле, которая глубоко проникает в мозговое вещество почки. Основная функция- концентрирование и разведение мочи.
- 4 **Основные функции нефрона:** клубочковая фильтрация, канальцевая реабсорбция, канальцевая секреция и синтез биологически активных веществ.

Особенности кровообращения в почках:

1. **Приносящая** в клубочек кровь артериола по диаметру шире, чем выносящая артериола. Широкий просвет приносящей артериолы, которая распадается на клубочковые капилляры (первичная капиллярная сеть), позволяет поддерживать в капиллярах клубочка высокое давление крови. Это обеспечивает участие их в процессе фильтрации.
2. **Выносящая** артериола распадается на капилляры, расположенные вокруг канальцев (вторичная капиллярная сеть), давление в капиллярах низкое, это позволяет участвовать в процессе реабсорбции.
3. От выносящих артериол отходят **прямые** сосуды, которые расположены параллельно восходящему и нисходящему отделам петли Генле. Прямые сосуды обеспечивают концентрирование и разведение мочи.
4. Для кровообращения в почках характерно:
 - - высокий уровень кровотока – 1200 мл/мин.
 - - ауторегуляция почечного кровотока в диапазоне 80-180 мм рт.ст.
 - - высокий уровень потребляемого кислорода.

5. **Миогенная** регуляция, осуществляемая за счет сокращения или расслабления ГМК, что приводит к **вазоконстрикции** или **вазодилатации** кровеносного сосуда, соответственно.

Фильтрация

1. **Клубочковая фильтрация** – переход веществ из плазмы крови капилляров клубочка в полость капсулы через фильтрационный барьер, состоящий из клеток эндотелия капилляров, базальной мембраны и подоцитов.
2. Фильтрация осуществляется за счет **эффективного фильтрационного давления**, создаваемого, в основном, работой сердца и зависит от таких параметров, как давление в капиллярах клубочка, онкотическое давление крови и давление в ультрафильтрате.
3. В среднем, эффективное фильтрационное давление составляет 15 – 20 мм рт.ст.
4. В сутки образуется 150 – 180 л **первичной мочи**, безбелковой жидкости, похожей на плазму.

Реабсорбция

5. **Канальцевая реабсорбция** – возврат веществ из просвета канальцев в интерстиций, а затем в кровеносное русло.
6. Реабсорбируются вода, электролиты, аминокислоты, глюкоза, мочевины.
7. Все вещества, в основном, реабсорбируются в проксимальных извитых канальцах, в дистальных извитых канальцах происходит реабсорбция воды и ионов.
8. Реабсорбция осуществляется при помощи пассивного транспорта (диффузия, осмос), первично-активного (Na-K-насос, H – K- насос, Ca-насос) и вторично-активного транспорта (сопряженный с Na транспорт аминокислот, глюкозы).

Секреция

9. **Канальцевая секреция** реализуется благодаря основным двум процессам:
 - - переход веществ из крови через канальцы в конечную мочу (выведение из организма токсинов или шлаков),
 - - выделение синтезированных в клетках почки веществ (например, ренина, простагландинов, эритропоэтина, брадикинина) в интерстиций и кровь
10. Процессы секреции происходят, в основном, за счет **первичного активного** транспорта.

Механизм концентрирования первичной мочи

11. **Разведение и концентрирование** первичной мочи осуществляется в петле Генле путем работы **поворотного-противоточного механизма**, приводящего к разбавлению мочи в восходящем отделе (активный транспорт натрия) и концентрированию ее в нисходящем отделе (пассивный транспорт воды).
12. В этом процессе участвуют восходящие и нисходящие прямые сосуды мозгового вещества. Они также являются частью множительной поворотного-противоточной системы, благодаря неодинаковой проницаемости их стенок для воды и осмотически активных веществ (ионов Na, K, мочевины)

Экскреция

13. По **мочевыделительной системе** конечная моча попадает в мочевой пузырь. Позыв к мочеиспусканию возникает при наполнении мочевого пузыря более 300 мл, что объясняется раздражением механорецепторов и проведением **афферентных** сигналов в крестцовый отдел спинного мозга, а оттуда поступлением сигналов в ствол мозга, гипоталамус и кору больших полушарий.
14. **Эфферентные** импульсы из коры больших полушарий направляются к центрам произвольного мочеиспускания (кора головного мозга, гипоталамус, продолговатый мозг) и непроизвольного мочеиспускания (спинной мозг). **Мочеиспускание** у взрослого человека происходит произвольно.
15. Объем **конечной мочи** составляет в сутки 1,0 – 1,5 л. С мочой выделяются: мочевина, мочева кислота, аммиак, креатинин, небольшое количество аминокислот, электролиты, пигменты, образующиеся при распаде билирубина, производные гормонов коры надпочечников, АДГ, эстрогена, катехоламины, витамины. В патологических случаях в моче появляются : глюкоза, белки, форменные элементы.

Регуляция мочеобразования

- 1 **Регулируются** процессы мочеобразования различными факторами: в основном, гуморальными (гормонами АДГ, альдостероном, натриуретическим, кальцитонином, паратгормоном), миогенными и, в меньшей степени, нервными (симпатическими и парасимпатическими) механизмами. В собирательных трубках завершается образование концентрированной конечной мочи.

Невыделительные функции почки:

- 2 **Эндокринная функция**: синтез клетками юкстагломерулярного аппарата ренина, главного компонента ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, продукции эритропоэтина или его предшественника, участие в активации витамина Д₃, синтез аммиака, простагландинов, брадикининов, гиппуровой кислоты.

- 3 **Регуляция** объема крови, постоянства осмотического давления и ионного состава плазмы, кислотно-щелочного равновесия.
- 4 Почки принимают участие в образовании глюкозы из аминокислот при участии глюкокортикоидов - **глюконеогенез**.

Вопросы для самоподготовки

1. Почки принимают участие в регуляции
 - а. объема жидкости в организме
 - б. осмотического давления крови
 - в. артериального давления
 - г. кислотно-щелочного равновесия
 - д. все перечисленное верно
2. Чему равно гидростатическое давление в капиллярах клубочка?
 - а. 100 мм рт ст
 - б. 60 мм рт ст
 - в. 20 мм рт ст
 - г. 120 мм рт ст
3. Первичная моча образуется путем:
 - а. клубочковой фильтрации
 - б. канальцевой реабсорбции
 - в. канальцевой секреции
 - г. всех перечисленных выше процессов
4. Секреция ренина, синтезируемого в клетках юкстагломерулярного аппарата, зависит:
 - а. от снижения артериального давления в почечных сосудах и сосудах большого круга кровообращения
 - б. от снижения объема крови в организме
 - в. от увеличения симпатических влияний
 - г. все утверждения верны
5. Раздражение механорецепторов мочевого пузыря, в первую очередь, вызывается:
 - а. растяжением стенок пузыря
 - б. давлением мочи на стенки пузыря
 - в. уменьшением объема мочи
 - г. все утверждения верны
- 6 . Альдостерон (минералокортикоид) принимает участие:
 - а. в увеличении реабсорбции натрия в кровь
 - б. увеличении секреции калия и протонов водорода в мочу
 - в. увеличении реабсорбции воды в канальцах
7. Эффективность клубочковой фильтрации определяется:
 - а. величиной эффективного фильтрационного давления
 - б. площадью клубочкового фильтра
 - в. проницаемостью фильтрационного барьера
 - г. все утверждения верны

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Органы выделения (почки, кожа, легкие, пищеварительный тракт), их участие в поддержании важнейших параметров внутренней среды организма.
2. Почка, ее функции. Нефрон – морфофункциональная единица почки, его строение. Виды нефронов, их функция. Юкстагломерулярный комплекс, его значение.
3. Кровообращение в почке. Особенности кровоснабжения коркового и мозгового вещества почки. Саморегуляция почечного кровотока.
4. Клинико-физиологические методы исследования функции почек. Понятие о почечном клиренсе. Острая и хроническая почечная недостаточность. Искусственный диализ.
5. Механизм образования первичной мочи. Состав ее и количество. Эффективное фильтрационное давление. Скорость клубочковой фильтрации, факторы, влияющие на нее. Проницаемость капсулы клубочков для различных веществ.
6. Механизмы осмотического разведения и осмотического концентрирования мочи (поворотнo-противоточная система). Значение осмотически активных веществ в концентрировании мочи.
7. Канальцевая реабсорбция. Механизм избирательной реабсорбции веществ в различных отделах нефрона. Виды транспорта. Роль переносчиков. Канальцевая секреция, ее механизм.
8. Роль нервной системы и гормонов в регуляции мочеобразования (антидиуретический гормон, альдостерон, катехоламины, натрийуретический гормон, кальцитонин, паратгормон, ренин-ангиотензиновая система и др.).
9. Функции мочевыделительной системы. Процессы мочеобразования и мочеиспускания, их регуляция. Состав, свойства, количество конечной мочи.
10. Роль почек в поддержании азотистого баланса, осмотического давления, pH крови, объема крови в организме.

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Гормоны – это продукты желез внутренней секреции, которые выделяются в кровь, разносятся с кровью по телу к клеткам-мишеням и оказывают специфическое действие.

1. **Специфичность гормонов** зависит от рецепторов к гормонам и от их взаимодействия с системой внутриклеточных посредников.
2. **Гормоны** секретируются клетками или группами клеток в кровь, транспортируются к органам-мишеням и оказывают эффективное физиологическое воздействие даже при очень низких концентрациях.
3. **Активность гормонов** лимитируется прекращением секреции гормонов, удалением гормонов из крови или отсутствием активности клеток-мишеней.

Классификация гормонов

1. В зависимости от того, какие клетки являются мишенями для гормонов, различают: а) **эффektorные гормоны**, которые действуют непосредственно на клетки-мишени (например, инсулин) и б) **тропные гормоны**, действующие на другие эндокринные железы (например, адренокортикотрипный гормон).
2. По химической природе гормоны делятся на три основных класса: а) **пептиды и белки**, состоящие из трех или более аминокислот; б) **стероидные гормоны**, являющиеся производными холестерина; в) **производные аминокислот** тирозина (например, мелатонин) или триптофана (например, катехоламины и тиреоидные гормоны)
3. **Пептидные гормоны** транспортируются в растворенном виде в плазме и имеют короткий период полувыведения. Они связываются с поверхностными рецепторами на клетке-мишени и приводят к быстрому клеточному ответу благодаря активации системы внутриклеточных посредников.
4. **Стероидные гормоны** гидрофобны, и транспортируются в плазме в связанном со специфическими транспортными белками виде. Стероиды имеют более длительный период полувыведения.
5. Стероидные гормоны проникают внутрь клетки-мишени, действуют на геном клетки и способствуют синтезу новых белков. Клеточный ответ в данном случае проявляется более медленно по сравнению с ответом, вызванным гормонами белковой природы.
6. **Гормоны-производные аминокислот** действуют либо аналогично гормонам пептидной природы, либо аналогично гормонам стероидной природы.

Регуляция образования гормонов

1. Гипофиз состоит из **передней доли** (аденогипофиза) и **задней доли** (нейрогипофиза).
2. В задней доле гипофиза высвобождается два нейрогормона – **окситоцин** (усиливающий сокращения матки и выделение молока) и **вазопрессин** (усиливающий реабсорбцию воды в почках). Окситоцин и вазопрессин синтезируются в паравентрикулярном и супраоптическом ядрах гипоталамуса. Затем окситоцин и вазопрессин, по аксонам нейронов, образующих гипоталамо-

гипофизарный тракт, транспортируются в заднюю долю гипофиза, где хранятся в гранулах окончаний аксонов. Деполяризация мембраны окончания аксона приводит к экзоцитозу гормонов в кровь.

3. Секреция гормонов передней доли гипофиза контролируется гормонами гипоталамуса: **рилизинг-факторами** и **ингибирующими факторами** (или либеринами и статинами) – это соматолиберин, тиреолиберин, котриколиберин, пролактолиберин и соматостатин и пролактостатин.
4. Гормоны гипоталамуса секретируются в кровь **портальной гипоталамо-гипофизарной системы**, достигают гипофиза и контролируют секрецию **тропных гормонов** передней доли гипофиза: соматотропного, тиреотропного, адренокортикотропного гормонов, пролактина, фолликулостимулирующего и лютеонизирующего гормона.
5. Секреция тропных гормонов гипофиза регулируется механизмом **отрицательной обратной связи**.
6. Высшие нервные центры, с помощью гипоталамуса, могут влиять на секрецию гормонов гипофиза.

Надпочечники

- 1 В **коре надпочечников** синтезируются: минералокортикоиды (альдостерон), глюкокортикоиды (кортизол) и половые стероидные гормоны (андрогены). **Минералокортикоиды** регулируют обмен электролитов и водный баланс ; **глюкокортикоиды** влияют на обмен веществ, участвуют в реакции организма на стресс и обладают противовоспалительным действием; **половые гормоны** играют большую роль в росте и развитии половых органов в детском возрасте.
- 2 В **мозговом веществе** надпочечников синтезируются **адреналин** и **норадреналин**, которые ускоряют расщепление гликогена в печени и в мышцах, увеличивают частоту и силу сокращений сердца, регулируют тонус сосудов, расширяют бронхи и тормозят двигательную функцию желудочно-кишечного тракта (но усиливают тонус сфинктеров).

Щитовидная и паращитовидные железы

- 1 В фолликулах щитовидной железы синтезируются **тироксин** и **трийодтиронин**, которые влияют на обмен веществ, на процессы роста и развития, на функции ЦНС и регулируют работу органов.
- 2 В парафолликулярных клетках образуется **тиреокальцитонин**, который понижает уровень кальция и фосфатов в крови.
- 3 Паращитовидные железы вырабатывают **паратгормон**, который повышает уровень кальция в крови. Паратгормон, действуя совместно с тиреокальцитонином, регулирует обмен кальция и фосфатов.

Поджелудочная железа

1. Бета-клетки поджелудочной железы секретируют **инсулин**, который понижает уровень глюкозы в крови и стимулирует образование гликогена, жира и белков.

2. Альфа-клетки синтезируют **глюкагон**, который повышает уровень глюкозы в крови, стимулируя расщепление гликогена в печени. Глюкагон также способствует липолизу.
3. Секреция инсулина стимулируется повышением уровня глюкозы в крови. Секреция глюкагона стимулируется падением уровня глюкозы в крови, например, при голодании.

Шишковидная железа и другие железы

1. **Шишковидная железа** (эпифиз) принимает участие в регуляции циркадианных ритмов. В шишковидной железе секретируется гормон **мелатонин**, принимающий участие в регуляции пигментного обмена. Синтез и освобождение мелатонина уменьшается на свету и увеличивается в темноте.
2. В **тимусе** вырабатывается ряд пептидов, которые участвуют в механизмах иммунитета.
3. В желудочно-кишечном тракте синтезируется большое количество **местных гормонов**, которые участвуют в регуляции функций ЖКТ.
4. В почках секретируется **ренин, эритропоэтин и витамин Д**.
5. Клетками различных тканей образуются вещества, обладающие гормоноподобным действием: **простагландины, простаглицлины и тромбоксаны**, которые усиливают или угнетают действие других гормонов и регулируют функции клеток.

Вопросы для самоподготовки

1. Какое утверждение о коре надпочечников справедливо?
 - а. в ней секретируются андрогены
 - б. в клубочковой зоне секретируется альдостерон
 - в. пучковая зона стимулируется адренокортикотропным гормоном
 - г. все утверждения верны
2. Какое из приведенных утверждений об инсулине ложно?
 - а. секретируется альфа-клетками островков Лангерганса
 - б. секретируется в ответ на повышение уровня глюкозы в крови
 - в. стимулирует образование гликогена и жира
3. Стероидные гормоны секретируются (какое из утверждений не верно)?
 - а. в коре надпочечников
 - б. в половых железах
 - в. в щитовидной железе
4. Какой гормон из перечисленных в наибольшей степени ответственен за регуляцию основного обмена и за процесс развития мозга?
 - а. кортизол
 - б. адренокортикотропный гормон
 - в. тиреотропный гормон
 - г. тироксин

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Функции эндокринной системы. Функциональное значение гормонов. Классификация гормонов. Механизмы синтеза гормонов, секреции, транспорта кровью и разрушения. Общие принципы эндокринной патологии.
2. Общие механизмы действия гормонов на клеточном уровне (взаимодействие с мембранными рецепторами, цитозольными рецепторами, ядром). Вторичные посредники, их роль.
3. Механизмы гормональной регуляции физиологических функций. Ее особенности по сравнению с нервной регуляцией. Системы прямой и обратной (положительной и отрицательной) связей. Методы изучения эндокринной системы.
4. Гипоталамо-гипофизарная система. Ее функциональная организация. Нейросекреторные клетки гипоталамуса. Характеристика тропных гормонов и рилизинг-гормонов (либеринов, статинов). Гормоны эпифиза.
5. Аденогипофиз, связь его с гипоталамусом. Характер действия гормонов передней доли гипофиза. Гипо- и гиперсекреция гормонов аденогипофиза.
6. Нейрогипофиз, связь его с гипоталамусом. Эффекты гормонов задней доли гипофиза (окситоцина, АДГ). Роль АДГ в регуляции объема жидкости в организме. Несахарное мочеизнурение.
7. Щитовидная и паращитовидная железы, их функции. Механизмы поддержания концентрации кальция и фосфатов в крови. Значение витамина Д. Гипо- и гиперфункция.
8. Эндокринная функция поджелудочной железы. Механизмы действия ее гормонов на углеводный, жировой, белковый обмен. Регуляция содержания глюкозы в печени, мышечной ткани, нервных клетках. Сахарный диабет. Гиперинсулинемия.
9. Кора надпочечников. Функции гормонов коры надпочечников. Регуляция секреции кортикоидов. Гипо- и гиперфункция коры надпочечников.
10. Симпато-адреналовая система, ее функциональная организация. Катехоламины как медиаторы и гормоны. Участие в стрессе. Нервная регуляция хромаффинной ткани надпочечников.
11. Половые железы. Функции женских половых гормонов. Менструально-овариальный цикл, его механизм. Оплодотворение, беременность, роды, лактация. Эндокринная регуляция этих процессов.
12. Функции мужских половых гормонов. Регуляция их образования. Пре- и постнатальное влияние половых гормонов на организм.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Энергетический обмен – особенность, присущая каждой живой клетке, при котором происходит усвоение и химическое преобразование богатых энергией питательных веществ и последующее выделение продуктов обмена.

1. В обмене веществ (**метаболизме**) выделяют два противоположно направленных, но взаимосвязанных процесса:
 - **анаболизм** – совокупность процессов, в результате которых из пищевых продуктов синтезируются специфические органические вещества, компоненты клеток, органов и тканей.
 - **катаболизм** – совокупность процессов распада компонентов клеток, органов, тканей, поглощенных пищевых продуктов до простых веществ, которые обеспечивают энергетические и пластические процессы в организме.
2. Процессы анаболизма и катаболизма находятся в **динамическом равновесии**.
3. **Белок** – источник азота, который усваивается организмом в виде аминокислот, из которых состоят белки. Пластическая роль белков заключается в том, что из аминокислот пищи синтезируются свойственные организму белки, пептидные гормоны, и т.п.
4. **Азотистое равновесие** – соответствие количества поступающего и выводимого из организма азота (**положительный азотистый баланс, отрицательный азотистый баланс**).
5. **Липиды** играют энергетическую и пластическую роль, обеспечивая около 50% потребности организма в энергии. Энергетическую функцию выполняют в основном триглицериды, пластическую – фосфолипиды, холестерол, жирные кислоты.
6. **Углеводы** в организм поступают в виде крахмала, гликогена, из которых в процессе пищеварения образуются глюкоза, фруктоза, лактоза, галактоза. Избыток глюкозы в печени превращается в гликоген. Глюкоза осуществляет энергетическую и пластическую функции.

ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Организм человека вырабатывает много тепла, имеет относительно постоянную

температуру тела. Температура различна в поверхностных и глубоких участках тела. Глубокие участки (внутренние органы и головной мозг) имеют стабильную температуру 36,7 – 37°C. Температура поверхностного слоя (кожи) сильно варьирует - от 33°C до 24°C (кожа стопы).

1. Температура тела (36,6°C) измеряется: в подмышечной впадине, полости рта, прямой кишке. Температура тела колеблется в течение суток, подвергаясь влиянию «биологических ритмов» организма и определяется соотношением процессов **теплопродукции** и **теплоотдачи**. Когда это соотношение нарушается, включается физиологическая система терморегуляции, которая адаптивно изменяет теплопродукцию и теплоотдачу.
2. **Теплопродукция (химическая терморегуляция)** направлена на поддержание оптимальной температуры тела путем изменения интенсивности обмена веществ, участвующих в выработке тепла. Теплопродукция при действии холода увеличивается за счет произвольной и непроизвольной сократительной способности скелетных мышц, перераспределения крови по сосудам, изменения объема циркулирующей крови.
3. **Теплоотдача (физическая терморегуляция)** осуществляется за счет конвекции, путем отдачи тепла веществам, соприкасающимся с поверхностью тела, а также при испарении воды с поверхности кожи и легких. Интенсивное увеличение теплоотдачи происходит при повышении температуры внешней среды. Основную роль играют потовые железы, сосудистая система.
4. **Центр терморегуляции** представлен в гипоталамусе – задней группой ядер контролируется химическая терморегуляция, передней – физическая терморегуляция.
5. Периферические терморецепторы расположены в коже, стенках кожных сосудов, реагируют на холод и тепло. Центральные терморецепторы представлены в передней части гипоталамуса, ретикулярной формации среднего, продолговатого мозга.
6. Регуляция температуры тела осуществляется кроме гипоталамуса щитовидной железой (тироксин) и надпочечниками (адреналин).
7. Длительное понижение или повышение температуры внешней среды может нарушать процессы химической и физической терморегуляции, что приводит к гипотермии – переохлаждению или гипертермии – перегреванию организма.

Вопросы для самоподготовки

1. Затраты энергии на выполнение мышечной нагрузки представляют:
А. основной обмен
В. рабочий обмен
Б. обмен веществ
Г. обмен энергии
2. Для определения величины основного обмена неприемлемо:
А. максимальное расслабление мышц
Б. комфортная температура воздуха
В. прием пищи за 12 часов до обследования
Г. выполнение физической нагрузки за 1 час до обследования
3. Преимущественное влияние на белковый обмен оказывает гормон:
А. тироксин
В. инсулин
Б. адреналин
Г. вазопрессин
4. Суточная потребность взрослого человека в углеводах равна:
А. 70 – 100 г
В. 600 – 700 г
Б. 150 – 200 г
Г. 400 – 450 г
5. При отсутствии в потребляемой пище незаменимых аминокислот наблюдается в организме:
А. положительный азотистый баланс
Б. нулевой азотистый баланс
В. азотистое равновесие
Г. отрицательный азотистый баланс
6. В терморегуляции преимущественно участвуют гормоны:
А. поджелудочной железы
В. паращитовидной железы
Б. гипофиза
Г. щитовидной железы
7. Наибольшее количество центральных терморецепторов находится в:
А. продолговатом мозге
Б. среднем мозге
В. спинном мозге
Г. гипоталамусе

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Обмен веществ в организме, понятие об анаболизме и катаболизме. Методы определения энергозатрат в организме. Прямая и непрямая калориметрия. Дыхательный коэффициент.
2. Основной обмен. Правила и методы определения, значение в диагностике заболеваний. Правило поверхности.
3. Энергозатраты при различных видах физического и умственного труда. Рабочий обмен. Распределение лиц, занимающихся различными видами деятельности по группам.
4. Пластическая и энергетическая роль пищевых продуктов. Нормы питания. Калорическая ценность питательных веществ. Усвояемость пищи.
5. Обмен белков, его регуляция. Биологическая ценность белков, их участие в сбалансированном питании. Азотистый баланс.
6. Обмен углеводов, его регуляция. Уровень глюкозы в крови, значение для организма. Обмен минеральных солей и воды.
7. Обмен жиров, его регуляция. Жиры животного и растительного происхождения, их роль в жировом обмене.
8. Температура тела человека, ее суточные колебания. Химическая и физическая терморегуляция. Механизмы поддержания постоянства температуры внутренней среды организма. Центры терморегуляции.

ПРОФИЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛЕЧЕБНОГО ФАКУЛЬТЕТА

1. Возрастные изменения клеточных структур, возбудимости, проводимости и сократимости мышц.
2. Возрастные изменения показателей крови. «Разбалансирование» их к старости.
3. Возрастные изменения сократительной функции сердца, артериального и венозного давлений.
4. Роль эмоций в возникновении сердечно-сосудистых патологий.
5. Наркоз и обезболивание. Понятие об акупунктуре.
6. Специальные диеты и питание для людей пожилого возраста. Искусственное питание.
7. Перестройка гормональной регуляции и чувствительности тканей к гуморальным воздействиям при старении.
8. Перестройка взаимодействия нервных и гормональных регуляторных механизмов в процессе старения.
9. Особенности терморегуляции у пожилых и старых людей, энергетические затраты при старении.
10. Изменения защитных систем организма, иммунитета в процессе старения.
11. Возрастные периоды постнатального онтогенеза человека. Особенности физиологических процессов в женском и мужском организме.
12. Физиология половых функций. Половые мотивации. Механизмы регуляции половых функций.
13. Понятие о норме и здоровье.
14. Современные представления о механизмах естественного старения.
15. Проблемы пересадки органов, гистосовместимость тканей человека.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ КЛИНИКО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДИК,

подлежащих освоению студентами лечебного факультета по курсу физиологии

на уровне практического умения

1. Определение группы крови, резус-фактора
2. Принципы подсчета форменных элементов крови.
3. Определение содержания гемоглобина в крови.
4. Определение СОЭ (скорости оседания эритроцитов).
5. Определение времени свертывания крови и остановки кровотечения.
6. Выслушивание тонов сердца.
7. Пальпация пульса.
8. Определение артериального давления методами Короткова и Рива-Роччи.
9. Проведение ортостатической пробы.
10. Проведение пробы с дозированной физической нагрузкой
11. Регистрация электрокардиограммы в трех стандартных отведениях.
12. Анализ ЭКГ.
13. Спирометрия.
14. Анализ спирограммы.
15. Вычисление должных величин основного обмена.
16. Наблюдение сухожильных рефлексов, имеющих клиническое значение.
17. Определение остроты зрения.
18. Исследование цветового зрения.
19. Определение поля зрения.
20. Исследование болевой чувствительности.
21. Исследование вкусовой чувствительности.

22. Термометрия.
23. Динамометрия.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ КЛИНИКО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, подлежащих освоению студентами на уровне знания

1. Современные автоматизированные методы анализа крови.
2. Определение осмотической резистентности эритроцитов.
3. Определение цветного показателя крови.
4. Фазовый анализ сердечного цикла.
5. Сфигмография.
6. Исследование сердечного выброса.
7. Фонокардиография
8. Реография
9. Плетизмография.
10. Определение венозного давления.
11. Спирография
12. Оксигемометрия
13. Газовый анализ различных проб воздуха.
14. Исследование энергетических затрат организма.
15. Принципы составления пищевых рационов.
16. Современные технологии, применяемые в электрофизиологических исследованиях.
17. Современные методы регистрации биопотенциалов нерва, скелетной мышцы, сердца.
18. Электромиография
19. Электроэнцефалография.
20. Эргография.
21. Определение скорости проведения возбуждения по нерву.
22. Тестирование психологических свойств человека.
23. Исследование основных физиологических показателей, их оценка.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЗМА ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА

КРОВЬ

1. Объем крови в организме – 6,5–7,0 % веса тела.
2. Объем плазмы – 55–60 % объема крови.
3. Содержание белков в плазме – около 7 % (70г/л).
4. Содержание сывороточного альбумина в плазме – 4 % (40г/л).
5. Содержание сывороточного глобулина в плазме – 2–3 % (20–30г/л).
6. Содержание фибриногена в плазме – 0,2–0,4 % (2–4г/л).
7. Содержание белков в лимфе – 0,3–4,0 % (3–40г/л).

8. Содержание минеральных солей в крови – 0,9–0,95 % (285 - 310 мосм/л)
9. Содержание глюкозы в крови – 80–120 мг % (4,5–6,5ммоль/л).
10. Осмотическое давление плазмы – около 7,5 атм.
11. Онкотическое давление плазмы – 25–30 мм.рт.ст.
12. Удельный вес крови – 1,050–1,060
13. Число эритроцитов в 1л крови у мужчин – $4,5\text{--}5,0\cdot 10^{12}$
14. Число эритроцитов в 1л крови у женщин – $4,0\text{--}4,5\cdot 10^{12}$
15. Средний диаметр эритроцита – 7,5мкм
16. Содержание гемоглобина в 1л крови у мужчин – 135–150г/л
17. Содержание гемоглобина в 1л крови у женщин – 125–140г/л
18. Цветовой показатель – 0,8–1,0
19. Время «жизни» эритроцита – 100–120 дней.
20. Число тромбоцитов в 1л крови – $200\text{--}400\cdot 10^9$.
21. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) у мужчин – 2–10мм/ч
22. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) у женщин – 2–15мм/ч
23. Число лейкоцитов в 1л крови – $4\text{--}9\cdot 10^9$.
24. % содержание базофилов в крови – 0–1 %.
25. % содержание эозинофилов в крови – 2–4 %.
26. % содержание нейтрофилов в крови – 50–70 %.
27. % содержание лимфоцитов в крови – 20–40 %.
28. % содержание моноцитов в крови – 2–10 %.
29. Среднее время свёртывания крови – 3–5мин.
30. pH артериальной крови – 7,4.
31. pH венозной крови – 7,35.

КРОВООБРАЩЕНИЕ

1. Число сердечных сокращений (в покое) – 60–80 в мин.
2. Средняя продолжительность одного сердечного цикла – 0,8с.
3. Длительность систолы предсердий – 0,1с.
4. Длительность сердечной паузы – 0,37–0,4с.
5. Длительность систолы желудочков – 0,33с.
6. Систолический объём крови, выбрасываемый сердцем – 60–70мл.

7. Минутный объём крови, выбрасываемый сердцем в покое – 4,5–5,0л.
8. Длительность фазы абсолютной рефрактерности желудочков – 0,27с.
9. Длительность фазы относительной рефрактерности желудочков – 0,03с.
10. Длительность интервала PQ на кривой ЭКГ – 0,12–0,18с.
11. Длительность интервала QRS на кривой ЭКГ – 0,06–0,09с.
12. Амплитуда зубца R на кривой ЭКГ – 0,8–1,5мВ.
13. Амплитуда зубца Р на кривой ЭКГ – 0,1–0,2В.
14. Амплитуда зубца Т на кривой ЭКГ – 0,3–0,6мВ.
15. Систolicеское артериальное давление крови (в среднем возрасте) –
– 110–125 мм.рт.ст.
16. Диastolicеское артериальное давление крови (в среднем возрасте) –
– 60–80 мм.рт.ст.
17. Среднее артериальное давление крови – 90–95 мм.рт.ст.
18. Пульсовое артериальное давление крови – 35–50 мм.рт.ст.
19. Линейная скорость течения крови в артериях – 0,3–0,5м/с.
20. Скорость распространения пульсовой волны (в аорте) – 10–12м/с.
21. Скорость распространения пульсовой волны в периферических артериях –
– 6,0–9,5 м/с.
22. Средняя скорость кровотока в капиллярах – 0,1–1,0мм/с.
23. Средняя скорость кровотока в венах среднего калибра – 60–140мм/с.
24. Средняя скорость кровотока в крупных венах – 200мм/с.
25. Кровяное давление в артериальном конце капилляра – 30–40 мм.рт.ст.
26. Кровяное давление в венозном конце капилляра – 15–20 мм.рт.ст.
27. Минимальное время полного кругооборота крови – 20–30с.

НЕРВНО-МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

1. Средний уровень мембранного потенциала в нервных и мышечных клетках– 50–90мВ.
2. Мембранный потенциал сердечной клетки – водителя ритма – (-60мВ).
3. Мембранный потенциал клетки миокарда – (-90мВ).

4. Средняя амплитуда потенциала действия в нервных и мышечных клетках – 120–130мВ.
5. Длительность потенциала действия мышечных волокон сердца – 0,3с.
6. Длительность потенциала действия в клетках миокарда - 0,3с
7. Максимальный ритм импульсации (лабильность) для нервных волокон – 500с^{-1} .
8. Максимальный ритм импульсации (лабильность) для мышечных волокон – 200с^{-1} .
9. Максимальный ритм импульсации (лабильность) для синапсов – 100с^{-1} .
10. Средняя скорость проведения возбуждения по двигательным нервным волокнам – 70–120м/с(тип А).
10. Средняя скорость проведения возбуждения по симпатическим (постганглионарным) нервным волокнам (тип С) – 0,5–3м/с.

ДЫХАНИЕ

1. Жизненная ёмкость лёгких у мужчин – 4000–5000мл.
2. Жизненная ёмкость лёгких у женщин – 3000–4500мл.
3. Дыхательный объем воздуха – 500мл.
4. Резервный объём вдоха – 3000мл.
5. Резервный объём выдоха – 1300мл.
6. Остаточный объём воздуха – 1200мл.
7. Общая ёмкость лёгких – 6000мл.
8. Число дыхания в покое – 16–20 в минуту.
9. Минутный объём дыхания в спокойном состоянии – 6–9л/мин.
10. Минутный объём дыхания при физической нагрузке – 50–100л/мин.
11. Внутриплевральное отрицательное давление к концу спокойного вдоха – (-6 мм.рт.ст.).
12. Внутриплевральное отрицательное давление в конце спокойного выдоха – (-3 мм.рт.ст.).
13. Содержание в атмосферном воздухе кислорода и углекислого газа соответственно – 20,93 % и 0,03 %.

14. Содержание в выдыхаемом воздухе кислорода и углекислого газа соответственно – 16,0 % и 4,5 %.
15. Содержание в альвеолярном воздухе кислорода и углекислого газа соответственно – 14,0 % и 5,5 %.
16. Парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе –
– 100 мм.рт.ст.
17. Парциальное давление углекислого газа в альвеолярном воздухе –
– 40 мм.рт.ст.
18. Напряжение кислорода в артериальной крови – около 100 мм.рт.ст.
19. Напряжение кислорода в венозной крови – 40 мм.рт.ст.
20. Напряжение углекислого газа в артериальной крови – около 40 мм.рт.ст.
21. Напряжение углекислого газа в венозной крови – около 46 мм.рт.ст.
22. Коэффициент утилизации кислорода в покое – около 40 %.
23. Коэффициент утилизации кислорода при физической нагрузке – 50–60 %.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

1. Дыхательный коэффициент при приёме смешанной пищи – 0,85–0,9.
2. Дыхательный коэффициент при окислении жиров – 0,7.
3. Дыхательный коэффициент при окислении белка – 0,8.
4. Дыхательный коэффициент при окислении углеводов – 1,0.
5. Основной обмен взрослого человека – около 1700 ккал в сутки.
6. Обмен энергии при лёгкой работе – 2000–3300 ккал в сутки.
7. Обмен энергии при работе средней тяжести – 2500–3500 ккал в сутки.
8. Обмен энергии при тяжелой работе – 3500–6000 ккал в сутки.

АНАЛИЗАТОРЫ

1. Количество колбочек в сетчатке – 7–8 млн.
2. Количество палочек в сетчатке – 110–125 млн.
3. Острота зрения, определяемая углом зрения – 1 мин.
4. Частота звуковых колебаний, слышимых человеком – 16–20000Гц.
5. Максимальный уровень громкости – 130–140дБ.

6. Сила аккомодации глаза – 10 диоптрий.

ПИЩЕВАРЕНИЕ

1. Количество слюны, выделяемой в сутки – 0,5–2,0л.
2. pH слюны - 6,0 - 7,9
2. Количество желудочного сока, выделяемого в сутки – 2,0–2,5л.
3. Количество панкреатического сока, выделяемого в сутки – 1,5–2,0л.
4. Содержание соляной кислоты в желудочном соке – 0,3–0,5 %.
5. pH желудочного сока – 1,5–1,8.
6. pH панкреатического сока – 8,4–8,8.
7. Количество желчи, выделяемой в сутки – 0,5–1,2л.
8. Количество сока тонкой кишки, выделяемого в сутки – 1,0–1,5л.
9. pH сока тонкой кишки – 6,0–7,2.
10. Количество сока толстой кишки, выделяемого в сутки – 0,2–0,3л.
11. pH сока толстой кишки – 6,2–7,3.
12. Средняя суточная норма потребления белков – 100–120г.
13. Средняя суточная норма потребления жиров – 100–110г.
14. Средняя суточная норма потребления углеводов – 400–450г.

ВЫДЕЛЕНИЕ

1. Количество конечной мочи в сутки – 1,0–1,5.
2. Удельный вес мочи – 1010–1025.
3. Количество мочевины – 1,5–2,0 %.
4. Через почки проходит часть крови, вырабатываемой сердцем – 20–25 %.
5. Эффективное фильтрационное давление в почках – 20 мм.рт.ст.
6. Уровень глюкозы в крови, при которой возникает глюкозурия – 1,8г/л.
7. Количество первичной мочи в сутки – 150 -180л.

ПЕРЕЧЕНЬ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ СДАЧИ ЭКЗАМЕНА ПО ФИЗИОЛОГИИ

Общая техника подсчета форменных элементов крови.

Определение количества эритроцитов.

Определение количества лейкоцитов.

Определение содержания гемоглобина в крови.

Подсчет цветового показателя крови.

Определение группы крови.

Определение резус-принадлежности крови.

Определение скорости оседания эритроцитов.

Измерение артериального давления (по методам Короткова и Рива-Роччи).

Анализ электрокардиограммы в стандартных отведениях.

Анализ спирограммы (расчет легочных объемов).

Примечание. Преподаватель во время приема практических навыков может задавать как практические, так и теоретические вопросы по теме выполненной студентом работы.

РЕЙТИНГ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТА ПО НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Студент _____ группы _____

По итогам практических занятий имеет средний балл _____

По основным модулям: НМФ _____ ЦНС _____ ССС _____ Кровь _____ Пищев. _____

Дыхан. _____ Выдел. _____ Эндокр. _____ Анализат. _____

К экзамену по нормальной физиологии допущен _____

Ф.И.О. преподавателя

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ _____

ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ _____

ЭКЗАМЕН _____

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Нормальная физиология. Под ред.Смирнова В.М., М., Медицина, 2010г, - 480с
2. Фундаментальная и клиническая физиология. Под ред.Камкина А.Г., Каменского А.А., М: Академия, 2004г -1400с
3. Физиология человека. Под ред. Покровского В.М., Коротько Г.Ф., М., Медицина, 2003г, -654с.
4. Физиология человека. Под ред. Шмидта Р., Тевса Г., М., Мир, 2004г, 1,2,3 т.,- 875с
5. Основы физиологии человека. Под ред.Ткаченко Б.И., СПб, 1994г, 1,2 т., - 979с
6. Физиология человека. Под ред.Смирнова В.М., М: Медицина,2001г, - 670с
7. Руководство к практическим занятиям по физиологии. Под ред. Смирнова В.М., Будылиной С.М., М., Медицина, 2005г, - 287с
8. Атлас по нормальной физиологии. Коробков А.В., Чеснокова С.А.,М., Высшая школа, 1987г, -351с
9. Основы физиологии функциональных систем. Под ред. Судакова К.В., М., Медицина, 1983г - 272с.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Современный курс классической физиологии.(Избранные лекции для студентов, аспирантов). Под ред. Наточина Ю.В., Ткачука В.А., М: ГЭОТАР-Медиа,2007г, - 384 с
2. Избранные лекции по современной физиологии (Курс лекций для студентов, аспирантов преподавателей). Под ред. Островского М.А., Зефинова А.Л., Казань, 2010г, -331с
3. Физиология человека. Compendium., под ред.Ткаченко Б.И: учебное пособие. ГЭОТАР-Медиа, 2009г.- 496с.
4. Начала физиологии. Под ред. Ноздрачева А.Д., М., Высшая школа, 2001г. – 1050с
5. Клеточно-молекулярные механизмы функционирования и регуляции сердца. (учебное пособие для мед.ВУЗов), Нигматуллина Р.Р., Земскова С.Н., Зефинов А.Л., Смирнов А.В., Казань:, 2004г,-100с
6. Гладкая мышца: современный взгляд на строение и механизмы функционирования. Телина Э.Н., Хабибуллина Н.К., Зефинов А.Л., Казань, 2007г,-125с
7. Электрические сигналы возбудимых клеток (учебное пособие для мед ВУЗов), Зефинов А.Л., Мухамедьяров М.А., Казань, 2008г – 112с
8. Ионные каналы возбудимой клетки. Зефинов А.Л., Ситдикова Г.Ф., Казань, 2010г-270с
9. Синаптическая везикула и механизм освобождения медиатора. Зефинов А.Л., Петров А.М., Казань, 2010г – 323с