

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ГОРНО-АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра безопасности жизнедеятельности, анатомии и физиологии

**ФИЗИОЛОГИЯ
(ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ)**

Учебно-методический комплекс

Для студентов, обучающихся по специальности
020201 «Биология»

Горно-Алтайск
РИО Горно-Алтайского государственного университета
2008

Печатается по решению методического совета
Горно-Алтайского государственного университета

УДК 612.1

ББК

Авторский знак

Физиология (Физиология человека и животных): учебно-методический комплекс (для студентов, обучающихся по специальности 020201 «Биология») / Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008. – 75 с.

Составитель:

Воронкова Е.Г., к.б.н., доцент

Рецензенты:

Гайнанова Н.К.,

д.б.н., профессор кафедры биологии и химии Бийского педагогического государственного университета им. В.М. Шукшина.

Шестернина Ж.Г.,

к.б.н., доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, анатомии и физиологии ГАГУ.

В работе представлены учебно-методические материалы по дисциплине «Физиология человека и животных», в том числе рабочая программа, методические указания студентам по выполнению лабораторных работ и самостоятельной работы, содержание и порядок проведения экзамена. Дисциплина «Физиология человека и животных» является дисциплиной федерального компонента для студентов 3 курса специальности 020201 «Биология».

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
I. Квалификационная характеристика выпускника.....	4
II. Компетенции выпускника.....	5
III. Рабочая программа.....	5
3.1 Объяснительная записка.....	5
3.2 Требования к обязательному минимуму содержания дисциплины.....	6
3.3 Технологическая карта учебного курса.....	6
3.4 Содержание учебного курса.....	7
3.5 Курс лекций по дисциплине.....	9
3.6 Методические указания к выполнению лабораторных работ.....	56
3.7 Глоссарий.....	61
3.8 Рекомендуемая литература.....	67
IV. Методические указания по самостоятельной работе студентов.....	68
V. Темы рефератов.....	70
VI. Контрольные вопросы, выносимые на экзамен.....	71
VII. Контрольно-измерительные материалы по модульно-рейтинговой системе оценки знаний.....	72
7.1 Оценка знаний студентов по модульно-рейтинговой системе при изучении курса.....	72
7.2 Примерные тесты.....	74

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий Учебно-методический комплекс включает в себя: квалификационную характеристику и компетенции выпускника-биолога; рабочую программу дисциплины с технологической картой; курс лекций; методические указания к выполнению лабораторных работ; глоссарий; рекомендуемую литературу (основную и дополнительную); методические указания по самостоятельной работе студентов; темы рефератов; контрольные вопросы, выносимые на экзамен; контрольно-измерительные материалы по модульно-рейтинговой системе оценки знаний, примерные тесты.

I. Квалификационная характеристика выпускника

Специалист – биолог осуществляет деятельность по изучению и охране живой природы, использованию биологических систем в хозяйственных и медицинских целях. Разрабатывает нормативные документы в своей области деятельности, организует и выполняет экспедиционные работы и лабораторные исследования; анализирует получаемую полевую и лабораторную информацию, обобщает и систематизирует результаты выполненных работ, используя современную вычислительную технику; составляет научно-технические отчеты и другую установленную документацию; следит за соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов в области своей деятельности. Проводит экспериментальные исследования в своей области, формулирует их задачу, участвует в разработке и осуществлении новых методических подходов, обсуждении, оценке и публикации результатов, проводит патентную работу, участвует в работе семинаров и конференций. Планирует мероприятия по охране природы и здоровья человека, предотвращению загрязнения и деградации природной среды.

Исходя из своих квалификационных возможностей и в соответствии со специализацией, специалист-биолог подготовлен к самостоятельной работе на должностях биолога, лаборанта-исследователя, инженера-исследователя, научного сотрудника в научно-исследовательских и научно-производственных учреждениях, и других должностях, в соответствии с требованиями Квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденных постановлением Минтруда РФ от 21.08.98 № 37.

Специалист-биолог подготовлен к педагогической деятельности на должности преподавателя в средней школе и учреждениях профессионального образования при условии освоения дополнительной образовательной программы психолого-педагогического профиля.

В области физиологии человека и животных специалист-биолог изучает механизмы функционирования систем организма человека и обеспечения гомеостаза живых систем. Знания в области физиологии человека и животных помогут осуществлять деятельность в научно-исследовательских сферах,

общеобразовательных и специальных учебных заведениях (в установленном порядке).

II. Компетенции выпускника

Профессиональные:

- уметь приобретать новые знания, используя современные информационные образовательные технологии;
- знать современные достижения в области физиологии человека и животных;
- знать регуляторные механизмы обеспечения гомеостаза живых систем;
- знать особенности строения и функционирования основных систем органов животных и человека;
- иметь представление о молекулярных механизмах физиологических процессов, о принципах регуляции обмена веществ, сравнительно-физиологических аспектах становления функций, о принципах восприятия, передачи и переработки информации в организме;
- владеть электрофизиологическими методами и некоторыми другими функционально-диагностическими методами оценки состояния основных систем организма, методами экспериментальной работы с лабораторными животными;
- владеть методами исследования и анализа живых систем, математическими методами обработки результатов биологических исследований.

III. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

3.1 Объяснительная записка

Физиология человека и животных – одна из фундаментальных дисциплин биологии. Эта дисциплина рассматривает как функции отдельных клеток, так и взаимодействие этих клеток в процессе формирования функций тканей и органов, объединяемых в регуляторные системы организма.

Изучение взаимодействия регуляторных систем дает возможность студентам понять механизмы, поддерживающие постоянство внутренней среды и адекватную реакцию организма на события в окружающем его мире.

Изучая функции живого организма в разных условиях его существования, физиология открывает широкие перспективы для целенаправленного на них воздействия, что определяет ее большую практическую значимость.

Физиология человека и животных является теоретической основой знаний для развития прикладных наук: педагогики, медицины, психологии, возрастной физиологии, иммунологии и др.

Физиология человека и животных синтезирует конкретные сведения, полученные анатомией, гистологией, цитологией, молекулярной биологией, биохимией, объединяя их в единую систему знаний об организме.

Изучение функций в фило- и онтогенезе осуществляется благодаря объективным методам исследования. Успехами физиологии определяются

огромные достижения в области медицины, психологии, гигиены, спорта, в развитии биокибернетики и бионики и т.д.

Цель курса сформировать представление о деятельности системы крови, органов кардиореспираторной системы организма.

Задачи курса:

1. рассмотреть механизмы, лежащих в основе функций крови, сердечно-сосудистой, дыхательной систем;
2. изучить общие закономерности функционирования организма человека и животных;
3. изучить регуляцию физиологических функций и системы обеспечения гомеостаза;
4. рассмотреть механизмы приспособления организма к постоянно меняющимся условиям окружающей среды;
5. работать с живыми объектами в лабораторных и природных условиях;
6. проводить научно-исследовательскую работу по физиологии с детьми и подростками в условиях школы и внешкольных образовательных учреждений.

Место дисциплины в учебном процессе

«Физиология человека и животных» относится к циклу общепрофессиональных дисциплин федерального компонента. Курс тесно связан с гистологией, анатомией, молекулярной биологией, генетикой, биохимией, эволюцией. Дисциплина проводится на 3 и 4 курсах, в течение 6-7 семестров. Формой отчетности в 6 и 7 семестрах является экзамен.

3.2 Требования к обязательному минимуму содержания дисциплины

Курс «Физиология человека и животных» является частью дисциплины «Физиология». Требования к обязательному минимуму содержания дисциплины Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 020201 «Биология», утвержденного 10.03.2000 г., номер государственной регистрации 89 ЕН/СП.

Дидактические единицы дисциплины

Строение и функции основных систем органов животных и человека; принципы восприятия, передачи и переработки информации в организме; регуляция жизненных функций и системы обеспечения гомеостаза; сравнительный аспект становления функций; молекулярные механизмы физиологических процессов, ферменты, гормоны, биологически активные вещества; методы экспериментальной работы с лабораторными животными

3.3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОГО КУРСА

Факультет: биолого-химический

Кафедра: безопасности жизнедеятельности, анатомии и физиологии

Семестр: 6

Тема	Всего часов	Аудитор. занятий			Самост.
		лекций	семина.	лаборат.	
Семестр 6					
Модуль 1					
Понятие физиологии. Физиология крови	38	10		14	14
Модуль 2					
Физиология кровообращения	48	12		18	18
Модуль 3					
Физиология дыхания	24	6		6	12
Форма итогового контроля	Экзамен				

3.4 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА

Введение

Предмет физиологии в системе биологических дисциплин. Объект и методы исследования в физиологии Экспериментальный метод, его значение. История физиологии. Основные этапы развития. Открытие Гарвеем замкнутого круга кровообращения. Развитие физиологии в России. Основные достижения современной физиологии.

Кровь и лимфа

Основные функции крови. Количество и состав крови. Объем циркулирующей крови и его изменение. Кровопотеря и ее последствия. Физико-химические свойства крови. Коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление. Буферные свойства крови. Кровезаменители.

Плазма и сыворотка крови. Белки и липопротеины плазмы. Форменные элементы крови и их функции. Понятие об эритроците. Кровотворение и его регуляция. Гомеостаз и свертывание крови. Сосудисто-тромбоцитарное звено гомеостаза и его регуляция. Свертывание крови и его роль в гомеостазе. Белки свертывания крови и ингибиторы этого процесса. Гепарин. Фибринолиз. Нейрогуморальная регуляция жидкого состояния крови и ее свертывания. Противосвертывающая система.

Защитная функция крови и лимфатической системы. Современные представления о клеточном и гуморальном иммунитете. Группы крови. Резус-фактор. Агглютинация эритроцитов. Методы и практическое значение переливания крови.

Кровообращение

Основные этапы развития сердечно-сосудистой системы в процессе эволюции. Замкнутость сердечно-сосудистой системы у высших организмов. Большой и малый круг кровообращения. Сердце, представление об эволюции его структуры и функции. Сердце млекопитающих животных и человека, его строение. Функциональная роль предсердий и желудочков. Динамика сердечного цикла: основные фазы, давление в полостях сердца и аорте, клапанный аппарат, тоны сердца. Понятие о систолическом и минутном объемах. Общие свойства сердечной мышцы. Автоматия сердца и его природа. Проведение возбуждения в сердце. Сердце как функциональный синцитий. Проводящая система сердца. Синусный узел и его значение. Атриовентрикулярный узел и его функции. Пучок Гиса. Волокна Пуркинье. Градиент автоматии. Представление об истинном и латентном водителе ритма.

Строение сердечной мышцы. Сократимость. Рефрактерный период и его особенности. Соотношение длительности процесса возбуждения и сокращения. Потенциалы действия различных отделов сердца и проводящей системы. Электрокардиограмма и ее компоненты. Электрокардиографический метод и его роль в изучении физиологии сердца и в медицине.

Коронарные сосуды и особенности кровоснабжения сердечной мышцы.

Регуляция деятельности сердца: миогенная, нейрогенная и гуморальная. Авторегуляторные механизмы сердца. Иннервация сердца: роль симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы в регуляции сердца. Центральные аппараты, участвующие в регуляции сердца. Рефлекторные механизмы регуляции. Рефлексогенные зоны сердца и сосудов. Эмоциональное состояние и работа сердца. Сердечная недостаточность.

Особенности строения различных частей сосудистого русла. Артерии, артериолы, капилляры, вены, вены. Кровоток и методы его исследования. Кровяное давление в различных частях сосудистого русла. Градиент давления. Скорость кровотока. Факторы, определяющие скорость кровотока.

Сопrotивление сосудов. Закон Пуазейля. Миогенная, нейрогенная и гуморальная регуляция тонуса сосудов. Потокотависимая вазодилатация артерий. Механизмы активной и реактивной гиперемии. Авторегуляция кровотока и ее выраженность в разных сосудистых бассейнах. Разнообразие строения капилляров. Фильтрационно-реабсорбционное равновесие. Закон Старлинга – Лэндиса. Емкостные сосуды. Факторы, способствующие движению крови по венам. Роль венозного возврата в регуляции сердечного выброса. Артериальное давление и его регуляция. Нейрогенные, быстрые механизмы регуляции давления крови. Рефлекторные дуги барорефлекса и хеморефлекса. Буферная роль барорефлекса. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система и ее роль в регуляции кровяного давления. Роль почечно-функционального механизма в длительной регуляции артериального давления. Основы патогенеза артериальной гипертензии. Перераспределение кровотока при функциональных нагрузках. Лимфатическая система и ее роль в организме.

Физиология дыхания

Эволюция типов дыхания. Легочное дыхание. Аппарат вентиляции легких. Воздухоносные пути и альвеолы. Механизм дыхательных движений. Внутривезикулярное давление и его значение для дыхания и кровообращения. Значение сурфактанта в функции легких. Понятие о легочных объемах. Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Особенности легочного кровообращения. Перенос газов кровью. Основной принцип процессов обмена газов в легких и тканях. Парциальное давление O_2 и CO_2 в альвеолярном воздухе, венозной и артериальной крови и в тканевой жидкости. Механизм переноса кровью O_2 и CO_2 и роль эритроцитов в его осуществлении. Гемоглобин. Механизм присоединения O_2 к гемоглобину. Кривая диссоциации оксигемоглобина. Перенос кислорода кровью у низших позвоночных и беспозвоночных. Механизм переноса CO_2 , карбоангидраза и ее роль в переносе CO_2 .

Бульбарный дыхательный центр. Современные представления о механизме возникновения первичной ритмики дыхательного центра. Пневмотаксический центр и его роль в смене дыхательных фаз. Рецепторы органов дыхания, их роль в создании оптимального режима дыхания. Периферические и центральные хеморецепторы, их роль в создании адекватного уровня легочной вентиляции.

3.5 КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (6 семестр - 28 часов)

Лекция № 1. Понятие физиологии. Основные этапы развития физиологии (2 часа).

План:

1. Физиология, как область науки, ее цели и задачи, связь с другими науками.
2. Методы физиологических исследований.
3. История развития физиологии.
4. Свойства и функции организма как биологической системы. Гомеостаз.
5. Регуляции функций и системы обеспечения гомеостаза.

1. Физиология, как область науки, ее цели и задачи, связь с другими науками.

Физиология (от греч. *physis* – природа, *logos* – учение) – наука, изучающая закономерности функционирования живых организмов, их отдельных систем, органов, тканей и клеток.

Физиология стремится вскрыть механизмы осуществления функций живого организма, их связь между собой, регуляцию и приспособление к внешней среде, происхождение и становление в процессе эволюции и индивидуального развития особи.

Физиология синтезирует конкретные сведения, полученные анатомией, гистологией, цитологией, молекулярной биологией, биохимией, биофизикой и другими науками, объединяя их в единую систему знаний об организме.

Совокупность физиологических знаний подразделяется на ряд отдельных, но взаимосвязанных направлений: общую, частную и прикладную физиологию.

В *общую физиологию* включают сведения, касающиеся природы основных жизненных процессов, общих проявлений жизнедеятельности (например, метаболизм органов и тканей, свойства биологических мембран), общие закономерности реагирования организма и его структур на воздействие среды – раздражимость, возбудимость, процессы возбуждения и торможения, т.е. общая физиология описывает особые явления, которые отличают живое от неживого.

Частная физиология исследует свойства отдельных тканей (мышечной, нервной и др.), органов (печени, почек, сердца и др.), закономерности объединения их в системы (система пищеварения, кровообращения, дыхания).

Прикладная физиология изучает закономерности проявлений деятельности организма, особенно человека, в связи со специальными задачами и условиями. Например:

а) физиология труда (разрабатывающая мероприятия, которые связаны с рационализацией труда, с производственным обучением).

б) физиология спорта (занимается изучением состояний организма при различных физических нагрузках, тренировках и др.).

в) физиология питания (занимается обоснованием норм питания, диет).

г) подводная и космическая физиология (изучает ряд специальных проблем, возникающих в результате пребывания организма в условиях, не встречающихся на Земле – невесомости).

д) экологическая физиология (изучает особенности физиологических процессов в зависимости от условий существования, а также влияния, оказываемые на организм внешней средой).

е) физиология сельскохозяйственных животных (задача этого раздела – повышение молочной, мясной и др. видов продуктивности, т.е. изучение физиологии лактационного процесса, кормления, регуляции роста шерстного покрова и т.д.).

Физиологию также условно подразделяют на:

- нормальную – является теоретической основой для всех медицинских и ветеринарных дисциплин. Она изучает закономерности жизнедеятельности здорового организма, механизмы адаптации функций к действию различных факторов.

- патологическую – рассматривает измененные функции больного организма, выясняет общие закономерности возникновения, развития и течения патологических процессов в организме, а также механизмы выздоровления и реабилитации.

2. Методы физиологических исследований.

Эксперимент (позволяет ответить на вопросы как, почему происходит тот или иной физиологический процесс, как он возникает, какими механизмами поддерживается и управляется).

На ранних этапах развития физиологии применяли метод *экстирпации*, т.е. удаление либо части, либо всего органа с последующим наблюдением.

Метод *трансплантации*, т.е. пересаживают в том же организме изучаемый орган на новое место или переносят в другой организм (особенно пользуется успехом этот метод при изучении функций эндокринных желез).

Фистульный метод. Суть его состоит в том, что один конец металлической или пластмассовой трубки вводят в полый орган (желудок, кишечник, желчный пузырь), второй – закрепляют на кожной поверхности. Разновидность этого метода – методика *катетеризации*. В кровеносные сосуды, сердце, протоки желез вводят тонкие синтетические трубки – катетеры, которые используют для регистрации происходящих в изучаемых органах процессов, и для введения различных фармакологических веществ.

Методика *денервации*. Для того чтобы установить зависимость функции органа от влияния нервной системы используют этот метод. При этом либо перерезают нервные волокна, иннервирующие орган, либо используют электрический или химический вид раздражения.

В последние десятилетия широко применяются *инструментальные* методики, т.е. вживляют макро- и микроэлектроды.

Все эти методы можно разделить на:

- острый – непродолжителен. В этом случае наркотизированное и обездвиженное животное вскрывают для проведения искусственной изоляции органов и тканей, регистрации электрических потенциалов, введения лекарственных препаратов и т.д.

- хронический – наложение фистул, пересадки различных органов, вживление электродов и т.д. Т.е. используются определенные хирургические операции и животное используется в опыте только после того, как оно оправится после операции. Этот метод позволяет наблюдать животное на протяжении нескольких недель, месяцев и даже лет, создает возможность неоднократного повторения на нем исследования, значительно повышая достоверность проводимых наблюдений.

3. История развития физиологии.

Возникновение физиологии произошло еще в древности в связи с потребностями медицины, лучшие представители которой, отчетливо понимали, что помочь больному можно, зная об устройстве тела и его органов. Дошедшие до нас сочинения мыслителей и врачей Китая, Индии, Греции и Рима свидетельствуют о том, что еще в глубокой древности производили вскрытие трупов и вели некоторые физиологические наблюдения, в результате были собраны отдельные сведения о строении тела человека и животных и о происходящих в организме явлениях.

Однако эти представления оказались ошибочными, т.к. они основывались не на точных наблюдениях и экспериментах, а на отвлеченных умозаключениях и догадках.

Римский врач и естествоиспытатель Клавдий Гален (129 – 201 г.) впервые ввел в практику медицины эксперимент. Его эксперименты послужили основой для теорий, которые просуществовали почти 14 веков.

Зарождение физиологии как науки относится в основном ко второй половине XVII - началу XVIII вв. В этот период анатом Везалий первым правильно описал особенности строения человеческого тела.

Важнейшим этапом в становлении физиологии принято считать 1628 год, когда английский врач и физиолог Уильям Гарвей опубликовал свою бессмертную книгу «Анатомические исследования о движении сердца и крови у животных», в которой изложил основу своего великого открытия – существования кровообращения.

Французский физиолог Рене Декарт сформулировал представление об «отраженной деятельности организма», выдвинул понятие о рефлексе. К этому же периоду относятся труды таких ученых как Георга Прохаски (чешский анатом и физиолог, установивший значение нервной системы), англичанина Хейлси (установил величину кровяного давления у лошади в разных сосудистых областях), итальянец Спаланцини изучали химизм пищеварения, француз Лавуазье пытался объяснить механизмы дыхания, англичанин Глиссон изучал мышечные сокращения.

Начало развития физиологии в России относится к первой половине XVIII века. Бернулли измерил скорость движения крови в сосудах. Вайтбрехт высказал предположение, что движение крови происходит не только благодаря работе сердца, но и за счет сокращения стенок сосудов.

С 1738 г. физиологию как самостоятельную дисциплину начали преподавать в Академическом (Санкт – Петербург) университете.

В области физиологии большую роль сыграли открытия таких ученых, как:

- итальянский естествоиспытатель Луиджи Гальвани, доказал существование в тканях «животного электричества».
- Пфлюгер установил закон действия постоянного тока на возбудимую ткань.
- Пирогов, Вальтер, Людвиг, Марей, Орловский, Басов – каждый из них оставил глубокий след в науке. Такие ученые как Павлов и Сеченов внесли особый вклад в науку, они создали новые направления физиологии не только в России, но и в мире.

Сеченова называют «отцом русской физиологии», он впервые подвергнул экспериментальному анализу самую сложную область – явление сознания. Он предложил новый принцип анализа газов крови. Ему принадлежит открытие торможения в ЦНС.

И. П. Павлов исследовал физиологию пищеварения, сердечно – сосудистой системы, физиологию высшей нервной деятельности.

Павлов и Сеченов подготовили большое количество учеников, создавших в последующем свои научные направления. Среди них: Орбели, Быков, Анохин, Штерн и многие другие.

4. Свойства и функции организма как биологической системы. Гомеостаз.

Организм представляет собой целостную, сложную, динамическую систему. Все составные части этой системы строго дифференцированы по структуре и функциям.

Необходимым условием и признаком жизни является обмен веществ, который тесно связан с материальной основой жизни – белковыми телами.

Живой организм характеризуется наличием раздражимости и возбудимости. Благодаря этим свойствам он реагирует на раздражение возбуждением. В результате этого осуществляется та или иная функция органа, системы или организма в целом. Для живого организма характерна широкая приспособляемость к условиям существования.

Адаптация, т.е. способность организма приспосабливаться к воздействию окружающей среды, может привести к изменению функций отдельных физиологических систем. Например, при длительном преобладании в пищевом рационе белков в составе пищеварительных соков будет больше выделяться ферментов, расщепляющих белки.

Особенностью живого организма является также способность к саморегуляции, что обеспечивает его к воздействиям факторов внешней среды, приспособление к условиям существования. Например, если в организме под влиянием каких-то причин повысится или понизится артериальное давление, то за счет возбуждения чувствительных нервных окончаний, пронизывающих сосуды, рефлекторно изменится деятельность сердца и просвет кровеносных сосудов, в результате чего артериальное давление вернется к исходному уровню.

Для нормального функционирования организма необходимо постоянство состава его внутренней среды. Понятие о внутренней среде организма было введено в XIX веке французским физиологом Клодом Бернаром.

Под внутренней средой организма понимают совокупность жидкостей (кровь, лимфа, тканевая и цереброспинальная жидкость), принимающих участие в процессах обмена веществ и поддержания гомеостаза организма.

Для нормальной жизнедеятельности организма необходимо относительное постоянство состава внутренней среды, ее физико-химических и биологических свойств. Это относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма получило название гомеостаза. Гомеостаз характеризуется рядом биологических констант.

Под биологическими константами понимают устойчивые количественные показатели, которые характеризуют нормальную жизнедеятельность организма. К биологическим константам относят активную реакцию крови, содержание сахара и питательных веществ в крови, величину осмотического, артериального давления, температуру тела и т.д.

От состава и свойств внутренней среды организма зависит возбудимость органов и тканей, их чувствительность к раздражителям. Кроме того, состав внутренней среды организма влияет на питание клеток, органов и тканей. Таким образом, внутренняя среда определяет все жизненные проявления организма, в том числе его рефлекторную деятельность.

Постоянство состава и свойств внутренней среды организма является не абсолютным, а относительным, так как в процессе жизнедеятельности создаются условия для ее изменения. Имеются специальные механизмы

(гомеостатические реакции), которые обеспечивают саморегуляцию состава и свойств внутренней среды, т.е. поддерживают гомеостаз. Это достигается непрерывно происходящей работой ряда органов и физиологических систем. Например, в процессе жизнедеятельности постоянно происходит трата питательных веществ в организме. Их уровень пополняется за счет функции органов пищеварения.

Функциональные возможности механизмов, поддерживающих гомеостаз не беспредельны. При длительном пребывании организма в неблагоприятных условиях может произойти нарушение гомеостаза, в некоторых случаях несовместимые с жизнью. Например, при значительном повышении или понижении окружающей температуры может наступить перегревание или охлаждение организма, приводящее к смерти.

Гомеостатические реакции организма имеют приспособительный характер. Количество глюкозы в крови в норме поддерживается на уровне 4,45 – 6,65 ммоль/л (80 – 120 мг%). При уменьшении или увеличении содержания глюкозы в крови под влиянием гомеостатических реакций происходит его нормализация. Так, снижение уровня глюкозы в крови вызывает возбуждение симпатической нервной системы, что стимулирует выделение адреналина из мозгового вещества надпочечников. Током крови гормон доставляется к клеткам печени, где повышается активность ферментов, расщепляющих гликоген. Образующаяся из гликогена глюкоза поступает в кровь. Одновременно в кровь выделяется ряд других гормонов (глюкагон – из поджелудочной железы, глюкокортикоиды – из надпочечников, соматотропин – из гипофиза). Их действие также направлено на нормализацию сниженного уровня сахара в крови.

5. Регуляции функций и системы обеспечения гомеостаза.

Организм животных и человека функционирует как единое целое и представляет собой саморегулирующуюся систему. Взаимосвязанная согласованная работа всех органов и физиологических систем обеспечивается нервными и гуморальными механизмами.

В процессе эволюционного развития первыми сформировались гуморальные (жидкостные) механизмы регуляции. Они возникли на том этапе эволюционного развития животного мира, когда появились кровь и кровообращение. Гуморальная, жидкостная, химическая регуляция функций осуществляется за счет гормонов, медиаторов, продуктов обмена и других активных веществ, находящихся в жидкостях организма. Этот вид регуляции является наиболее универсальным. Однако за счет гуморальной регуляции невозможны быстрая перестройка деятельности организма, изменение его функций, так как этот вид регуляции ограничен скоростью движения крови по сосудам.

С появлением у животных нервной системы возник нервный механизм регуляции функций, который обеспечивает быструю перестройку функций органов и организма в целом в соответствии с условиями существования. Это возможно потому, что скорость распространения нервных импульсов по

нервным проводникам (до 120-140 м/с) значительно превышает скорость движения крови по сосудам.

Нервная регуляция не исключает, а подчиняет себе гуморальную регуляцию. Поэтому в целостном организме существует единая нейрогуморальная регуляция функций. Например, в процессе жизнедеятельности организма в тканях накапливается углекислый газ. Он возбуждает нервные клетки дыхательного центра. При этом ритм дыхательных движений становится чаще и глубина их увеличивается, что способствует удалению углекислого газа из организма. Таким образом, регуляция дыхательной функции организма осуществляется с участием нервных и гуморальных механизмов.

Следовательно, нейрогуморальная регуляция объединяет (интегрирует) все функции организма, благодаря чему он функционирует как единое целое.

Литература основная: 1,2.

Литература дополнительная: 6,10,13,16.

Лекция № 2. Состав и свойства крови. Основные функции крови (2 часа).

План:

1. Функции и свойства крови.
2. Состав и количество крови.
3. Состав и свойства плазмы крови.
4. Реакция крови. Буферные системы крови.

1. Функции и свойства крови.

Представление о крови как системе создал Г.Ф. Ланг (1939). В эту систему он включил 4 части: периферическую кровь, циркулирующую по сосудам; органы кроветворения; органы кроверазрушения; регулирующий нейрогуморальный аппарат.

Кровь, циркулирующая в сосудах, выполняет следующие *функции*:

- транспортная,
- дыхательная,
- питательная,
- экскреторная,
- защитная,
- терморегуляторная,
- обеспечивает водно-солевой обмен,
- гомеостатическая,
- регуляторная (гуморальная),
- осуществление креаторных связей.

Свойства крови:

- *вязкость* - обусловлена наличием в ней белков и эритроцитов. Если вязкость воды принять за 1, то вязкость плазмы будет равна 1,7 – 2,2, а вязкость цельной крови около 5,1. Вязкость увеличивается при

сгущении крови (т.е. при потере воды), а также при возрастании количества эритроцитов в крови.

- *плотность* – зависит в основном от содержания в ней форменных элементов, белков и липидов. Относительная плотность крови взрослого человека равна 1,050 – 1,060 г/см³, плазмы – 1,029-1,034 г/см³. Наиболее высокая плотность наблюдается у новорожденных – 1,060 – 1,080 г/см³.

2. Состав и количество крови.

Кровь представляет собой коллоидно-полимерный раствор, растворителем в котором является вода, растворимыми веществами – соли и низкомолекулярные органические соединения, коллоидным компонентом – белки и их комплексы.

Кровь слегка щелочная жидкость, имеет немного солоноватый вкус и специфический запах. Кровь состоит из жидкой части – *плазмы* и взвешенных в ней форменных элементов – *эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов*.

Между плазмой и форменными элементами крови существуют определенные объемные соотношения. Их определяют с помощью гематокрита. Таким путем установлено, что на долю плазмы приходится 55 – 60%, а форменных элементов – 40 – 45%.

Общее количество крови в организме взрослого человека составляет 5 – 6 л (т.е. 6-8% от массы тела). В физиологических условиях не вся кровь циркулирует в кровеносных сосудах, часть ее находится в так называемых кровяных депо (печень, селезенка, легкие, сосуды кожи). Общее количество крови в организме сохраняется на относительно постоянном уровне. При необходимости пополнения количества циркулирующей крови, например, при кровопотере, специальные физиологические механизмы способствуют выбросу депонированной крови в общий кровоток. Потеря 1/2 - 1/3 количества крови может привести организм к гибели. В этих случаях необходимо срочное переливание крови или кровезаменяющих жидкостей.

3. Состав и свойства плазмы крови.

Плазма – жидкая часть крови, остающаяся после удаления форменных элементов и состоящая из растворенных в воде солей, белков, углеводов, биологически активных веществ, CO₂, O₂.

Плазма крови обеспечивает постоянство объема внутрисосудистой жидкости и кислотно-щелочного равновесия. Она переносит биологически активные вещества и продукты метаболизма.

В состав плазмы входят вода (90 – 92%) и сухой остаток (8-10%). Сухой остаток состоит из органических и неорганических веществ. К органическим веществам плазмы крови относятся:

- белки – альбумины, глобулины, фибриноген. Общее количество белка в плазме составляет 7-8%;
- небелковые азотсодержащие соединения (аминокислоты, полипептиды, мочевины, мочевая кислота, креатин, креатинин, аммиак). Общее количество небелкового азота в плазме составляет 11 – 15 ммоль/л (30-

40 мг%). При нарушении функции почек, выделяющих шлаки из организма, содержание остаточного азота в крови резко возрастает;

- безазотистые органические вещества: глюкоза, нейтральные жиры, липиды;
- ферменты и проферменты: некоторые из них участвуют в процессах свертывания крови и фибринолиза, в частности протромбин и профибринолизин. В плазме содержатся также ферменты, расщепляющие гликоген, жиры, белки и др.

Неорганические вещества плазмы крови составляют 1% от ее состава. К этим веществам относятся преимущественно катионы Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} и анионы Cl^- , HPO_4^{2-} , HCO_3^- .

Белковую фракцию плазмы составляет несколько десятков различных белков, которые различают по строению и функциональным свойствам. Белки плазмы делят на две основные группы: *альбумины* и *глобулины*. В глобулиновую фракцию входит фибриноген.

АЛЬБУМИНЫ – по сравнению с другими белками плазмы их концентрация наиболее высока, они очень подвижны. Играют большую роль в транспорте кровью различных веществ. Альбумины образуются в печени. При нормальном питании в организме человека за 1 сутки вырабатывается 17 г альбумина.

ГЛОБУЛИНЫ – эту группу делят на несколько фракций: α_1 , α_2 , β_2 , γ -глобулины. Они обеспечивают защитные свойства крови. Образуются в печени, костном мозгу, селезенке, лимфатических узлах. За сутки вырабатывается 5г глобулина.

ФИБРИНОГЕН – занимает промежуточное положение между фракциями бета- и гамма-глобулинов. Этот белок обладает свойством становиться нерастворимым в определенных условиях, принимая при этом волокнистую структуру, переходя в фибрин. Содержание фибриногена в плазме крови составляет 0,3%, но именно его переходом в фибрин обуславливается свертывание крови и превращение ее в течение нескольких минут в плотный сгусток. Сыворотка крови по своему составу отличается от плазмы только отсутствием фибриногена.

Белки плазмы играют ведущую роль в таких процессах, как образование тканевой жидкости, лимфы, мочи, всасывание воды. Однако состав плазмы существенно не изменяется. Постоянство состава плазмы обеспечивается регуляторными механизмами, оказывающими влияние на деятельность отдельных органов и систем организма, восстанавливающих состав и свойства его внутренней среды.

Осмотическое давление – сила движения растворителя через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного раствора в более концентрированный раствор. Осмотическое давление обусловлено электролитами и некоторыми не электролитами с низкой молекулярной массой (глюкоза и др.). Чем больше концентрация таких веществ в растворе, тем выше осмотическое давление. Осмотическое давление определяет распределение

воды между тканями и клетками. В нормальных условиях осмотическое давление равно 7,7 – 8,1 атм.

Если эритроциты поместить в солевой раствор, имеющий одинаковое осмотическое давление с кровью (изотонический раствор), то они заметным изменениям не подвергаются. В растворе с высоким осмотическим давлением (гипертонический раствор) клетки сморщиваются, так как вода начинает выходить из них в окружающую среду. В растворе с низким осмотическим давлением (гипотонический раствор) эритроциты набухают и разрушаются. Это происходит потому, что вода из раствора с низким осмотическим давлением начинает поступать в эритроциты, оболочка клетки не выдерживает повышенного давления и лопается.

Онкотическое давление плазмы обусловлено белками. Величина онкотического давления колеблется в пределах 25 – 30 мм рт.ст. Значение онкотического давления велико, так как за счет него жидкость (вода) удерживается в сосудистом русле. Из белков плазмы наибольшее участие в обеспечении величины онкотического давления принимают альбумины, вследствие малых размеров и высокой гидрофильности они обладают выраженной способностью притягивать к себе воду.

4. Реакция крови. Буферные системы крови.

Важнейшим показателем постоянства внутренней среды организма является ее *активная реакция*, определяемая концентрацией водородных ионов (H^+). Для определения кислотности или щелочности среды пользуются водородным показателем рН. Активная реакция крови высших животных и человека – величина, отличающаяся высоким постоянством. Как правило, рН крови составляет 7,36 – 7,42 (слабощелочная).

Сдвиг реакции в кислую сторону, называется *ацидозом*, который обуславливается увеличением в крови ионов водорода. При этом наблюдается угнетение функции центральной нервной системы, при выраженном ацидозе может наступить потеря сознания и смерть.

Сдвиг реакции в щелочную сторону, называется *алкалозом*. Возникновение алкалоза связано с увеличением концентрации гидроксильных ионов OH^- . В этом случае происходит перевозбуждение нервной системы, отмечается появление судорог, а в дальнейшем гибель организма.

В организме всегда имеются условия для сдвига реакции в сторону ацидоза или алкалоза. В клетках и тканях постоянно образуются кислые продукты: молочная, фосфорная и серная кислоты. При усиленном потреблении растительной пищи в кровотоке постоянно поступают основания. Напротив, при преимущественном потреблении мясной пищи в крови создаются условия для накопления кислых соединений. Однако величина активной реакции крови постоянна. Поддержание постоянства активной реакции обеспечивается так называемыми *буферными системами*. К буферным системам крови относятся:

1. карбонатная буферная система (угольная кислота, бикарбонат натрия);
2. фосфатная буферная система (гидрофосфат и дигидрофосфат натрия);

3. буферная система гемоглобина (гемоглобин – калиевая соль гемоглобина);
4. буферная система белков плазмы.

Буферные системы имеются и в тканях, что способствует поддержанию рН тканей на относительно постоянном уровне. Главными буферами тканей являются белки и фосфаты.

Сохранению постоянства рН способствует и деятельность некоторых органов - легких, почек, потовых желез.

Литература основная: 1,2.

Литература дополнительная: 4,7,9,10,13.

Лекция № 3. Красные кровяные клетки (2 часа).

План:

1. Эритроциты. Эритропоэз.
2. Гемоглобин, его соединения.
3. Резистентность эритроцитов, их гемолиз.
4. Реакция оседания эритроцитов (СОЭ).
5. Группы крови и резус – фактор.

1. Эритроциты. Эритропоэз.

Эритроциты – высокоспециализированные клетки. У человека и млекопитающих лишены ядра и имеют однородную протоплазму. Эритроциты имеют форму двояковогнутого диска. Диаметр их равен 7 – 8 мкм, толщина по периферии 2-2,2 мкм, в центре – 1 – 2 мкм.

В 1 мм³ крови у мужчин содержится 4,0– 5,0 млн. эритроцитов, у женщин 3,7 – 4,7 млн.

Количество эритроцитов меняется под воздействием факторов внешней и внутренней среды (суточные и сезонные колебания, мышечная работа, эмоции, пребывание на больших высотах, потеря жидкости и т.д.). Повышение количества эритроцитов называется *эритроцитоз*, понижение – *эритропения*.

Функции эритроцитов:

- дыхательная,
- питательная,
- защитная,
- ферментативная,
- регуляция рН крови.

Свойства эритроцитов:

- Эритроциты легко изменяют форму и обладают большой эластичностью. Они легко проходят по капиллярам.
- Эритроциты легко разрушаются от малейших внешних воздействий.
- Эритроциты способны удерживаться друг около друга при соприкосновении своими поверхностями, благодаря чему образуются так называемые «монетные столбики».

Процесс образования эритроцитов называется *эритропоэз*. Предшественниками эритроцитов являются клетки красного костного мозга. В них осуществляется синтез гемоглобина. Для образования эритроцитов необходимо железо, ряд витаминов и микроэлементы. Железо организм получает из гемоглобина разрушающихся эритроцитов и с пищей. Витамины: В₁₂, В₂, В₆, С, Е, РР. Микроэлементы: медь, никель, кобальт, селен.

Скорость эритропоэза может возрастать в несколько раз при обычных и быстрых кровопотерях, патологическом разрушении зрелых форм, несоответствие между потребностью тканей в кислороде и его поступлением. В плазме в этих условиях появляются в больших количествах особо ускоряющие эритропоэз вещества – *эритропоэтины*. Они представляют собой гормон гликопротеиновой природы, синтезируемый почками, печенью, подчелюстными слюнными железами. Эритропоэтины в небольших концентрациях постоянно присутствуют в плазме крови.

Эритроциты живут 120 дней. При этом непрерывно образуются новые клетки и отмирают старые.

Разрушение отживших эритроцитов происходит разными путями:

- они гибнут от механического травмирования во время движения по сосудам;
- часть клеток фагоцитируется системой печени и селезенки;
- гемолизируются непосредственно в кровяном русле.

При разрушении эритроцитов гемоглобин распадается на гем и глобин. От гема отделяется железо. Оно сразу же используется для создания новых молекул гемоглобина. Если возник избыток железа, оно запасается в печени, селезенке, слизистой оболочке тонкой кишки.

2. Гемоглобин, его соединения.

Гемоглобин – дыхательный пигмент крови – выполняет в организме важную роль переносчика кислорода и принимает участие в транспорте углекислого газа.

Средней нормальной величиной гемоглобина в крови у мужчин считается 130 – 160 г/л, у женщин – около 130 г/л.

По химической структуре гемоглобин представляет собой хромопротеид. Он состоит из белка *глобина* и небелковой пигментной группы *гем*. В молекуле гемоглобина содержится одна молекула белка и 4 молекулы гема. Глобин представляет собой белок типа альбумина. Гем построен из пиррольных колец и содержит атом железа (Fe^{2+}), способный присоединять и отдавать молекулу кислорода. Именно железо играет ключевую роль в деятельности гемоглобина, являясь его активной, так называемой простетической группой.

В скелетных и сердечной мышцах находится мышечный гемоглобин, или *миоглобин*. Его простетическая группа – гем – подобна гему молекулы гемоглобина крови, а белковая часть – глобин – имеет меньшую молекулярную массу, чем белок гемоглобина крови.

Физиологические соединения гемоглобина:

1. Оксигемоглобин (HbO_2) – гемоглобин, присоединивший к себе кислород.

2. Дезоксигемоглобин (или восстановленный, H^+Hb) – гемоглобин, отдавший кислород, но не присоединивший углекислый газ.
3. Карбгемоглобин ($HbCO_2$) – гемоглобин, соединенный с молекулой углекислого газа.

Патологические соединения гемоглобина:

4. Карбоксигемоглобин ($HbCO$), - соединение гемоглобина с угарным газом.
5. Метгемоглобин ($HbOH$) – гемоглобин. Приведенный в соприкосновение с сильно действующими окислителями (перманганат калия, бертолетова соль, нейробензол, анилин). При этом происходит окисление железа и переход его в трехвалентную форму.

3. Резистентность эритроцитов, их гемолиз.

Резистентностью эритроцитов называется их устойчивость по отношению к гипотоническим растворам. Резистентность отдельных эритроцитов неодинакова. Минимальная резистентность определяется концентрацией хлорида натрия, при которой начинается гемолиз, т.е. разрушаются наименее устойчивые эритроциты. Концентрация хлорида натрия, при которой все эритроциты будут разрушены, определит максимальную резистентность. У здорового человека максимальная резистентность колеблется в пределах от 0,28 до 0,32, а минимальная от 0,52 до 0,48 % содержания NaCl в растворе.

Процесс разрушения эритроцитов, при котором гемоглобин выходит из них в плазму, называют *гемолизом*. Кровь после гемолиза эритроцитов представляет собой прозрачную жидкость красного цвета, имеет характерный блеск («лаковая кровь»).

Виды гемолиза:

- осмотический;
- химический;
- биологический;
- механический;
- термический.

4. Реакция (скорость) оседания эритроцитов (СОЭ).

При помещении крови, лишенной возможности свертываться, в вертикально расположенную пипетку наблюдается способность эритроцитов к оседанию вниз. Это происходит потому, что удельная плотность эритроцитов выше, чем плазмы. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) выражается в миллиметрах высоты столба плазмы, появившейся над слоем осевших эритроцитов за единицу времени (обычно за 1 час). СОЭ у здоровых мужчин составляет 5-9 мм, у женщин – 8-10мм.

Механизм оседания эритроцитов является сложным процессом, зависящим от многих факторов, к которым относят количество эритроцитов, их морфологические особенности, величину заряда, способность к агрегации, белковый состав плазмы.

На величину СОЭ влияет физиологическое состояние организма. Оседание значительно ускоряется во время беременности, при большинстве острых

воспалительных процессов. Низкие значения характерны для новорожденных. Усиленная мышечная тренировка замедляет эту реакцию.

5. Группы крови и резус – фактор.

В 1901 г. австрийский исследователь Карл Ландштейнер, смешивая эритроциты с нормальной сывороткой крови, обнаружил, что при одних сочетаниях сыворотки и эритроцитов разных людей наблюдается агглютинация эритроцитов, при других ее нет. Склеивание эритроцитов получило название *агглютинации*. Агглютинация возникает в результате взаимодействия присутствующих в эритроцитах антигенов – *агглютиногенов* – и содержащихся в плазме антител – *агглютининов*.

Агглютиногены – А и В; агглютинины – α и β .

Как было установлено К. Ландштейнером и Я. Янским, в крови одних людей совсем нет агглютиногенов, в крови других содержится только агглютиноген А, у третьих – только агглютиноген В, четвертые содержат оба агглютиногена.

В плазме крови было открыто соответственно два агглютинирующих агента: альфа и бета, - которые склеивают эритроциты. В крови разных людей существуют либо один, либо два, либо ни одного агглютинина. Никогда не встречаются в организме одновременно агглютиноген А с агглютинином альфа, и агглютиноген В с агглютинином бета. Поэтому в организме не бывает агглютинации собственных форменных элементов.

Таким образом, существует четыре комбинации агглютиногенов и агглютининов системы АВО и соответственно выделено четыре группы крови.

I (O) $\alpha\beta$

II (A) β

III (B) α

IV ABO.

Учение о группах крови значительно усложнилось в связи с открытием новых агглютиногенов, например, M, N, S, P и т.д. Эти факторы иногда являются причиной осложнений при повторных переливаниях крови.

Людей с I группой крови раньше считали универсальными донорами, т.е. их кровь могла быть перелита всем без исключения лицам. Однако теперь известно, что эта универсальность не абсолютна.

Одним из первых агглютиногенов крови человека, не входящих в систему АВО, был резус-агглютиноген, или *резус-фактор*, обнаруженный К. Ландштейнером и И. Винером в 1940 г. Он был получен при введении крови обезьян макак-резусов кроликам, в крови которых вырабатывали соответствующие антитела к эритроцитам обезьян. Как оказалось, эта сыворотка иммунизированных кроликов дает резко положительную реакцию агглютинации эритроцитов не только макак, но и человека.

85% людей имеют в крови этот агглютиноген, из-за чего их называют резус-положительными (Rh^+), а не содержащих его – резус-отрицательными (Rh^-).

Резус-фактор учитывается при переливании крови и при беременности, поэтому определение свойств крови на резус-фактор теперь обязательно проводят вместе с обычным определением групп крови.

Существование у человека той или иной группы крови является его индивидуальной биологической особенностью. Эта особенность начинает формироваться уже в раннем периоде эмбрионального развития и не меняется на протяжении всей последующей жизни.

Литература основная: 1,2.

Литература дополнительная: 4,8,9,10,11,13,15.

Лекция № 4-5. Лейкоциты. Тромбоциты. Свертывание крови (4 часа).

План:

1. Лейкоциты. Лейкопоэз.
2. Понятие об иммунитете.
3. Лимфа и лимфообращение.
4. Тромбоциты. Тромбоцитопоэз.
5. Гемостаз.

1. Лейкоциты. Лейкопоэз.

Лейкоциты, или белые кровяные тельца, - бесцветные клетки, содержащие ядро и цитоплазму.

У взрослого человека натошак в 1 мкл крови содержится 6000 – 8000 лейкоцитов. Однако их численность колеблется в зависимости от времени суток и функционального состояния организма. Увеличение количества лейкоцитов называется *лейкоцитозом*, уменьшение – *лейкопенией*.

Лейкоциты делят на две группы: зернистые лейкоциты (гранулоциты), и незернистые (агранулоциты). Зернистые лейкоциты отличаются от незернистых тем, что их цитоплазма имеет включения в виде зерен, которые способны окрашиваться различными красителями. К гранулоцитам относятся нейтрофилы, эозинофилы и базофилы. К агранулоцитам – моноциты и лимфоциты. Между отдельными видами лейкоцитов существуют определенные соотношения. Процентное соотношение между отдельными видами лейкоцитов называют *лейкоцитарной формулой*.

Таблица 1.

Лейкоцитарная формула (в %)

Базофилы	Эозинофилы	Нейтрофилы 65-70			Лимфоциты	Моноциты
		юные	палочкоядер.	сегментоядер.		
0,5 - 1	2 - 4	0 - 1	1 - 5	55 - 70	25 - 30	6 - 8

При ряде заболеваний характер лейкоцитарной формулы меняется. Так, например, при острых воспалительных процессах (острый бронхит, пневмония) увеличивается количество нейтрофильных лейкоцитов. При аллергических состояниях (бронхиальная астма, сенная лихорадка), глистных инвазиях

преимущественно возрастает содержание эозинофилов. Таким образом, анализ лейкограммы имеет диагностическое значение.

Лейкоциты обладают рядом важных физиологических свойств: амёбовидной подвижностью, диапедезом, фагоцитозом. *Амёбовидная подвижность* – способность лейкоцитов активно передвигаться за счет образования псевдоподий (ложноножек). Под *диапедезом* следует понимать свойство лейкоцитов проникать через стенку капилляров. *Фагоцитоз* – способность поглощать и переваривать инородные тела и микроорганизмы. Лейкоциты поглощают не только попавшие в организм бактерии, но и отмирающие клетки самого организма. Передвижение (миграция) лейкоцитов к очагу воспаления обусловлено рядом факторов: повышением температуры в очаге воспаления; сдвигом рН в кислую сторону; существованием хемотаксиса (движение лейкоцитов по направлению к химическому раздражителю – положительный хемотаксис, а от него – отрицательный хемотаксис). Хемотаксис обеспечивается продуктами жизнедеятельности микроорганизмов и веществами, образующимися в результате распада тканей.

Одной из важнейших функций лейкоцитов является *защитная*. Лейкоциты способны вырабатывать специальные вещества – лейкины, которые вызывают гибель микроорганизмов, попавших в организм человека. Некоторые лейкоциты (базофилы, эозинофилы) образуют антитоксины – вещества, обезвреживающие продукты жизнедеятельности бактерий, и обладают дезинтоксикационным свойством. Лейкоциты способны к выработке антител. Они могут длительное время сохраняться в организме. Лейкоциты имеют отношение к процессам свертывания крови и фибринолиза.

Лейкоциты стимулируют регенеративные (восстановительные) процессы в организме, ускоряют заживление ран.

Лейкоциты (моноциты) принимают активное участие в процессах разрушения отмирающих клеток и тканей организма за счет фагоцитоза.

Лейкоциты выполняют ферментативную функцию. Они содержат различные ферменты, необходимые для осуществления процесса внутриклеточного пищеварения.

Процесс образования лейкоцитов получил название *лейкопоэз*. Лейкоциты образуются в красном костном мозге. Лейкопоэз находится в прямой зависимости от распада лейкоцитов: чем больше их распадается, тем больше образуется. Стимулирующее влияние на лейкопоэз оказывают нуклеиновые кислоты, гормоны гипофиза. Лейкопоэз возрастает также под влиянием продуктов распада тканей, микроорганизмов и их токсинов. Полагают, что эти вещества оказывают действие не прямо, а путем стимуляции лейкопоэтинов, которые «вмешиваются» в процесс дифференциации клеток костного мозга. Разрушение и появление новых лейкоцитов происходит непрерывно. Жизненный срок их различен. Они живут часы, дни, недели, часть лейкоцитов не исчезает на протяжении всей жизни человека или животного. Местом разрушения лейкоцитов является слизистая оболочка пищеварительного тракта, а также ретикулярная ткань.

2. Понятие об иммунитете.

В организме животных и человека эволюционно выработана и закреплена способность защиты от вмешательства чужеродных веществ и инфекционных агентов, нарушающих постоянство его внутренней среды. Эта защита осуществляется посредством ряда неспецифических и специфических механизмов. Среди тех и других выделяют гуморальные и клеточные.

Неспецифические механизмы имеют более широкий диапазон функций и используются для обезвреживания даже тех чужеродных тел, с которыми организм ранее вообще не сталкивался. Это по преимуществу наследственный иммунитет.

В отличие от них *специфические механизмы* основаны на опыте предыдущего контакта с чужеродным началом, когда к нему уже выработана специфическая невосприимчивость. Например, при внедрении инфекционного агента – антигена – в организме вырабатываются антитела. Это специфические, защитные от этого микроба (вируса) или нейтрализующие его вещества.

Иммунные реакции возникают не только вследствие внедрения в организм инфекционного начала, они появляются и при поступлении несовместимых агентов, например при переливании крови, пересадки органов и тканей, в процессе иногруппной беременности.

Иммунитет – невосприимчивость организма к инфекционным и неинфекционным агентам и веществам, обладающим антигенными свойствами.

Различают гуморальный и клеточный иммунитет. *Гуморальный иммунитет* обеспечивается преимущественно за счет В-лимфоцитов. В-лимфоциты в результате сложных взаимодействий с Т-лимфоцитами и моноцитами превращаются в плазмocyты – клетки, продуцирующие антитела. *Клеточный иммунитет* обеспечивается главным образом Т-лимфоцитами, а также могут принимать участие и макрофаги (моноциты).

Таким образом, можно выделить несколько видов активного иммунитета:

- неспецифический гуморальный;
- неспецифический клеточный;
- специфический гуморальный;
- специфический клеточный.

Наряду с активным существует пассивно приобретенный иммунитет. Он возникает у плода вследствие получения им антител от матери через плаценту.

3. Лимфа и лимфообращение.

Лимфа является производной крови. *Лимфа* представляет собой прозрачную жидкость соленого вкуса щелочной реакции (рН 7,35 – 9,0). Содержание лимфы в разных органах различно; оно соответствует их функции. Наибольшее количество лимфы образуется в печени, что связано с транспортом синтезирующихся здесь белков.

Существует различие в содержании белков между плазмой крови и внутриклеточной жидкостью, поддерживаемой лимфой. Лимфа имеет вместе с тем несколько более высокую концентрацию хлоридов и бикарбонатов, чем плазма крови. Количество и состав белков лимфы зависят от проницаемости кровеносных капилляров, поэтому концентрация белков в лимфе разных

органов различна. Лимфа содержит фибриноген и протромбин, поэтому она свертывается. Более продолжительное, чем у крови, свертывание объясняется недостатком тромбоцитов. После свертывания лимфы образуется рыхлый желтоватый сгусток.

На пути от тканей к венам лимфа проходит через биологические фильтры – лимфатические узлы. Здесь происходит задержка инородных частиц, микроорганизмов и их обезвреживание. Состав клеток лимфы не одинаков в разных участках лимфатического пути. В связи с этим различают периферическую, промежуточную и центральную лимфу.

К периферической относят лимфу, не прошедшую ни через один из узлов; к промежуточной – прошедшую через один-два узла; к центральной – лимфу, находящуюся в крупных лимфатических сосудах, которые впадают в яремную вену и грудной лимфатический проток.

Образование лимфы и тканевой жидкости впервые было объяснено К. Людвигом. Согласно его фильтрационной теории, лимфообразование является результатом разницы между гидростатическим давлением в кровяных капиллярах и тканях. Эта теория была дополнена Э. Старлингом, который считал, что кроме гидростатического давления важную роль играет разница в онкотическом давлении. Повышение гидростатического давления крови в капиллярах ведет к образованию лимфы, увеличение онкотического давления препятствует лимфообразованию. Из-за большой разницы давления крови в артериальном и венозном концах капилляров процесс фильтрации лимфы происходит в артериальном конце, возвращается лимфа в кровь в венозном. Возврату лимфы способствует и повышенное онкотическое давление венозного конца капилляров.

Экстремальные воздействия, такие, как травмы, ожоги, обильные кровопотери, сопровождаются интенсивным лимфообразованием. Его повышение происходит и под действием некоторых веществ называемых лимфогенными. Механизм их действия основан на увеличении проницаемости стенки капилляров.

Функции лимфы направлены на поддержание относительного постоянства внутренней среды. С помощью лимфы осуществляется возврат белков из тканевых пространств в кровь, участие в перераспределении воды в организме, молокообразовании, пищеварении и обмене веществ. Посредством транспорта из лимфоидных органов макрофагов, лимфоцитов и антител лимфа участвует в иммунных реакциях организма. Она играет роль во всасывании и транспорте жиров и жирорастворимых веществ в кишке. Функция лимфы состоит в удалении из межклеточного пространства веществ, которые не реабсорбируются в кровеносных капиллярах. Способствуя удалению жидкости из тканевого пространства, лимфатическая система выполняет дренажную функцию.

4. Тромбоциты. Тромбоцитопоз.

Тромбоциты, или *красные пластинки* – плоские клетки неправильной округлой формы диаметром 1 – 4 мкм. Количество тромбоцитов у человека 200000 – 400000 на 1 мкл крови. Увеличение тромбоцитов называется

тромбоцитоз, уменьшение – *тромбоцитопения*. Число тромбоцитов возрастает при пищеварении, тяжелой мышечной работе, беременности. Имеют место и суточные колебания: днем тромбоцитов больше, чем ночью.

Тромбоциты, как и лейкоциты, способны к фагоцитозу и передвижению за счет образования псевдоподий. К физиологическим свойствам тромбоцитов также относятся их способность прилипать к чужеродной поверхности и склеиваться между собой. Тромбоциты очень легко разрушаются. Они способны выделять и поглощать некоторые биологически активные вещества: серотонин, адреналин, норадреналин. Это обуславливает их участие в остановке кровотечения.

Тромбоциты образуются в красном костном мозгу (тромбоцитопоэз) путем отщепления участков цитоплазмы от мегакариоцитов. Период созревания тромбоцитов составляет 8 дней, продолжительность пребывания в кровотоке от 5 до 11 дней.

Физиологическим регулятором процесса тромбоцитопоэза являются тромбоцитопоэтины. Химически они связаны с высокомолекулярной белковой фракцией, относящейся к гамма-глобулинам. В зависимости от места образования и механизма действия различают тромбоцитопоэтины короткого и длительного действия. Первые образуются в селезенке и стимулируют выход тромбоцитов в кровь. Вторые содержатся в плазме крови и стимулируют образование тромбоцитов в костном мозгу. Особенно интенсивно тромбоциты вырабатываются после кровопотерь.

5. Гемостаз.

Гемостаз – совокупность физиологических процессов, выражающейся в остановке кровотечения при повреждении стенки сосуда. Он возникает в результате спазма кровеносных сосудов и появления закупоривающего сосуда кровяного сгустка.

Важная роль в гемостазе принадлежит биологически активным веществам. Их можно отнести к трем категориям:

1. способствующие свертыванию крови;
2. препятствующие свертыванию крови;
3. система веществ, разжижающая свернувшуюся кровь.

Все эти вещества содержатся в плазме и форменных элементах крови, в тканях организма, в сосудистой стенке.

В гемостазе участвуют факторы свертывания, которые находятся в плазме крови и тромбоцитах.

Плазменные факторы по решению международного комитета обозначаются римскими цифрами в порядке хронологии их открытия.

Фактор I - фибриноген

Фактор II - протромбин

Фактор III - тромбопластин

Фактор IV – ионы Ca^{2+}

Фактор V и VI – проакцелерин и акцелерин. Ас-глобулин

Фактор VII - проконвертин

Фактор VIII – антигемофильный глобулин А

Фактор IX – фактор Кристмаса, антигемофильный глобулин В

Фактор X – фактор Стюарта-Проуэра

Фактор XI – плазменный предшественник тромбопластина

Фактор XII – фактор Хагемана

Фактор XIII - фибринстабилизирующий

Тромбоцитарные факторы, их 12, обозначаются арабскими цифрами. Из них наиболее важными являются:

Фактор 3 – тромбоцитарный тромбопластин

Фактор 4 – антигепариновый

Фактор 5 – свертывающий

Фактор 10 – сосудосуживающий

Фактор 11 – фактор агрегации.

Все факторы объединены в сложную свертывающую систему, их взаимодействие происходит в определенной последовательности.

Нарушение гемостаза происходит при недостатке или отсутствии хотя бы одного фактора или тромбоцитов. Примером такого состояния может служить наследственное заболевание – гемофилия. Заболевание обусловлено дефицитом либо фактора VIII, либо фактора IX, которые поэтому и называются антигемофильными.

Величина повреждения сосуда, а также степень участия отдельных факторов определяют два основных механизма гемостаза: сосудисто-тромбоцитарный и коагуляционный.

Сосудисто-тромбоцитарный механизм гемостаза в остановке кровотечения опирается на ведущую роль сосудистой стенки и тромбоцитов. Этот механизм характерен для гемостаза в мелких сосудах с низким кровяным давлением – артериолах, прекапиллярах, венах. Он состоит из ряда последовательных этапов:

1. кратковременный спазм сосудов;
2. адгезия (приклеивание) тромбоцитов к раневой поверхности;
3. агрегация (накопление и сгущивание) тромбоцитов у места повреждения;
4. необратимая агрегация тромбоцитов;
5. ретракция (удаление) тромбоцитарного тромба.

Ферментативный коагуляционный механизм имеет место при травме крупных сосудов.

Основоположниками современной теории свертывания крови являются Шмидт (1872 г) и Моравиц (1905 г). Коагуляционный процесс проходит в 3 фазы:

1. образование протромбина;
2. образование тромбина;
3. образование фибрина.

Кроме того, выделяют послефазу, в которой проходит ретракция сгустка и фибринолиз.

Кровь в организме находится в жидком состоянии, хотя в ней содержатся все необходимые компоненты для свертывания. Это объясняется тем, что у

животных и человека существуют специальные *противосвертывающие механизмы*. К их числу относятся антитромбопластин, являющийся ингибитором фактора XII и ингибитором превращения протромбина в тромбин. Также свертыванию крови препятствует: гладкая поверхность эндотелия сосудов; отрицательный заряд стенки сосуда и форменных элементов; большая скорость течения крови; наличие естественных антикоагулянтов.

Свертывающая и противосвертывающая системы находятся в организме в постоянной взаимосвязи и взаимодействии.

Регуляция свертывания крови осуществляется посредством нейрогуморальных и условно-рефлекторных механизмов. Основная роль принадлежит автономной нервной системе, адреналину и норадреналину.

Литература основная: 1,2.

Литература дополнительная: 4,7,9,10,13,14,15.

Лекция № 6. Деятельность сердца (2 часа).

План:

1. Значение кровообращения.
2. Особенности микроструктуры сердечной мышцы.
3. Фазы работы сердца.
4. Тоны сердца.
5. Электрокардиограмма.

1. Значение кровообращения.

Кровообращение – непрерывный ток крови по сосудам, благодаря периодическим сокращениям сердца.

Кровообращение – один из важнейших физиологических процессов, поддерживающих гомеостаз, обеспечивающих непрерывную доставку всем органам и клеткам организма необходимые для жизни питательные вещества и кислород, удаление углекислого газа и других продуктов обмена, процессы иммунной защиты и гуморальной регуляции физиологических функций.

Оттекающая от тканей венозная кровь поступает в правое предсердие, а оттуда в правый желудочек. При сокращении его кровь нагнетается в легочную артерию. Протекая через легкие, она отдает углекислый газ и насыщается кислородом. Система легочных сосудов: легочные артерии, артериолы, капилляры и вены – образуют малый круг кровообращения.

Обогащенная кислородом кровь из легких по легочным венам поступает в левое предсердие, а оттуда в левый желудочек. При сокращении его кровь нагнетается в аорту, артерии, артериолы, капилляры всех органов и тканей, а оттуда по венам, средним венам, крупным полым венам притекает в правое предсердие. Система этих сосудов образует большой круг кровообращения.

2. Особенности микроструктуры сердечной мышцы.

Стенка сердца состоит из трех слоев: эндокарда, миокарда и эпикарда. Основную массу составляет *миокард*, имеющий наиболее сложное строение. Его образуют отдельные мышечные волокна, каждое из которых является

функциональной единицей. Миокард представляет собой цепочку соединенных последовательно (конец в конец) клеток, имеющих общую мембрану. Ткань миокарда, сохраняя сходство с поперечно-полосатой скелетной мышечной тканью, существенно отличается от нее рядом признаков, в том числе особой насыщенностью кардиомиоцитов митохондриями, что отражает высокий уровень метаболизма ткани, обладающей непрерывной активностью.

В миокарде кроме сократительных, или рабочих, волокон имеется особая система мышечных единиц, обладающих способностью к генерации спонтанной ритмической активности, распространению возбуждения ко всем мышечным слоям и координации последовательности сокращения камер сердца. Эти специализированные мышечные волокна составляют проводящую систему сердца.

Волокна рабочего миокарда соединяются друг с другом с помощью вставочных дисков – *нексусов*, обладающих незначительным электрическим сопротивлением. Они служат местом перехода возбуждения между клетками, обеспечивая функциональное единство миокарда.

Таким образом, сердечная мышечная ткань ведет себя как функциональный синцитий и подчиняется закону «все или ничего». Этим свойством сердечная мышца отличается от скелетных мышц и нервов, где каждая клетка возбуждается изолированно.

3. Фазы работы сердца.

Сердце нагнетает кровь благодаря ритмическому последовательному сокращению мышечных волокон предсердий и желудочков. Сокращение мышечных волокон называется – *систолой*, ее расслабление – *диастолой*.

Период, включающий одно сокращение и последующее расслабление сердца, составляет *сердечный цикл*. Его общая продолжительность у человека и млекопитающих равна примерно 0,8 сек. Сердечный цикл имеет три фазы:

- систолы предсердий – 0,1 сек,
- систолы желудочков – 0,3 сек,
- общая пауза – 0,4 – 0,5 сек.

Систола желудочков включает в себя несколько периодов и фаз:

1. Период напряжения (0,08 с): фаза асинхронного сокращения – 0,05 с; фаза изометрического сокращения – 0,03 с.
2. Период изгнания крови (0,25 с): фаза быстрого изгнания – 0,12 с; фаза медленного изгнания – 0,13 с.

Диастола желудочков: протодиастолический период – 0,04 с; период изометрического расслабления – 0,08 с; период наполнения кровью (0,25 с): фаза быстрого (0,08 с) и медленного (0,17 с) наполнения; пресистолический период – 0,1с.

Левый и правый желудочки при каждом сокращении сердца человека изгоняют соответственно в аорту и легочный ствол по 70-75 мл крови. Объем крови одинаков для левого и правого желудочков, если организм находится в состоянии покоя. Этот объем называется *систолическим* или *ударным*. Изменение ударного объема (увеличение или уменьшение) ведет к изменению

систолического давления, что нередко сопровождается и изменениями пульсового давления.

Минутный объем кровообращения характеризует общее количество крови, перекачиваемое левым и правым отделом сердца в течение 1 минуты. Он в среднем составляет 4,5 – 5,0 л. Важнейшими факторами, определяющими МОК, являются ударный (или систолический) объем крови (УО) и частота сердечных сокращений (ЧСС).

4. Тоны сердца.

Вместе с сокращением сердечной мышцы происходит движение клапанов сердца и перемещение крови, это сопровождается звуковыми явлениями, называемыми тонами сердца.

У здорового человека выслушиваются два тона. Выслушивание тонов сердца называется *аускультация*. Первый тон сердца – *систолический*, второй тон сердца – *диастолический*.

Использование *метода фонокардиографии* позволяет выделить обычно не слышимые ухом третий и четвертый тоны. *Третий тон* возникает в начале наполнения желудочков при быстром притоке венозной крови. *Четвертый тон* связан с сокращением миокарда предсердий и началом его расслабления.

5. Электрокардиограмма.

Распространение возбуждения от водителя ритма по проводящей системе сердца и самой сердечной мышце сопровождается возникновением на поверхности клеток отрицательного потенциала. В связи с этим происходит синхронный разряд огромного числа возбужденных единиц, их суммарный потенциал настолько велик, что может регистрироваться далеко за пределами сердца на поверхности тела.

Кривую, отражающую динамику разности потенциалов в двух точках электрического поля сердца в течение сердечного цикла, называют *электрокардиограмма*, а метод исследования – *электрокардиография*.

Для регистрации ЭКГ у человека применяют *три стандартных отведения* – расположение электродов на поверхности тела.

I – правая и левая рука

II – правая рука и левая нога

III – левая рука и левая нога.

Типичная ЭКГ состоит из пяти положительных и отрицательных колебаний – зубцов: P, Q, R, S, T.

P, R, T – обращены вершиной вверх и показывают электроотрицательность основания сердца.

Q, S – направлены вниз и показывают электроотрицательность верхушки сердца.

Так как возбуждение распространяется по сердцу в различных направлениях, то ЭКГ при различных отведениях неодинаковы.

Условную линию, соединяющую две точки ЭКГ с наибольшей разностью потенциалов, называют электрической осью сердца. В отдельные периоды она характеризуется разной величиной и направленностью, т.е. обладает свойством векторной величины. Одновременная регистрация величины разности

потенциалов и характера электрической оси сердца называется вектор-кардиограммой.

Литература основная: 1,2.

Литература дополнительная: 3,10,12,13,14,16.

Лекция № 7 - 8. Общие свойства сердечной мышцы (4 часа).

План:

1. Возбудимость сердечной мышцы. Проведение возбуждения.
2. Рефрактерность сердечной мышцы.
3. Автоматия сердца.
4. Сократимость сердечной мышцы.

1. Возбудимость сердечной мышцы. Проведение возбуждения.

Под действием электрических, химических, термических и других раздражителей сердце способно приходить в *состояние возбуждения*. В основе процесса возбуждения лежит появление отрицательного электрического потенциала в первоначально возбужденном участке.

Как и у любой возбудимой ткани, мембрана рабочих клеток сердца поляризована. Снаружи она заряжена положительно, изнутри – отрицательно. Это состояние возникает в результате разной концентрации Na^+ и K^+ по обе стороны мембраны, а также разной проницаемости мембраны для этих ионов. В покое мембрана кардиомиоцитов почти непроницаема для Na^+ и частично для K^+ . В результате процесса диффузии ионы K^+ , выходя из клетки, увеличивают положительный заряд на ее поверхности. Внутренняя сторона мембраны при этом становится отрицательной. В миокарде тепловых разность потенциалов в покое (потенциал покоя) составляет 60-80 мВ. При действии раздражителя любой природы, прихода возбуждения от соседней клетки или пейсмекера происходит поступление Na^+ в клетку. В этот момент на поверхности мембраны возникает отрицательный электрический заряд и развивается реверсия потенциала. Амплитуда потенциала действия составляет 100 мВ и более. Возникший потенциал деполяризует мембраны соседних клеток, у них возникают собственные ПД.

Таким образом, происходит распространение возбуждения в целом органе. Этот процесс одинаков в рабочем миокарде и водителях ритма.

Возникнув в синусно-предсердном узле, возбуждение распространяется по предсердиям, достигая предсердно-желудочкового узла. Здесь благодаря небольшой толщине его мышечных волокон и особому способу их соединения возникает некоторая *задержка проведения возбуждения*. Ее значение состоит в том, что возбуждение доходит до предсердно-желудочкового пучка и волокон Пуркинье лишь после того, как мускулатура предсердий успевает сократиться и перекачать кровь из предсердий в желудочки.

Скорость проведения возбуждения колеблется в узких пределах, в волокнах предсердно-желудочкового узла – 0,05 м/с, в пучке Гиса – 1,0 – 1,5 м/с, в волокнах Пуркинье – 3,0 м/с. Быстрое проведение в волокнах Пуркинье

определяет почти одновременное возбуждение всех участков желудочков. В связи с этим возрастают мощность сокращения и эффективность работы, связанная с проталкиванием желудочком крови.

2. Рефрактерность сердечной мышцы.

Рефрактерность – состояние понижения или отсутствия возбудимости клеток.

При нанесении электрических раздражений на работающее сердце в разные фазы его цикла оказывается, что независимо от величины и силы раздражения сердце не ответит, если это раздражение будет нанесено в период систолы, т.е. во время *абсолютного рефрактерного периода*. Период рефрактерности длится столько же времени, сколько продолжается систола.

Длительный абсолютный рефрактерный период, т.е. полная не возбудимость сердечной мышцы, предохраняет ее от быстрого повторного возбуждения до тех пор, пока не закончилась предыдущая волна деполяризации. Тем самым предотвращается нарушение нагнетательной функции сердца. Абсолютная рефрактерность исключает и возможность тетанического сокращения сердца, заставляя его работать в ритме одиночного сокращения.

С началом расслабления возбудимость сердца начинает восстанавливаться и наступает фаза *относительной рефрактерности*. Нанесение в этот момент интенсивного стимула способно вызвать внеочередное сокращение – *экстрасистолу*. При этом пауза, следующая за экстрасистолой, длится больше времени, чем обычно, и называется компенсаторная пауза. После фазы относительной рефрактерности наступает *период повышенной возбудимости*. По времени он совпадает с диастолическим расслаблением и характеризуется тем, что импульсы небольшой силы могут вызвать сокращение сердца. Период этот непродолжителен, и вскоре наступает восстановление уровня возбудимости.

3. Автоматия сердца.

Способность к ритмическому сокращению без всяких видимых раздражению под влиянием импульсов, возникающих в самом органе, является характерной особенностью сердца и называется *автоматией*. В том случае, когда импульсы появляются в мышечных волокнах, сердечная деятельность считается миогенной, если же импульсы возникают в клетках нервных ганглиев сердца – нейрогенной.

В определенных участках сердца имеются группы мышечных волокон, сохранившее первичное свойство автоматизма. Они имеют особое гистологическое строение, отличное от волокон рабочей мускулатуры. Их называют атипичная мышечная ткань (пейсмекеры), которые заложены в узлах. Первый узел, или пейсмекер первого порядка – синусно-предсердный; второй узел, или пейсмекер второго порядка – атриовентрикулярный; третий узел, или пейсмекер третьего порядка – пучок Гиса и волокна Пуркинье.

Перечисленные водители ритма сердца находятся в соподчиненном положении. В сердце существует так называемый градиент автоматии. Он выражается в убывающей способности к автоматии различных структур

проводящей системы по мере их удаления от синусно-предсердного узла. В синусно-предсердном узле число разрядов составляет в среднем 60 – 80 имп/мин, в предсердно-желудочковом – 40 – 50, в клетках пучка Гиса – 30 – 40, в волокнах Пуркинье – около 20 имп/мин.

Для обеспечения работы сердца необходимым условием является анатомическая целостность его проводящей системы. В том случае, если в пейсмекере первого порядка в силу каких-то причин не возникает возбуждение или блокируется его передача, роль водителя ритма берет на себя пейсмекер второго порядка и т.д. Повреждение водителей ритма ведет к полной остановке сердца.

Клетки атипической мышечной ткани, составляющие проводящую систему сердца, функционально неоднородны. Из всей массы синусно-предсердного узла только несколько клеток, называемых истинными пейсмекерами, обладают способностью к спонтанной генерации потенциала действия. Остальные клетки относятся к потенциальным (латентным) водителям ритма.

4. Сократимость сердечной мышцы.

Сократимость сердечной мышцы определяется особенностями строения ее волокон и соотношением между длиной и напряжением саркомера. Изменения сократительной силы миокарда, возникающее периодически, осуществляются посредством двух механизмов саморегуляции: *гетерометрического* и *гомеометрического*.

Укорочение мышечного волокна при сокращении мышцы происходит за счет вдвигания *актиновых нитей* между *миозиновыми*. Этот процесс осуществляется посредством веслообразных движений выступающих участков миозиновой нити – поперечных мостиков. Во время расслабления волокна актиновых нитей отодвигаются назад, занимая прежнее положение.

Сокращение кардиомиоцита запускается ионами Ca^{2+} . Кальций увеличивает длительность потенциала действия и продолжительность рефрактерного периода.

Серию последовательных явлений в клетке миокарда, начинающуюся с пускового механизма сокращения – потенциала действия мембраны, включающую далее последовательность внутриклеточных процессов и завершающуюся укорочением миофибрилл, называют *сопряжением возбуждения и сокращения (электромеханическое сопряжение)*. К структурам, отвечающим за сопряжение возбуждения и сокращения миокарда, относятся *система поперечных и продольных трубочек*.

Литература основная: 1,2.

Литература дополнительная: 7,10,12,13,14,16.

Лекция № 9-10. Основные принципы гемодинамики (4 часа).

План:

1. Типы сосудов.
2. Основные законы гемодинамики.
3. Артериальное давление – как фактор, обеспечивающий движение крови.

4. Артериальный пульс.
5. Движение крови в венах.
6. Кровообращение в капиллярах.

1. Типы сосудов.

Сосуды, составляющие большой и малый круг кровообращения, подразделяют на несколько типов: амортизирующие, резистивные, сфинктеры, обменные, емкостные, шунтирующие.

К *амортизирующим* сосудам относят аорту, легочную артерию и прилежащие к ним участки крупных сосудов. В их средней оболочке преобладают эластические элементы. Благодаря такому приспособлению сглаживаются возникающие во время регулярных систол подъемы артериального давления.

Резистивные сосуды – концевые артерии и артериолы – характеризуются толстыми гладкомышечными стенками, способными при сокращении изменять величину просвета, что является основным механизмом регуляции кровоснабжения различных органов.

Сосуды – сфинктеры являются последними участками прекапиллярных артериол. Они способны изменять свой внутренний диаметр, определяя тем самым число функционирующих капилляров и соответственно величину обменной поверхности.

К *обменным сосудам* относят капилляры, в которых происходит обмен различных веществ и газов между кровью и тканевой жидкостью. Стенки капилляров состоят из одного слоя эпителия и звездчатых клеток. Способность к сокращению у капилляров отсутствует: величина их просвета зависит от давления в резистивных сосудах.

Емкостные сосуды – это посткапиллярные веноулы, вены и крупные вены. Вены по строению сходны с артериями, но их средняя оболочка значительно тоньше. Они также имеют клапаны, препятствующие обратному току венозной крови. Вены могут вмещать и выбрасывать большие количества крови, способствуя тем самым ее перераспределению в организме. Наиболее емкими являются вены печени, брюшной полости, подсосочкового сплетения кожи.

Шунтирующие сосуды находятся лишь в некоторых областях тела (кожа уха, носа, стопы и других органов) и представляют собой анастомозы, связывающие между собой артериальное русло с венозным (артериолы и веноулы) минуя капилляры. При открытом состоянии этих сосудов кровь устремляется в венозное русло, резко уменьшая или полностью прекращая кровоток в капиллярах. Шунтирующие сосуды выполняют функцию регуляции регионарного периферического кровотока. Они участвуют в терморегуляции, регуляции давления крови, ее распределении.

2. Основные законы гемодинамики.

Гемодинамика – раздел физиологии кровообращения, использующий законы гидродинамики (физические явления движения жидкости в замкнутых сосудах) для исследования причин, условий и механизмов движения крови в сердечно-сосудистой системе. Гемодинамика определяется двумя силами:

давлением, которое оказывает влияние на жидкость, и сопротивлением, которое она испытывает при трении о стенки сосудов и вихревых движениях.

Силой, создающей давление в сосудистой системе, является сердце. Движущей силой крови служат разность давлений, возникающая в начале и конце трубки.

Почти во всех отделах сосудистой системы кровотоки носят *ламинарный характер* – кровь движется отдельными слоями параллельно оси сосуда. При этом скорость кровотока в разных участках сосудистого русла будет неодинаковой. В аорте она составляет 40 см/с, в артериях – от 40 до 10, в артериолах – 10 – 0,1, капиллярах – меньше 0,1, в венах – 0,3 – 5,0, в полых венах – 5 – 20 см/с.

Наряду с ламинарным в сосудистой системе существует *турбулентное движение* с характерным завихрением крови. Турбулентное движение обычно возникает в местах разветвлений и сужений артерий, в участках крутых изгибов сосудов.

Переход от ламинарного движения крови к турбулентному сопровождается значительным ростом сопротивления течению крови.

Основная кинетическая энергия, необходимая для движения крови, сообщается ей сердцем во время систолы. Одна часть этой энергии расходуется на проталкивание крови, другая – превращается в потенциальную энергию растягиваемой во время систолы эластичной стенки аорты, крупных и средних артерий.

Основными показателями гемодинамики являются объемная скорость, скорость кругооборота крови, давление в разных областях сосудистой системы.

Объемная скорость движения крови характеризует ее количество (в мм), протекающее через поперечное сечение сосуда за единицу времени (1 мин).

Линейная скорость движения крови (в см/с) характеризует скорость перемещения ее частиц вдоль сосуда при ламинарном потоке.

Скорость кругооборота крови отражает время, за которое частица крови проходит большой и малый круг кровообращения.

3. Артериальное давление – как фактор, обеспечивающий движение крови.

Артериальное давление – разновидность гидростатического давления. При каждой систоле и диастоле кровяное давление в артериях колеблется. Его подъем вследствие систолы желудочков характеризует систолическое, или максимальное давление. Систолическое давление подразделяется на боковое и конечное. Боковое давление представляет собой давление крови, передаваемое на стенки сосудов. Конечное давление является суммой потенциальной и кинетической энергии, которой обладает масса крови, движущейся на определенном участке сосудистого русла. Оно на 10 – 20 мм рт.ст. выше бокового.

Разность между боковым и конечным систолическим давлениями называется ударным давлением. Его величина отражает деятельность сердца и состояние стенок сосудов. У человека среднего возраста систолическое давление в аорте составляет 110 – 125 мм рт.ст. В конечных разветвлениях

артерий и артериолах оно уменьшается до 20 – 30 мм рт.ст., что связано с высоким гидродинамическим сопротивлением этих сосудов.

Спад давления во время диастолы соответствует диастолическому, или минимальному давлению. Его величина зависит от периферического сопротивления кровотоку и частоты сердечных сокращений. У человека среднего возраста диастолическое давление в аорте составляет 70 – 80 мм рт.ст.

Разность между систолическим и диастолическим давлением, т.е. амплитуду колебаний, называют пульсовым давлением. Пульсовое давление пропорционально объему крови, выбрасываемой сердцем при каждой систоле. В мелких артериях пульсовое давление снижается, а в артериолах и капиллярах – постоянно.

Кроме систолического, диастолического и пульсового давления, определяют так называемое среднее артериальное давление. Оно представляет собой равнодействующую колебаний артериального давления в разные фазы сердечного цикла, т.е. среднюю величину давления без пульсовых колебаний.

На уровень артериального давления влияют различные факторы:

- вязкость крови (увеличение вязкости повышает артериальное давление, уменьшение – снижает);
- эластичность стенки сосудов (после 50 лет в связи с потерей эластичности стенки сосуда артериальное давление повышается); количество циркулирующей крови (при кровопотере давление снижается);
- сопротивление сосуда, которое изменяется в зависимости от его просвета (прием сосудосуживающих препаратов приводит к увеличению сопротивления в сосуде и повышению артериального давления);
- количество крови, выбрасываемое в сосуды (МОК, УО).

Под общим периферическим сопротивлением понимают сопротивление сосудистой системы току крови. При нормальном функционировании сердечно-сосудистой системы общее периферическое сопротивление составляет 1200 – 1600 дин.с.см⁻⁵. Наибольшее периферическое сопротивление создают артериолы, которые обладают высокой чувствительностью к нервным и гуморальным влияниям. Изменение периферического сопротивления, прежде всего, влияет на уровень диастолического давления.

В любой замкнутой системе трубок с нагнетающим устройством типа насоса наибольшее давление возникает в прилежащем к насосу области. По мере продвижения по трубкам давление расходуется на преодоление сопротивления. Таким образом, давление крови, обусловленное работой сердца, по мере удаления от сердца будет падать. Следовательно, чем больше будут разветвляться сосуды, тем сильнее будет падать давление. Наиболее значительно падение давления в артериолах и капиллярах. В результате кровь в венах течет под низким давлением, которое, в свою очередь, постепенно снижается по направлению к правому предсердию.

4. Артериальный пульс.

Под *пульсом* понимают периодические колебания объема сосудов, связанные с динамикой их кровенаполнения и давления в них в течение одного сердечного цикла.

Пульс можно исследовать или непосредственным прощупыванием через кожу пульсирующей артерии, или путем регистрации пульсового давления с помощью предложенного Ж. Мареем (1832) прибора – *сфигмографа*. На сфигмограмме аорты и крупных артерий различают анакроту, катакроту и дикротический подъем.

Количество крови, протекающей через определенный участок артерии в течение каждого пульсового периода, называют пульсовым объемом. Его величина зависит от сечения артерии, степени раскрытия ее просвета, систолического объема, скорости кровотока.

ЧСС в покое составляет 60 – 80 раз в минуту. При срочной адаптации за счет нервных и гуморальных механизмов может увеличиваться в 2-3 раза, это приводит к увеличению МОК.

5. Движение крови в венах.

В начале венозного русла в венах большого круга кровообращения венозное давление превышает атмосферное примерно на 15 мм рт.ст., в крупных венах за пределами грудной полости – на 5-6 мм рт.ст., в венах грудной полости и при впадении их в правое предсердие почти равно атмосферному и зависит от фаз дыхания. Во время вдоха, когда грудная клетка расширяется, давление в венах понижается и становится ниже атмосферного, при выдохе повышается на 2-5 мм рт.ст.

Давление в начале венозной системы обусловлено остатком движущей силы, которая сообщается крови, систолическим сокращением сердца и сохранилась после преодоления сопротивления в артериолах и капиллярах.

Большую роль в венозном возврате играет присасывающее действие грудной клетки. При вдохе легкие расширяются, возникает отрицательное внутрилегочное давление, и одновременно расширяются крупные полые вены. В результате этого возрастает разность давления между началом венозной системы и местом впадения полых вен в сердце. Тем самым облегчается приток венозной крови к сердцу. Движение крови к сердцу обеспечивается также его присасывающим действием в фазу диастолы.

На кровоток в венах влияет наличие клапанов, основу которых составляет волокнистая соединительная ткань. Клапаны способствуют току крови к сердцу и препятствуют обратному движению. Одновременно они предохраняют сердце от излишней затраты энергии на преодоление колебательных движений крови, постоянно возникающих в венах под влиянием различных внешних воздействий.

Определенное влияние на кровоток в венах оказывают сокращения скелетных мышц, сдавливающие проходящие в них сосуды. При сжатии вен давление в них повышается и благодаря наличию в венах клапанов, кровь движется в сторону сердца.

Еще одним фактором, облегчающим приток крови к сердцу, является присасывающе-сдавливающий насосный эффект, оказываемый диафрагмой на

органы брюшной полости. Во время вдоха диафрагма сокращается, внутрибрюшное давление увеличивается. Оттесненные диафрагмой органы давят на стенки вен, выжимая кровь в сторону воротной вены и далее в полую вену. Повышение градиента давления между брюшными и грудными венами сопровождается увеличением венозного притока к сердцу. Во время выдоха наблюдается обратная картина. В движении крови играют роль и перистальтические сокращения стенок некоторых вен (например, печени – сокращаются с частотой 2-3 в 1 минуту)

Венным пульсом называют колебания давления и объема в венах за время одного сердечного цикла, связанные с динамикой оттока крови в правое предсердие в разные фазы систолы и диастолы. Эти колебания можно обнаружить в крупных, близко расположенных к сердцу венах – обычно в полых и яремных. Скорость распространения пульсовой волны составляет 1 – 3 м/с.

На кривой венозного пульса, или *флебogramме*, различают три волны:

- первая волна (a) – возникает во время систолы правого предсердия;
- вторая волна (c) – совпадает с пульсом соседней сонной артерии и отражает колебания ее стенки;
- третья волна (v) - обусловлена тем, что к концу систолы желудочков предсердия наполнены кровью и дальнейшее поступление в них крови невозможно, происходит застой крови в венах и растяжение их стенок.

6. Кровообращение в капиллярах.

Кровеносные капилляры являются самыми тонкими и многочисленными сосудами. Они располагаются в межклеточных пространствах. Просвет капилляров варьирует от 4,5 до 30 мкм и более. Общее число капилляров в различных тканях не одинаково. Длина отдельного капилляра колеблется от 0,5 до 1,1 мм.

Стенка капилляров представляет собой полупроницаемую мембрану, тесно связанную функционально и морфологически с окружающей соединительной тканью. Она состоит из *двух оболочек*: внутренней – эндотелиальной, наружной – базальной. Различают *три типа капилляров*: соматический, висцеральный, синусоидный.

Функция капилляров заключается в обеспечении транкапиллярного обмена, т.е. в снабжении клеток питательными и пластическими веществами и удалении продуктов метаболизма.

Кровяное давление в капиллярах зависит от сопротивления в разветвляющемся артериальном русле. Оно продолжает падать и на протяжении самих капилляров.

Движение жидкости через капиллярную стенку происходит в результате разности гидростатического давления крови и гидростатического давления окружающей ткани, а также под действием разности онкотического давления крови и межклеточной жидкости. Процесс фильтрации из капилляров в межклеточную жидкость осуществляется под давлением 7 мм рт.ст., а обратный ток в просвет капилляра – 8 мм рт.ст.

Процессу фильтрации через стенку капилляра способствует и поршневой механизм прохождения через капилляр эритроцита. Вследствие закупорки артериального конца капилляра возникает небольшое снижение давления в его венозной части. После прохождения эритроцита давление в этом отрезке восстанавливается. Эритроцит при этом играет роль поршня.

Регуляция капиллярного кровотока осуществляется нервными и гуморальными механизмами, которые обеспечивают оптимальный кровоток в капиллярах для трансапиллярного обмена между кровью и тканями. Различают три уровня регуляции капиллярного кровотока: общесистемную регуляцию, местную (в пределах органа) и саморегуляцию (в пределах капиллярной единицы).

Капилляры могут образовать либо прямой кратчайший путь между артериолами и венами, либо формировать капиллярные сети. В таком случае капилляры отходят от артериального конца магистрального сосуда и впадают в него в его венозной части. Такая анатомическая архитектура имеет важное значение в *распределении крови* в капиллярных сетях.

Для терминального артериального русла характерно также наличие сосудов, несущих артериальную и венозную кровь в обход капиллярного русла – *артериоло-веноулярные анастомозы*. Они существуют почти во всех органах и влияют на скорость и объем кровотока в капиллярах. Артериоло-веноулярные анастомозы участвуют в терморегуляции, регуляции тока крови через орган, стимуляции венозного кровотока.

Литература основная: 1,2.

Литература дополнительная: 3,5,8,12,13,16.

Лекция № 11. Регуляция деятельности сердца и сосудов (2 часа).

План:

1. Нервно-гуморальная регуляция сердца.
2. Рефлекторная регуляция сердца.
3. Нервно-гуморальная регуляция сосудов.
4. Рефлекторная регуляция сосудов.
5. Сосудодвигательный центр, его структура.

1. Нервно-гуморальная регуляция сердца.

Сердце всегда точно «откликается» на потребности организма, поддерживая в каждый данный момент необходимый для определенного органа уровень кровотока.

Приспособление деятельности сердца к изменяющимся потребностям организма происходит при помощи регуляторных механизмов. Различают внутрисердечные механизмы (внутриклеточные механизмы; межклеточные взаимодействия; периферические нервные рефлексы) и внесердечные (нервные, гуморальные, рефлекторные).

Экстракардиальный уровень регуляции обеспечивают специальные, супраспинальные и корковые механизмы, передающие свои влияния по волокнам блуждающих и симпатических нервов.

Впервые влияние на сердце блуждающих нервов на сердце обнаружили братья Э. и Г. Веберы (1845). Они установили, что стимуляция этих нервов оказывает тормозящее влияние на сердце. При этом выделяют несколько *отрицательных эффектов*:

- *хронотропный* – замедление сердечного ритма;
- *инотропный* – уменьшение амплитуды сокращений сердца;
- *батмотропный* – понижение возбудимости сердечной мышцы;
- *дромотропный* – уменьшение скорости проведения возбуждения в сердце.

Сильное раздражение блуждающих нервов может вызывать полную остановку сердечной деятельности, однако прекратившиеся вначале сокращения сердца, несмотря на продолжающееся раздражение, способны постепенно восстановиться. Это явление получило название *ускользание сердца из-под влияния блуждающего нерва*.

Эффект блуждающего нерва при одной и той же силе раздражения может иногда сопровождаться и противоположными реакциями. Это связано со степенью наполнения сердца и сердечных сосудов кровью, т.е. активностью собственного внутрисердечного нервного аппарата.

Влияние на сердце раздражения симпатического нерва впервые исследовал И.Ф. Цион (1867). Оказалось, что симпатический нерв, как и блуждающий, влияет на все стороны сердечной функции. Однако это влияние имеет противоположную направленность и проявляется в *положительных эффектах*:

- *хронотропный* – учащении сердечных сокращений;
- *инотропный* – увеличение амплитуды сокращений сердца;
- *батмотропный* – повышение возбудимости сердечной мышцы;
- *дромотропный* – увеличение скорости проведения возбуждения в сердце.

Эффекты возникают через большие промежутки времени, превышающие 10 секунд, и продолжают еще длительное время после окончания раздражения. Это связано с действием медиаторов симпатического нерва – адреналином и норадреналином.

Гуморальная регуляция деятельности сердца осуществляется биологически активными веществами, выделяющимися в кровь и лимфу из эндокринных желез, а также ионным составом межклеточной жидкости.

Важное значение при усилении сердечной деятельности имеют гормоны: глюкагон, тироксин, серотонин, ангиотензин, кортикостероиды; из ионного состава Ca^{2+} . Наоборот снижение активности сердца способствуют ацетилхолин, ионы K^+ , HCO_3^- , H^+ .

2. Рефлекторная регуляция сердца.

Рефлекторная регуляция сердца осуществляется при участии всех отделов ЦНС. Рефлекторные реакции могут, как тормозить, так и возбуждать сердечную деятельность.

Рефлекторные изменения работы сердца возникают при раздражении различных рецепторов. Эти рецепторы расположены в постоянных рецептивных полях (зонах). К их числу относятся устья полых вен, дуга аорты и каротидный синус.

В устье полых вен находятся рецепторы растяжения, и эта область является рецептивным полем для *рефлекса Бейнбриджа*.

Из рефлекторных влияний на деятельность сердца особую роль играют импульсы от механорецепторов каротидного синуса и дуги аорты. Пока существует циркуляция крови и поддерживается кровяное давление, эти рецепторы постоянно находятся в возбужденном состоянии. Чем выше кровяное давление, тем сильнее разряжаются рецепторы, тем интенсивнее рефлекторное возбуждение сердечных волокон блуждающего нерва и, как следствие, торможение деятельности сердца.

Наряду с механорецепторами этих областей в рефлекторной регуляции принимают участие и хеморецепторы. Раздражителями для них является напряжение кислорода и углекислого газа в крови.

В.Н. Черниговским было установлено, что интенсивное механическое или химическое раздражение интерорецепторов, содержащихся во всех кровеносных сосудах, тканях и органах, может рефлекторно изменять деятельность сердца, вызывая либо учащение и усиление, либо ослабление сердечных сокращений (*рефлекс Гольца, глазосердечный рефлекс Данини-Ашнера*).

3. Нервно-гуморальная регуляция сосудов.

Механизмы, регулирующие кровообращение, можно условно разделить на две категории: центральные, определяющие величину артериального давления и системное кровообращение; и местные, контролирующие величину кровотока через отдельные органы и ткани.

При приспособлении сердечно-сосудистой системы к оптимальному обеспечению кровоснабжением органов и тканей в соответствии с их функциональным состоянием используется нейрогуморальная регуляция.

Сужение артерий и артериол, снабженных симпатическими нервами (*вазоконстрикция*) было впервые обнаружено Вальтером в 1842 г., а затем Бернаром в 1852 г. в экспериментах на ухе кролика. Главным сосудосуживающим нервом является *чревный нерв*, в котором содержатся многочисленные симпатические волокна, идущие к кровеносным сосудам брюшной полости.

Сосудорасширяющие эффекты (*вазодилатация*) впервые обнаружили при раздражении нескольких нервных веточек, относящихся к парасимпатическому отделу нервной системы. Функция сосудорасширителей состоит в регуляции местного кровообращения, в увеличении притока крови к работающему органу.

Они содержатся в общих нервных стволах с вазоконстрикторами, как, например, в чревном нерве. При одновременном раздражении смешанных нервных стволов, преобладает действие сосудосуживающих волокон.

Главную роль в *эндокринной регуляции* играют гормоны мозгового и коркового слоя надпочечников, задней доли гипофиза и почек: адреналин,

норадреналин, серотонин, брадикаинин, простогландины, альдостерон, вазопрессин, гистамин.

4. Рефлекторная регуляция сосудов.

Чувствительная иннервация сосудов представлена свободными древовидно разветвляющимися нервными окончаниями, которые располагаются между коллагеновыми волокнами. Рецепторы сосудов, или *ангиорецепторы*, подразделяются на барорецепторы и хеморецепторы. Барорецепторы реагируют на изменение артериального давления, хеморецепторы чувствительные к изменению химического состава крови. Ангиорецепторы расположены по всей сосудистой системе и составляют единое рецептивное поле. Их наибольшее скопления находятся в главных рефлексогенных зонах: аортальной, синокаротидной, в сосудах легочного круга кровообращения.

Аортальная рефлексогенная зона является не только депрессорной, но при падении артериального давления может приводить к активации симпатического нерва, что ведет к повышению общего артериального давления.

Область каротидного синуса является зоной вазокардиального рефлекса Бейнбриджа, заключающегося в расширении сосудов и замедлении частоты сердечных сокращений, что приводит к общему снижению артериального давления.

Сосуды легочного круга кровообращения являются зоной рефлекса Парина, заключающегося вследствие снижения давления, устранением застоя крови.

Хеморецепторы реагируют на изменение концентрации в крови O_2 , CO_2 , H^+ . Их возбуждение может возникать также под влиянием некоторых неорганических и органических веществ.

Рефлексы, возникающие с рецептивных зон сердечно-сосудистой системы и определяющие регуляцию взаимоотношений в пределах именно этой системы, называются *собственными (системными) рефлексами кровообращения*. Если в ответную реакцию еще вовлекается дыхание, это будет *сопряженный рефлекс*. Существование сопряженных рефлексов дает возможность системе кровообращения быстро и адекватно приспособливаться к меняющимся условиям внутренней среды организма.

5. Сосудодвигательный центр, его структура.

Сосудодвигательный центр продолговатого мозга является основным центром поддержания сосудов и рефлекторной регуляции кровяного давления. Его локализация была установлена ф.В. Овсянниковым (1981) с помощью метода перерезок ствола мозга.

Сосудодвигательный центр подразделяется на депрессорную, прессорную и кардиоингибирующую зоны.

Депрессорная зона способствует снижению артериального давления путем уменьшения активности симпатических сосудосуживающих волокон, вызывая тем самым расширение сосудов и падение периферического сопротивления, а также путем ослабления симпатической стимуляции сердца, т.е. уменьшения сердечного выброса. Депрессорная область оказывает рефлекторное угнетение прессорной зоны и активирует парасимпатические механизмы.

Прессорная зона оказывает прямо противоположное действие, повышая артериальное давление через увеличение периферического сопротивления сосудов и сердечного выброса.

Кардиоингибирующее действие третьей зоны опосредуется волокнами блуждающего нерва, идущими к сердцу. Его активность приводит к уменьшению сердечного выброса и тем самым объединяется с активностью депрессорной зоны в снижении артериального давления.

Деление сосудодвигательного центра на зоны условно, так как из-за взаимного перекрытия зон определить границы невозможно.

Влияния сосудодвигательного центра осуществляются через спинной мозг, ядра черепно-мозговых нервов, периферические образования автономной нервной системы.

Сосудодвигательный центр в реакциях целого организма выступает в тесном взаимодействии с гипоталамусом, мозжечком, базальными ядрами, корой головного мозга. Он осуществляет срочные ответы кровеносной системы, связанные с усиленной мышечной работой, гипоксией, гиперкапнией, ацидозом.

Литература основная: 1,2.

Литература дополнительная: 10,12,13,16.

Лекция №12. Понятие о дыхании (2 часа).

План:

1. Понятие дыхание, его значение.
2. Дыхательные мышцы.
3. Механизм вдоха и выдоха.
4. Легочные объемы. Легочная вентиляция.
5. Перенос газов кровью.

1. Понятие дыхание, его значение

Дыхание – совокупность физиологических процессов, обеспечивающих потребление организмом кислорода и выделение углекислого газа, а также сложную цепь биохимических реакций с участием кислорода.

Поступление кислорода из атмосферы к клеткам необходимо для биологического окисления органических веществ, в результате которого освобождается энергия, нужная для жизни организма. В процессе биологического окисления образуется двуокись углерода, подлежащая удалению из организма. Прекращение дыхания ведет к гибели, прежде всего нервных, а затем и других клеток. Также дыхание участвует в поддержании постоянства реакции жидкостей и тканей внутренней среды организма, температуры тела.

Дыхание человека включает следующие процессы (или этапы):

1. Внешнее дыхание – обмен газов между атмосферой и альвеолами.
2. Обмен газов между альвеолами и кровью легочных капилляров.

3. Транспорт газов кровью – процесс переноса O_2 от легких к тканям и CO_2 от тканей – к легким.
4. Обмен O_2 и CO_2 между кровью капилляров и клетками тканей организма.
5. Внутреннее, или тканевое, дыхание – биологическое окисление в митохондриях клетки.

Значение дыхания заключается в:

1. обеспечение организма кислородом и использование его в окислительно-восстановительных процессах;
2. образование и удаление из организма избытка углекислого газа;
3. удаление некоторых конечных продуктов обмена веществ: паров воды, аммиака, сероводорода и других газов;
4. окисление органических веществ с высвобождением химической энергии, необходимой для осуществления физиологических функций организма;
5. участие в поддержании постоянства внутренней среды организма;
6. участие в поддержании температуры тела.

2. Дыхательные мышцы.

Фазы вдоха и следующего за ним выдоха составляют *дыхательный акт* (или цикл). Во время вдоха атмосферный воздух через воздухоносные пути поступает в легкие, при выдохе часть воздуха покидает их.

Изменение объема грудной полости совершается за счет сокращений дыхательных мышц. Мышцы, при сокращении которых объем грудной полости увеличивается, называются *инспираторными*, а уменьшению – *экспираторными*.

Дыхательные мышцы, благодаря которым осуществляются периодические изменения объема грудной клетки, относятся к поперечно-полосатой мускулатуре.

Различают основные и дополнительные (или вспомогательные) мышцы. Основные мышцы участвуют в спокойном дыхании, вспомогательные – в форсированном (или активном).

В развитии спокойного вдоха играют роль: диафрагма, наружные косые межреберные и межхрящевые мышцы.

В развитии форсированного вдоха участвуют: лестничные, большая и малая грудные, передняя зубчатая, трапециевидная, ромбовидные, поднимающая лопатку.

Спокойный выдох осуществляется пассивно, за счет эластической энергии накопленной во время вдоха.

При форсированном выдохе участвуют: мышцы брюшной стенки (косые, поперечная, прямая); мышцы, сгибающие позвоночник; внутренние косые межреберные мышцы

3. Механизм вдоха и выдоха.

Легкие, находящиеся внутри грудной клетки, отделены от ее стенок плевральной полостью (щелью). В грудной клетке они находятся в растянутом состоянии. За счет того, что легкие обладают эластичностью (сочетание растяжимости и упругости), давление в межплевральном щелевидном пространстве (плевральное давление) меньше альвеолярного на величину,

обусловленную эластической тягой легких. Давление в плевральной щели называют отрицательным, т.к. оно ниже атмосферного. После спокойного выдоха оно ниже атмосферного на 6 мм рт.ст., а во время спокойного вдоха – на 9 мм рт.ст.

Отрицательное давление в плевральной полости стремится сжать грудную клетку, а эластическая тяга самой грудной клетки направлена в противоположную от тяги легких сторону (что облегчает вдох). Когда глубина вдоха становится выше на 70% жизненной емкости, эластичность грудной клетки начинает противодействовать входу, и ее тяга уже направлена в ту же сторону, что и эластическая тяга легочной ткани.

Акт вдоха совершается в результате увеличения объема грудной полости, происходящего при подъеме ребер и опускании купола диафрагмы. Купол уплощается, и объем грудной полости увеличивается по вертикали. Приподнимание ребер при входе осуществляется за счет сокращения наружных межреберных мышц. Эти мышцы при сокращении должны были бы сближать ребра, т.к. сила, прилагаемая к точкам прикрепления на верхних и нижних ребрах, одинакова. Но при косом расположении этих мышц плечо в момент силы у верхнего ребра всегда выше, чем у нижнего. Поэтому при сокращении мышц ребра приподнимаются, что увеличивает сечение грудной клетки, как в переднезаднем, так и в поперечном направлении.

Увеличение объема грудной клетки при сокращении мышц вдоха приводит к уменьшению давления в плевральной полости. В результате этого воздух в легких расширяется, а давление его становится ниже атмосферного. Вследствие разницы между давлением в окружающей среде и в альвеолах наружный воздух поступает по трахеобронхиальным путям в альвеолы.

Во время вдоха мышцы преодолевают ряд сил: 1) эластическое сопротивление грудной клетки и внутренних органов, отдавливаемых книзу; 2) эластическое сопротивление легких; 3) динамическое сопротивление всех перемещаемых тканей; 4) аэродинамическое сопротивление дыхательных путей; 5) тяжесть перемещаемой части грудной клетки; 6) силы, обусловленной инерцией перемещаемых масс.

При расслаблении мышц вдоха под действием эластических сил грудной клетки и внутренних органов и силы тяжести грудной клетки ее объем уменьшается – происходит выдох, который при спокойном дыхании является пассивным актом. При активном форсированном выдохе к перечисленным силам присоединяется сокращение внутренних межреберных мышц и мышц брюшного пресса.

Уменьшение объема грудной клетки при выдохе приводит к повышению плеврального давления. В результате этого и под действием эластической тяги легких воздух в альвеолах сжимается, его давление становится выше атмосферного, и он начинает выходить наружу. Когда эластическая тяга легких уравнивается понижающимся давлением в плевральной полости, выдох заканчивается. Таким образом, действие дыхательных мышц на легкие осуществляется не непосредственно, а через изменение давления в плевральной

полости. Непосредственной причиной движения воздуха через дыхательные пути при вдохе и выдохе являются колебания альвеолярного давления

4. Легочные объемы. Легочная вентиляция.

При спокойном дыхании человек вдыхает и выдыхает около 500 мл (300 – 800 мл) воздуха – это *дыхательный объем*.

При усиленном вдохе в легкие можно ввести помимо дыхательного объема еще дополнительно 1500 – 2000 мл воздуха – это *резервный объем вдоха*.

После спокойного выдоха можно усиленно выдохнуть еще 1000 – 1500 мл – это *резервный объем выдоха*.

Важной характеристикой дыхания является *жизненная емкость легких* – максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после максимального вдоха.

Но даже после максимального выдоха в легких остается объем воздуха, который всегда их заполняет – это *остаточный объем*. Большая часть его может быть удалена из легких только при открытом пневмотораксе.

В спавшихся легких также остается некоторое количество воздуха – это *минимальный объем*. Это воздух задерживается в «воздушных ловушках», которые образуются потому, что часть бронхиол спадается раньше альвеол. Поэтому легкие взрослых людей и дышавших после рождения детей не тонут в воде.

Количество воздуха, которое остается в легких после спокойного выдоха, называется *функциональной остаточной емкостью*.

Максимальное количество воздуха, которое полностью заполняет легкие, называется *общей емкостью легких*.

Вентиляция легких (смены воздуха) осуществляется в результате периодических изменений объема грудной полости. Увеличение объема грудной полости обеспечивает вдох (инспирацию), уменьшение – выдох (экспирацию).

Дыхательные движения обуславливают механическое перемещение воздушных масс по трахеобронхиальным путям объемными потоками. В отличие от конвективного перемещения газов из окружающей среды в бронхиальное пространство дальнейший транспорт газов осуществляется путем диффузии. Поэтому различают понятие «легочная вентиляция» и «альвеолярная вентиляция».

В обеспечении вентиляции легких участвуют три анатомо-физиологических образования: воздухоносные пути, легочная ткань, грудная клетка.

Вентиляцией легких называют процесс обновления газового состава альвеолярного воздуха, обеспечивающего поступление в них кислорода и выведение избыточного количества углекислого газа.

Интенсивность вентиляции определяется глубиной вдоха и частотой дыхания. Наиболее информативным показателем вентиляции легких служит минутный объем дыхания, определяемый как произведение дыхательного объема на число дыханий в минуту. Например, у взрослого мужчины в спокойном состоянии минутный объем дыхания составляет 6-10 л/мин, при

работе – от 30 до 100 л/мин. Частота дыхательных движений в покое 12–16 в 1 минуту.

Разные отделы легких человека вентилируются неодинаково, в зависимости от положения тела. При вертикальном положении человека нижние отделы легких вентилируются лучше, чем верхние. Если человек лежит на спине, то разница в вентиляции верхушечных и нижних отделов легких исчезает, при этом, задние (дорсальные) их участки начинают вентилироваться лучше, чем передние (вентральные). В положении лежа на боку лучше вентилируется легкое находящееся снизу. Неравномерность вентиляции верхних и нижних участков легкого при вертикальном положении человека связана с тем, что транспульмональное давление (разность давления в легких и плевральной полости) как сила, определяющая объем легких и его изменения, у этих участков легкого не одинаково. Поскольку легкие обладают весом, у их оснований транспульмональное давление меньше, чем у верхушек. В связи с этим нижние отделы легких в конце спокойного выдоха более сдавлены, при вдохе они расправляются лучше, чем верхушки. Этим объясняется и более интенсивная вентиляция отделов легких, оказавшихся снизу, если человек лежит на спине или на боку.

Поступающий в легкие во время вдоха воздух заполняет дыхательные пути, и часть его достигает альвеол, где смешивается с альвеолярным воздухом. Остальная, меньшая часть остается в дыхательных путях, в которых обмен газов между содержащимся в них воздухом и кровью не происходит, т.е. в так называемом мертвом пространстве. Различают анатомическое и физиологическое (или функциональное) мертвое пространство. Анатомическое дыхательное пространство – объем воздухоносных путей, начиная от отверстий носа и рта и кончая дыхательными бронхиолами легкого. Функциональное мертвое пространство – все те участки дыхательной системы, в которых не происходит газообмена. К функциональному мертвому пространству относятся не только воздухоносные пути, но также и альвеолы, которые вентилируются, но не перфузируются кровью. В таких альвеолах газообмен невозможен, хотя их вентиляция и происходит.

Таким образом, вентиляция поступления наружного воздуха в легкие и части его в альвеолы и удаление вместо него смеси газов (выдыхаемого воздуха), состоящей из альвеолярного воздуха и той части наружного воздуха, которая заполняет мертвое пространство в конце вдоха и удаляется первой в начале выдоха. Альвеолярный воздух содержит меньше кислорода и больше углекислого газа, чем наружный, суть вентиляции легких сводится к доставке в альвеолы кислорода (возмещающего убыль кислорода, переходящего из альвеол в кровь легочных капилляров) и удалению из них углекислого газа (поступающего в альвеолы из крови легочных капилляров). Альвеолярная вентиляция меньше вентиляции легких на величину вентиляции мертвого пространства

5. Перенос газов кровью.

Диффузия газов в легких – обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью в капиллярах легких.

Альвеолы представляют собой полушаровидные впячивания стенок альвеолярных ходов и дыхательных бронхиол. Диаметр альвеол – 150 – 300 мкм. Количество альвеол в одном легком человека в среднем 400 млн. Большая часть наружной поверхности альвеол соприкасается с капиллярами малого круга кровообращения. Суммарная площадь этих контактов около 90 м². От альвеолярного воздуха кровь отделяет так называемая *легочная мембрана* (или *альвеолярно-капиллярная мембрана*), толщина которой варьирует от 0,3 – 2,0 мкм. Основу мембраны составляет альвеолярный эпителий и капиллярный эндотелий, каждый из которых расположен на собственной базальной мембране и образует непрерывную выстилку. Между эпителиальной и эндотелиальной базальными мембранами находится *интерстиций*. В отдельных участках базальные мембраны практически прилегают друг к другу.

Газообмен в легких осуществляется в результате диффузии кислорода из альвеолярного воздуха в кровь (около 500 л в сутки) и углекислого газа из крови в альвеолярный воздух (около 430 л в сутки). Диффузия происходит вследствие разности парциального давления этих газов в альвеолярном воздухе и их напряжением в крови.

Парциальное давление кислорода и двуокиси углерода в альвеолярном воздухе является той силой, с которой молекулы этих газов стремятся проникнуть через альвеолярную мембрану в кровь.

Растворение в жидкости продолжается до наступления динамического равновесия между количеством растворяющихся и выходящих в газовую среду молекул газа. Сила, с которой молекулы растворенного газа стремятся выйти в газовую среду, называется *напряжением газа в жидкости*. Таким образом, в состоянии равновесия напряжение газа равно парциальному давлению газа над жидкостью. Если парциальное давление газа выше его напряжения, газ будет растворяться. Если парциальное давление газа ниже его напряжения, то газ будет выходить из раствора в газовую среду. Для кислорода градиент давления составляет около 60 мм рт.ст, а для углекислого газа – примерно 6 мм рт.ст.

Сопrotивление диффузии кислорода в легких создают альвеолярно-капиллярная мембрана, слой плазмы в капиллярах, мембрана эритроцита и слой его протоплазмы. Биофизической характеристикой проницаемости *аэрогематического барьера легких* для респираторных газов является так называемая *диффузионная способность легких*. Это количество мл газа, проходящее через легочную мембрану в 1 минуту при разнице парциального давления газа по обе стороны мембраны 1 мм рт.ст. Диффузионная способность легких пропорциональна толщине мембраны. У здорового человека в покое диффузионная способность легких для кислорода равна 20 – 25 мл/мин * мм рт.ст. Величина диффузионной способности легких зависит от их объема и соответствующей ему площади поверхности газообмена. Этим в значительной степени объясняется тот факт, что величина диффузионной способности легких у мужчин обычно больше, чем у женщин.

Транспорт газов кровью. Переносчиком кислорода от легким к тканям и углекислого газа от тканей к легким является кровь. В свободном

(растворенном) состоянии переносится лишь очень небольшое количество этих газов. Основное их количество переносится в связанном состоянии.

Транспорт кислорода. В 100 мл крови при температуре тела растворяется около 0,3 мл кислорода. Кислород, растворяющийся в плазме крови капилляров малого круга кровообращения, диффундирует в эритроциты, сразу же связывается гемоглобином, образуя оксигемоглобин, в котором кислорода 190 мл/л. Скорость связывания кислорода велика: время полунасыщения гемоглобина кислородом око 3 мс. В капиллярах альвеол с соответствующими вентиляцией и перфузией практически весь гемоглобин превращается в оксигемоглобин.

Превращение гемоглобина в оксигемоглобин определяется напряжением растворенного кислорода. Графически эта зависимость выражается *кривой диссоциации оксигемоглобина*, которая имеет S-образную форму.

Когда напряжение кислорода равно нулю, в крови находится только восстановленный гемоглобин (дезоксигемоглобин). Повышение напряжение кислорода сопровождается увеличением количества оксигемоглобина. Особенно быстро (до 75%) уровень оксигемоглобина возрастает при увеличении напряжения кислорода от 10 до 40 мм рт.ст. При 60 мм рт.ст. насыщение гемоглобина кислородом достигает 90%, а при дальнейшем повышении напряжения кислорода приближается к полному насыщению очень медленно. Таким образом, кривая диссоциации оксигемоглобина состоит из двух основных частей – крутой и отлогой.

Отлогая часть кривой, соответствующая высоким (более 60 мм рт.ст.) напряжениям кислорода, говорит о том, что в этих условиях содержание оксигемоглобина слабо зависит от напряжения кислорода и его парциального давления во вдыхаемом и альвеолярном воздухе. То есть отражает способность гемоглобина связывать большие количества кислорода, несмотря на умеренное снижение его парциального давления во вдыхаемом воздухе. И в этих условиях ткани достаточно снабжаются кислородом.

Крутая часть кривой диссоциации соответствует напряжениям кислорода, обычным для тканей организма (35 мм рт.ст. и ниже). В тканях, поглощающих много кислорода (работающие мышцы, печень, почки), оксигемоглобин диссоциирует практически полностью. В тканях, в которых интенсивность окислительных процессов мала, большая часть оксигемоглобина не диссоциирует. Переход тканей из состояния покоя в деятельное состояние автоматически создает условия для увеличения диссоциации оксигемоглобина и увеличения снабжения тканей кислородом.

Кривая диссоциации оксигемоглобина (HbO_2) при определенных условиях может смещаться в ту или иную сторону, сохраняя S-образную форму.

1. В эритроцитах содержится особое вещество 2,3 – дифосфоглицерат. Его количество увеличивается при снижении напряжения кислорода в крови. Это вещество внедряется в центральную часть молекулы гемоглобина, что приводит к снижению сродства гемоглобина к кислороду. Кривая смещается вправо и кислород легче переходит в ткани.

2. Сродство гемоглобина к кислороду снижается при увеличении ионов H^+ и CO_2 . Кривая также смещается вправо.

3. При увеличении температуры (эффект Бора), кривая также смещается вправо.

При уменьшении температуры, 2,3 – дифосфоглицерата, снижении напряжения углекислого газа, увеличение рН кривая диссоциации оксигемоглобина сдвигается влево, сродство гемоглобина к кислороду возрастает, в результате доставка кислорода к тканям уменьшается.

Транспорт углекислого газа. Углекислый газ переносится кровью в трех формах:

1. в плазме крови в физически растворенном состоянии – 3 – 6 %;
2. в виде кислых солей угольной кислоты;
3. в виде карбгемоглобина.

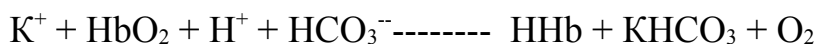
Поступая в тканевые капилляры углекислый газ (CO_2) гидратируется, образуя нестойкую угольную кислоту:



Эта реакция резко ускоряется под действием фермента карбоангидразы, находящейся в эритроцитах. Карбоангидраза катализирует как образование угольной кислоты, так и расщепление ее на углекислый газ, и воду (в капиллярах легких).

Часть молекул CO_2 соединяется с гемоглобином, образуя карбгемоглобин.

Около 4/5 CO_2 транспортируется в виде гидрокарбоната HCO_3^- . Связыванию углекислого газа способствует уменьшение кислотных свойств гемоглобина в момент отдачи им кислорода – дезоксигенирование (эффект Холдена). При этом гемоглобин высвобождает связанный с ним ион K^+ , с которым реагирует угольная кислота (H_2CO_3).



Часть ионов HCO_3^- диффундирует в плазму, связывая там Na^+ , образуя бикарбонат натрия, а в эритроцит поступают ионы Cl^- для сохранения равновесия.

Накопление ионов внутри эритроцитов сопровождается повышением в них осмотического давления. Поэтому объем эритроцитов в капиллярах большого круга кровообращения несколько увеличивается.

Таким образом, в эритроцитах тканевых капилляров образуется дополнительное количество бикарбоната калия, а также карбгемоглобин, а в плазме крови увеличивается количество бикарбоната натрия. В таком виде углекислый газ переносится в легкие.

В капиллярах малого круга кровообращения напряжение CO_2 снижается. От карбгемоглобина отщепляется CO_2 . Одновременно происходит образование оксигемоглобина, увеличивается его диссоциация. Оксигемоглобин вытесняет калий из бикарбонатов. Угольная кислота в эритроцитах (в присутствии карбоангидразы) быстро разлагается на воду и углекислый газ. Ионы HCO_3^-

входят в эритроциты, а ионы Cl^- выходят плазму крови, где уменьшается количество бикарбоната натрия. CO_2 диффундирует в альвеолярный воздух.

Диффузия газов в тканях

Газообмен кислорода и углекислого газа между кровью капилляров большого круга и клетками тканей осуществляется путем простой диффузии. Перенос газов происходит под действием концентрационного градиента этих газов между кровью в капиллярах и *интерстициальной жидкостью*, а также площадью обменной поверхности, величиной диффузионного расстояния и коэффициентов диффузии тех сред, через которые осуществляется перенос. Диффузионный путь газов тем короче, чем больше плотность капиллярной сети.

Площадь диффузии определяет также количество эритроцитов, протекающих по капиллярам в единицу времени в зависимости от распределения кровотока в микроциркуляторном русле. На выход кислорода из крови в ткань влияет конвекция плазмы и интерстициальной жидкости, а также цитоплазмы в эритроцитах и клетках ткани. Диффундирующий в ткани кислород потребляется клетками в процессе тканевого дыхания, поэтому разность его напряжения между кровью, интерстициальной жидкостью и клетками существует постоянно, обеспечивая диффузию в этом направлении. При увеличении потребления тканью кислорода его напряжение в крови уменьшается, что облегчает диссоциацию оксигемоглобина.

Количество кислорода, которое потребляют ткани, в процентах от общего содержания его в артериальной крови называется *коэффициентом утилизации кислорода*. В покое для всего организма он равен 30 – 40 %. При этом потребление кислорода в различных тканях отличается, и коэффициент его утилизации будет выше.

Поскольку единственным резервом кислорода в большинстве тканей служит его физически растворенная фракция, снижение поступления кислорода из крови приводит к тому, что потребности тканей в кислороде перестают удовлетворяться, развивается *кислородное голодание*, и окислительные процессы замедляются.

Тканевое дыхание

Общим для всех живых клеток является процесс расщепления органических молекул последовательным рядом ферментативных реакций, в результате чего высвобождается энергия. Практически любой процесс, при котором окисление органических веществ ведет к выделению химической энергии, называют дыханием. Если для него требуется кислород, то дыхание называют аэробным, а если же реакции идут в отсутствие кислорода – анаэробным. Последовательность реакций, посредством которых клетки организма человека используют энергию связей органических молекул, называется внутренним, тканевым или клеточным дыханием.

Для всех тканей позвоночных животных и человека основным источником энергии являются процессы аэробного окисления, которые протекают в митохондриях клеток, приспособленных для превращения энергии окисления в энергию резервных макроэргических соединений типа АТФ.

Кислород, поступающий в ткани, используется в клеточных окислительных процессах, которые протекают на субклеточном уровне с участием специфических ферментов, расположенных группами в строгой последовательности на внутренней стороне мембран митохондрий. Для нормального хода окислительных обменных процессов в клетках необходимо, чтобы напряжение кислорода в области митохондрий было не меньше 0,1 – 1 мм рт.ст. Эта величина называется критическим напряжением кислорода в митохондриях.

Литература основная: 1,2.

Литература дополнительная: 10,11,13,14,16.

Лекция № 13-14. Регуляция дыхания (4 часа).

План:

1. Дыхательный центр, его структура.
2. Регуляция дыхания.
3. Особенности дыхания в различных условиях:
 - А/ дыхание при мышечной работе.
 - Б/ дыхание при пониженном атмосферном давлении.
 - В/ дыхание при повышенном атмосферном давлении.

1. Дыхательный центр, его структура.

Понятие о дыхательном центре появилось в XVIII веке, когда было обнаружено прекращение дыхания у животных при разрушении ограниченной области продолговатого мозга. Однако современное представление о структуре и функции центрального дыхательного механизма сложилось в результате использования электрофизиологических методов исследования, позволивших выявить определенные группы так называемых *дыхательных нейронов*.

К дыхательным нейронам относят нервные клетки, импульсная активность которых меняется в соответствии с фазами дыхательного цикла. Различают инспираторные нейроны, которые разряжаются в фазу вдоха, экспираторные нейроны, активные во время выдоха, и целый ряд нейронных популяций,

активность которых или занимает часть определенной фазы дыхательного цикла, или включается в моменты перехода инспираторной фазы в экспираторную либо наоборот.

Центральный дыхательный механизм входит в состав ретикулярной формации ствола мозга. Подавляющая масса дыхательных нейронов сосредоточена в двух группах ядер: дорсальной и вентральной.

Активность центрального дыхательного механизма, управляется стимулами, исходящими от хеморецепторов и механорецепторов дыхательной системы. Главная особенность работы этого механизма – линейное нарастание активности инспираторных нейронов на протяжении вдоха и резкий обрыв инспираторной активности, знаменующий окончание вдоха и переход к выдоху.

Недавно обнаружено, что полному расслаблению инспираторных мышц предшествует плавное снижение их активности, обусловленное, включением особой группы нейронов, которые оказывают тормозящее («запирающее») влияние на инспираторную и экспираторную активность. Эту фазу назвали постинспираторной. По-видимому, постинспираторная фаза обеспечивает интервалы, необходимые для опорожнения легких после очередного вдоха. Таким образом, дыхательный цикл включает три фазы: инспираторную, постинспираторную, экспираторную. Центральный дыхательный механизм продолговатого мозга обладает автоматией, т.е. постоянной ритмической активностью.

Нейроны, связанные с регуляцией дыхания, имеются и в варолиевом мосту. Здесь выделяют так называемый пневмотаксический центр, который участвует в переключении фаз дыхания; при разрушении этого центра вдохи становятся затынутыми, глубокими.

2. Регуляция дыхания.

Основной регулятор активности центрального дыхательного механизма – афферентная сигнализация о газовом составе внутренней среды организма. Эта сигнализация исходит от центральных (бульбарных) и периферических (артериальных) хеморецепторов.

Бульбарные хеморецепторы обнаружены в продолговатом мозге латеральнее пирамид, они расположены в тонком слое мозгового вещества на глубине не более 0,2 мм. Обнаружены два рецептивных поля, обозначаемые М и L, между ними находится небольшое поле S. Оно не чувствительно к концентрации ионов водорода, но при его разрушении исчезают эффекты возбуждения полей М и L. Вероятно, здесь проходят афферентные пути от сосудистых хеморецепторов к дыхательному центру.

Однако их морфофункциональная организация изучена недостаточно. Поэтому термин бульбарные хеморецепторы следует понимать пока как условный.

Артериальные хеморецепторы находятся в каротидном синусе и дуге аорты. Они расположены в специальных маленьких тельцах (каротидном клубочке, или гломусе), обильно снабжаемых артериальной кровью. Содержат сложно устроенный рецепторный аппарат, реагирующий на изменение газового

состава артериальной крови: снижение напряжения кислорода (гипоксемию), повышение напряжения углекислого газа (гиперкапнию), увеличение концентрации ионов водорода (ацидоз).

Механорецепторы дыхательной системы выполняют двоякую роль: во-первых, они участвуют в регуляции параметров дыхательного цикла – глубины вдоха и его длительности; во-вторых, эти рецепторы служат источником ряда рефлексов защитного характера – кашля.

К механорецепторам относятся:

- рецепторы растяжения легких;
- ирритантные рецепторы;
- юкстаальвеолярные (или J-рецепторы);
- рецепторы верхних дыхательных путей;
- проприорецепторы.

Центральный дыхательный механизм мозгового ствола и его афферентные системы обеспечивают поддержание легочной вентиляции, адекватной уровню газообмена в тканях организма. Вместе с тем дыхательные мышцы (за исключением диафрагмы) участвуют в локомоторных актах, поддержании позы, фонаторной функции. Поэтому нейрональные структуры спинного и продолговатого мозга, управляющие респираторной мускулатурой, находятся под контролем вышележащих центров – мозжечка, среднего и промежуточного мозга, больших полушарий.

3. Особенности дыхания в различных условиях.

Дыхание при мышечной работе.

Во время физической нагрузки мышцам необходимо очень большое количество кислорода. У человека в покое потребление кислорода составляет 250 – 350 мл в 1 минуту, при быстрой ходьбе до 2,5 л, при тяжелой работе до 4 л в 1 минуту. Одновременно увеличивается образование в мышцах углекислого газа и кислых продуктов обмена веществ. Вентиляция легких возрастает до 120 – 150 л в 1 минуту.

Объясняется это тем, что при физической работе повышается чувствительность дыхательного центра к гиперкапнии и гипоксии, возрастает возбудимость хеморецепторов. Дыхание чистым кислородом во время физической работы снижает вентиляцию легких, уменьшая возбудимость артериальных хеморецепторов.

При физической нагрузке, имеющей периодический характер, частота дыхания приспособляется к ритму работы.

После окончания физической работы вентиляция легких сразу снижается в результате прекращения действия нервных факторов. Но в течение нескольких минут под влиянием накопившейся в работающих мышцах молочной кислоты вентиляция легких продолжает оставаться высокой.

Повышенное количество углекислого газа в венозной крови выводится из организма за счет увеличения минутного объема крови и вентиляции легких.

Человек осваивает в процессе хозяйственной и исследовательской деятельности высокогорные регионы, а также водную стихию. Все эти

ситуации связаны с жизнью в измененной газовой среде и требуют специфической адаптации функции дыхания.

Дыхание при пониженном атмосферном давлении.

Пребывание на больших высотах сопряжено со снижением парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе и альвеолярном газе. Подъем на высоту до 1,5 – 2 км над уровнем моря не сопровождается значительными изменениями дыхания.

Так, на высоте 4 км над уровнем моря атмосферное давление кислорода уменьшается до 98 мм рт.ст., альвеолярное до 60 мм рт.ст., т.е. более чем в 1,5 раза по сравнению с «земным». При этом у человека могут наступать недостаточность кислородного снабжения организма, особенно мозга, и явления горной (высотной) болезни: одышка и ряд нарушений функций ЦНС (головная боль, бессонница, тошнота). Под влиянием гипоксии спазмируются легочные сосуды, может развиваться гипертензия малого круга кровообращения, и даже отек легких.

На высоте свыше 7 км могут наступить потеря сознания и опасные для жизни нарушения дыхания и кровообращения. Дыхание чистым кислородом через маску позволяет человеку сохранить нормальную работоспособность на высоте 11 – 12 км.

Вместе с тем под влияние *гипоксии* включаются компенсаторные физиологические механизмы.

Длительное пребывание в условиях низкого атмосферного давления, жизнь в горных местностях сопровождаются акклиматизацией к кислородному голоданию. Возрастает жизненная емкость легких, повышается кислородная емкость крови (за счет увеличения числа эритроцитов и содержания гемоглобина), в мышцах становится больше миоглобина, в митохондриях усиливается активность ферментов, обеспечивающих биологическое окисление и гликолиз.

Дыхание при повышенном атмосферном давлении.

С этим фактором встречаются в основном водолазы и акванавты при глубоководных погружениях. Давление дыхательной смеси, которая подается в этих условиях человеку, должно обязательно соответствовать гидростатическому давлению на данной глубине, иначе дыхание будет невозможным. При увеличении глубины на каждые 10 м давление возрастает на 1 атм. Следовательно, на глубине 100 м человек вдыхает газовую смесь под давлением, превышающим атмосферное примерно в 10 раз. Поэтому на глубинах свыше 60 – 80 м главный компонент атмосферного воздуха – азот – полностью или частично заменяют гелием, плотность которого в 7 раз меньше, чем у азота. Есть и другая причина такой замены: азот под давлением вызывает у человека наркотический эффект.

Вредным для организма является и высокое парциальное давление кислорода – *гипероксия*.

Серьезная опасность угрожает человеку при подъеме на поверхность после пребывания на глубине. Во время действия высокого давления среды кровь и другие жидкости тела насыщаются растворенным нейтральным газом – азотом

и гелием. При быстром падении давления дыхательной среды, декомпрессии, этот газ выделяется в виде мелких пузырей, которые могут вызвать повреждение тканей и нарушить кровоснабжение органов. Чтобы предотвратить декомпрессионные расстройства, подъем водолазов и акванавтов ведут очень медленно, соблюдая специально разработанные режимы.

Литература основная: 1,2.

Литература дополнительная: 10,13,14,16.

3.6 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы по каждому модулю, приведенному в технологической карте учебного курса, включают теоретические вопросы для ознакомления с темой, материалы, оборудование, цель и методику выполнения, контрольные вопросы для оформления выводов по работе.

Для выполнения лабораторной работы студент получает необходимое оборудование и самостоятельно выполняет работу в соответствии с планом.

Результаты выполнения практических заданий заносятся в тетрадь для лабораторных работ, рисунки и схемы студент выполняет аккуратно, карандашом, при необходимости получает консультацию преподавателя. Тетрадь по физиологии человека и животных является итоговым документом практических занятий.

Пропущенное занятие должно быть отработано. При отработке студент полностью сдает теоретический материал по соответствующей теме, проводит лабораторную работу и защищает ее.

Занятие № 1. Форменные элементы крови (4 часа).

Лабораторные работы:

1. Рассмотрение под микроскопом окрашенных препаратов крови человека и лягушки.
2. Определение количества эритроцитов в крови человека.
3. Определение количества лейкоцитов в крови человека.

Вопросы контрольного опроса:

1. Состав, свойства, функции крови.
2. Состав и свойства плазмы крови.
3. Буферные системы крови.
4. Лейкоциты. Лейкопоэз.
5. Иммуниетет и его виды.

Литература: 1,2,7,9,14.

Занятие № 2. Красные кровяные клетки и их свойства (4 часа).

Лабораторные работы:

1. Определение количества гемоглобина крови человека.
2. Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ).
3. Определение резистентности эритроцитов (наблюдение гемолиза).

Вопросы контрольного опроса:

1. Понятие гомеостаза.
2. Эритроциты. Эритропоэз.
3. Гемоглобин и его соединения.
4. Скорость оседания эритроцитов.
5. Резистентность, гемолиз и его виды.

Литература: 1,2,7,9,14.

Занятие № 3. Свертывание крови. Группы крови человека (4 часа).

Лабораторные работы:

1. Определение времени свертывания крови.
2. Получение кристаллов гемина.
3. Определение группы крови человека.

Вопросы контрольного опроса:

1. Тромбоциты. Тромбоцитопоэз.
2. Факторы свертывания крови.
3. Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз.
4. Коагуляционный гемостаз.
5. Противосвертывающая система.

Литература: 1,2,7,9,14.

Занятие № 4. Контрольная работа по теме «Физиология крови» (2 часа).

Примерные вопросы:

ВАРИАНТ 1.

1. Каково количество крови (в среднем) в организме взрослого человека?
 - а. 2 – 3 л
 - б. 7 - 8 л
 - в. 4 – 6 л
2. Назовите лейкоцитарную формулу?
3. Заполните таблицу «Состав плазмы крови»:

Органические вещества	Минеральные вещества

4. Как называются соединения гемоглобина с CO_2 , O_2 , CO ?
5. Что такое гемостаз?

ВАРИАНТ 2.

1. К какому виду ткани относится кровь?
 - а. эпителиальная
 - б. соединительная
 - в. мышечная
2. Заполните таблицу «Клетки крови, их количество, функции»:

Клетки крови	Количество в 1 мкл	Функции
--------------	--------------------	---------

--	--	--

3. В каких элементах крови находится гемоглобин?

а. лейкоциты

б. тромбоциты

в. эритроциты

4. Что такое изотонический, гипотонический, гипертонический растворы?

5. Что происходит с живыми клетками в гипертонической среде?

Литература: 1,2,4,7,10,13,14.

Занятие № 5. Свойства сердечной мышцы (4 часа).

Лабораторные работы:

1. Фазы работы сердца (зарисовать схему).

2. Изучение автоматии сердца лягушки (опыт Станниуса).

Вопросы контрольного опроса:

1. Фазы работы сердца.

2. Свойства сердечной мышцы: а/ возбудимость; б/ рефрактерность; в/ автоматия; г/ сократимость.

Литература: 1,2,10,12,13.

Занятие № 6. Измерение пульса и кровяного давления у человека (4 часа).

Лабораторные работы:

1. Определение пульса.

2. Измерение артериального давления. Определение систолического и минутного объема крови расчетным методом.

Вопросы контрольного опроса:

1. Артериальное давление.

2. Артериальный пульс.

3. Понятие о систолическом и минутном объемах кровотока.

4. Венозное давление и венозный пульс.

5. Движение крови в капиллярах.

Литература: 1,2,10,12,13.

Занятие № 7. Регуляция сердца. Функциональные возможности сердечно-сосудистой системы (4 часа).

Лабораторные работы:

1. Рефлексы сердца (опыт Гольца; опыт Энгельмана; Ашнера – Данини).

2. Выслушивание тонов сердца.

Вопросы контрольного опроса:

1. Тоны сердца.

2. Нервно-гуморальная регуляция сердца.

3. Рефлекторная регуляция сердца.

4. Регуляция сосудов.

Литература: 1,2,10,12,13.

Занятие № 8. ЭКГ. Влияние физической нагрузки на сердечно-сосудистую систему (4 часа).

Лабораторные работы:

1. Электрокардиография.
2. Функциональные пробы на реактивность сердечно-сосудистой системы.

Вопросы контрольного опроса:

1. Понятие о ЭКГ.
2. Особенности ЭКГ детей и подростков.
3. Особенности электрокардиограммы под влиянием физической нагрузки.
4. Особенности показателей гемодинамики под влиянием физической нагрузки.

Литература: 1,2,10,12,13.

Занятие № 9. Контрольная работа по теме «Физиология кровообращения» (2 часа).

Примерные вопросы:

ВАРИАНТ 1.

1. Опишите /или зарисуйте/ механизмы сокращения и расслабления миофибрилл?
2. Как влияет на работу сердца блуждающий нерв?
3. Почему во время экзамена учащается сердцебиение человека?
4. Каково артериальное давление в норме у человека?
5. Тоны сердца.
6. В чем заключается рефлекс Гольца?
7. Что такое венечные артерии, от какого сосуда они начинаются?
8. Чем характеризуется капиллярное кровотоечение?
9. Какова скорость тока в крупных артериях?
10. Исследуемому подростку 14 лет. Измеренное артериальное давление составляет 95/60 мм рт.ст. Определите должные величины АДС и АДД. Оцените, соответствуют ли должные величины фактическим.

ВАРИАНТ 2.

1. Что такое возбудимость?
2. Как влияет на работу сердца симпатический нерв?
3. Почему во время физической нагрузки увеличивается частота сердечных сокращений и скорость кровотока?
4. Что такое гипертония и гипотония?
5. Что такое электрокардиограмма?
6. Что называется экстрасистолой, компенсаторной паузой?
7. Почему у курильщиков могут болеть ноги?
8. Чем характеризуется артериальное кровотоечение?
9. Какова скорость кровотока в капиллярах?
10. Рассчитайте среднее артериальное давление, если фактическая величина равна 110 / 70 мм.рт.ст.

Литература: 1,2,10,12,13.

Занятие № 10. Механизм вдоха и выдоха. Спирометрия (4 часа).

Лабораторные работы:

1. Обнаружение CO₂ во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе.
2. Дыхательные движения.
3. Спирометрия.

Вопросы контрольного опроса:

1. Понятие дыхание, его значение.
2. Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха.
3. Типы дыхания.
4. Дыхательные мышцы. Механизм вдоха и выдоха.
5. Легочные объемы. Легочная вентиляция.
6. Особенности дыхания при различных условиях:
а/ дыхание при мышечной работе
б/ дыхание при пониженном атмосферном давлении
в/ дыхание при повышенном атмосферном давлении.

Литература: 1,2,3,7,10,13.

Занятие № 11. Контрольная работа по теме «Физиология дыхания» (2 часа).

Примерные вопросы:

ВАРИАНТ 1.

1. Как реагирует дыхательный центр на недостаток O₂ в крови?
2. Что такое напряжение газа в жидкости?
3. Какой объем воздуха поступает в легкие при спокойном вдохе?
4. Что такое дополнительный и резервный объемы легких?
5. Каково содержание газов во вдыхаемом воздухе человека?
6. Какие хеморецепторы большее значение имеют для регуляции дыхания?
7. Что такое гиперпноэ?
8. Что служит показателем легочной вентиляции?
9. Что такое чихание?
10. Какова опасность для органов дыхания в непроветриваемых помещениях, пещерах и подвалах?

ВАРИАНТ 2.

1. Что такое кислородная емкость крови?
2. За счет каких мышц происходит глубокий выдох?
3. Какова частота дыхания у человека в покое?
4. Какой объем воздуха выходит из легких при спокойном выдохе?
5. Почему в душных помещениях у человека начинается головная боль?
6. Где располагаются ирритантные рецепторы?
7. Что такое кашель?
8. Какова потребность человека в кислороде в покое, при быстрой ходьбе и при максимальной нагрузке?
9. Чем выражена горная болезнь?

10. Способы перемещения молекул газа в воздухоносных путях?

Литература: 1,2,10,13,16.

3.7 ГЛОССАРИЙ

Автоматизм – способность некоторых тканей животных организмов приходить в состояние возбуждения без видимых внешних воздействий, под влиянием импульсов, возникающих в самой ткани.

Агглютинация – реакция склеивания эритроцитов в крови при совмещении одноименных агглютининов и агглютиногенов.

Агглютинины – агглютинирующие, склеивающие вещества белковой природы, содержащиеся в плазме крови.

Агглютиногены – агглютинируемые, склеиваемые вещества белковой природы, содержащиеся в эритроцитах.

Агрегация – образование с помощью специфических неиммунных факторов крупных скоплений клеток.

Аденозинмонофосфат циклический (цАМФ) – внутриклеточный посредник-медиатор, передающий влияние гормона на определенные внутриклеточные структуры, обеспечивая быстрый специфический эффект соответствующего гормона.

Актин – белок мышечной ткани, участвующий во взаимодействии с другим белком мышц – миозином в мышечном сокращении.

Алкалоз – повышение щелочности крови и других жидких сред организма.

Ангиография – рентгеновский метод исследования кровеносных сосудов посредством введения в них специальных рентгеноконтрастных веществ.

Ангиостомия – способ наложения на кровеносные сосуды специальных трубочек, с помощью которых можно получать у животного кровь в условиях хронического эксперимента.

Ангиотензин – гормон пептидной природы, образующийся под влиянием ренина и обладающий сосудосуживающим действием.

Анемия (малокровие) – уменьшение количества эритроцитов и гемоглобина в крови, возникающее в результате разных причин (кровотечения, ухудшенного питания и т.д.).

Антикоагулянты – вещества, препятствующие свертыванию крови.

Апноэ – непроизвольное прекращение легочной вентиляции вследствие уменьшения содержания углекислого газа в крови, вызванного гипервентиляцией.

Асфиксия (удушие) – состояние, возникающее при нарушении процесса поступления кислорода и выделения углекислого газа через дыхательные пути.

Ацидоз – избыточное содержание кислот в крови и других жидких средах организма.

Барорецепторы – рецепторы, воспринимающие изменение давления.

Бейнбриджа рефлекс – рефлекс с рецепторов полых вен, возникающий при их растяжении и проявляющийся усилением и учащением сердечных сокращений.

Брадикардия – редкий ритм сердечных сокращений.

Вазодилататоры – нервные и гуморальные факторы, вызывающие расширение кровеносных сосудов.

Вазоконстрикторы - нервные и гуморальные факторы, вызывающие сужение кровеносных сосудов.

Вдох – процесс поступления воздуха в легкие, связанный с увеличением объема грудной полости и снижением внутрилегочного давления ниже атмосферного.

Венозное давление – давление крови на стенки венозных сосудов.

Вентиляция легких – смена воздуха в легких, обеспечиваемая совокупностью процессов вдоха и выдоха, поддерживающих постоянство альвеолярного воздуха.

Венный пульс – колебания венозных стенок, связанные с сокращением сердца и ритмом дыхания.

Внутрилегочное давление – сила, с которой воздух внутри легких давит на стенки альвеол.

Внутриплевральное давление – сила, с которой легкие давят на стенку грудной клетки, прижимая висцеральный листок плевры к париетальному.

Внутрисердечное давление – давление крови, находящейся в полостях сердца, на его стенки в разные фазы сердечной деятельности.

Водитель ритма (пейсмекер) – участок атипической мышечной ткани сердца, являющийся местом возникновения автоматических импульсов, определяющих частоту сердечных сокращений.

Возбудимость – способность тканей приходить в состояние возбуждения под действием раздражителей.

Возбуждение – активный физиологический процесс, возникающий в клетках в ответ на действие раздражителя, сопровождающийся биоэлектрическими, биохимическими, морфологическими изменениями и приводящий к возникновению специфической функции ткани.

Время кругооборота крови – время, необходимое для прохождения частицей крови всего круга кровообращения с возвращением к исходной точке.

Выдох – процесс пассивного выдоха воздуха из легких, связанный с уменьшением объема грудной полости и увеличением внутрилегочного давления выше атмосферного.

Высотная болезнь – заболевание, возникающее в результате снижения парциального давления кислорода в окружающей среде и развития гипоксии мозга.

Вязкость крови – свойство крови оказывать сопротивление ее течению при перемещении частиц относительно друг друга.

Газовая эмболия – закупорка просвета сосудов пузырьком газа.

Гем – активная группа небелковой части дыхательного пигмента крови гемоглобина, содержащая двухвалентное железо.

Гематокритный показатель – объемное соотношение клеточных элементов крови к плазме, выраженное в процентах. У взрослого человека в норме составляет 40-50%.

Гемодиализ – метод, обеспечивающий очищение крови от продуктов метаболизма и сохранение постоянства состава внутренней среды организма.

Гемодинамика – раздел физиологии, изучающий закономерности движения крови по сосудам.

Гемодинамические показатели – показатели, характеризующие движение крови по сосудам (объемная и линейная скорость, давление крови, сопротивление сосудов и т.д.).

Гемолиз – разрушение эритроцитов и выход гемоглобина в плазму крови.

Гемопоз – кроветворение, образование форменных элементов крови в организме человека и животных.

Гемостаз – остановка кровотечения.

Гемофилия – наследственное заболевание, встречающееся преимущественно у мужчин, связанное с нарушением образования антигемофильного фактора и понижением вследствие этого свертываемости крови.

Гипергликемия – повышенное содержание сахара в крови.

Гиперкапния – повышенное напряжение углекислого газа в крови и тканях организма.

Гиперпноэ – непроизвольное глубокое и частое дыхание, наступающее после произвольной задержки дыхания, являющееся следствием увеличения концентрации углекислоты в крови.

Гипертонические растворы – растворы, осмотическое давление которых больше, чем плазмы крови.

Гиповентиляция – произвольное уменьшение объема легочной вентиляции (произвольная задержка дыхания).

Гипогликемия – пониженное содержание сахара в крови.

Гипокапния – пониженное напряжение углекислого газа в артериальной крови, возникающее в результате чрезмерного выделения его из организма.

Гипоксия – уменьшение количества кислорода в тканях.

Гипопноэ – непроизвольное уменьшение легочной вентиляции вследствие снижения содержания углекислоты в крови.

Гипотонические растворы – растворы, осмотическое давление которых меньше, чем плазмы крови.

Градиент автоматии – уменьшение возбудимости и элементов проводящей системы сердца от основания к верхушке сердца.

Дефибринированная кровь – кровь, лишенная фибрина и не способная свертываться.

Диастола – ритмически повторяющееся расслабление мышцы сердца, наступающее вслед за ее сокращением (систолай).

Диастолическое давление – давление крови в сосудах во время диастолы сердца (минимальное давление).

Дыхательный ацидоз – избыточное содержание кислот в крови и других жидких средах организма наступающие в результате уменьшения вентиляции легких.

Дыхательный объем – объем воздуха, который человек вдыхает и выдыхает в состоянии покоя.

Дыхательный коэффициент – отношение объема выделенного углекислого газа к поглощенному кислороду.

Дыхательный центр – совокупность нервных клеток, расположенных в ЦНС, обеспечивающих процесс дыхания и его приспособление к условиям внешней и внутренней среды организма.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – максимальный объем воздуха, который человек может выдохнуть после глубокого вдоха. Отражает максимальные возможности дыхательной системы организма.

Зевота – своеобразный двигательный процесс, характеризующийся произвольными дыхательными движениями, состоящими из глубокого вдоха, при котором раскрываются рот и голосовая щель, и быстрого энергичного выдоха.

Изометрическое сокращение – сокращение мышцы с возрастанием напряжения мышечных волокон без изменения их длины.

Изотоническое сокращение – сокращение мышцы, связанное с укорочением мышечных волокон без изменения их напряжения.

Иммунитет – способ защиты организма от всех антигенно чужеродных веществ как экзогенной, так и эндогенной природы, фактор стабильности онтогенеза.

Иммунологическая память – долговременное сохранение способности иммунной системы отвечать более сильной реакцией на повторную встречу с антигеном вызвавшим первичный ответ.

Инфаркт миокарда – острое заболевание сердечной мышцы, в основе которого лежит нарушение проходимости одной из коронарных артерий сердца.

Кесонная болезнь – состояние, возникающее при быстром переходе организма из области более высокого давления к более низкому, в основе которого лежит образование пузырьков газа (азота) в крови за счет того, что азот, избыточно растворившийся под большим давлением, не успевает при быстром подъеме выделиться через легкие человека.

Лейкоцитарная формула – процентное содержание различных форм лейкоцитов в периферической крови.

Лизоцим – гидролитический фермент секретов слюны, фактор неспецифической иммунной защиты.

Лимфатические сосуды – тонкостенные, содержащие лимфу сосуды, разветвленные по всему организму; внеклеточная жидкость и лимфоциты, которые накапливаются в тканях, собираются в лимфатических сосудах и, проходя через лимфатические узлы, поступают в основной лимфатический сосуд – грудной проток.

Линейная скорость кровотока – путь, пройденный частицей крови по сосудистому руслу за единицу времени.

Макрофаги – большие моноклеарные клетки, широко представлены в тканях организма; производные костномозговых предшественников; играют

критическую роль в развитии иммунитета; выполняют роль фагоцитирующих клеток с киллерной активностью, а также участников воспалительной реакции.

Миофибриллы – тонкие волокна сократительного вещества, проходящие вдоль всей цитоплазмы гладкого и поперечно-полосатого мышечного волокна.

Онкотическое давление – сила, с которой белки удерживают воду в сосудистом русле.

Осмотическое давление – сила, соответствующая давлению, которую надо приложить извне к раствору, чтобы прекратить переход в него молекул растворителя через полупроницаемую мембрану.

Парциальное давление газа – часть общего давления газовой смеси, которая приходится на долю одного из газов этой смеси, т.е. то давление, которое имел бы этот газ, если бы он один занимал весь объем смеси.

Переливание крови – внутрисосудистое введение крови одного человека другому.

Плевра – тонкая соединительно-тканная серозная оболочка, покрывающая легкие и выстилающая внутреннюю поверхность грудной клетки, образуя вокруг каждого легкого замкнутый мешок – плевральную полость.

Пороки сердца – нарушение целостности клапанного аппарата или перегородок сердца, приводящее к нарушению нормального кровотока.

Потенциал действия – разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностями клеточной мембраны, возникающая под действием раздражителя пороговой и надпороговой величины, связанная с пассивным движением ионов натрия в клетку, приводящим к деполяризации мембраны и являющаяся одним из проявлений возбудительного процесса.

Потенциал покоя – разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностями клеточной мембраны в покое (поляризация), связанная с пассивным движением ионов калия из клетки, являющаяся одним из проявлений ее физиологического покоя.

Пульс артериальный – колебания стенок артерий, обусловленные ритмическими сокращениями сердца и эластичность сосудов.

Раствор Рингера – раствор, по минеральному составу идентичный и изотоничный плазме крови. Имеет следующий состав (для теплокровных): в 1 л воды – 9,0 г NaCl, 0,4 г KCl, 0,2 г CaCl₂, 0,1 г NaHCO₃.

Резус-фактор – белок, содержащийся в эритроцитах, обуславливающий индивидуально-иммунологические свойства крови.

Рефрактерность – состояние понижения или отсутствия возбудимости клеток.

Саркоплазматический ретикулум – система закрытых полостей (цистерн) в мышечном волокне, содержащих ионы кальция, которые выделяются при возбуждении мышцы и участвуют в реализации сократительного процесса.

Свертывание крови (коагуляция) – биологически активная реакция организма, препятствующая кровопотере, заключающаяся в переходе крови из жидкого состояния в желеобразный сгусток.

Сенсибилизация – повышение чувствительности организма к тому или иному воздействию.

Сердечный цикл – время, в течение которого происходит последовательное однократное сокращение и расслабление всех отделов сердца.

Систолический объем крови – количество крови, выталкиваемое желудочками сердца в течение систолы.

Систолическое давление крови – давление крови на стенки артерий в различных отделах кровеносной системы в момент выброса крови из левого желудочка.

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) – показатель скорости реакции разделения крови вне организма на два слоя, зависимый от белкового состава плазмы.

Спирометрия – метод измерения легочных объемов воздуха.

Сыворотка крови – плазма, лишенная фибриногена, не способная свертываться.

Тахикардия – увеличение в сравнении с нормой частоты сердечных сокращений.

Транспорт газов – это процесс переноса газов через биологические мембраны и передвижение их с кровью от легких к тканям и от тканей к легким.

Фагоцитоз – захват и внутриклеточное переваривание корпускулярного материала (бактерий, чужеродных и собственных отмирающих клеток, инертных частиц и др.).

Фибрин – белок, образующийся из фибриногена при свертывании крови, выпадая в виде клубка нитей, образует основу тромба, закупоривающего просвет сосуда при кровотечении.

Фибринолизин – фермент, присутствующий в плазме крови, катализирующий расщепление фибрина.

Физиология – наука о функциях живого организма, о процессах, протекающих в организме и его частях, раскрывающая законы жизнедеятельности организма как целого в его единстве и взаимодействии с окружающей средой.

Хеморецепторы – нервные окончания в сосудах и других органах, чувствительные к изменениям химического состава крови, воздуха и т.д., вызывающим возбуждение этих структур.

Цветной показатель крови – показатель, характеризующий степень насыщенности эритроцитов гемоглобином, определяемый отношением относительного содержания гемоглобина к относительному количеству эритроцитов в крови.

Экстрасистола – внеочередное сокращение сердца.

Электрокардиограмма – графическая запись электрических изменений сердца, ритмически возникающих при его работе.

3.8 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Агаджанян, Н.А. Основы физиологии человека / Н.А. Агаджанян, И.Г. Власова, Н.В. Ермакова, В.И. Торшин. - М., 2003.
2. Ткаченко, Б.И. Основы физиологии человека / Б.И. Ткаченко.- С-Пб., 1994.

Дополнительная литература

3. Антонов, В.Ф. Биофизика / В.Ф. Антонов, А.М. Черныш. - М.: Владос. – 2003.
4. Баркаган, З.С. Кровь и жизнь / З.С. Баркаган. - Барнаул, 1969.
5. Воронков, Е.Г. Способ определения минутного объема кровотока сердечного и вегетативного индексов / Е.Г. Воронков, Е.Г. Воронкова, М.М. Налимов. – Горно-Алтайск, 2005.
6. Горизонтова, П.Д. Гомеостаз / П.Д. Горизонтова. - М.: Медицина, 1981.
7. Гуминский, А.А. Руководство к практическим занятиям по физиологии человека и животных / А.А. Гуминский, Н.Н. Леонтьева, К.В. Маринова. - М.: Просвещение, 1990.
8. Дубровский, В.И. Спортивная медицина / В.И. Дубровский. - М.: Владос, 1999.
9. Козинец, Г.И. Интерпретация анализов крови и мочи и их клиническое значение / Г.И. Козинец. - М., 2000.
10. Косицкий, Г.И. Физиология человека / Г.И. Косицкий. - М.: Медицина, 1985.
11. Лавров, Н.Н. Дыхание и 4 группы крови / Н.Н. Лавров. - Ростов н/Д., 2002.
12. Морман, Д. Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. - С-Пб., 2000.
13. Ноздрачев, А.Д. Общий курс физиологии человека и животных / А.А. Ноздрачев. - М., 1991.- кн. 1, 2.
14. Рохлов, В.С. Практикум по анатомии и физиологии человека / В.С. Рохлов, В.И Сивоглазов. - М., 1999.
15. Рябина, А. 4 группы крови - 4 образа жизни / А. Рябина. - СПб., 2002.
16. Судаков, К.В. Функциональные системы организма / К.В. Судаков. – М.: Медицина, 1987.

IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов по курсу призвана, не только закреплять и углублять знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

При выполнении плана самостоятельной работы студенту необходимо прочитать теоретический материал не только в учебниках и учебных пособиях,

указанных в библиографических списках, но и познакомиться с публикациями в периодических изданиях.

Студенту необходимо творчески переработать изученный самостоятельно материал и предоставить его для отчета в форме реферата или конспекта.

Проверка выполнения плана самостоятельной работы проводится на семинарских занятиях, во время защиты практической работы, индивидуальных занятиях.

№ п/п	Темы	Кол-во часов	Формы отчетности	Сроки
6 семестр – 44 часа				
Введение. Физиология крови				
1	Изучение истории развития физиологических знаний. Предмет, основные методы, применяемые в современной физиологии. Острый и хронический эксперимент. Молекулярные механизмы физиологических процессов, ферменты, биологически активные вещества. Понятие о внутренней среде организма	4	Научное сообщение, научный доклад, защита реферата	Индивидуальная консультация, экзамен
2	Кровь и лимфа как составные части внутренней среды организма. Интерстициальное пространство и микросреда клеток. Гистогематические барьеры. Внутренняя среда и механизмы защиты клеточного гомеостаза. Группа крови как идентификатор личности. Кроветворение (эритропоэз, лейкопоэз, тромбоцитопоэз) и его регуляция	6	Научное сообщение, научный доклад, защита реферата, контрольная работа, тестирование	Лабораторное занятие 1,2, 4; экзамен
3	Свертывание крови. Сосудистотромбоцитарный гемостаз. Тромбоцитарные факторы свертывания. Коагуляционный гемостаз. Фазы свертывания. Физиологические антикоагулянты	4	Научное сообщение, научный доклад, защита реферата, контрольная работа, тестирование	Лабораторное занятие 3, 4; экзамен
Физиология кровообращения				
4	Основные законы гемодинамики. Биофизические функции элементов сердечно-сосудистой системы. Кинетика кровотока в эластичных сосудах. Пульсовая волна. Динамика движения крови в капиллярах. Особенности кровотока при локальном сужении сосудов.	6	Научное сообщение, научный доклад, защита реферата, контрольная работа, тестирование	Лабораторное занятие 6, 9; экзамен

5	Показатели гемодинамики: объемная и минутная скорость кровотока, кровяное давление (артериальное, капиллярное, венозное): артериальный и венозный пульс. Движение крови по разным звеньям сосудистой системы.	8	Научное сообщение, научный доклад, защита реферата, контрольная работа, тестирование	Лабораторное занятие 6,8,9; экзамен
6	Особенности кровообращения в некоторых отдельных органах. Кровообращение в сердце. Кровообращение в мозге. Легочное кровообращение. Кровообращение в печени	4	Научное сообщение, научный доклад, защита реферата, контрольная работа, тестирование	Лабораторное занятие 5, 7; экзамен
Физиология дыхания				
7	Морфофункциональная характеристика дыхательной системы. Дыхательный акт и вентиляция легких. Роль отрицательного давления в плевральной полости. Типы дыхания. Газообмен в легких и перенос газов кровью. Механизм регуляции дыхания. Защитная функция дыхательных путей. Дыхание при различных функциональных состояниях и условиях обитания организма.	12	Научное сообщение, научный доклад, защита реферата, контрольная работа, тестирование	Лабораторное занятие 10, 11; экзамен

V. ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

Цель: приобретение навыков анализа научной литературы по определенной теме.

Тематика рефератов:

1. Открытие Гарвеем замкнутого круга кровообращения.
2. Основные достижения современной физиологии.
3. Кровопотеря и ее последствия.
4. Кровезаменители.
5. Нейрогуморальная регуляция жидкого состояния крови и ее свертывания.
6. Методы и практическое значение переливания крови.
7. Сердце, представление об эволюции его структуры и функции.
8. Электрокардиографический метод и его роль в изучении физиологии сердца и в медицине.

9. Эмоциональное состояние и работа сердца.
10. Сердечная недостаточность.
11. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система и ее роль в регуляции кровяного давления.
12. Роль почечно-функционального механизма в длительной регуляции артериального давления.
13. Основы патогенеза артериальной гипертензии.
14. Особенности дыхания при пониженном и повышенном давлении, физической нагрузке.
15. Показатели внешнего дыхания представителей разных возрастных периодов.

Содержание и объем пояснительной записки (или введения): актуальность проблемы, обоснование темы. Постановка цели и задач. Объем: 2-3 стр. (2 ч).

Основная часть: должна включать основные вопросы, подлежащие освещению. Самостоятельной работой студента является подбор и составление полного списка литературы (кроме указанных преподавателем) для освещения и обобщения новейших достижений науки по теме реферата. Выявление дискуссионных, выдвигающих спорные вопросы и проблемы ученых. Объем: 20-25 стр. (8 ч.).

Заключение: должно включать обобщение анализа литературы и выводы. Объем: 2-3 стр. (1 ч).

Список использованной литературы: не менее 10-15 источников.

Примечание: Тематический план примерный. Студенты имеют право на выбор темы по своим интересам.

VI. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЭКЗАМЕН

1. Предмет физиологии. Основные этапы развития физиологии.
2. Состав и свойства плазмы крови.
3. Эритроциты. Эритропоэз.
4. Гемоглобин и его соединения.
5. Группы крови и резус - фактор.
6. Резистентность эритроцитов и их гемолиз. СОЭ.
7. Буферные системы крови.
8. Понятие о гомеостазе.
9. Лейкоциты. Лейкопоэз.
10. Иммунитет и его виды.
11. Тромбоциты. Тромбоцитопоэз.
12. Свертывание крови.
13. Разрушение и образование клеток крови.
14. Лимфа и лимфообращение.
15. Общая схема кровообращения.
16. Автоматия сердца.
17. Возбудимость сердечной мышцы.
18. Проведение возбуждения в сердечной мышце.

19. Рефрактерность сердечной мышцы.
20. Цикл сердечных сокращений.
21. Сократимость сердечной мышцы.
22. Тоны сердца.
23. Нервно-гуморальная регуляция сердца.
24. Рефлекторная и условно-рефлекторная регуляция сердца.
25. ЭКГ.
26. Артериальное давление. Артериальный пульс.
27. Движение крови в венах.
28. Нервно-гуморальная регуляция сосудов.
29. Сосудодвигательный центр, его отделы.
30. Значение дыхания.
31. Дыхательные движения.
32. Дыхательные объемы.
33. Перенос газов кровью.
34. Дыхательный центр, его структура.
35. Регуляция дыхания.
36. Особенности дыхания при различных условиях.

VII. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

7.1 Оценка знаний по модульно-рейтинговой системе при изучении курса

Распределение баллов по отдельным видам работ при изучении курса «Физиология человека и животных» для студентов 3 курса биолого-химического факультета очного отделения

Лекции – 28 часов, за посещение лекции начисляется 1 балл.

За пропуск лекции по уважительной причине, но при наличии конспекта лекции устанавливается балл в размере $L = 0,5 * НС$ (т.е. $0,5*1$)

Лабораторно - практические занятия – 38 часов.

№	Название темы	Форма контроля	Баллы (НС)	Общая сумма
1	Физиология крови	ЛР 1 – ЛР 3 КР1	9 5	14
2	Физиология кровообращения	ЛР5– ЛР 8 КР 2	12 5	17
3	Физиология дыхания	ЛР 10 КР 3	3 5	8
4	Итого			39

Примечание: НС – начальная стоимость, ЛР – лабораторная работа, КР – контрольная работа.

Расчет баллов за КР и за ЛР вычисляется по формуле: $C = HC * K1 * K2$, где С – суммарный балл; НС – начальная стоимость; К1 и К2 – коэффициенты, определяются по приведенной ниже таблице.

оценка	К1	Срок сдачи	К2
«5»	1	В срок	1
«4»	0,7	1-ая неделя	0,8
«3»	0,5	2 – ая неделя	0,6

Расчет общего балла (Т) за учебную работу производится следующим образом: $T = C (КР) + C (ЛР) + L$.

Дополнительные баллы за:

Реферат от 5 до 10 баллов

Научное сообщение от 1 до 5 баллов

ЭКЗАМЕН

Сумма баллов	оценка
60 – 80	«3»
81 – 90	«4»
91 - 100	«5»

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ ЗА ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

1 ЗАНЯТИЕ – 3 балла.

ЛР.1 Рассматривание под микроскопом окрашенных препаратов крови человека и лягушки (1 балл).

ЛР.2 Определение количества эритроцитов в крови человека (1 балл).

ЛР.3 Определение количества лейкоцитов в крови человека (1 балл).

2 ЗАНЯТИЕ – 3 балла.

ЛР.1 Определение количества гемоглобина крови человека (1 балл).

ЛР.2 Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) (1 балл).

ЛР.3 Определение резистентности эритроцитов (1 балл).

3 ЗАНЯТИЕ – 3 балла.

ЛР.1 Определение времени свертывания крови (1 балл).

ЛР.2 Получение кристаллов гемина (1 балл).

ЛР.3 Определение группы крови человека (1 балл).

4 ЗАНЯТИЕ – 5 баллов.

Контрольная работа по теме «Физиология крови» (2 часа).

ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ

5 ЗАНЯТИЕ – 3 балла.

ЛР.1 Фазы работы сердца (1 балл).

ЛР.2 Изучение автоматии сердца лягушки (опыт Станниуса) (2 балла).

6 ЗАНЯТИЕ – 3 балла.

ЛР.1 Определение пульса (1 балл).

ЛР.2 Измерение артериального давления. Определение систолического и минутного объема крови расчетным методом (2 балла).

7 ЗАНЯТИЕ – 3 балла.

ЛР.1 Рефлексы сердца (опыт Гольца; опыт Энгельмана; Ашнера – Данини) (2 балла).

ЛР.2 Выслушивание тонов сердца (1 балл).

8 ЗАНЯТИЕ – 3 балла.

ЛР.1 Электрокардиография (1 балл).

ЛР.2 Функциональные пробы на реактивность сердечно-сосудистой системы (2 балла).

9 ЗАНЯТИЕ - 5 баллов.

Контрольная работа по теме «Физиология кровообращения» (2 часа).

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

10 ЗАНЯТИЕ – 3 балла.

ЛР.1 Обнаружение CO₂ во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе (1 балл).

ЛР.2 Дыхательные движения (1 балл).

ЛР.3 Спирометрия (1 балл).

11 ЗАНЯТИЕ – 5 баллов.

Контрольная работа по теме «Физиология дыхания» (2 часа).

7.2 Примерные тесты

1. Объем крови от общей массы тела взрослого человека достигает:
 - а/ 3 – 4 %
 - б/ 6 – 8 %
 - в/ 9 – 11 %
2. Форменные элементы крови образуются в:
 - а/ печени
 - б/ селезенке
 - в/ красном костном мозге
3. В норме количество лейкоцитов в 1 мм³ крови составляет:
 - а/ 2 – 3 тыс.
 - б/ 6 – 8 тыс.
 - в/ свыше 10 тыс.
4. Универсальным донором является человек имеющий ...группу крови:
 - а/ I (O)
 - б/ II (A)
 - в/ III (B)
 - г/ IV (AB)
5. Основной функцией эритроцитов является:
 - а/ дыхательная
 - б/ защитная
 - в/ терморегуляторная
6. Артерии – это сосуды:

- а/ по которым течет артериальная кровь
 - б/ несущие кровь от сердца
 - в/ несущие кровь к сердцу
7. По легочной вене течет кровь:
- а/ венозная
 - б/ артериальная
 - в/ смешанная
8. Самая высокая скорость тока крови в:
- а/ артериях
 - б/ венах
 - в/ капиллярах
9. Частота сердечного ритма возрастает под влиянием:
- а/ возбуждения симпатических нервов и выделения адреналина
 - б/ возбуждения парасимпатических нервов и выделения ацетилхолина
 - в/ ионов калия
10. Увеличение частоты сердечных сокращений называется:
- а/ брадикардия
 - б/ тахикардия
 - в/ гипертония
11. Газообмен при дыхании происходит в:
- а/ гортани
 - б/ трахее
 - в/ легких
12. Легкие состоят из долей. Их число в левом легком равно:
- а/ 2
 - б/ 3
 - в/ 4
13. Поступлению воздуха в легкие предшествует их растяжение, при этом давление в легких становится:
- а/ выше атмосферного
 - б/ ниже атмосферного
 - в/ равным атмосферному
14. Альвеолы - это:
- а/ легочные пузырьки
 - б/ дыхательные бронхиолы
 - в/ конечные бронхиолы
15. Первый вдох новорожденного осуществляется благодаря возбуждению центра вдоха за счет:
- а/ выделения адреналина
 - б/ повышения концентрации CO_2 в крови
 - в/ понижения концентрации CO_2 в крови
16. Дыхательный центр расположен в:
- а/ спинном мозге
 - б/ продолговатом мозге
 - в/ среднем мозге

17. Остаточным называют часть воздуха, остающуюся при выдохе:
- а/ в дыхательных путях
 - б/ только в трахее и главных бронхах
 - в/ только в альвеолах
18. В носовой полости воздух:
- а/ очищается от пыли и микроорганизмов
 - б/ увлажняется и согревается
 - в/ а + б
19. Голосовой аппарат находится в:
- а/ трахее
 - б/ гортани
 - в/ носоглотке
20. К органам дыхания не принадлежит:
- а/ полость носа
 - б/ глотка
 - в/ пищевод

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ГОРНО-АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Биолого-химический факультет

Кафедра безопасности жизнедеятельности, анатомии и физиологии

«СОГЛАСОВАНО»

Декан БХФ

_____ В.Н. Алейникова

« ____ » _____ 200__г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по УР

_____ О.А. Гончарова

« ____ » _____ 200__г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Физиология

(Физиология человека и животных)

по специальности 020201 «Биология»

Составитель:

к.б.н., доцент

Воронкова Е.Г.

и.о. зав. кафедрой безопасности

жизнедеятельности, анатомии и физиологии

Воронков Е.Г.

Горно-Алтайск, 2008 г.