

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный
гуманитарно-педагогический университет»

Т. В. Шилкова

Н. В. Ефимова

**АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ
ЧЕЛОВЕКА:
Сердечно-сосудистая система**

Учебное пособие

Челябинск

2025

УДК 611.7(021):612.8(021):612.84/89(021)
ББК 28.863.1я73:28.991я73:28.992я73
Ш 122

Ш 122 **Шилкова, Т. В. Анатомия и физиология человека: Сердечно-сосудистая система: учебное пособие / Т. В. Шилкова, Н. В. Ефимова;** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет». – Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гуманитар.-пед. ун-та, 2025. – 242 с. – ISBN 978-5-907869-70-7. – Текст: непосредственный.

Учебное пособие разработано для организации самостоятельной работы студентов по изучению и практическому освоению дисциплин «Анатомия человека» (раздел «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения») и «Физиология человека и животных» (раздел «Физиология сердечно-сосудистой системы»). Пособие носит междисциплинарный характер и написано по единой схеме: каждая тема начинается с мотивационной характеристики (цели и задач), необходимого исходного уровня знаний и списка рекомендуемой литературы, описаны задания для самоподготовки к занятиям, приведены перечень объектов для изучения, карты заданий и алгоритм их выполнения на лабораторных занятиях и/или во внеаудиторное время, контрольные задания и вопросы для самоконтроля знаний. Методические материалы по изучению сердечно-сосудистой системы на лабораторных и практических занятиях содержат задания с использованием ресурсной базы межфакультетского Технопарка универсальных педагогических компетенций и педагогического Кванториума ЮУрГГПУ. В пособии представлены вопросы и задания для текущего и промежуточного контроля знаний по рассматриваемым разделам учебных дисциплин. Содержит краткий словарь основных терминов и понятий по анатомии и физиологии.

Пособие рекомендовано для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программам бакалавриата (направление 44.03.05 – Педагогическое образование, профильная направленность «Биология – Химия», «География – Биология»).

УДК 611.7(021):612.8(021):612.84/89(021)

ББК 28.863.1я73:28.991я73:28.992я73

Рецензенты: Ю.Г. Ламехов, д-р биол. наук, профессор
М.В. Семенова, канд. биол. наук, доцент

ISBN 978-5-907869-70-7

© Шилкова Т.В., Ефимова Н.В., 2025

© Издательство Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
I. Содержание рабочих программ дисциплин «Анатомия человека» и «Физиология человека и животных»	8
Раздел «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения»	8
Раздел «Физиология сердечно-сосудистой системы»	13
II. Методические материалы по изучению раздела «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения»	16
<i>Тема 1. Сердце</i>	17
<i>Тема 2. Кровеносные сосуды</i>	39
<i>Тема 3. Лимфатическая система</i>	65
<i>Тема 4. Органы кроветворения и иммунной защиты</i>	78
Текущий контроль знаний и умений	89
Терминологический минимум по разделу	102
III. Методические материалы по изучению раздела «Физиология сердечно-сосудистой системы» дисциплины «Физиология человека и животных»	104
<i>Тема 1. Физиологические свойства сердечной мышцы</i>	106
<i>Тема 2. Внешние проявления деятельности сердца. Методы исследования сердца</i>	121
<i>Тема 3. Регуляция деятельности сердца и сосудов</i>	149
Текущий контроль знаний и умений	168
Терминологический минимум	175

Теоретический и практический минимумы для подготовки к экзамену (зачету) по дисциплинам	178
Краткий словарь основных анатомических и физиологических терминов	185
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	203
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	204
ПРИЛОЖЕНИЯ	209

ВВЕДЕНИЕ

Медико-биологические дисциплины, такие как «Анатомия человека», «Возрастная анатомия, физиология и культура здоровья», «Основы медицинских знаний», «Физиология человека и животных» знакомят студентов с закономерностями структурно-функциональной организации тела человека, включая видовые и возрастнополовые особенности, способствуют формированию естественнонаучной картины мира. Медико-биологические учебные дисциплины являются базовыми дисциплинами ОПОП, необходимыми для формирования профессиональных компетенций у будущих учителей биологии основной и средней школы. Освоение дисциплин включает изучение разделов, касающихся морфологии (макро- и микроанатомии) и физиологии сердечно-сосудистой системы человека, которые согласно тематическим планам РПД, предусматривают лекционный курс, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельную внеаудиторную работу студентов.

Учебное пособие по изучению дисциплин «Анатомия человека» (раздел «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения») и «Физиология человека и животных» (раздел «Физиология сердечно-сосудистой системы») составлено в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++ «Ядро высшего педагогического образования», имеет практическую направленность и междисциплинарный характер, содержит систематизированные сведения об учебном материале и помогает организовать процесс познания в аудиторное и внеаудиторное время. Учебное пособие является своеобразным «путеводителем» для самостоятельной работы студентов от характеристики темы и целевых установок до достижения конечного результата, который может быть проверен самими обучающимися или преподавателем по заданиям и вопросам, приведенным в конце каждой темы и соответствующего раздела дисциплины.

Представленный в пособии учебный материал выстроен по единой схеме, в которой можно выделить несколько взаимосвязанных блоков. Изучение каждой темы начинается с *цели и задач*, далее идет блок «*Методические рекомендации по самоподготовке к занятию*», включающий требования к исходному уровню знаний, список рекомендуемой литературы, задания для самоподготовки к занятиям,

позволяющие осуществить самоконтроль усвоения теоретического материала. Центральное место в методических рекомендациях занимает блок *«Методические указания к самостоятельной работе на занятии»*, в котором перечислены основные литературные источники, оборудование и карта заданий с указанием вида учебной деятельности, объектов изучения. При изучении темы «Органы кроветворения» два вышеперечисленных блока заменены на блок *«Методические рекомендации по самостоятельному изучению темы»*, включающий необходимый исходный уровень знаний, рекомендуемую литературу и задания по самоподготовке. Каждую тему завершает блок *«Система контроля усвоения изучаемого материала»*, включающий задания и вопросы контрольно-обучающего характера, которые выполняются во внеаудиторное время в качестве домашнего задания.

Важным элементом биологических знаний является специальная терминология. Завершают учебное пособие (практикум) *краткий словарь анатомических и физиологических терминов*, а также список контрольных вопросов и заданий (*теоретический и практический минимумы*) для подготовки к экзамену/зачету по изучаемым дисциплинам. *Список рекомендованной литературы* включает основную и дополнительную (для углубленного изучения материала) литературу.

Текущий контроль знаний и умений по рассматриваемым разделам проводится в виде контрольной работы, включающей проверку терминологического минимума, тестовые вопросы, задания и задачи, варианты которых приводятся в учебном пособии. Промежуточный (итоговый) контроль знаний осуществляется на экзамене (зачете).

Алгоритм изучения отдельных тем дисциплин «Анатомия человека» и «Физиология человека и животных» включает следующее:

1. Изучение теоретического материала на основе лекционного материала и рекомендуемой литературы (блок *«Методические рекомендации по самоподготовке к занятию»*).
2. Выполнение лабораторно-практических заданий с использованием раздаточного материала и оборудования (блок *«Методические указания к самостоятельной работе на занятии»*).

3. Самоконтроль усвоения учебного материала (блок «*Система контроля усвоения учебного материала*»).

4. Отчет о проделанной работе, включающий письменный отчет и устное собеседование по результатам проверки выполненных контрольно-обучающих заданий.

Настоящее учебное издание является продолжением изданных ранее методических рекомендаций по изучению дисциплины «Анатомия человека» (раздел «Опорно-двигательный аппарат») и учебных пособий «Анатомия человека: Нервная система. Анализаторы» и «Анатомия и физиология человека: Висцеральные системы», подготовленных Н.В. Ефимовой и Т.В. Шилковой (2019, 2022, 2023). Отличительными особенностями данного пособия являются: 1) междисциплинарность – в пособии отражены взаимосвязи таких учебных медико-биологических дисциплин, как «Анатомия человека», «Гистология с основами эмбриологии», «Основы медицинских знаний», «Физиология человека и животных», «Возрастная анатомия, физиология и культура здоровья»; 2) использование при разработке лабораторных работ и практических заданий ресурсов межфакультетского Технопарка универсальных педагогических компетенций и педагогического кванториума ЮУрГГПУ – цифровой лаборатории в области нейротехнологий “ViTronics Lab”, интерактивного анатомического стола «Пирогов», цифровых микроскопов с возможностью видео- и фотофиксации изображений изучаемых объектов.

I. СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН «АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА» И «ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ»

РАЗДЕЛ «СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА. ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ»

Содержание

– Подраздел «Сердечно-сосудистая система» –

- **Сердечно-сосудистая система: классификация и значение.** Сердце: топография, форма, внешний вид, общий план строения и значение. Макро- и микроскопическое строение стенки сердца (эндокард, миокард, серозная оболочка). Камеры сердца. Клапанный аппарат сердца: строение, принципы работы и значение. Проводящая система сердца (атипическая мускулатура). Околосердечная сумка. Иннервация и кровоснабжение сердца. Сосуды, отходящие от сердца и впадающие в него.

- **Ангиология.** Морфологическая и функциональная классификация кровеносных сосудов. Закономерности расположения и ветвления сосудов артериальной и венозной систем кровообращения. Сосуды сосудов. Анастомозы, коллатеральное кровообращение. Общий план строения стенок кровеносных сосудов. Артерии и вены: особенности структурной организации и функционирования. Факторы, способствующие току крови по артериям и венам. Гемокпилляры, микроциркуляторное русло, гистогематические барьеры. Депо крови.

- **Круги кровообращения.** Сосуды малого круга кровообращения. Артерии и вены малого круга кровообращения: топография, ветви и функциональное значение. Сосуды большого круга кровообращения. Артериальная система. Сосуды головы и шеи. Грудная и брюшная части аорты: пристеночные и внутренностные (вис-

церальные) ветви. Артерии верхней и нижней конечностей. Проекция и прощупывание пульсации крупных артерий на живом человеке. Венозная система. Система верхней полой вены. Система нижней полой вены. Воротная вена. Особенности воротного кровообращения. Проекция крупных поверхностных вен на живом человеке.

- **Кровоснабжение органов.** Особенности кровоснабжения головного мозга, внутренних органов грудной и брюшной полости (легких, сердца, печени, почек), конечностей. Особенности кровоснабжения плода человека.

- **Лимфатическая система:** общий план структурно-функциональной организации и значение. Лимфа (состав, происхождение и значение). Лимфатические капилляры, сосуды, стволы и протоки: особенности строения и топография. Локализация, макроскопическое и микроскопическое строение лимфатических узлов и их значение. Селезенка: топография, микроструктура и функции.

- **Филогенез и эмбриогенез сердечно-сосудистой системы.** Возрастные изменения строения кровеносной и лимфатической системы. Особенности кровообращения у плода. Влияние факторов среды и образа жизни на анатомическую изменчивость сердечно-сосудистой системы.

– Подраздел «Органы кроветворения и иммунной защиты» –

- **Органы кроветворения: классификация и значение.** Понятие о гемо- иммуногенезе. Эмбриональные кроветворные органы (желточный мешок, печень, селезенка). Центральные органы постнатального кроветворения и иммунной системы (красный костный мозг, тимус): топография, макро- и микроскопическое строение, и функциональное значение. Периферические органы постнатального кроветворения и иммунной системы (селезенка, лимфоэпителиальное глоточное кольцо Пирогова, пейеровы бляшки кишечника, аппендикс): топография, макро- и микроскопическое строение, и функциональное значение.

- **Филогенез и эмбриогенез системы кроветворения и иммунной защиты.** Возрастные изменения органов гемо- иммунопоеза. Влияние факторов среды и образа жизни на морфофункциональную изменчивость кроветворной системы.

Аудиторная работа

План лекционных занятий

Тема лекции и изучаемые вопросы:

Сердечно-сосудистая система

1. Значение, классификация и общий план строения сердечно-сосудистой системы.
2. Общий план строения стенок сосудов. Морфофункциональная классификация и характеристика кровеносных сосудов.
3. Понятие о микроциркуляторном русле.
4. Строение стенки сердца.
5. Проводящая система сердца.

Основная литература: 1–9.

Дополнительная литература: 2, 3, 4, 8, 11, 12, 13.

План лабораторных занятий:

Тема и план лабораторного занятия:

Сердце

1. Топография и внешнее строение сердца.
2. Строение «правого» и «левого» сердца.
3. Круги кровообращения.

4. Клапанный аппарат сердца.

5. Строение стенки сердца. Проводящая система сердца.

6. Кровоснабжение и иннервация сердца.

Основная литература: 1–9.

Дополнительная литература: 1, 6, 7, 9, 12, 15.

Тема и план лабораторного занятия:

Артериальная и венозная кровеносная система

1. Закономерности распределения артериальных сосудов в теле человека.

2. Артериальное кровоснабжение: головы, грудной и брюшной полостей конечностей.

3. Структурные и функциональные особенности венозной системы, обеспечивающие отток крови.

4. Венозная система головы, полостей тела и конечностей.

Основная литература: 1–9.

Дополнительная литература: 1, 6, 7, 9, 12, 15.

Тема и план лабораторного занятия:

Лимфатическая система

1. Структура лимфатической системы, ее значение.

2. Общий план строения лимфатических сосудов.

3. Филогенез и онтогенез лимфатической системы.

Основная литература: 1–9.

Дополнительная литература: 1, 6, 7, 9, 12.

Внеаудиторная самостоятельная работа

Тема и изучаемые вопросы:

Органы кроветворения и иммунной защиты

1. Органы кроветворения и иммунной защиты: классификация и значение.
2. Строение и функции костного мозга.
3. Лимфоэпителиальные органы: тимус, селезенка, лимфатические узлы.

Основная литература: 1–5.

Дополнительная литература: 1–16.

РАЗДЕЛ «ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ»

Содержание

Сердце – центральный орган кровообращения. Проводящая система сердца. Цикл сердечных сокращений. Свойства сердечной мышцы. Законы сердца. Электрокардиография (ЭКГ). Фотоплетизмография. Характеристика основных элементов электрокардиограммы. Регуляция сердечной деятельности. Физиологические основы гемодинамики. Реакции сердечно-сосудистой системы на изменения окружающей температуры, положения тела, на ускорения и физическую работу.

Аудиторная работа

План лекционных занятий

Тема лекции и изучаемые вопросы:

Физиология сердечно-сосудистой системы (4 часа)

1. Сердце – центральный орган системы кровообращения.
2. Свойства сердечной мышцы: возбудимость, проводимость, автоматия, сократимость.
3. Цикл сердечных сокращений.
4. Основные показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы.
5. Регуляция деятельности сердечно-сосудистой системы.

Основная литература: 2, 3, 5.

Дополнительная литература: 1–11.

План лабораторного практикума:

Тема и план лабораторного занятия:

Физиология сердечно-сосудистой системы (4 часа)

1. Наблюдение работы сердца лягушки.
2. Наблюдение рефрактерного периода и экстрасистолы.
3. Анализ проводящей системы сердца.
4. Методы исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Электрокардиография.
5. Нервная и гуморальная регуляция деятельности сердца.

Основная литература: 1–5.

Дополнительная литература: 1–11.

Внеаудиторная самостоятельная работа

Тема и изучаемые вопросы:

Физиология сердечно-сосудистой системы (4 часа)

Задание 1. Используя рекомендуемую литературу и дополнительные источники информации изучите вопросы темы и сделайте конспект:

1. Основные показатели гемодинамики. Функциональные группы сосудов.
2. Эфферентная иннервация сосудов.
3. Эндокринно-гуморальная регуляция тонуса сосудов.
4. Реакции сердечно-сосудистой системы на изменения окружающей температуры, положения тела, на ускорения и физическую работу.

Задание 2. Выполните индивидуальное задание по теме, включающее определение терминов, ответ на контрольный вопрос и решение задачи.

Основная литература: 2, 3, 5.

Дополнительная литература: 1–11.

Формы самостоятельной работы: изучение учебного материала, выполнение индивидуального задания, подготовка к лабораторному занятию и контрольной работе, экзамену.

Формы отчетности / контроля: отчет по лабораторной работе и индивидуальному заданию, контрольная работа экзамен.

II. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛА «СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА. ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ»

Сердечно-сосудистая система обеспечивает в организме процессы метаболизма, в частности: транспорт дыхательных газов, пластических, энергетических веществ, гуморальных факторов, метаболитов и т.д. Кровь снабжает ткани организма кислородом, питательными веществами, гормонами и доставляет продукты обмена веществ к органам их выделения. Кровообращение регулируется гормонами и нервной системой. В основе работы сосудистой системы лежит сердечная деятельность, обеспечивающая центральный и периферический кровоток, микроциркуляцию, и механизмы ее регуляции. У человека система кровообращения представлена большим (системным) и малым (легочным) кругами (*Приложение 1; Приложение 2, рисунки 2.2–2.5*). Главный орган кровообращения – сердце.

Сердце – полый мышечный орган, нагнетающий кровь в артерии и принимающий венозную кровь. Полость сердца разделяется на правую и левую половины сплошной перегородкой. В каждой половине различают соответствующие предсердие (atrium) и желудочек (ventriculus) Располагается сердце в грудной полости в средостении, эксцентрично, на 2/3 оно смещено влево от срединной плоскости. С боков и частично спереди большая часть сердца прикрыта легкими, а передняя часть прилежит к груди и к реберным хрящам. Формой сердце напоминает конус, с широким основанием (basis cordis) и верхушкой (apex cordis), обращенной вниз, вперед и влево. От левого края основания сердца к вырезке верхушки проходит передняя межжелудочковая борозда, заполненная коронарными артерией, веной и жировой клетчаткой. На нижней поверхности сердца, обращенной к диафрагме, различают заднюю межжелудочковую борозду, смыкающуюся с передней межжелудочковой бороздой. В ней также расположены артерия, вена и жировая клетчатка. На границе предсердий и желудочков поперечно проходит венечная борозда, в которой расположен венечный коронарный синус (sinus coronarius). Масса сердца составляет около 250 г – у женщин, и 300 г – у мужчин.

Мышечные клетки – кардиомиоциты – имеют отростки, благодаря которым образуется единая система, волокна которой переплетаются, переходя одно в другое. За счет особых участков контактов между отростками кардиомиоцитов – вставочных дисков – осуществляется мгновенный охват возбуждением всего массива сердечной мышцы и ответ в виде сокращения за 0,4 с.

Тема 1. СЕРДЦЕ

Цель – изучить морфофункциональную характеристику сердца.

Задачи:

1. Изучить топографию, форму, размеры, внешнее строение сердца.
2. Изучить строение и функциональное значение предсердий и желудочков, клапанный аппарат сердца.
3. Изучить строение стенки сердца (эндокард, миокард, эпикард, перикард), проводящую систему сердца.
4. Рассмотреть особенности кровоснабжения и иннервации сердца.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по самоподготовке к занятию

*Необходимый исходный уровень знаний**

1. Источники развития и эмбриогенез сердца.
2. Морфофункциональная характеристика сердечной мышечной ткани.

3. Состав сердечно-сосудистой системы и ее функциональное значение в организме человека.

**Примечание:* см. лекции по дисциплинам «Возрастная анатомия, физиология и гигиена», «Гистология с основами эмбриологии», «Анатомия человека».

Рекомендуемая литература

1. Быков, В. Л. Цитология и общая гистология (функциональная морфология клеток и тканей человека) : учебник / В. Л. Быков. – Санкт-Петербург : СОТИС, 2007. – 520 с. – ISBN 5-85503-080-6.

2. Гистология : учебник / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышева. – Москва : ГЭОТАР-МЕД, 2009. – 408 с. – ISBN 978-5-9704-2130-7.

3. Иваницкий, М. Ф. Анатомия человека : учебник для вузов / М. Ф. Иваницкий; [ред. Б. А. Никитюк и др.]. – Москва : Олимпия, 2008. – 624 с. – ISBN 978-5-903639-06-9.

4. Курепина, М. М. Анатомия человека / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : ВЛАДОС, 2010. – 383 с. – ISBN 978-5-691-00905-1 (далее именуется «Учебник»).

5. Курепина, М. М. Анатомия человека. Атлас / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : Владос, 2007. – 239 с. – ISBN 978-5-69102012-4 (далее именуется «Атлас № 2»).

6. Кузнецов, С. Л. Лекции по гистологии, цитологии и эмбриологии : учебное пособие / С. Л. Кузнецов, М. К. Пугачев. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2009. – 480 с. – ISBN 978-5-9986-0249-8.

7. Пуликов, А. С. Возрастная гистология : учебное пособие / А. С. Пуликов, С. Н. Ефремов, Т. Г. Брюховец. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 176 с. – ISBN 5-222-09281-X.

8. Самусев, Р. П. Анатомия человека / Р. П. Самусев, Ю. М. Селин. – Москва : ОНИКС : Мир и образование, 2009. – 576 с. – ISBN 978-5-17-087313-5.

9. Седов А. А. Гистология человека: конспект лекций / А. А. Седов. – Москва : Приор-издат, 2005. – 256 с. – ISBN 5-9512-0464-X.

10. Фениш, Х. Карманный атлас анатомии человека / Х. Фениш. – Минск : Высшая школа, 1996. – 464 с. – ISBN 985-06-0368-2 (далее именуется «Атлас № 4»).

ЗАДАНИЯ

для самоподготовки к лабораторным занятиям



Задание 1. Дайте определение анатомическим терминам: венечная борозда, эндокард, миокард, эпикард, перикард, перикардиальная полость, створчатые клапана, овальная ямка, полулунные клапаны, хорды (сухожильные нити), ушко, автономная проводящая система сердца, узел, венечный синус.

Задание 2. Используя методические материалы (*Учебник, с. 109, 112, 115; Атлас № 4, с. 184–188; лекции по курсу «Гистология с основами эмбриологии»*), изучите строение стенки сердца (оболочки), околосердечной сумки. Заполните таблицу 1:

Таблица 1 – Слои стенки сердца и околосердечная сумка

Слои стенки сердца	Гистологическая характеристика	Участие в образовании структур сердца	Функциональное значение
Эндокард			
Миокард			
Эпикард			
Перикард			

Задание 3. Используя методические материалы (*Учебник, с. 113–115; Атлас № 4, с. 186; Приложение 2, рисунок 2.1*), изучите строение и функции проводящей системы сердца. Заполните таблицу 2:

Таблица 2 – Проводящая (анатомическая) система сердца

Особенности строения сердечной ткани, образующей проводящую систему сердца	Составные элементы проводящей системы сердца	Функциональное значение элементов проводящей системы сердца

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к самостоятельной работе на занятии**



Литература

1. Курепина, М. М. Анатомия человека / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : ВЛАДОС, 2010. – 383 с. – ISBN 978-5-691-00905-1 (далее именуется «Учебник»).
2. Кузнецов, С.Л. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии / С.Л. Кузнецов, Н.Н. Мушкамбаров, В.Л. Горячкина. – Москва : ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. – 376 с. (далее именуется «Атлас № 1»).
3. Курепина, М. М. Анатомия человека. Атлас / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : Владос, 2007. – 239 с. – ISBN 978-5-69102012-4 (далее именуется «Атлас № 2»).
4. Самусев, Р. П. Атлас анатомии человека / Р. П. Самусев, В. Я. Липченко. – Москва : Изд. дом ОНИКС, 2000. – 506 с. – ISBN 5-329-00774-7 (далее именуется «Атлас № 3»).
5. Фениш, Х. Карманный атлас анатомии человека / Х. Фениш. – Минск : Высшая школа, 1996. – 464 с. – ISBN 985-06-0368-2 (далее именуется «Атлас № 4»).

6. Юшканцева, С.И. Гистология, цитология и эмбриология. Краткий атлас / С.И. Юшканцева, В.Л. Быков. – Санкт-Петербург : Издательство «П-2», 2007. – 120 с. (далее именуется «Атлас № 5»).

Оборудование:

➤ интерактивный анатомический стол «Пирогов» (на базе Технопарка универсальных педагогических компетенций ЮУрГГПУ): раздел «Топографическая анатомия» в меню интерактивного стола «Пирогов»,

- световой микроскоп,
- гистологические микропрепараты,
- модели сердца,
- таблицы,
- натуральные препараты сердца (экспонаты анатомического музея).



Задание 1. Используя интерактивный анатомический стол «Пирогов», методическую литературу (см. Учебник, с. 109; Атлас № 2, с. 57; Атлас № 3, с. 314–315; Атлас № 4, с. 152–153) изучите топографию сердца. Найдите и покажите:

- ✓ верхнюю границу сердца – на уровне III реберных хрящей;
- ✓ нижнюю границу – на уровне V межреберья, на 1–1,5 см кнутри от среднеключичной линии;
- ✓ левую границу – проходит от места соединения реберного хряща с костной частью III левого ребра до места проекции верхушки;

✓ правую границу – проходит на 2–3 см кнаружи от правого края грудины до между III и V ребрами.

Задание 2. Используя скелет человека рассмотрите топографию сердца (расположение основания и верхушки сердца, границы сердца на переднюю поверхность грудной клетки). *Дополнительно:* определите на себе проекцию границ сердца на переднюю поверхность грудной клетки (см. *Учебник*, с. 109; *Атлас № 2*, с. 57).

Задание 3. Используя модели и натуральные препараты сердца изучите внешнее строение сердца (см. *Учебник*, с. 108–109, *Атлас № 2*, с. 58; *Атлас № 3*, с. 314–315). Найдите и покажите:

- основание сердца, верхушку сердца, ушки, венечную борозду,
- грудино-реберную (переднюю) поверхность, диафрагмальную (нижнюю) поверхность, межжелудочковые (передние и задние) борозды,
- сосуды, приносящие кровь в предсердие: верхнюю полую вену, нижнюю полую вену, 4 легочные вены, сосуды, выносящие кровь из желудочков: легочный ствол, аорту, а также сосуды самого сердца: венечные артерии (правую и левую), межжелудочковые ветви (заднюю и переднюю).



Задание 4. Используя интерактивный анатомический стол «Пирогов», модели, барельефы, таблицы, натуральные препараты, методическую литературу (см. *Учебник*, с. 109–111; *Атлас № 2*, с. 59; *Атлас № 3*, с. 316–319), изучите внутреннее строение сердца.

Определите структурные элементы камер сердца:

- *правое предсердие*: правое ушко, отверстие верхней полой вены, отверстие нижней полой вены, отверстие венечного синуса, овальную ямку, межпредсердную перегородку, гребенчатые мышцы;

- *правый желудочек*: трехстворчатый клапан, сухожильные нити (хорды), сосочковые мышцы, мясистые перекладки, межжелудочковая перегородка, легочный ствол, полулунные клапаны (заслонки);

- *левое предсердие*: левое ушко, отверстия 4-х легочных вен, овальное углубление;

- *левый желудочек*: предсердно-желудочковое отверстие, двухстворчатый (митральный) клапан, сухожильные нити, сосочковые мышцы, отверстие аорты, полулунные клапаны (заслонки), мясистые перекладки, межжелудочковая перегородка.



Задание 5. Используя световой микроскоп и гистологические препараты «Стенка сердца: эндокард» (окраска гематоксилином и эозином), «Срез миокарда» (окраска железным гематоксилином) «Стенка сердца: эпикард» (окраска гематоксилином и эозином), изучите строение оболочек сердца на тканевом уровне (см. *Учебник*, с. 112–114; *Атлас № 1*, с. 167–169; *Атлас № 3*, с. 320–321; *Атлас № 4*, с. 186–187, *Атлас № 5*, с. 62). Зарисуйте в тетради:

А) срез эндокарда, обозначьте на рисунке: эндотелий, подэндотелиальный слой, мышечно-эластический слой (гладкие миоциты и эластические волокна), наружный соединительно-тканый слой;

Б) срез миокарда, обозначьте на рисунке: кардиомиоциты, вставочные пластинки, структуры из плотной и рыхлой соединительной ткани;

В) срез эпикарда, обозначьте на рисунке: мезотелий, соединительно-тканная пластинка (с эластическими и коллагеновыми волокнами), слой жировой ткани.



Задание 6. Используя интерактивный анатомический стол «Пирогов», методическую литературу (см. *Учебник, с. 107; Атлас № 2, с. 56; Атлас № 3, с. 324–326*), рассмотрите ход сосудов большого и малого кругов кровообращения, внесите данные в таблицу 3:

Таблица 3 – Круги кровообращения

№ п/п	Признаки для сравнения	Малый круг кровообращения	Большой круг кровообращения
1	Камера сердца, где начинается круг кровообращения		
2	Название сосудов, дающих начало кругу кровообращения		
3	Камера сердца, где заканчивается круг кровообращения		
4	Название сосудов, которыми заканчивается круг кровообращения		
5	Функциональное назначение кругов кровообращения		

Задание 7. Используя методическую литературу (см. *Учебник, с. 113–114; Атлас № 3, с. 320–321; Атлас № 4, с. 186; Приложение 2, рису-*

нок 2.1), изучите строение и функции проводящей системы сердца. Выполните рисунок среза сердца, на котором, в соответствии с предложенной нумерацией, обозначьте структурные элементы проводящей системы сердца: 1 – левое предсердие; 2 – левый желудочек; 3 – правое предсердие; 4 – правый желудочек; 5 – синусный узел; 6 – предсердно-желудочковый узел; 7 – пучок Гиса, 8 – ножка пучка Гиса (правая), 9 – ножка пучка Гиса (левая), 10 – верхняя полая вена; *дополнительно*: 11 – волокна Пуркинье, 12 – легочный ствол.

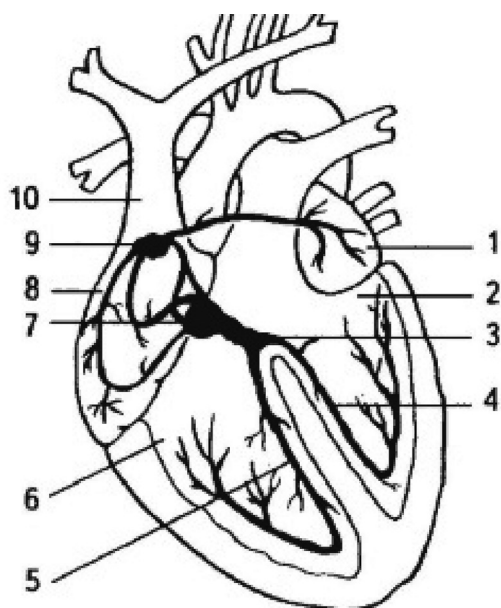


Рисунок 1 – Проводящая система сердца

[https://iknigi.net/books_files/online_html/84012/i_012.jpg]

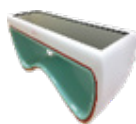


Задание 8. Используя световой микроскоп, гистологические препараты «Стенка сердца быка: атипичные кардиомиоциты» (окраска гематоксилином и эозином), «Волокна проводящей системы сердца» (окраска азановым методом) и методическую литературу (см. *Учебник*, с. 113–114; *Атлас № 1*, с. 171; *Атлас № 3*, с. 320–321; *Атлас*

№ 4, с. 186), изучите строение и функции микроструктур проводящей системы сердца: атипичных кардиомиоцитов, «волокон» Пуркинье. Зарисуйте и обозначьте: атипичные кардиомиоциты (клетки овальной формы, без поперечной исчерченности, располагаются под эндокардом), жировые клетки.



Задание 8. Используя интерактивный анатомический стол «Пирогов», методическую литературу (см. Учебник, с. 116–117; Атлас № 2, с. 60), изучите особенности иннервации сердца.



Задание 9. Используя интерактивный анатомический стол «Пирогов», методическую литературу (см. Учебник, с. 116–117, Атлас № 2, с. 58, 64; Атлас № 3, с. 322–323; Приложение 2, рисунок 2.3), изучите особенности кровоснабжения сердца.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ усвоения изучаемого материала



Контрольное задание 1. В таблице 4 перечислены полости (камеры) сердца. Перечислите структурные элементы каждой камеры сердца.

Таблица 4 – Камеры сердца

1. 2...	Правое предсердие	Перегорodka сердца	1. 2...	Левое предсердие
1. 2...	Правый желудочек		1. 2...	Левый желудочек

Контрольное задание 2. Проведите сравнительную оценку камер сердца, заполните таблицу 5:

Таблица 5 – Морфофункциональные отличия правого и левого сердца

№ п/п	Признаки для сравнения	«Правое» сердце	«Левое» сердце
1	Состав крови		
2	Толщина миокарда		
3	Клапанный аппарат		
4	Название приносящих сосудов		
5	Название выносящих сосудов		
6	Объем полостей - предсердий; - желудочков		
7	Наличие узлов проводящей системы		

Контрольное задание 3. Перечислите клапаны сердца, укажите их расположение. Заполните таблицу 6:

Таблица 6 – Клапанный аппарат сердца

Клапаны	Расположение

Контрольное задание 4. На рисунке 2 представлена проводящая система сердца. Определите, какие структуры проводящей системы сердца обозначены цифрами 2, 4, 7, 12, 13.

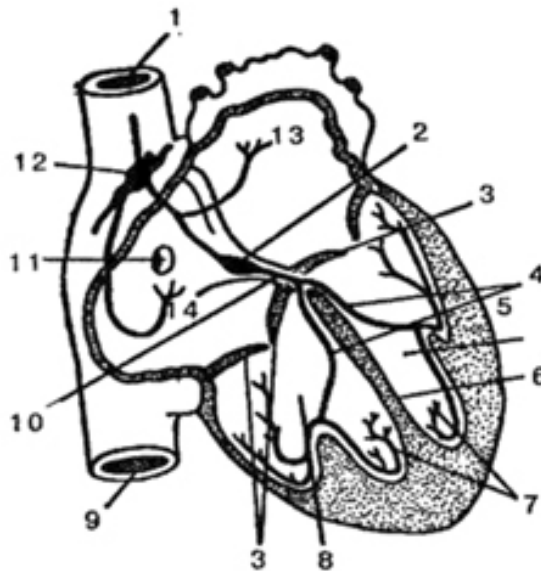


Рисунок 2 – Схема проводящей системы сердца

[https://avatars.mds.yandex.net/i?id=4faadeb7fb8e9f0cf057a7bc322373ee_1-5211841-images-thumbs&n=13]

Контрольное задание 5. Составьте схему иннервации сердца (см. Учебник, с. 116–117; Атлас № 2, с. 60).

Контрольное задание 6. Перечислите сосуды, обеспечивающие кровоток в сердце, заполните таблицу 7 (*Учебник, с. 116–117, Атлас № 2, с. 58; Атлас № 3, с. 322–323; Атлас № 4, с. 192–193; Приложение 2, рисунок 2.3*).

Таблица 7 – Особенности кровоснабжения сердца

Сосуды, обеспечивающие кровоснабжение сердца	Место их начала	Пути оттока венозной крови от сердца	Место их впадения

Контрольное задание 7. Решите ситуационные задачи:

1. На микрофотографиях, сделанных с гистологического препарата стенки сердца, представлены структуры: эндотелиоциты, клетки мезотелия, неисчерченные и исчерченные миоциты, мелкие кровеносные сосуды. Определите, в каких оболочках сердца имеются эти структуры?

2. На экспертизу представлены два препарата поперечнополосатой мышечной ткани. На одном видны симпластические структуры, с расположенными по периферии ядрами. На другом – клеточные, ядра в их клетках располагаются в центре. Какой из препаратов относится к сердечной мышечной ткани?

3. При изучении ультраструктуры кардиомиоцитов исследователи обнаружили, что одни содержат много миофибрилл и митохондрий, но мало саркоплазмы, а другие – мало миофибрилл и митохондрий и много саркоплазмы. Определите, какой тип клеток выявлен в первом и во втором случае?

4. Педиатр анализирует рентгенограмму грудной клетки новорожденного. Он отмечает, что верхушка сердца располагается на 1 см кнаружи от среднеключичной линии в четвертом межреберье слева (что соответствует седьмому межреберью со стороны задних концов

ребер на рентгенограмме). С чем столкнулся доктор: с нормой, аномалией или патологией?

5. Врач при обследовании женщины выявил пульсацию сердца в области грудины, распространяющуюся на переднюю брюшную стенку (эпигастриум). Он заподозрил увеличение размеров (гипертрофию) камеры сердца, которая прилежит к груди. Какая это камера: левое предсердие, левый желудочек, правое предсердие или правый желудочек? Выберите правильный ответ.

6. У новорожденного мальчика диагностировали два сердца. Дайте эмбрио-анатомическое обоснование этой аномалии.

7. У 10-летнего ребенка имеется подозрение на незаращение овального отверстия. Врач проводит эхографическое исследование сердца и не подтверждает диагноз: сброса крови через отверстие в межпредсердной перегородке не выявлено. Какую структуру описал доктор в межпредсердной перегородке: овальную ямку, овальный синус или овальный треугольник? Какие знания анатомического строения этой структуры он должен использовать, чтобы сделать грамотную запись?

8. Клапанный аппарат сердца, его функциональное значение. Что произойдет, если клапаны не будут плотно смыкаться или предсердно-желудочковые отверстия окажутся суженными?

Контрольные вопросы

1. Какие органы относят к сердечно-сосудистой системе?
2. Топография и внешнее строение сердца.
3. Особенности строения сердца в связи с выполняемой им функцией.
4. Строение и функциональное значение слоев стенки сердца.
5. Клапанный аппарат сердца, механизм его работы и его функциональное значение. Что произойдет, если клапаны не будут плот-

но смыкаться или предсердно-желудочковые отверстия окажутся суженными?

6. Чем отличаются морфологически и функционально стенки желудочков и предсердий? И с чем эти различия связаны?

7. Чем отличается морфологически и функционально левый желудочек сердца от правого?

8. Проводящая система сердца, ее функции.

9. По каким артериям течет венозная (не окисленная) кровь, и по каким венам – окисленная артериальная?

10. Какие кровеносные сосуды выходят из левого и правого желудочков, какую кровь и куда они несут?

11. Какие кровеносные сосуды впадают в правое и левое предсердие? Откуда и какую кровь они приносят?

12. Как осуществляется артериальное и венозное кровоснабжение сердца?

13. Какие сосуды образуют большой и малый круги кровообращения? Каковы отличия в строении и функциональном значении большого и малого кругов кровообращения?



ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Подготовка сообщений (факты, события, достижения ученых в области кардиологии и ангиологии), составление кроссвордов.

Вариативная часть – подготовка докладов, рефератов, мультимедиа-презентаций на темы*:

1. Болезни цивилизации и их профилактика (заболевания сердечно-сосудистой системы).
2. Анатомо-физиологические методы исследования сердечно-сосудистой системы.
3. Изготовление и реставрация анатомических препаратов (сердца и сосудов).
4. Филогенез сердечно-сосудистой системы.
5. Из истории открытий: работы У. Гарвея, М. Мальпиги, Я. Пуркинье.
6. Достижения российских ученых в области кардиологии и ангиологии.

**Примечание: при подготовке рефератов и презентаций рекомендуется использовать дополнительные литературные источники (см. список рекомендованных источников по разделу «Сердечно-сосудистая система»).*

Дополнительная информация

✓ Сердце – «организм в организме»

При изучении строения и функционирования сердца можно представить его как самостоятельное живое существо, своего рода «организм в организме». Так, у сердца имеется собственный «скелет»: из плотной фиброзной соединительной ткани формируются 3 кольца, центральное фиброзное тело, соединяющее между собой эти кольца, перепончатая перегородка и 2 фиброзных треугольника. К фиброзным кольцам крепятся мышечные волокна, створки клапанов, от одного из колец начинается аорта, а посредством двух других соединяются камеры сердца.

В сердце особым образом устроена мышечная система, которая формируется из поперечнополосатой сердечной мышечной ткани. Эта ткань сочетает в себе признаки двух других вариантов мышеч-

ной ткани: от скелетной мышечной ткани – поперечнополосатую исчерченность и механику сокращения, от гладкой мышечной ткани – клеточную структуру и бессознательные сокращения. Мышечная оболочка предсердий значительно тоньше, чем у желудочков. В ней 2 слоя мышечных волокон: 1-й слой поверхностный, общий для обоих предсердий; 2-й слой глубокий, отдельный. В желудочках 3 слоя волокон. И их расположение относительно друг друга представляет собой настоящую конструкторскую удачу. Пучки поверхностного слоя от фиброзных колец направляются косо вниз, к верхушке сердца, сворачиваются там, наподобие улитки, погружаются вглубь стенки и поднимаются обратно, вверх от верхушки в виде глубокого слоя, в котором ход волокон перпендикулярен поверхностному слою. Средний мышечный пласт залегает между ними и образует перегородку сердца, поскольку является отдельным для каждого из желудочков.

У сердца имеется персональная система кровообращения – коронарный или венечный круг. Артерии (правая и левая) коронарного круга начинаются у основания аорты, а на верхушке сердца происходит их слияние (анастомоз). Затем кровь собирается в вены коронарного круга: крупные вены впадают в коронарный синус, который специальным отверстием открывается в правое предсердие. Особенностью сердечной гемодинамики является почти полное прекращение движения крови по сосудам в момент сокращения, так как в это время коронарные артерии и вены сдавливаются со всех сторон массивом миокарда, и кровоток замирает. В момент расслабления миокарда происходит восстановление кровотока.

Сердце обладает аппаратом саморегуляции (проводящая система сердца), а также функционирует и как железа внутренней секреции: вырабатываемый им гормон (натрийуретический пептид) регулирует артериальное давление.

В. Даль обозначал сердце как «грудное чрево», «нутро» и даже «нутровую середину». По мнению Аристотеля, сердце – это орган «вмещающий душу».

✓ Аномалии развития сердца

Малые аномалии развития сердца – это группа врожденных или приобретенных структурных нарушений миокарда и прилегающих к нему магистральных сосудов, которые не приводят к явным нарушениям гемодинамики, но иногда провоцируют развитие патологических состояний в течение жизни. Выделяют шесть основных групп изменений миокарда и сосудов, которые определяются с помощью ультразвукового исследования сердца: аномалии предсердия, межпредсердной перегородки (открытое овальное окно, увеличенная евстахиева заслонка, дисфункциональный клапан нижней полой вены, дополнительные трабекулы); аномалии левого желудочка, межжелудочковой перегородки (аневризмы межжелудочковой стенки, изменения выносящего пути левого желудочка, трабекулы); аномалии аорты (узкое или широкое основание аорты, наличие только двух (в норме три) створок клапана либо его асимметрию, пролапс); аномалии легочной артерии (субкомпенсированное расширение просвета, пролапс клапана); аномалии трехстворчатого клапана (опущение створок в пространство правого желудочка до 12 мм, подклапанные сужения); аномалии митрального клапана (пролапс, низкое крепление хорд створок, дополнительные или аномально расположенные сосочковые мышцы, врожденные стеноз и недостаточность).

Согласно сведениям НЦССХ им А.Н. Бакулева до 30 % всех пороков развития составляют врожденные пороки сердца и системы кровообращения. Врожденные пороки сердца являются следствием определенных аномалий развития сердца в период эмбриогенеза. Среди причин выделяют хромосомные нарушения, мутацию гена, факторы среды (алкоголизм родителей, краснуха, лекарственные препараты и др.), полигенно-мультифакториальное наследование. Факторами риска рождения ребенка с врожденными пороками сердца являются возраст матери, эндокринные нарушения у супругов, токсикозы в I триместре и угрозы прерывания беременности, мертворождения в анамнезе, наличие других детей с врожденными пороками развития. В развитии некоторых врожденных пороков сердца проявляется половой диморфизм: дефекты межпредсердной

перегородки и незаращение артериального протока встречаются у женщин в 3 раза чаще, чем у мужчин, коарктация аорты чаще бывает у мужчин.

Наиболее частыми формами врожденных пороков являются: дефекты предсердной и межжелудочковой перегородок, сужение легочной артерии и незаращение Боталлова протока. К ним относятся 95 % всех врожденных пороков сердца и сосудов.

Открытое овальное окно – это сохраняющееся сообщение между правым и левым предсердием, прикрытое клапаном. Сброс крови происходит только при превышении давления в правом предсердии в сравнении с левым. В период внутриутробного развития овальное окно соединяет правое и левое предсердия и в большинстве случаев закрывается в течение 6 месяцев после рождения (при расправлении легких новорожденного воздухом и увеличении легочного кровотока давление в левом предсердии возрастает и способствует закрытию овального окна), иногда через 1 год и гораздо реже прекращает свою функцию к 3–5 годам. Но у 30% взрослого населения эта патология сохраняется в течение всей жизни. Причинами нарушения физиологического закрытия овального окна являются соединительнотканная дисплазия, алкогольная эмбриопатия, недоношенность.

Незаращение артериального (Боталлова) протока – открытый добавочный сосуд, который соединяет легочную артерию и аорту. Такой артериальный проток – важная анатомическая структура эмбрионального кровообращения. После рождения ребенка, в связи с легочным дыханием, необходимость в нем исчезает. Постепенно проток перестает работать и закрывается уже в первые 15–20 часов после рождения. Однако этот процесс может длиться до 2–8 недель. Открытый артериальный проток – один из наиболее часто встречающихся ВПС (11–20 %). У женщин порок встречается почти в 2 раза чаще, чем у мужчин. Открытый артериальный проток отходит от дуги аорты напротив левой подключичной артерии и идет в косом направлении спереди и вниз, впадая в бифуркацию легочного ствола. Описаны случаи наличия двух протоков, соединяющих аорту с правой и левой легочными артериями. При незаращенном артериальном протоке под влиянием градиента давления между аор-

той и легочной артерией в систолу и диастолу часть оксигенированной крови из аорты поступает в легочную артерию и далее в легкие. Так как легкие в это же время привычным путем получают кровь из правых отделов сердца, то происходит переполнение их сосудистого русла. Этот повышенный объем крови затем поступает в левое предсердие и левый желудочек, которые, вынуждены работать с большей нагрузкой. Это приводит к гипертрофии и дилатации левого предсердия и левого желудочка. В динамике заболевания при сохраняющейся повышенной нагрузке на легочные сосуды развивается легочная гипертензия, с прогрессированием которой возрастает нагрузка на правый желудочек.

Стеноз устья легочной артерии – врожденный порок сердца, характеризующийся обструкцией выносящего тракта правого желудочка. При данной аномалии легочная артерия, несущая кровь из правого желудочка в малый круг, резко сужена на определенном промежутке. Различают стеноз артерии в зоне клапана (формируется из-за нарушения закладки створок, срастающихся между собой и образующих узкое отверстие), доклапанный или подклапанный стеноз, аномалии в мышечном слое артерии, недоразвитие этих зон. Причинами развития стеноза устья легочной артерии являются перенесенные беременной на ранних сроках беременности инфекционные заболевания (например, краснуха), диабет у матери, прием неразрешенных при беременности лекарственных препаратов и их тератогенное воздействие (способность провоцировать аномалии развития), неблагоприятные условия жизни и труда женщины в период беременности, наследственная предрасположенность.

✓ **Инфаркт миокарда**

Инфаркт миокарда – очаг ишемического некроза сердечной мышцы, развивающийся в результате острого нарушения коронарного кровообращения. Нарушение кровоснабжения миокарда на 15–20 и более минут приводит к развитию необратимых изменений в сердечной мышце и расстройству сердечной деятельности. Острая ишемия вызывает гибель части функциональных мышечных клеток (некроз) и последующее их замещение волокнами соединительной

ткани, т. е. формирование постинфарктного рубца. Чаще развивается инфаркт миокарда левого желудочка.

Основными причинами развития инфаркта миокарда являются атеросклеротическое поражение венечных артерий, вызывающее сужение их просвета, а также острый тромбоз пораженного участка сосуда, вызывающий полное или частичное прекращение кровоснабжения соответствующей области сердечной мышцы. Тромбообразованию способствует повышенная вязкость крови. Развитию инфаркта миокарда способствуют сахарный диабет, гипертоническая болезнь, ожирение, нервно-психическое напряжение, увлечение алкоголем, курение.

Клинически инфаркт миокарда проявляется жгущими, давящими или сжимающими болями за грудиной, отдающими в левую руку, ключицу, лопатку, челюсть, одышкой, чувством страха, холодным потом. Развившийся инфаркт миокарда служит показанием к экстренной госпитализации в кардиологическую реанимацию. При неоказании своевременной помощи возможен летальный исход.

В возрасте 40–60 лет инфаркт миокарда в 3–5 раз чаще наблюдается у мужчин в связи с более ранним (на 10 лет раньше, чем у женщин) развитием атеросклероза. После 55–60 лет заболеваемость среди лиц обоего пола приблизительно одинакова. Показатель летальности при инфаркте миокарда составляет 30–35 %.

✓ **Функциональная гипертрофия у спортсменов**

Масса сердца у спортсменов при функциональной гипертрофии может достигать 350–400 г. В последние годы «сердце спортсмена» рассматривается кардиологами как потенциально больное.

Синдром спортивного сердца – это собирательное название структурных изменений миокарда, которые возникают у людей, систематически подвергающихся интенсивным физическим нагрузкам. Чаще протекает бессимптомно или со слаженной неспецифической симптоматикой.

Синдром спортивного сердца является адаптивным процессом в виде морфологической перестройки миокарда в ответ на повторяющиеся значительные физические нагрузки. В основе изменений миокарда, развивающихся при синдроме спортивного сердца, лежат несколько физиологических процессов, способных переходить в патологические. При длительных интенсивных нагрузках резко усиливается функция парасимпатической нервной системы и тонус блуждающего нерва. Это способствует торможению автоматической функции основного водителя ритма. Происходит ремоделирование морфологической структуры в виде эксцентрической либо концентрической гипертрофии. Наблюдаются изменения объемов камер сердца, толщины и массы их стенок. Опосредованно увеличивается ударный объем и кардиальный выброс. Эти два механизма совокупно приводят к изменению функциональности проводящей системы в целом, снижению частоты пульса в покое и увеличению времени диастолы.

Пропорционально массе миокарда возрастает количество коронарных сосудов, осуществляющих его кровоснабжение. У любого компенсаторного процесса есть свой предел, после достижения которого при сохранении прежних нагрузок новые капилляры не успевают формироваться. Это становится причиной гибели кардиомиоцитов, не получающих должного снабжения кислородом и питательными веществами. Образуются соединительнотканые рубцы, снижается проводимость по нервным путям к мышцам от водителя ритма. Синдром осложняется нарушениями ритма, патологическим расширением камер сердца и развитием хронической недостаточности сердечной деятельности.

Достоверных данных о распространенности среди спортсменов не существует, однако не исключается наследственная предрасположенность к декомпенсации на фоне физических нагрузок. Средняя встречаемость у мужчин выше. Осложнения, развивающиеся на заключительном этапе декомпенсации, являются самой частой причиной смерти людей моложе 35 лет, занимающихся спортом.

Тема 2. КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ

Цель – изучить топографию и ветвление грудной и брюшной аорты, сосудов, питающих голову, нижнюю и верхнюю конечности и венозную систему (пути оттока крови).

Задачи:

1. Изучить артериальную и венозную систему головы и шеи.
2. Изучить артериальную и венозную систему грудной и брюшной полостей.
3. Изучить кровоснабжение (артериальные и венозные сосуды) верхней и нижней конечности.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по самоподготовке к занятию

*Необходимый исходный уровень знаний**

1. Строение стенок кровеносных сосудов. Признаки сходства, различия и функции артериальных и венозных сосудов.
2. Закономерности распределения артериальных и венозных сосудов

* *Примечание:* см. лекции по дисциплинам «Возрастная анатомия, физиология и культура здоровья», «Гистология с основами эмбриологии», «Анатомия человека».

Рекомендуемая литература

1. Быков, В. Л. Цитология и общая гистология (функциональная морфология клеток и тканей человека) : учебник / В. Л. Быков. – Санкт-Петербург : СОТИС, 2007. – 520 с. – ISBN 5-85503-080-6.
2. Гистология : учебник / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышева. – Москва : ГЭОТАР-МЕД, 2009. – 408 с. – ISBN 978-5-9704-2130-7.

3. Иваницкий, М. Ф. Анатомия человека : учебник для вузов / М. Ф. Иваницкий; [ред. Б. А. Никитюк и др.]. – Москва : Олимпия, 2008. – 624 с. – ISBN 978-5-903639-06-9.
4. Курепина, М. М. Анатомия человека / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : ВЛАДОС, 2010. – 383 с. – ISBN 978-5-691-00905-1 (далее именуется «Учебник»).
5. Курепина, М. М. Анатомия человека. Атлас / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : Владос, 2007. – 239 с. – ISBN 978-5-69102012-4 (далее именуется «Атлас № 2»).
6. Кузнецов, С. Л. Лекции по гистологии, цитологии и эмбриологии : учебное пособие / С. Л. Кузнецов, М. К. Пугачев. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2009. – 480 с. – ISBN 978-5-9986-0249-8.
7. Пуликов, А. С. Возрастная гистология : учебное пособие / А. С. Пуликов, С. Н. Ефремов, Т. Г. Брюховец. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 176 с. – ISBN 5-222-09281-X.
8. Самусев, Р. П. Анатомия человека / Р. П. Самусев, Ю. М. Селин. – Москва : ОНИКС : Мир и образование, 2009. – 576 с. – ISBN 978-5-17-087313-5.
9. Седов А. А. Гистология человека: конспект лекций / А. А. Седов. – Москва : Приор-издат, 2005. – 256 с. – ISBN 5-9512-0464-X.
10. Фениш, Х. Карманный атлас анатомии человека / Х. Фениш. – Минск : Высшая школа, 1996. – 464 с. – ISBN 985-06-0368-2 (далее именуется «Атлас № 4»).



ЗАДАНИЯ

для самоподготовки к лабораторным занятиям

Задание 1. Дайте определение анатомическим терминам: магистральные сосуды, анастомозы, органные сосуды, коллатерали, сосуды сосудов, чудесная сеть, венозные синусы, лакуны, синусоиды, микроциркуляторное русло.

Задание 2. Используя методическую литературу (см. *Учебник, с. 118–125; Атлас № 4, с. 192–253; Приложение 1*), изучите классификацию кровеносных сосудов, заполните таблицу 8:

Таблица 8 – Функциональные группы сосудов

Функциональные группы сосудов	Характеристика	Примеры
Амортизирующие сосуды (сосуды эластического типа)		
Резистивные сосуды		
Сосуды-сфинктеры		
Обменные сосуды		
Емкостные сосуды		
Шунтирующие сосуды		

Задание 3. Используя методическую литературу (см. *Учебник, с. 126–127; Атлас № 2, с. 64–80*), установите закономерности распределения кровеносных сосудов в теле человека. Заполните таблицу 9:

Таблица 9 – Закономерности распределения кровеносных сосудов в теле человека

Артерии	Вены	Капилляры

Задание 4. Используя методическую литературу (см. *Учебник, с. 137–144; Атлас № 2, с. 74–80; Атлас № 4, с. 230–253; Приложение 2, рисунки 2.4–2.5*) изучите системы оттока венозной крови (венозное русло), указав, от каких частей тела или органов венозные сосуды собирают кровь и куда впадают. Заполните таблицу 10:

Таблица 10 – Системы оттока венозной крови

Название сосуда	Области оттока	Место впадения вены
Верхняя полая вена		
Нижняя полая вена		
Воротная вена		

Задание 5. Перечислите причины, способствующие движению крови по сосудам, зная, что в венозных сосудах кровь направляется из органа в сердце (против действия силы тяжести).

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к самостоятельной работе на занятии



Литература

1. Курепина, М. М. *Анатомия человека* / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : ВЛАДОС, 2010. – 383 с. – ISBN 978-5-691-00905-1 (далее именуется «Учебник»).

2. Кузнецов, С. Л. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкамбаров, В. Л. Горячкина. – Москва : ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. – 376 с. (*далее именуется «Атлас № 1»*).

3. Курепина, М. М. Анатомия человека. Атлас / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : Владос, 2007. – 239 с. – ISBN 978-5-69102012-4 (*далее именуется «Атлас № 2»*).

4. Самусев, Р. П. Атлас анатомии человека / Р. П. Самусев, В. Я. Липченко. – Москва : Изд. дом ОНИКС, 2000. – 506 с. – ISBN 5-329-00774-7 (*далее именуется «Атлас № 3»*).

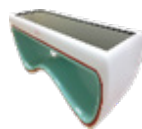
5. Фениш, Х. Карманный атлас анатомии человека / Х. Фениш. – Минск : Высшая школа, 1996. – 464 с. – ISBN 985-06-0368-2 (*далее именуется «Атлас № 4»*).

6. Юшканцева, С.И. Гистология, цитология и эмбриология. Краткий атлас / С.И. Юшканцева, В.Л. Быков. – Санкт-Петербург : Издательство «П-2», 2007. – 120 с. (*далее именуется «Атлас № 5»*).

Оборудование:

- световой микроскоп (демонстрационный),
- гистологические микропрепараты,
- таблицы: круги кровообращения, артериальная система, венозная система, кровоснабжение отдельных частей тела (головы, грудной и брюшной полости, конечности),
- муляжи (сердце),
- натуральные препараты (музейные экспонаты),
- интерактивный анатомический стол «Пирогов» (раздел «Топографическая анатомия»).

I. АРТЕРИАЛЬНАЯ СИСТЕМА



Задание 1. Используя интерактивный стол «Пирогов» и методическую литературу (*Учебник, с. 129–131; Атлас № 1, с. 65–68; Атлас № 3, с. 328–331*), изучите артерии головы и шеи.

➤ *Найдите* артерии, отходящие от дуги аорты:

- ✓ плечеголовной ствол,
- ✓ сонную артерию,
- ✓ подключичную артерию.

На уровне верхнего края щитовидного хряща найдите место деления общей сонной артерии на наружную и внутреннюю сонные артерии.

➤ *Усвойте*, что в сторону головы отходят:

✓ наружная сонная артерия осуществляет кровоснабжение мышц, кожи, органов головы за счет ветвей, среди которых верхнечелюстная, поверхностная височная, лицевая, затылочная артерии;

✓ внутренняя сонная через сонный канал проникает в полость черепа, где отдает глазничную артерию, переднюю и среднюю мозговые артерии, передние и задние соединительные ветви;

✓ позвоночные артерии правая и левая (ветви подключичных артерий), которые, сливаясь, образуют в области моста основную артерию, а ее ветви образуют задние мозговые артерии, также позвоночная артерия кровоснабжает спинной мозг и глубокие мышцы шеи;

К шее отходят сосуды:

✓ щито-шейный ствол, который кровоснабжает щитовидную железу, гортань, глотку, трахею и мышцы шеи;

- ✓ реберно-шейный ствол кровоснабжает кожу, задние мышцы шеи;
- ✓ поперечная артерия шеи, снабжающая кровью кожу, мышцы, органы шеи.



Задание 2. Используя интерактивный стол «Пирогов» и методическую литературу (*Учебник, с. 132–134; Атлас № 1, с. 64, 69–71; Атлас № 2, с. 210–211; Атлас № 3, с. 326–327, 338–347*), изучите кровоснабжение грудной и брюшной полостей.

➤ **Найдите и покажите** нисходящую аорту (продолжение дуги аорты), которая в области грудной и брюшной полостей делится на париетальные (пристеночные) и висцеральные (органные) ветви.

1. Сосуды грудной полости.

➤ **Найдите и покажите** сосуды грудной полости, отходящие от грудной аорты:

✓ *Пристеночные (париетальные) ветви:*

– 10 пар задних межреберных артерий, кровоснабжающих 10 межреберных промежутков, боковые отделы груди, мышцы и кожу спины, грудные позвонки, верхние отделы передней стенки живота, спинной мозг и его оболочку;

– диафрагмальные правую и левую артерии.

✓ *Висцеральные ветви:*

– перикардиальные (околосердечная сумка), пищеводные, бронхиальные артерии;

– медиастинальные (проходят в заднем средостении), питают стенки грудного лимфатического протока, аорты.

2. Сосуды брюшной полости.

➤ **Найдите и покажите** в брюшной полости сосуды, отходящие от брюшной аорты:

✓ *Пристеночные (париетальные) ветви:*

– нижние диафрагмальные артерии;

– 4 пары поясничных артерии;

– непарную срединную крестцовую артерию, снабжающую кровью поясничные позвонки, копчик, крестец, спинной мозг, кожу поясничной области и живота.

✓ *Висцеральные ветви:*

– непарные ветви:

• чревный ствол и его ветви: общая печеночная, селезеночная, левая желудочковая артерия;

• верхняя брыжеечная артерия (область кровоснабжения – тонкая кишка, слепая, восходящая и поперечная ободочная кишка);

• нижняя брыжеечная артерия (область кровоснабжения – нисходящая, сигмовидная и прямая кишка);

– парные ветви:

• почечная;

• яичковая (яичниковая);

• надпочечные.

3. Сосуды малого таза.

➤ **Найдите и покажите** сосуды, обеспечивающие кровоснабжение малого таза:

✓ *Париетальные ветви:* к мышцам поясничной области, ягодичным мышцам, позвоночному столбу.

✓ *Висцеральные ветви:*

– внутреннюю подвздошную артерию и ее ветви: пупочную, маточную, внутреннюю половую артерию – обеспечивают кровоснабжение внутренних и наружных половых органов, прямой кишки.



Задание 3. Используя интерактивный стол «Пирогов» и методическую литературу (*Учебник, с. 131–132, 135–136; Атлас № 1, С. 66, 72; Атлас № 2, с. 212–215, 226–229; Атлас № 3, с. 332–337, 346–353*), изучите артерии верхних и нижних конечностей, проследите за их ходом к области кровоснабжения.

➤ **Найдите и покажите** сосуды верхней конечности:

- подключичную артерию,
- подмышечную артерию (мышцы плечевого сустава),
- плечевую артерию,
- глубокую артерию плеча,
- лучевую,
- локтевую,
- ладонные и тыльные артериальные сети лучезапястного сустава,
- поверхностные и глубокие артериальные дуги (под сухожилиями сгибателей пальцев), пальцевые артерии.

➤ **Усвойте** расположение артерий нижних конечностей:

- наружной подвздошной артерии,
- бедренной артерии,
- глубокой артерии бедра,
- подколенной артерии,

- передней и задней большеберцовых артерий,
- тыльной артерии,
- подошвенной артерии,
- глубокой подошвенной дуги,
- пальцевых артерий.

II. ВЕНОЗНАЯ СИСТЕМА

Венозная кровь оттекает от органов – по системе мелких и крупных сосудов направляется через 2 венозных ствола – нижняя полая вена и верхняя полая вена в правое предсердие.



Задание 4. Используя интерактивный стол «Пирогов» и методическую литературу (*Атлас № 1, с. 75, 136; Атлас № 3, с. 354–375; Приложение 2, рисунок 2.4*), изучите пути оттока крови от области головы и шеи, туловища (органов грудной и брюшной полостей), верхних и нижних конечностей. Разберите сосуды (основные протоки) систем верхней и нижней полых вен, системы воротной вены.

1. СИСТЕМА ВЕРХНЕЙ ПОЛОЙ ВЕНЫ

Система верхней полой вены собирает кровь от головы, верхней конечности, грудной клетки.

➤ **Найдите и покажите** вены головы

✓ *Поверхностные вены головы:*

- задняя ушная,
- передняя,

- височная,
- теменная.

Эти вены собирают кровь от височной, теменной, затылочной областей головы, боковой области шеи, ушной раковины. Затем кровь собирается в наружную яремную вену, которая вливается в подключичную вену.

✓ *Глубокие вены головы:*

- лицевая,
- язычная,
- глоточная,
- верхняя щитовидная,
- сигмовидный синус.

По этим венам кровь оттекает от головного мозга, его оболочек, передней и боковой области лица, глотки, гортани, щитовидной железы. Затем эти вены сливаются во внутреннюю яремную вену, которая является непосредственным продолжением сигмовидного синуса твердой мозговой оболочки.

Усвойте, что сигмовидный синус твердой мозговой оболочки собирает кровь из 12 синусов (верхний сагиттальный, нижний сагиттальный и т.д.) и вен головного мозга. Синусы твердой мозговой оболочки – венозные каналы, образованные твердой мозговой оболочкой, которые изнутри выстланы эндотелием, лишены клапанов, на поперечном срезе имеют треугольную форму, а их стенки не спадаются и при разрезе зияют.

Проследите формирование правой и левой плечеголовных вен (слияние внутренней яремной и подключичной вен), слияние которых дает начало верхней полой вене.

➤ *Найдите и покажите* в грудной полости:

- непарную вену, собирающую кровь от правой верхней меж-

реберной вены, правых задних межреберных вен, пищеводных, бронхиальных, перикардиальных вен;

– полунепарную вену с притоками 6–7 левых задних межреберных вен, пищеводных вен.

Укажите место впадения полунепарной вены в непарную вену, а непарной вены в верхнюю полую вену.

➤ *Найдите и покажите* вены верхней конечности:

– глубокие вены, которые сопровождают артерии и имеют одинаковые с ними названия (обычно в количестве двух);

– поверхностные вены, которые собирают кровь в латеральную и медиальную подкожные вены (начиная с вен кисти и соединенные срединной (промежуточной) веной), затем вливаются в подмышечную вену (*Учебник, с. 137–140; Атлас № 1, с. 76–77; Атлас № 2, с. 236–247*).

2. СИСТЕМА НИЖНЕЙ ПОЛОЙ ВЕНЫ

Система нижней полой вены собирает кровь от нижних конечностей, тазовой и брюшной полостей, образуется от слияния правой и левой подвздошных вен (*см Учебник, с. 141–141; Атлас № 1, с. 74, 79; Атлас № 2, с. 246–253, Приложение 2, рисунок 2.5*). Вены нижней конечности начинаются с пальцевых вен, делятся на глубокие и поверхностные.

➤ *Найдите и покажите* вены нижней конечности:

✓ *Глубокие вены* нижней конечности:

– подошвенные пальцевые вены,

– плюсневые вены,

– подошвенная венозная дуга,

– задние, передние большеберцовые вены,

– подколенная бедренная вена,

– наружная подвздошная вена,

– общая подвздошная вена,

– нижняя полая вена.

✓ *Поверхностные вены* нижней конечности:

– малая скрытая (подкожная) вена (латеральная) и ее впадение в подколенную вену;

– большая скрытая (подкожная) вена (медиальная) и ее впадение в бедренную вену.

➤ ***Найдите и покажите*** вены таза (пристеночные и органые):

✓ *Пристеночные вены:*

– верхние и нижние ягодичные;

– подвздошно-поясничные;

– запираательные вены.

✓ *Органые вены:*

– прямокишечные;

– маточные;

– предстательные;

– мочепузырные.

Усвойте, что оба вида вен таза впадают во внутренние подвздошные вены. Внутренние подвздошные вены сливаются с наружными и образуют общую подвздошную вену. Правая и левая общие подвздошные вены, сливаясь дают начало нижней полой вене (определите ее местоположение).

➤ ***Найдите и покажите*** сосуды, по которым происходит отток крови от органов брюшной полости. *Усвойте*, что нижняя полая вена принимает следующие важные стволы:

– почечные вены;

– яичниковые (яичковые) вены;

- надпочечные вены;
- внутренние диафрагмальные вены;
- поясничные вены;
- печеночные вены.

Особое внимание уделите венам воротной системы печени, которая собирает кровь от желудочной, брыжеечных вен, селезеночной вены и отводит ее в печень, где распадается на капиллярную сеть (чудесная венозная сеть), и затем по печеночным венам оттекает в нижнюю полую вену (*Атлас № 1, с. 78*).



Задание 5. Используя световой микроскоп и гистологические препараты «Аорта (поперечный срез)» (окраска орсеин-гематоксилином), «Артерия мышечного типа» (окраска гематоксилином и эозином), «Бедренная вена человека (продольный срез)» (окраска гематоксилином и эозином), «Бедренная вена кошки (поперечный срез)» (окраска гематоксилином и эозином), «Вена со слабым развитием мышечных элементов» (окраска гематоксилином и эозином), «Лимфатический сосуд» (окраска гематоксилином и эозином), «Артериола, венула, капилляры. Тотальный препарат сальника» (окраска железным гематином), изучите морфологические особенности строения стенок артерий, вен, капилляров и лимфатических сосудов (*см. Атлас № 1, с. 164–166; Атлас № 2, с. 61–62, 87; Атлас № 5, с. 61–62*). Заполните таблицу 11:

Таблица 11 – Сравнительная характеристика строения кровеносных сосудов различного типа

Типы сосудов	Общий план строения стенки сосудов			Функции
	Внутренний слой (интима)	Средний слой (медиа)	Наружный слой (адвентиция)	
Артерии				
Вены				
Капилляры				
Лимфатические сосуды				

Задание 5. Используя методическую литературу (см. *Учебник, с. 120–123; Атлас № 1, с. 164–166; Атлас № 2, с. 63; Атлас № 5, с. 60*) изучите классификацию гемокапилляров. Зарисуйте гемокапилляры разных типов:

- А – с непрерывной эндотелиальной выстилкой,
- Б – фенестрированный капилляр,
- В – синусоидный капилляр.

На рисунках обозначьте: эндотелиоцит, зону контакта между эндотелиоцитами, базальную мембрану, перицит.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ усвоения изучаемого материала



Контрольное задание 1. Зарисуйте схему большого и малого кругов кровообращения.

Контрольное задание 2. Зарисуйте схему венечного круга кровообращения: аорта ⇒ правая и левая коронарные артерии ⇒ их мелкие ветви ⇒ капилляры ⇒ мелкие вены ⇒ крупные вены ⇒ коронарный синус ⇒ правое предсердие.

Контрольное задание 3. Изучив артериальные и венозные сосуды большого круга кровообращения, заполните таблицу «Сосуды большого круга кровообращения» и составьте схемы «Артериальная система» и «Венозная система».

Таблица 12 – Сосуды большого круга кровообращения

1. Кровоснабжение головы и шеи		
Артерии головы и шеи	Синусы и вены головы и шеи	
2. Кровоснабжение верхней конечности		
Артерии	Вены	
	Глубокие	Поверхностные
3. Кровоснабжение грудной клетки		
Артерии		Вены
Пристеночные	Внутренностные	

4. Кровоснабжение брюшной полости		
Артерии		Вены
Пристеночные	Внутренностные	
5. Кровоснабжение нижней конечности		
Артерии	Вены	
	Глубокие	Поверхностные

Контрольное задание 4. Зарисуйте схему образования воротной вены печени.

Контрольное задание 5. Проведите сравнительную оценку отделов сосудистой системы, заполните таблицу 13:

Таблица 13 – Сравнительная оценка отделов сосудистой системы

Признаки сравнения	Отделы сосудистого русла				
	Аорта / магистральные (крупные) артерии	Малые артерии, артериолы	Капилляры	Венулы, малые вены	Крупные вены / полые вены
Количество					
Размеры (диаметр, длина, толщина)					
Объем крови, в %					

Контрольное задание 6. Определите основные источники кровоснабжения мышц и внутренних органов, заполните таблицу 14:

Таблица 14 – Источники кровоснабжения мышц и внутренних органов

Мышцы	Основной источник кровоснабжения
<p>Мимические мышцы</p> <p>Жевательные мышцы</p> <p>Мышцы шеи:</p> <p>- грудиноключично-сосцевидная, под- кожная мышца, мышца подъязычной кости, глубокие мышцы шеи</p> <p>Мышцы туловища:</p> <p>- Мышцы спины</p> <p>А) глубокие</p> <p>Б) поверхностные (кроме трапецевид- ной, которая иннервируется добавоч- ным нервом)</p> <p>Мышцы груди: а) межреберные мышцы Б) большая и малая грудная зубчатая</p> <p>Мышцы живота</p> <p>Мышцы верхней конечности:</p> <p>Мышцы плечевого пояса</p> <p>Передняя группа мышц плеча</p> <p>Мышцы кисти</p> <p>Мышцы нижней конечности</p> <p>Мышцы тазового пояса</p> <p>Мышцы передней поверхности бедра</p> <p>Мышцы задней поверхности бедра</p> <p>Мышцы передней поверхности голени</p> <p>Мышцы задней поверхности голени</p> <p>Внутренние органы:</p> <p>Легкие</p> <p>Сердце</p> <p>Пищевод</p> <p>Печень</p> <p>Тонкий кишечник</p> <p>Толстый кишечник</p> <p>Почки</p> <p>Органы таза</p>	

Контрольное задание 7. Вставьте пропущенные слова в тексте: «Капилляры – самые _____ кровеносные сосуды, расположенные во всех тканях между артериями и венами; их диаметр – 5–10 мкм. Основная функция капилляров – обеспечение обмена газами и питательным веществом между кровью и _____. В связи с этим стенка капилляров образована _____слоем(-ями) плоских эндотелиальных клеток, проницаемым(и) для растворенных в жидкости веществ и газов. Через нее _____и питательные вещества легко проникают из крови к тканям, а _____ и продукты жизнедеятельности в обратном направлении».

Контрольное задание 8. Решите ситуационные (межпредметные) задачи:

1. В организме человека в среднем содержится 5 л крови, плотность которой составляет 1,05 г/мл. Сколько г железа содержится в крови человека, если массовая доля гемоглобина составляет 12 %, а массовая доля железа в гемоглобине составляет 5 %?

2. На гистологическом препарате представлена стенка кровеносного сосуда, которая образована только двумя видами клеток. Назовите сосуд и клетки, образующие его стенку.

3. На гистологическом препарате хорошо видна густая сеть капилляров, расположенных между двумя артериолами. Дайте название этой структуре и в каком органе можно обнаружить эту сеть?

4. Для исследования представлены два гистологических препарата: на одном хорошо видна капиллярная сеть, расположенная между двумя артериолами, на втором – между двумя венами. Дайте название капиллярной сети и в каких органах она находится?

5. В стенке кровеносных сосудов и в стенке сердца различают несколько оболочек. Какая из оболочек сердца по гистогенезу и тканевому составу сходна со стенкой сосуда?

6. При сильном охлаждении кожа бледнеет. С какими гистофункциональными особенностями сосудистой системы это связано?

7. Во время медицинского осмотра врач обследовал пациентку, изучил анализы крови и сделал вывод, что имеет место поражение центральных органов иммуногенеза. Какие органы вероятнее всего поражены?

Контрольные вопросы

1. Какие сосуды называются артериями, венами и капиллярами?
2. Что является связующим звеном между артерией и веной?
3. Дайте характеристику микроциркуляторного русла.
4. В чем заключаются морфологические особенности стенок артерий, вен и капилляров, связанные со спецификой выполняемых ими функций?
5. Капилляры не имеют мышечной стенки, однако сужение (либо расширение) их просвета происходит. Почему?
6. Каковы принципы кровоснабжения органов? Приведите примеры магистральных и органных сосудов
7. Что такое сосудистый анастомоз? Приведите примеры внутри-системных и межсистемных анастомозов.
8. Каковы причины коллатерального кровообращения, значение для организма?
9. За счет чего осуществляется продвижение крови в венах против направления действия силы тяжести?
10. Особенности строения стенок венозных пазух (синусов) твердой мозговой оболочки и их функциональное значение. Назовите эти образования.
11. Какие ветви отходят от дуги аорты и области, кровоснабжаемые ими?
12. Какие сосуды осуществляют кровоснабжение головы и головного мозга?

13. Как осуществляется кровоснабжение спинного мозга?
14. Ветви грудной и брюшной части аорты (кровоснабжение легких, пищевода, желудка, тонкой кишки, почек).
15. Кровоснабжение печени и его особенности.
16. Подвздошная артерия и ее ветви (кровоснабжение нижней конечности и органов малого таза).
17. От каких частей тела собирают кровь верхняя, нижняя полые вены?
18. Куда изливается кровь из вен самого сердца?
19. От каких органов собирает кровь воротная вена? Из каких сосудов она формируется и куда впадает?
20. Что такое пульс? В каких местах его можно прощупать у человека?
21. Особенности кровообращения плода, связанные с условиями его развития.



ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Подготовка сообщений (факты, события, достижения ученых в области ангиологии), составление кроссвордов.

Вариативная часть – подготовка докладов, рефератов, мультимедиа-презентаций на темы*:

1. Онтогенез сердечно-сосудистой системы.
2. Особенности гемодинамики у детей.

3. Особенности гемодинамики малого круга кровообращения.
4. Кровоснабжение плода.

**Примечание: при подготовке рефератов и презентаций рекомендуется использовать дополнительные литературные источники (см. список рекомендованных источников по разделу «Сердечно-сосудистая система»).*

Дополнительная информация

✓ Особенности ангио-архитектоники вен:

1. Каждая артерия сопровождается 2–3 венами-спутницами с многочисленными анастомозами, при этом ёмкость вен в 2–3 раза больше ёмкости артерий.

2. Различают поверхностные и глубокие вены. Они обычно связаны анастомозами и обеспечивают лучший отток крови при его нарушении в неудобной позе или при патологии. Поверхностные вены залегают в подкожной клетчатке и обеспечивают терморегуляцию покровов тела. При возможном травмировании вероятность повреждения венозного сосуда, содержащего кровь, насыщенную CO_2 , выше, чем артериального, с оксигенированной кровью.

3. Глубокие вены залегают параллельно артериям по их ходу, имеют одинаковые с ними названия и, объединяясь с нервными стволами, образуют сосудисто-нервные пучки.

✓ Из истории великих открытий

• Римский врач Клавдий Гален (130–210 гг. н.э.) на основе наблюдений отсутствия крови в левых отделах сердца убитых животных и гладиаторов, а также обнаруженных им при анатомировании трупов недоношенных младенцев отверстий в межжелудочковой перегородке, создал первую в истории физиологии теорию кровообращения. Согласно данной теории считалось, что артериальная и веноз-

ная кровь – разные жидкости: первая «разносит движение, тепло и жизнь», вторая призвана «питать органы».

- Английский врач Уильям Гарвей (1578–1657) – основатель не только учения о кровообращении, но и всей современной физиологии и эмбриологии. Он первый экспериментально доказал, что в теле животного одно и то же, сравнительно небольшое, количество крови находится в постоянном движении по замкнутому пути в результате давления, создаваемого сокращениями сердца. Описал малый (лёгочный) и большой круги кровообращения. В 1628 г. вышла в свет книга Гарвея «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных», в которой он изложил в законченном виде своё учение о кровообращении, шедшее вразрез с господствовавшей со времён Галена доктриной и вызвавшее ожесточённые нападки на Гарвея со стороны учёных и церкви.

- Итальянский биолог и врач Марчелло Мальпиги (1628–1694) родился в год публикации революционного труда Гарвея (1628), а 50 лет спустя открыл капилляры (звено кровеносных сосудов, которое соединяет артерии и вены), таким образом, завершил описание замкнутой сосудистой системы.

✓ Что понимают под...

- *Сосуды сосудов* – собственные сосуды артерий, вен, лимфатических сосудов. От близлежащих артерий к наружной оболочке сосудов подходят ветви, образуя в ней сплетения. От последнего капиллярные сети проникают в толщу стенки сосуда, обеспечивая ее питание. Венозный отток крови от стенки сосудов осуществляется в лежащие поблизости вены, а лимфоотток – к регионарным лимфатическим узлам.

- *Чудесное сплетение* – сосудистая сеть, образующаяся в результате одновременного деления исходного кровеносного сосуда на капилляроподобные ветви, которые затем собираются в общий ствол. Один из многих терминологических анахронизмов. Ведёт своё про-

исхождение от Галена, который обнаружил у животных разделение правой и левой внутренних сонных артерий на множество тонких артериальных ветвей, соединяющихся между внутренним основанием черепа (в области тела клиновидной кости и ската) и твёрдой оболочкой головного мозга. Необычность данной сосудистой сети в том, что все компоненты потом сливаются в общий ствол, который под тем же названием – внутренней сонной артерии – проходит дальше и служит источником капиллярной сети соответствующих полушарий большого мозга. В современной литературе термином «Чудесное сплетение» иногда обозначают клубочковые капилляры почки, соединяющие артериальные сосуды – приносящий кровь в клубочек и выносящий её из него, и синусоиды в печени, соединяющие ветви воротной вены с корнями печёночных вен. Функциональное значение «Чудесной сети» – замедление кровотока на определённых участках кровеносной системы.

- *Коронарные сосуды* – обе коронарные артерии отходят от основания аорты. Задняя стенка левого желудочка, некоторые отделы перегородки и значительная часть правого желудочка кровоснабжаются правой коронарной артерией. Остальные отделы сердца получают кровь из левой коронарной артерии.

- *Ишемическая болезнь сердца* – и органическое и функциональное поражение миокарда, вызванное недостатком или прекращением кровоснабжения сердечной мышцы; развивается в результате локального сужения просвета крупной или среднего калибра коронарной артерии вследствие пролиферации гладкомышечных клеток внутренней оболочки (интимы) и отложения в ней липидов. В зоне первичного повреждения эндотелия развивается атеросклеротическая бляшка. Гладкомышечные клетки интимы пролиферируют вследствие повреждения эндотелия. В центре бляшки скапливаются окружённые гладкомышечными клетками клеточный детрит, кристаллы и эфиры холестерина, кальций.

- *Гематоэнцефалический барьер* – функциональная структура головного мозга, регулирующая проникновение в ЦНС различных чужеродных веществ и соединений, проникающих в кровь или образовавшихся в самом организме; надёжно изолирует мозг от

временных изменений состава крови. Непрерывный эндотелий капилляров – основа гематоэнцефалического барьера: эндотелиальные клетки связаны при помощи непрерывных цепочек плотных контактов. Снаружи эндотелиальная трубка покрыта базальной мембраной. Капилляры почти полностью окружены отростками астроцитов. Гематоэнцефалический барьер функционирует как избирательный фильтр. Наибольшей проницаемостью обладают вещества, растворимые в липидах (например, никотин, этиловый спирт, героин). Глюкоза транспортируется из крови в мозг при помощи соответствующих транспортёров. Особое значение для мозга имеет система транспорта тормозного нейромедиатора – аминокислоты глицина. Его концентрация в непосредственной близости от нейронов должна быть значительно ниже, чем в крови. Эти различия в концентрации глицина обеспечивают транспортные системы эндотелия.

- *Гипертрофия миокарда* – приспособительная реакция кардиомиоцитов к изменяющимся условиям гемодинамики; считается опасной, т.к. возрастает риск повреждения сократительных нитей, в первую очередь молекулярных форм миозина, при кратковременных увеличениях содержания внутриклеточного Ca^{2+} в ходе генерации потенциала действия. Гипертрофию миокарда вызывают сердечные пептиды миотрофин и кардиотрофин, а также катехоламины, ангиотензин II, эндотелин-1 и др. Кардиомиоциты в миокарде взрослого человека терминально дифференцированы, возможность их образования из клеток-предшественниц и путём пролиферации исключена. Поэтому патологические стимулы, которые в отношении других клеточных типов оказывают митогенное влияние, при действии на кардиомиоциты, приводят к их гипертрофии и увеличению массы миокарда.

- *Натриуретические пептиды* – мощные гипотензивные факторы. Атриопептин и натриуретический фактор мозга синтезируют кардиомиоциты правого предсердия, кардиомиоциты желудочков сердца у плода и в послеродовом периоде, кардиомиоциты желудочков сердца при его гипертрофии, а также некоторые нейроны ЦНС. Известны три формы натриуретического пептида, предсердный

(ANP), мозговой (BNP) и С-типа (CNP). Предсердный натриуретический пептид (ANP) наиболее изучен. Он прямо участвует в регуляции выведения солей из организма, поддерживает вазодилатацию, ингибирует систему ренин-ангиотензин-альдостерон, т.е. в целом контролирует системное артериальное давление. Кроме того, для ANP показан более широкий спектр вазоактивных эффектов, которые вступают в антагонистические взаимоотношения с действием известных гормональных и негормональных вазоконстрикторов. Этот гормон влияет на эффекты других гормонов, а также цитокинов и факторов роста. ANP оказывает влияние на сигнальные пути при развитии фиброза, воспаления, гипертрофии и перестройке ткани. Недавно установлена липолитическая функция ANP. CNP поддерживает рост костей и участвует в развитии ЦНС и половой системы.

- *Ультразвуковая доплерография* – один из видов ультразвуковой диагностики, относительно новый метод выявления сосудистых патологий шеи и головы. Данный вид обследования подразумевает комбинацию доплерографии и обычного ультразвукового исследования, основанного на свойствах ультразвука отражаться от тканей разной структуры и плотности с различной интенсивностью. Технология позволяет зафиксировать скорость, направление тока крови, объём, который проходит по исследуемым сосудам, а также делает возможным оценку состояния стенок сосудов. Допплерография помогает обнаружить нарушения в кровообращении, наличие холестериновых бляшек на стенках сосудов, тромбы и другие патологические изменения.

Тема 3. ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Цель – изучить морфофункциональные особенности лимфатической системы.

Задачи:

1. Изучить топографию, строение и функционирование лимфатических сосудов.
2. Изучить топографию, строение и функции лимфатических узлов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по самоподготовке к занятию

*Необходимый исходный уровень знаний**

1. Филогенез и онтогенез сосудистой системы.
2. Особенности строения стенки кровеносных сосудов.

**Примечание:* см. лекции по дисциплинам «Возрастная анатомия, физиология и гигиена», «Гистология с основами эмбриологии», «Анатомия человека».

Рекомендуемая литература

1. Быков, В. Л. Цитология и общая гистология (функциональная морфология клеток и тканей человека) : учебник / В. Л. Быков. – Санкт-Петербург : СОТИС, 2007. – 520 с. – ISBN 5-85503-080-6.
2. Гистология : учебник / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышева. – Москва : ГЭОТАР-МЕД, 2009. – 408 с. – ISBN 978-5-9704-2130-7.

3. Иваницкий, М. Ф. Анатомия человека : учебник для вузов / М. Ф. Иваницкий; [ред. Б. А. Никитюк и др.]. – Москва : Олимпия, 2008. – 624 с. – ISBN 978-5-903639-06-9.
4. Курепина, М. М. Анатомия человека / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : ВЛАДОС, 2010. – 383 с. – ISBN 978-5-691-00905-1 (далее именуется «Учебник»).
5. Курепина, М. М. Анатомия человека. Атлас / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : Владос, 2007. – 239 с. – ISBN 978-5-69102012-4 (далее именуется «Атлас № 2»).
6. Кузнецов, С. Л. Лекции по гистологии, цитологии и эмбриологии : учебное пособие / С. Л. Кузнецов, М. К. Пугачев. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2009. – 480 с. – ISBN 978-5-9986-0249-8.
7. Пуликов, А. С. Возрастная гистология : учебное пособие / А. С. Пуликов, С. Н. Ефремов, Т. Г. Брюховец. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2006. – 176 с. – ISBN 5-222-09281-X.
8. Самусев, Р. П. Анатомия человека / Р. П. Самусев, Ю. М. Селин. – Москва : ОНИКС : Мир и образование, 2009. – 576 с. – ISBN 978-5-17-087313-5
9. Седов А. А. Гистология человека: конспект лекций / А. А. Седов. – Москва : Приор-издат, 2005. – 256 с. – ISBN 5-9512-0464-X.
10. Фениш, Х. Карманный атлас анатомии человека / Х. Фениш. – Минск : Высшая школа, 1996. – 464 с. – ISBN 985-06-0368-2 (далее именуется «Атлас № 4»).

ЗАДАНИЯ

для самоподготовки к лабораторным занятиям



Задание 1. Дайте определение анатомическим терминам: лимфа, миндалина, лимфоидные (пейеровы) бляшки, адвентиция, лимфатический проток.

Задание 2. Используя методическую литературу (см. Учебник, с. 145–152; Атлас № 2, с. 86–90; Атлас № 3, с. 378–397; Атлас № 4, с. 254), изучите состав и функции лимфатической системы, заполните таблицу 15:

Таблица 15 – Состав и функции лимфатической системы

Состав лимфатической системы	Функции
Лимфатические сосуды	
Лимфатические узлы	
Миндалины	
Пейеровы бляшки	

Задание 3. Используя методическую литературу (см. Учебник, с. 145–152; Атлас № 2, с. 86; Атлас № 3, с. 378–397; Атлас № 4, с. 254), проведите сравнительную оценку кровеносной и лимфатической систем, заполните таблицу 16:

Таблица 16 – Сравнительная характеристика кровеносной и лимфатической систем

Признаки сравнения	Кровеносная система	Лимфатическая система
Циркулирующая жидкость, ее состав		
Сосуды		
Функциональное значение		

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к самостоятельной работе на занятии



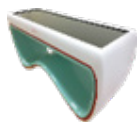
Литература

1. Курепина, М. М. Анатомия человека / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : Владос, 2010. – 383 с. – ISBN 978-5-691-00905-1 (далее именуется «Учебник 1»).
2. Кузнецов, С. Л. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкамбаров, В. Л. Горячкина. – Москва: ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. – 376 с. (далее именуется «Атлас № 1»).
3. Курепина, М. М. Анатомия человека. Атлас / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : Владос, 2007. – 239 с. – ISBN 978-5-69102012-4 (далее именуется «Атлас № 2»).
4. Самусев, Р. П. Атлас анатомии человека / Р. П. Самусев, В. Я. Липченко. – Москва : Изд. дом ОНИКС, 2000. – 506 с. – ISBN 5-329-00774-7 (далее именуется «Атлас № 3»).
5. Фениш, Х. Карманный атлас анатомии человека / Х. Фениш. – Минск : Высшая школа, 1996. – 464 с. – ISBN 985-06-0368-2 (далее именуется «Атлас № 4»).
6. Юшканцева, С.И. Гистология, цитология и эмбриология. Краткий атлас / С. И. Юшканцева, В.Л. Быков. – Санкт-Петербург : Издательство «П-2», 2007. – 120 с. (далее именуется «Атлас № 5»).

Оборудование:

- световой микроскоп (демонстрационный),
- гистологические микропрепараты,
- барельефы лимфатических узлов,

- таблицы,
- интерактивный анатомический стол «Пирогов» (раздел «Топографическая анатомия»).



Задание 1. Используя интерактивный анатомический стол «Пирогов» и методическую литературу (см. *Учебник*, с. 145–149; *Атлас № 2*, с. 86–90; *Атлас № 3*, с. 378–395; *Атлас № 4*, с. 254), изучите состав лимфатической системы. Зарисуйте схему оттока лимфы в направлении от системы капилляров до магистральных лимфатических сосудов (капилляры – сосуды – стволы – протоки).

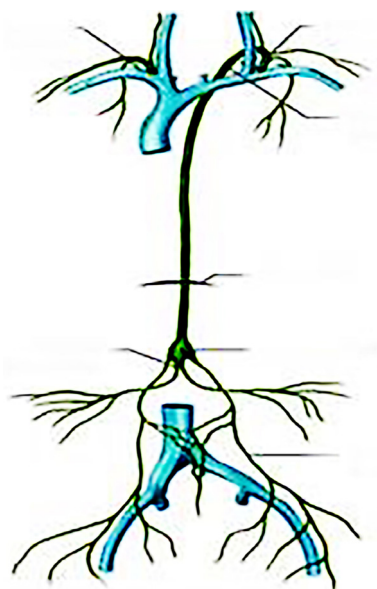


Рисунок 3 – Лимфатические стволы и протоки

[<https://cf2.ppt-online.org/files2/slide/3/38zBSftwuh1HOcqmx5JasEV2jL9KMQrR0Ypp7CXWe/slide-11.jpg>]

На схеме-рисунке обозначить:

- 1 – поясничный ствол; 2 – кишечный ствол; 3 – цистерна Кали;
- 4 – грудной проток; 5 – правый лимфатический проток;
- 6 – левый венозный угол

Задание 2. Изучите строение лимфатического узла (см. Учебник, с. 149–150; Атлас № 2, с. 90; Атлас № 3, с. 402–403; Атлас № 4, с. 254–255). Зарисуйте схему строения лимфатического узла, обозначьте его структурные элементы:

- ✓ приносящий лимфатический сосуд,
- ✓ выносящий лимфатический сосуд,
- ✓ капсула,
- ✓ корковое вещество,
- ✓ мозговое вещество,
- ✓ ворота узла.

Задание 3. Используя интерактивный анатомический стол «Пирогов» и методическую литературу (см. Учебник, с. 146–149; Атлас № 2, с. 86; Атлас № 3, с. 380–383; Атлас № 4, с. 254), изучите расположение магистральных лимфатических сосудов (стволов) и области оттока лимфы, заполните таблицу 17:

**Таблица 17 – Лимфатические стволы
и области оттока лимфы**

Стволы лимфатические	Области лимфоотока
Яремный	
Бронхосредостенный	
Подключичный	
Поясничный	



Задание 4. Используя световой микроскоп и препарат «Лимфатический узел кошки» (окраска гематоксилином и эозином), методическую литературу (см. *Учебник*, с. 149–150; *Атлас № 2*, с. 90; *Атлас № 3*, с. 402–403; *Атлас № 4*, с. 254–255) изучите строение лимфатического узла. Зарисуйте лимфатический узел и обозначьте микроструктуры: 1 – венулы и артериолы; 2 – краевой синус; 3 – лимфоидный узелок; 4 – трабекула; 5 – герминативный центр; 6 – трабекулярные кровеносные сосуды; 7 – паракортикальная зона; 8 – мозговые синусы; 9 – мозговые тяжи.

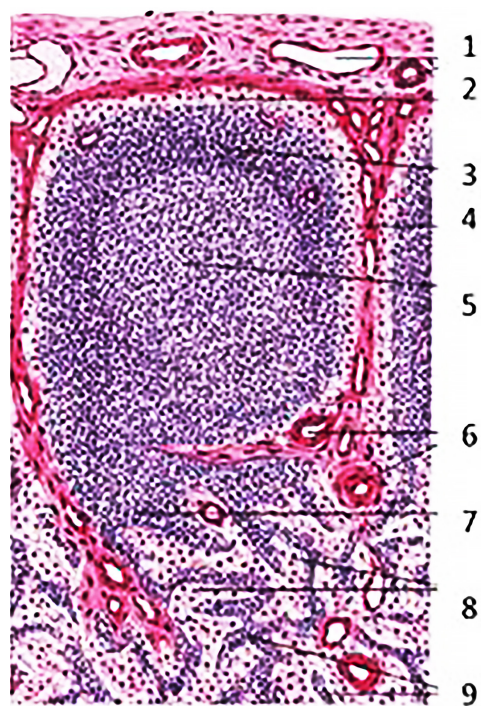


Рисунок 4 – Микроструктуры лимфатического узла

[<https://cf.ppt-online.org/files/slide/0/0eJGIV49Cv6AxiHKfgsuaDrjonER1wYOI7P5cd/slide-38.jpg>]



Задание 5. Используя интерактивный анатомический стол «Пирогов» и методическую литературу (см. Учебник, с. 149–150; Атлас № 2, с. 88–90; Атлас № 3, с. 384–397; Атлас № 4, с. 256–267), изучите расположение лимфатических узлов в организме человека. Заполните таблицу 18:

Таблица 18 – Группы лимфатических узлов

Группы лимфатических узлов	Области лимфоотока

Задание 6. Используя оборудование к занятию и методическую литературу (Ученик, с. 149–150; Атлас № 2, с. 88–90; Атлас № 3, с. 384–397; Атлас № 4, с. 256–267) проецируйте на поверхность тела следующие образования лимфатической системы:

- *грудной лимфатический проток* (от уровня 2-го поясничного позвонка лимфатическая цистерна простирается до 11-го грудного позвонка; в грудной полости грудной лимфатический проток поднимается вверх по передне-правой поверхности позвоночного столба от 6-го грудного позвонка, затем отклоняется влево и выходит на шею, где образуется на уровне 7-го шейного позвонка дугу);

- *затылочные лимфатические узлы* (вдоль верхнего края трапециевидной мышцы);

- *задние ушные лимфатические узлы* (на наружной поверхности проксимального конца грудино-ключично-сосцевидной мышцы);

- *подчелюстные лимфатические узлы* (под краем тела нижней челюсти);

- *подбородочные лимфатические узлы* (впереди от переднего брюшка двубрюшной мышцы);

• *шейные лимфатические узлы, поверхностные и глубокие* (по ходу наружной яремной вены, позади ушной раковины, у угла нижней челюсти, по наружной поверхности грудино-ключично-сосцевидной мышцы, на передней поверхности гортани и трахеи, по стволу внутренней яремной вены, в надключичной ямке);

• *локтевые, паховые, подколенные узлы* (в соответствующих областях тела).

Важно! Лимфатические узлы, располагающиеся около внутренних органов грудной, брюшной полости и малого таза, обнаруживаются только при значительном их увеличении.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ усвоения изучаемого материала



Контрольное задание 1. Проведите сравнительную оценку состава лимфы и крови, заполните таблицу 19:

Таблица 19 – Сравнительная характеристика лимфы и крови

Признаки сравнения	Лимфа	Кровь
Клеточный состав		
Состав плазмы		

Контрольное задание 2. На рисунке 5 представлено строение лимфатического узла; укажите структуры, обозначенные цифрами 1–5.

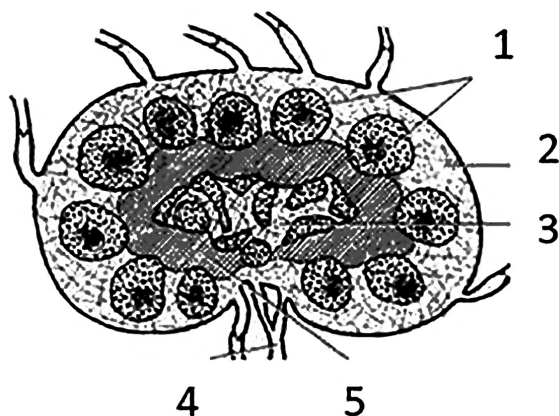


Рисунок 5 – Строение лимфатического узла

[<https://lyapko.ru/image/catalog/single/limfa/limfa3.jpg>]

Контрольное задание 3. Вставьте пропущенные слова в тексте:

Тканевая жидкость поступает в лимфокапилляры, просвет которых _____, чем кровеносных, и стенка состоит только из эндотелия с прослойками основного вещества соединительной ткани. Лимфатические капилляры имеются во всех органах и тканях человека, кроме _____, их оболочек, глазного яблока, внутреннего уха, эпителиального покрова _____ и _____ оболочек, _____, паренхимы селезёнки, костного мозга и плаценты. При соединении друг с другом они образуют в органах и тканях _____ лимфокапиллярные сети. Эндотелий лимфатических капилляров резорбирует крупномолекулярные коллоидные растворы.

Контрольное задание 4. Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют описанию строения и функций лимфатической системы. Запишите цифры, под которыми они указаны.

(1) Лимфатическая система является частью сердечно-сосудистой системы. Она состоит из сосудов (капилляров и протоков) и лимфатических узлов. (2) Капилляры слепо начинаются в тканях, мелкие сосуды объединяются в более крупные, а затем в протоки, которые впадают в крупные вены большого круга кровообращения

вблизи правого предсердия. (3) Крупные лимфатические сосуды и протоки имеют двуслойную стенку: внешнюю соединительнотканную и внутреннюю эндотелиальную. (4) Внутренний слой образует множество клапанов, которые предотвращают обратный ток лимфы. (5) Сосуды лимфатической системы проникают абсолютно во все ткани и органы организма. (6) В лимфатических узлах образуются предшественники кровяных телец и осуществляются процессы деления и созревания Т- и В-лимфоцитов.

Ответ:

Контрольное задание 5. Дополните схему оттока лимфы от нижних конечностей:

лимфатические капилляры \Rightarrow лимфатические сосуды \Rightarrow \Rightarrow левый венозный угол.

Контрольное задание 6. Решите ситуационные (межпредметные) задачи:

1. На гистологическом препарате виден сосуд, внутренняя оболочка которого образует клапаны. Какие сосуды имеют клапаны и какими гистологическими структурами они образованы?

2. Инфекционное заболевание – брюшной тиф сопровождается воспалительными изменениями лимфоидных образований, а также характеризуется развитием картины острого перитонита (воспаление брюшины). При проведении исследования могут быть обнаружены перфорации (сквозные нарушения целостности стенки) подвздошной кишки. Объясните, чем обусловлено скопление лимфоидной ткани в стенках тонкого кишечника?

3. В поликлинику обратился мужчина с жалобой на припухлость верхнего века. При осмотре врач диагностировал воспаление слезной железы. Определите, какие лимфатические узлы могут быть вовлечены в воспалительный процесс? Составьте схему оттока лимфы от слезной железы.

4. У мужчины появились боль, отек и покраснение кожи в передней-верхней части бедра и большого пальца стопы. Определите, какие лимфатические узлы нижней конечности отреагировали на воспалительный процесс?

5. У человека, раненого в область левой надключичной ямки, вытекает в большом количестве желтоватая жидкость. Определите, какой сосуд поврежден у человека?

Контрольные вопросы

1. Строение крови и лимфы. Каково функциональное значение этих тканей?

2. В чем заключается морфофизиологическая связь лимфатической системы с кровеносной?

3. Перечислите функции лимфатических узлов.

4. Где в организме имеются большие скопления лимфатических узлов, доступных для прощупывания в случае увеличения?

5. Определите, где располагается место впадения грудного протока в венозное русло?

6. Перечислите особенности строения коркового и мозгового вещества лимфатического узла.

7. Перечислите особенности строения лимфатических сосудов и капилляров. Как объяснить черты их сходства и отличий от кровеносных сосудов?

8. Какие лимфатические стволы обеспечивают отток лимфы от органов брюшной полости?

9. Из каких областей тела и по каким сосудам собирается лимфа в правый лимфатический проток? Куда впадает этот проток?

10. Какие изменения могут происходить в лимфатических узлах при развитии в них воспалительного процесса?



ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Подготовка сообщений (факты, события, достижения ученых в области ангиологии), составление кроссвордов.

Вариативная часть – подготовка докладов, рефератов, мультимедиа-презентаций на темы*:

1. Макро-микроструктура и функции миндалин человека.
2. Возрастные особенности функционирования лимфатической системы.
3. Влияние факторов среды на состояние лимфатических узлов.

**Примечание: при подготовке рефератов и презентаций рекомендуется использовать дополнительные литературные источники (см. список рекомендованных источников по разделу «Сердечно-сосудистая система»).*

Дополнительная информация

➤ **Лимфедема (лимфатический отек, лимфостаз)** – это патологическое состояние, сопровождающееся нарастающим отеком мягких тканей пораженной области (чаще всего – нижних конечностей). Проявляется увеличением объема пораженной части тела, ощущением распирания и тяжести, трофическими нарушениями. Застой лимфы возникает из-за появления какого-либо местного препятствия её отведения по лимфатической системе. Это может быть травма с нарушением путей оттока, или заражение экзотическими паразитирующими червями типа ришты, забивающими лимфатические протоки. Развивается заболевание – элифантизм, или «слоновая болезнь». Заболевание широко распространено. Нарушение оттока лимфы различной степени наблюдается у каждого десятого жителя Земли. Более 10 миллионов людей во всем мире страдают

от лимфедемы, развившейся на фоне хронической инфекции. Больные лимфедемой составляют 2,5–7 % всех пациентов с поражением периферических сосудов. Лимфедема диагностируется при помощи УЗС сосудов, лимфангиографии, лимфосцинтиграфии. Лечение в начальных стадиях консервативное (бандажирование, массаж, пневмокомпрессия), при его неэффективности применяются хирургические методики (Приложение 3, рисунок 3.1).

Тема 4. ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ И ИММУННОЙ ЗАЩИТЫ

Цель – изучить морфофункциональные особенности органов кроветворения и иммунной защиты

Задачи:

1. Изучить топографию, строение и функции вилочковой железы.
2. Изучить топографию, строение и функции селезенки.
3. Изучить строение и функции костного мозга.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по самостоятельному изучению темы

*Необходимый исходный уровень знаний**

1. Источники развития и эмбриогенез органов кроветворения и иммунной защиты.
2. Закономерности кровоснабжения и иннервации лимфоэпителиальных органов.

* *Примечание:* см. лекции по дисциплинам «Возрастная анатомия, физиология и гигиена», «Гистология с основами эмбриологии», «Анатомия человека».

Рекомендуемая литература

1. Быков, В. Л. Цитология и общая гистология (функциональная морфология клеток и тканей человека) : учебник / В. Л. Быков. – Санкт-Петербург : СОТИС, 2007. – 520 с. – ISBN 5-85503-080-6.
2. Гистология : учебник / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышева. – Москва : ГЭОТАР-МЕД, 2009. – 408 с. – ISBN 978-5-9704-2130-7.
3. Иваницкий, М. Ф. Анатомия человека : учебник для вузов / М. Ф. Иваницкий; [ред. Б. А. Никитюк и др.]. – Москва : Олимпия, 2008. – 624 с. – ISBN 978-5-903639-06-9.
4. Курепина, М. М. Анатомия человека / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : Владос, 2010. – 383 с. – ISBN 978-5-691-00905-1 (далее именуется «Учебник»).
5. Курепина, М. М. Анатомия человека. Атлас / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : Владос, 2007. – 239 с. – ISBN 978-5-69102012-4 (далее именуется «Атлас № 2»).
6. Кузнецов, С. Л. Лекции по гистологии, цитологии и эмбриологии : учебное пособие / С. Л. Кузнецов, М. К. Пугачев. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2009. – 480 с. – ISBN 978-5-9986-0249-8.
7. Пуликов, А. С. Возрастная гистология : учебное пособие / А. С. Пуликов, С. Н. Ефремов, Т. Г. Брюховец. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 176 с. – ISBN 5-222-09281-X.
8. Самусев, Р. П. Анатомия человека / Р. П. Самусев, Ю. М. Селин. – Москва : ОНИКС : Мир и образование, 2009. – 576 с. – ISBN 978-5-17-087313-5.
9. Седов А. А. Гистология человека: конспект лекций / А. А. Седов. – Москва : Приор-издат, 2005. – 256 с. – ISBN 5-9512-0464-X.

10. Фениш, Х. Карманный атлас анатомии человека / Х. Фениш. – Минск : Высшая школа, 1996. – 464 с. – ISBN 985-06-0368-2 (далее именуется «Атлас № 4»).

11. Юшканцева С.И. Гистология, цитология и эмбриология. Краткий атлас / С. И. Юшканцева, В.Л. Быков. – Санкт-Петербург : Издательство «П-2», 2007. – 120 с. (далее именуется «Атлас № 5»).

ЗАДАНИЯ для самоподготовки



Задание 1. Дайте определение анатомическим (гистологическим) терминам: эритропоэз, гемопоэз, иммунитет, клетки крови, ретикулярная ткань.

Задание 2. Используя рекомендуемую методическую литературу (см. пп. Библиографический список по анатомии человека) определите, какие органы в ходе онтогенеза человека выполняют функцию кроветворения, заполните таблицу 20:

Таблица 20 – Характеристика органов кроветворения на разных этапах онтогенеза человека

Период онтогенеза человека	Органы, участвующие в процессах кроветворения	Особенности строения органов кроветворения

Задание 3. Используя методическую литературу (*Учебник, с. 151–152; Атлас № 4, с. 182–183*) изучите топографию, строение и функции вилочковой железы (тимуса). Найдите и покажите на рисунке структуры вилочковой железы (тимуса):

- ✓ доля правая/левая,
- ✓ дольки вилочковой железы,
- ✓ корковое и мозговое вещество.



Задание 4. Используя световой микроскоп и гистологический препарат «Вилочковая железа (тимус)» (окраска гематоксилином и эозином), методическую литературу (*Учебник, с. 151–152; Атлас № 3, с. 400–401; Атлас № 5, с. 64*), изучите строение вилочковой железы на микроуровне (*Приложение 3, рисунок 3.2*). Найдите микроструктуры вилочковой железы:

- ✓ корковое вещество (гранулоциты, лимфобласты, тучные клетки, макрофаги);
- ✓ мозговое вещество;
- ✓ тельца Гассалья;
- ✓ тимоциты (крупные, средние, мелкие).

Задание 5. Используя методическую литературу (*Учебник, с. 150–151; Атлас № 2, с. 91; Атлас № 4, с. 268; Атлас № 5, с. 66; Приложение 3, рисунок 3.3*) изучите топографию, строение и функции селезенки. Выполните рисунок среза селезенки. Найдите и покажите на рисунке структуры:

- ✓ диафрагмальная поверхность,
- ✓ висцеральная поверхность (почечная поверхность, желудочная поверхность, ободочно-кишечная поверхность),

- ✓ передний / задний конец,
- ✓ верхний / нижний край,
- ✓ ворота селезенки.



Задание 6. Используя световой микроскоп и гистологический препарат «Селезенка» (окраска гематоксилином и эозином), изучите строение селезенки на микроуровне. Выполните рисунок среза селезенки (*Атлас № 2, с. 91; Атлас № 5, с. 66; Приложение 3, рисунок 3.3*), обозначьте микроструктуры селезенки:

- ✓ серозная оболочка,
- ✓ фиброзная оболочка,
- ✓ трабекулы селезенки,
- ✓ пульпа селезенки (белая и красная),
- ✓ синус селезенки,
- ✓ селезеночные лимфатические фолликулы (лимфоузлы селезенки).

Задание 7. Используя световой микроскоп и гистологический препарат «Красный костный мозг» (окраска азуром II и эозином), методическую литературу (*см. Библиографический список по анатомии человека, Атлас № 5, С. 63; Приложение 3, рисунок 3.4*) изучите строение и функции костного мозга, заполните таблицы 21 и 22:

Таблица 21 – Строение и функции костного мозга

Строение костного мозга	Функции костного мозга

Таблица 22 – Гемопоэтические ростки костного мозга

Росток красного костного мозга	Клетки предшественницы	Зрелые клетки	Функции клеток крови

Задание 8. Используя методическую литературу (см. Библиографический список по анатомии человека; Учебник, с. 152; Атлас № 2, с. 91; Атлас № 5, с. 66) изучите особенности кровоснабжения и иннервации органов кроветворения, заполните таблицу 23:

Таблица 23 – Кровоснабжение и иннервация органов кроветворения и иммунной защиты

Органы кроветворения и иммунной защиты	Кровоснабжение	Иннервация
Селезенка		
Тимус		

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ усвоения изучаемого материала



Контрольное задание 1. На рисунке представлен гистологический срез одного из органов кроветворения. Определите, что это за орган, а также какие структуры обозначены цифрами 1–4.

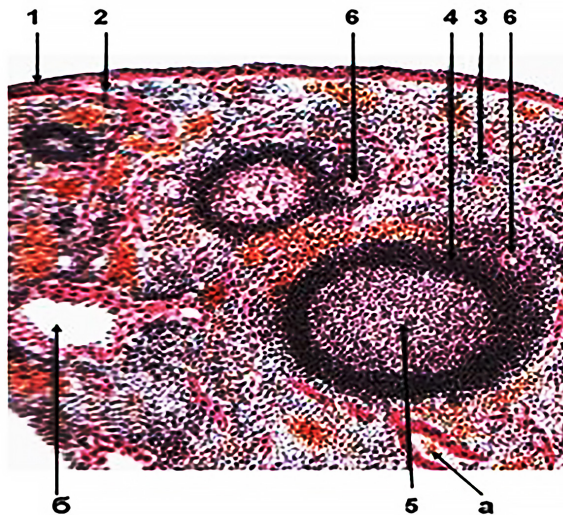


Рисунок 6 – Орган кроветворения

[<https://cf.ppt-online.org/files1/slide/z/zKfPn3Jt6hj0HyiOw1mRYMeLCN8ABTFsoWkQu2vr9>]

Контрольное задание 2. На гистологическом препарате (мазок крови человека) видны клетки крови (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты). Найдите и покажите клетки лейкоциты – лимфоциты, укажите, какие функции выполняют эти клетки.

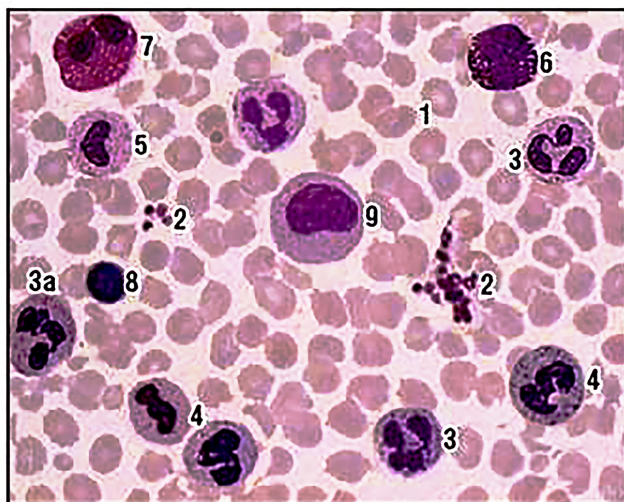


Рисунок 7 – Мазок крови человека

[<https://sun912.userapi.com/impq/qItvFkV2ym1ZoGMmN0ao3QBYZE9QRDGQAoWalA/fVdFXte2cxY.jpg?size>]

Контрольное задание 3. На рисунке изображены клетки одного из органов кроветворения и иммунной защиты. Определите, какому органу принадлежат эти клетки. Перечислите функции данного органа кроветворения и иммунной защиты.

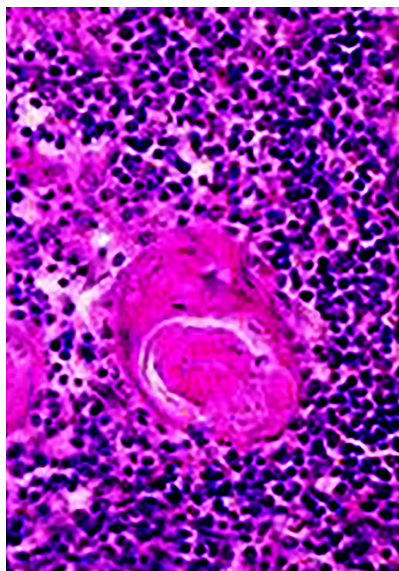


Рисунок 8 – Орган иммунной защиты

[https://ya.ru/images/search?text=спрез+тимуса+препарат+гистология&pos=5&rpt=simage&img_url=https%3A%2F%2Fcf3.]

Контрольное задание 4. Вставьте пропущенные слова в тексте: «Красная пульпа селезенки состоит из _____ ткани, в которой содержатся клетки _____ и соединительной ткани. Её функция – уничтожение отживших клеток крови, _____ крови и возобновление кроветворения у взрослого человека во время некоторых заболеваний. Железо гемоглобина из разрушенных эритроцитов направляется по венам в _____, где служит материалом для синтеза _____. Антитела, образованные лимфоцитами, обезвреживают антигены, попавшие в кровь».

Контрольное задание 5. Решите ситуационные задачи:

1. У больного 53 лет подозрение на B_{12} -дефицитную анемию. Для уточнения диагноза необходимо выполнить исследование костного

мозга. Какую кость пунктируют для получения красного костного мозга?

2. Во время эксперимента у новорожденных животных забирали центральный орган иммунной системы, это приводило через 1,5–3 месяца к истощению, задержке роста, выпадению меха, диарее и иммунным нарушениям. Какой орган был удален?

3. У подростка вследствие радиоактивного облучения значительно пострадала лимфоидная система, произошел распад большого количества лимфоцитов. Определите, благодаря деятельности какой железы возможно восстановление нормальной формулы крови.

Контрольные вопросы

1. Перечислите органы кроветворения и иммунной защиты, укажите их функциональное значение.

2. Почему селезенку относят к категории лимфоидных органов? Где располагается селезенка?

3. Какие структуры селезенки обеспечивают выполнение этим органом основных функций?

4. Где располагаются органы кроветворения? Какие форменные элементы крови развиваются в каждом из этих органов?

5. Где осуществляется эритропоэз, гранулопоэз, монопоэз, тромбопоэз?

6. Как построен красный костный мозг и где он располагается?

7. Особенности кровоснабжения органов кроветворения?

8. Особенности кроветворения у плода в период внутриутробного развития?



ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Подготовка сообщений (факты, события, достижения ученых в области иммунологии), составление кроссвордов.

Вариативная часть – подготовка докладов, рефератов, мультимедиа-презентаций на темы*:

1. Возрастные особенности строения и функционирования органов гемо-иммуннопоэза.
2. Современные технологии в иммунологии.
3. Влияние факторов среды на состояние органов кроветворения и иммунной защиты человека.

**Примечание: при подготовке рефератов и презентаций рекомендуется использовать дополнительные литературные источники (см. список рекомендованных источников по разделу «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения»).*

Дополнительная информация

✓ Исследование костного мозга

У новорожденного ребенка красный (кроветворный) костный мозг содержится в полостях практически всех костей организма, но к подростковому возрасту он остается лишь в некоторых (грудина, ребра, ключицы и лопатки, позвонки, кости черепа и таза, проксимальные концы плечевых и бедренных костей).

Исследование костного мозга – органа, производящего клетки крови – проводят при диагностике гематологических заболеваний. Показаниями для исследования костного мозга являются подозрения на ряд очень серьезных болезней. К ним относятся:

- злокачественные заболевания системы кроветворения (лейкозы, миелодиспластические синдромы, плазмноклеточные заболевания);
- аплазия кроветворения (состояние, при котором кроветворный костный мозг перестает вырабатывать клетки крови и заменяется жировой тканью);
- поражение костного мозга лимфомами и метастазами солидных опухолей;
- болезни накопления (например, болезнь Гоше) и др.

Пункция костного мозга может проводиться для контроля эффективности терапии или приживления клеток донора после трансплантации гемопоэтических стволовых клеток. В зависимости от конкретной клинической ситуации полученный костный мозг может быть отправлен на самые различные исследования, например:

- подсчет миелограммы (врач-лаборант под микроскопом рассматривает клетки костного мозга в окрашенных специальным образом мазках, описывает их внешние особенности и подсчитывает количество клеток различных типов);
- цитогенетическое исследование (с помощью различных методик в клетках костного мозга исследуются возможные поломки хромосом);
- вирусологическое и бактериологическое исследования (в костном мозге ищут возбудителей различных инфекций);
- молекулярно-генетическое исследование (из клеток костного мозга выделяют ДНК и ищут мутации в генах, связанных с развитием заболеваний);
- иммунофенотипирование (определение различных типов клеток, в том числе опухолевых, по наличию на их поверхности молекул определенных белков).

Полученные результаты становятся основой точного диагноза и будущей целенаправленной терапии.

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ

РАЗДЕЛ «СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА. ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ)»

Цель – проверить знания и умения студентов по разделу «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения».

Задачи:

- 1) провести тестовый контроль усвоения знаний по разделу;
- 2) проверить терминологический минимум по разделу «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения».

Форма отчетности: письменный отчет о выполнении теста, устный опрос по основным терминам и понятиям раздела «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения».



I. ТЕСТ по разделу «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения и иммунной защиты»

Задание 1. Выберите один правильный ответ из списка предложенных вариантов

1. Скорость пульсовой волны, распространяющейся по аорте, зависит:
 - а) от скорости тока крови;
 - б) от частоты сердечных сокращений;
 - в) от механических свойств стенок сосудов;

г) от разницы давлений в разных участках кровеносного русла.

2. Каким кровеносным сосудом начинается большой круг кровообращения?

- а) легочный ствол;
- б) сонная артерия;
- в) легочная артерия;
- г) аорта.

3. Какие венозные сосуды из нижеперечисленных не относятся к большому кругу кровообращения:

- а) почечные вены;
- б) легочные вены;
- в) яремные вены;
- г) подвздошные вены.

4. Венозная кровь в организме человека превращается в артериальную после выхода из:

- а) капилляров легких;
- б) левого предсердия;
- в) капилляров печени;
- г) правого предсердия.

5. Малый круг кровообращения заканчивается в:

- а) правом предсердии;
- б) правом желудочке;

- в) левом предсердии;
- г) левом желудочке.

6. Как называется заболевание человека, проявляющееся в нарушении свертываемости крови?

- а) анемия;
- б) гипертония;
- в) гиподинамия;
- г) гемофилия.

7. При анемии у человека происходит сокращение количества:

- а) антител;
- б) лейкоцитов;
- в) фибриногена;
- г) гемоглобина.

8. Как называется средний мышечный слой стенки сердца?

- а) перикард;
- б) миокард;
- в) эндокард;
- г) эпикард.

9. Какой клапан находится между правым предсердием и правым желудочком?

- а) двухстворчатый клапан;
- б) трехстворчатый клапан;

- в) полулунный клапан;
- г) нет верного ответа.

10. *Укажите сосуды малого круга кровообращения:*

- а) легочные артерии и вены;
- б) лучевые артерии и вены;
- в) бедренные артерии и вены;
- г) сонные артерии и яремные вены.

11. *Артерии – это кровеносные сосуды, в которых циркуляция крови осуществляется со скоростью ...*

- а) 2,5 см/с;
- б) 25 см/с;
- в) 50 см/с;
- г) 75 см/с.

12. *Артерии – это сосуды, стенка которых*

- а) двухслойные с клапанами;
- б) однослойные без клапанов;
- в) трехслойные без клапанов;
- г) трехслойные с клапанами.

13. *Что оказывает тормозящее действие на работу сердца?*

- а) ионы калия и кальция;
- б) ионы кальция и адреналин;

- в) адреналин и ацетилхолин;
- г) ацетилхолин и ионы кальция.

14. *В состав стенки кровеносных сосудов входит мышечная ткань*

- а) поперечнополосатая скелетная;
- б) поперечнополосатая сердечная;
- в) гладкая;
- г) все ответы верны.

15. *Воротная вена приносит кровь к ...*

- а) желудку;
- б) почкам;
- в) легким;
- г) печени.

16. *Пейсмекером II порядка является...*

- а) атриовентрикулярный узел;
- б) синоатриальный узел;
- в) пучок Гиса;
- г) пучок Кента.

17. *Артерия, наиболее часто используемая при определении частоты пульса*

- а) плечевая;
- б) локтевая;

- в) лучевая;
- г) подключичная.

18. Назовите орган, в котором отсутствуют лимфатические сосуды

- а) селезенка;
- б) вилочковая железа;
- в) лимфоузел;
- г) миндалина.

19. Назовите магистральный лимфатический сосуд, по которому происходит отток лимфы от верхней конечности

- а) бронхосредостенный;
- б) подключичный;
- в) кишечный;
- г) яремный.

20. Какую функцию выполняет гемоглобин?

- а) защитную;
- б) дыхательную;
- в) выделительную;
- г) свертывающую.

Задание 2. Выберите два и более правильных ответа из списка предложенных вариантов.

21. Перечислите элементы кровеносной системы человека, содержащие венозную кровь. Выберите три верных ответа из предложенных:

- а) легочная артерия;
- б) аорта;
- в) полые вены;
- г) правое предсердие и правый желудочек;
- д) левое предсердие и левый желудочек;
- е) легочные артерии.

22. *Перечислите характерные особенности вен. Выберите три верных ответа из предложенных:*

- а) в составе стенки преобладает коллаген;
- б) наличие клапанов;
- в) отсутствие клапанов;
- г) в составе стенки преобладает эластин;
- д) толстые стенки;
- е) тонкие стенки.

23. *Какая кровь вытекает из правого желудочка? Выберите три верных ответа из шести:*

- а) артериальная;
- б) венозная;
- в) по легочным артериям;
- г) по легочным венам;
- д) в малый круг кровообращения;
- е) в большой круг кровообращения.

24. *На строение стенки артерии различного типа влияют факторы (выберите три верных ответа из предложенных):*

- а) давлением крови на стенки сосудов;
- б) направлением движения крови;
- в) скоростью движения крови;
- г) количеством оболочек в составе стенки;
- д) удаленностью от сердца.

25. Для артерии мышечного типа характерны следующие особенности строения (выберите три верных ответа из предложенных):

- а) гладкие миоциты в средней оболочке располагаются по полой спирали;
- б) наружная эластическая мембрана выражена сильнее внутренней;
- в) в адвентиции присутствуют кровеносные сосуды и нервные волокна;
- г) регулируют приток крови к органам в условиях разных физиологических нагрузок;
- д) по сравнению с сопровождающими венами содержат больше эластических волокон.

Задание 3. Установите соответствие:

26. Установите соответствие между характеристиками и камерами сердца:

Характеристики:

Камеры сердца:

- | | |
|--|-----------------------|
| а) проталкивает артериальную кровь в аорту; | 1) правое предсердие; |
| б) имеет более тонкие стенки; | 2) левое предсердие; |
| в) проталкивает венозную кровь в легочный ствол; | 3) правый желудочек; |

- г) впадают верхняя и нижняя полые вены; 4) левый желудочек.
 д) завершается большой круг
 кровообращения;
 е) завершается малый круг
 кровообращения.

27. Установите соответствие между сосудами кровеносной системы и кровью, которая по ним движется. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Сосуды:

Кровь:

- | | |
|-----------------------|------------------|
| а) аорта; | 1) артериальная; |
| б) бедренная вена; | 2) венозная. |
| в) легочная артерия; | |
| г) легочная вена; | |
| д) бедренная артерия; | |
| е) яремные вены. | |

28. Установите соответствие между фазами сердечного цикла и его характеристиками:

Фазы цикла:	Характеристики:
1. I ФАЗА	а) продолжительность 0,1 с
2. II ФАЗА	б) продолжительность 0,3 с
3. III ФАЗА	в) продолжительность 0,4 с
	г) систола предсердий, диастола желудочков;
	д) систола желудочков, диастола предсердий;
	е) общая диастола

29. Установите соответствие между кругами кровообращения и сосудами, входящих в состав:

Круги кровообращения:	Сосуды:
1. Большой круг кровообращения;	а) сонная артерия;
2. Малый круг кровообращения	б) легочная вена;
	в) почечная артерия;
	г) яремная вена;
	д) воротная вена;
	е) легочная артерия

30. Установите соответствие между камерами сердца и их характеристиками:

Камеры сердца:	Характеристики:
Правое предсердие;	а) толщина стенки 9–11 мм;
Правый желудочек;	б) толщина стенки 5–8 мм;
Левое предсердие;	в) наличие отверстий двух полых вен;
Левый желудочек	г) наличие отверстий четырех легочных вен;
	д) наличие отверстия легочного ствола;
	е) наличие отверстия аорты

Задание 4. Составьте правильные последовательности:

31. Установите последовательность движения крови по большому кругу кровообращения, начиная с левого предсердия:

- а) аорта;
- б) левый желудочек;
- в) верхняя полая вена;
- г) капилляр мозга;

- д) сонная артерия;
- е) яремная вена.

32. Установите последовательность распространения импульса по структурам проводящей системы сердца:

- а) синусно-предсердный узел;
- б) пучок Гиса;
- в) волокна Пуркинье;
- г) правая и левая ножки Гиса;
- д) предсердно-желудочковый узел.

33. Установите последовательность движения лимфы по лимфатической системе:

- а) лимфатические капилляры;
- б) лимфатические протоки;
- в) лимфатические сосуды;
- г) лимфатические стволы;
- д) лимфатические узлы.

34. Установите последовательность расположения оболочек в составе стенки сердца (изнутри наружу):

- а) миокард;
- б) перикард;
- в) эпикард;
- г) эндокард.

35. Установите последовательность движения крови по малому кругу кровообращения:

- а) легочный ствол;
- б) легочные артерии;
- в) легочные капилляры;
- г) легочные вены;
- д) левое предсердие;
- е) правый желудочек.

Задание 5. Определите правильность утверждения (в случае неверных утверждений, ответ обоснуйте):

36. Сердце обладает свойством автоматии – способностью ритмически сокращаться без внешних раздражений под влиянием импульсов, возникающих в самой сердечной мышце.

37. В капиллярах наблюдается минимальное давление крови.

38. Створчатые клапаны являются производными перикарда.

39. Стенка левого желудочка толще, чем стенка правого желудочка сердца.

40. Многие крупные вены имеют полулунные клапаны.

41. Эндокард участвует в формировании околосердечной сумки.

42. Яремные вены – сосуды большого круга кровообращения.

43. Стенка капилляра состоит из однослойного эпителия.

44. В легочных артериях течет артериальная кровь.

45. Двухстворчатый клапан расположен в правой половине сердца.

Задание 6. Впишите пропущенные слова в приведенных ниже высказываниях:

46. Правое предсердие принимает _____ кровь, пришедшую от легких.

47. Максимальное давление крови наблюдается в _____.

48. Средний слой стенок кровеносных сосудов состоит из _____ мышечной ткани.

49. Легочные _____ отходят от правого желудочка сердца.

50. Между правым предсердием и правым желудочком находится _____ клапан.

**ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ МИНИМУМ ПО РАЗДЕЛУ
«СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА.
ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ»**

Анастомотический сосуд	Лимфа
Ангиология	Лимфатический проток
Аорта	– грудной
Аппендикс (червеобразный отросток)	– правый
Артерия	Лимфатический ствол
Артериовенозный анастомоз	Лимфатический фолликул
Артериола	Лимфатический узел
Вена	– корковое вещество
Венечные (кардиальные) сосуды	– лимфоидные узелки
Венозный синус	– мозговое вещество
Венула	– трабекулы
Воротная вена	– синусы
Гемокапилляр	Лимфоидные органы
Иммунная система	Лимфоидные бляшки
Иммунокомпетентные клетки	Микроциркуляторное русло
Капилляр	Миндалины
Кардиомиоциты	Миокард
Клапан	Перикард
– венозный	Перикардальная полость
– лимфатический	Прекапилляр
– сердечный	Посткапилляр
Кровь	Проводящая система сердца
Коллатеральный сосуд	Синусы
Красный костный мозг	Система верхней полой вены
Круги кровообращения	Система нижней полой вены
– большой (телесный)	Селезенка
– малый (легочный)	– белая пульпа

– лимфоидные узелки	Сосуды сосудов
– макрофагально-лимфоидные муфты	Сухожильные хорды
– периартериальные муфты	Тимус (вилочковая железа)
– синусы	Тканевая (межклеточная) жидкость
– дольки	Трабекулы
– корковое вещество	Фиброзные кольца
– мозговое вещество	Цистерна
Сосочковые мышцы	Чудесная сеть
Сосудистые сплетения	Эпикард

III. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ПО ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛА «ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ» ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ»

Физиологии, наряду с другими медико-биологическими дисциплинами, принадлежит ведущая роль в понимании частных и общих закономерностей жизнедеятельности человека и животных. Объектом физиологических исследований является организм человека и животных на различных уровнях организации: от молекулярного, клеточно-тканевого до органного и системного. Физиология является экспериментальной наукой, применяющей как острые, так и хронические гуманно-организованные опыты на животных, а также неинвазивные, мониторинговые, в том числе клинические и аппаратно-программные методы исследования на человеке.

Физиология изучает функции человека и животных, в том числе механизмы устойчивости организма к действию различных факторов окружающей среды. Показателем устойчивости организма в меняющихся условиях среды обитания служат гомеостатические константы организма. В поддержании гомеостаза организма принимают участие, прежде всего, системы жизнеобеспечения, к числу которых относится сердечно-сосудистая система.

Кровь в организме высших позвоночных животных непрерывно циркулирует по замкнутой системе кровеносных сосудов, которая подразделяется на большой и малый круги кровообращения. В *большом круге кровообращения* кровь циркулирует по сосудам всех органов тела, а в *малом*, или *легочном, круге кровообращения* кровь проходит через систему легочных капилляров, обогащается кислородом и освобождается от углекислого газа.

Центральный орган кровообращения – *сердце*, – выполняет роль нагнетательного насоса, создающего необходимую скорость движения и давления крови в сосудах. У млекопитающих в сердце выделяют четыре камеры – *правое и левое предсердия, правый и левый желудочки*.

Правая половина сердца является *венозной*, левая – *артериальной*. В левое предсердие по легочным венам попадает артериальная кровь, которая из левого желудочка по аорте и системе артерий поступает в большой круг кровообращения, снабжающий кровью почти весь организм. В капиллярах кровь отдает кислород клеткам и тканям, поглощает углекислый газ и превращается в венозную кровь, которая по системе верхней и нижней полых вен поступает в правое предсердие. Из правого желудочка она направляется к легким по легочной артерии, где вновь насыщается кислородом.

Безостановочное движение крови по сосудам обусловлено ритмическими сокращениями и расслаблениями сердца, а также эластичностью кровеносных сосудов. При сокращении сердца (*систола*) кровь выталкивается из камер, при расслаблении (*диастола*) поступает в предсердия и желудочки. Вначале сокращаются оба предсердия (*систола предсердий*), затем оба желудочка (*систола желудочков*), а предсердия в это время приходят в состояние расслабления (*диастола предсердий*). Далее наступает *диастола желудочков*, совпадающая с диастолой предсердий (*общая пауза*), в конце которой вновь происходит систола предсердий. Систола, диастола и пауза составляют *сердечный цикл*. У человека в покое сердце выполняет 70–80 сокращений в 1 мин. Таким образом, длительность одного сердечного цикла составляет приблизительно 0,8 сек.

Между предсердиями и желудочками располагаются *атрио-вентрикулярные клапаны (А-ВК)*, которые обеспечивают односторонний ток крови из предсердия в желудочки. Аналогичную функцию выполняют *полулунные клапаны аорты*, которые открываются в момент систолы и захлопываются с началом диастолы, обеспечивая ток крови в направлении от сердца в артерии.

У рыб сердце состоит из двух камер – предсердия и желудочка, у амфибий и низших рептилий из трех камер – двух предсердий и одного желудочка, только у высших рептилий, птиц и млекопитающих сердце разделено на четыре камеры. Таким образом, в ходе эволюции происходит постепенное усложнение строения сердца, направленное на все более полное разделение его венозной и артериальной половин.

Тема 1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

Цель лабораторного занятия – изучить основные физиологические свойства сердечной мышцы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по самоподготовке к занятию

*Необходимый исходный уровень знаний**

1. Понятие «сердечно-сосудистая система (система кровообращения)». Строение органов сердечно-сосудистой системы земноводных и млекопитающих (*из курса зоологии*).

2. Структурно-функциональная характеристика биологических мембран. Мембранные потенциалы покоя и действия. Строение мышечного волокна (миофибриллы, саркомер, сократительные белки). Механизм мышечного сокращения – теория «скользящих нитей» (*из курса цитологии*).

3. Особенности структурно-функциональной организации сердечной и гладкой мышечной тканей (*из курса гистологии*).

4. Строение сердца человека. Морфофункциональная характеристика кровеносных и лимфатических сосудов (*из курса анатомии человека*).

*Примечание: см. лекции по дисциплинам «Цитология», «Гистология с основами эмбриологии», «Анатомия человека», «Зоология позвоночных».

Рекомендуемая литература

1. Агаджанян, Н. А. Физиология человека / Н. А. Агаджанян, Л. З. Тель, В. И. Циркин, С. А. Чеснокова. – Москва : Медицинская книга, Нижний Новгород : Издательство НГМА, 2003. – 528 с. – ISBN 5-86093-061-5.

2. Бельченко, Л. А. Физиология человека. Организм как целое : учебно-методический комплекс / Л. А. Бельченко, В. А. Лавриненко. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2004. – 229 с. – ISBN 978-5-379-02017-0. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/5590> (дата обращения: 17.09.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

3. Зильбернагаль, С. Наглядная физиология / С. Зильбернагаль, А. Деспопулос; пер. с англ. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 408 с. – ISBN 978-5-94774-385-2.

4. Зинчук, В. В. Нормальная физиология. Краткий курс : учебное пособие / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Ю. М. Емельянчик. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 432 с. – ISBN 978-985-06-2387-4. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/35504.html> (дата обращения 12.09.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

5. Камкин, А. Г. Атлас по физиологии. В 2 т. Т. 2: учеб. пособие / А. Г. Камкин, И. С. Киселева. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 448 с. – ISBN 978-5-9704-2419-3.

6. Материалы к лекциям по курсу нормальной физиологии. В 2 ч. Ч. 2: Висцеральные системы и их регуляция / Н. А. Барбараш [и др.]. – Кемерово : Кемеровская государственная медицинская академия, 2008. – 156 с. – ISSN 2227-8397. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/6151> (дата обращения 17.08.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

7. Нормальная физиология : учебник. В 2 ч. Ч. 2 / А. И. Кубарко [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 607 с. – ISBN 978-985-06-2038-5. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/35506.html> (дата обращения 10.08.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

8. Нормальная физиология человека : учебник для высших учебных заведений / под ред. Академика РАМН Б. И. Ткаченко. – Москва : Медицина, 2005. – 928 с. – ISBN 5-225-04240-6.

9. Физиология. Основы и функциональные системы : Курс лекций / под ред. К. В. Судакова. – Москва : Медицина, 2000. – 784 с. – ISBN 5-225-04548-0.

10. Физиология человека : Атлас динамических схем / К. В. Судаков, В. В. Андрианов, Ю. Е. Вагин, И. И. Киселев. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-5880-8.

11. Фундаментальная и клиническая физиология / под ред. А. Г. Камкина и А. Каменского. – Москва : Академия, 2004. – 1073 с. – ISBN 5-7695-1675-5.

12. Шибкова Д. З. Самостоятельная работа по дисциплине «Физиология человека и животных» : учебное пособие / Д. З. Шибкова, Н. В. Ефимова. – Челябинск : Изд-во Юж.-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2016. – ISBN 978-5-906908-28-5. – URL: <http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1113> (дата обращения 11.09.2024).

ЗАДАНИЯ для самоподготовки к лабораторным занятиям



Задание 1. Подготовьте ответы на следующие вопросы по теме занятия (*см. материалы лекций; Учебник, с. 219–225, Приложение 4*):

1. Общая характеристика системы кровообращения: понятие кровообращения, основные компоненты системы кровообращения; роль и место системы кровообращения в поддержании жизнедеятельности организма.

2. Сердце как компонент системы кровообращения. Морфофункциональная характеристика сердца.

3. Сердечный цикл, его фазы. Работа клапанного аппарата в различные фазы сердечного цикла.

4. Общая характеристика основных физиологических свойств сердца: автоматия, возбудимость, проводимость, сократимость.

5. Возбудимость, проводимость и автоматия миокарда:

- строение и функции проводящей системы сердца; скорость проведения возбуждения в различных отделах проводящей системы сердца;
- биопотенциалы кардиомиоцитов и их ионные механизмы.

6. Сократимость и сокращение миокарда. Электромеханическое сопряжение. Основные закономерности сокращения сердечной мышцы:

- зависимость «сила стимула – сила сокращения» (закон «все или ничего»);
- зависимость «частота стимула – сила сокращения» (эффект «лестница Боудича»);
- зависимость «длина кардиомиоцитов – сила сокращения» (закон Франка – Старлинга).

Задание 2. Дайте определение терминам и понятиям по теме занятия (*см. материалы лекций; Пособие, с. 213–221; Учебник, с. 219–225*): система кровообращения, сердечная мышца, функциональный синцитий, проводящая система сердца, типичные (рабочие) кардиомиоциты, атипичные кардиомиоциты, пейсмекер (водитель ритма), автоматия, градиент автоматии, возбудимость, проводимость, сократимость, возбуждение, потенциал покоя, потенциал действия, деполяризация, реполяризация, абсолютная рефрактерность, относительная рефрактерность, экстрасистола, компенсаторная пауза, закон «все или ничего», эффект «лестница Боудича», сердечный цикл, систола, диастола, фаза напряжения, фаза изгнания, фаза расслабления, фаза наполнения.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к самостоятельной работе на занятии



Литература

1. Нормальная физиология: учебник для студ. высш. мед. проф. образования / под ред. В. М. Смирнова. – Москва: Академия, 2012. – 480 с. (далее именуется «Учебник»).
2. Шибкова, Д. З. Практикум по физиологии человека и животных: учеб. пособие / Д. З. Шибкова. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2015. – 243 с. – <http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/737> (далее именуется «Практикум»).
3. Шибкова, Д. З. Самостоятельная работа по дисциплине «Физиология человека и животных»: учебное пособие / Д. З. Шибкова, Н. В. Ефимова. – Челябинск: Изд-во Юж.-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2016. – 243 с. – <http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1113> (далее именуется «Пособие»).

Оборудование:

- *Информационно-коммуникационные технологии:* виртуальный видео-практикум.

Задание 1. Виртуальная исследовательская лабораторная работа: *Наблюдение деятельности сердца лягушки* (см. *Практикум*, с. 40–41).

Цель работы – изучить последовательность и механизмы фаз сердечного цикла.

Введение. Сердце лягушки трёхкамерное – состоит из одного желудочка и двух предсердий (рисунок 9). Граница между предсердиями и желудочками на наружной поверхности сердца имеет вид белесоватой полоски (атриовентрикулярная перегородка). Спереди на сердце лягушки отчётливо видны два крупных сосуда: правая и левая дуги аорты, в которые кровь поступает из расположенной ниже луковицы аорты. Существенной деталью строения сердца лягушки является *венозный синус* – область слияния трёх полых вен. Сердце лягушки, извлеченное из организма, обладает способностью самопроизвольно сокращаться. Это свойство сердечной мышцы названо *автоматией*.

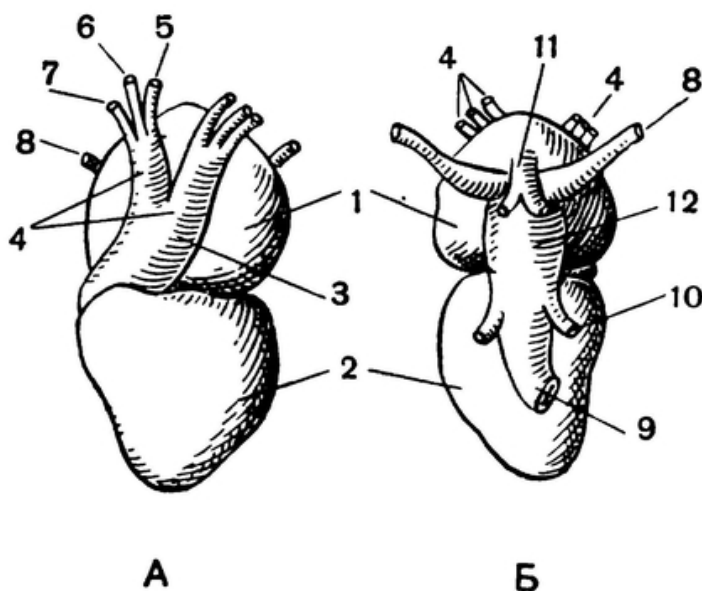


Рисунок 9 – Анатомическая схема строения сердца лягушки

(Батуев А.С. и др., 1998):

- А – вид с брюшной стороны; Б – вид со спинной стороны;
 1 – предсердие; 2 – желудочек; 3 – артериальный ствол;
 4 – ветви артериального ствола (правая и левая дуги аорты);
 5 – сонная артерия; 6 – начало аорты; 7 – кожно-лёгочная дуга;
 8 – передняя (верхняя) полая вена; 9 – задняя (нижняя) полая вена;
 10 – печёночная вена; 11 – лёгочная вена; 12 – венозный синус

Объект исследования: лягушка.

Оборудование: видео-практикум.

Ход работы: Внимательно пронаблюдайте последовательность фаз сердечной деятельности по видео-практикуму.

Рекомендации к оформлению результатов работы:

1. Опишите наблюдаемые процессы – последовательность фаз сердечной деятельности у лягушки.

2. Зарисуйте полученную в опыте кардиомиограмму на основе видеосоюжета (рисунок 10), отметив участки, соответствующие систоле предсердий, систоле желудочка и общей паузе. Рассчитайте длительность фаз сердечного цикла у лягушки: длительность систолы предсердий и систолы желудочков.



Рисунок 10 – Кардиомиограмма сердца лягушки (Билибин Д.П., 1970):

А – кардиограмма сердца лягушки; Б – отметка времени (деление соответствует 0,05 с); 1 – систола предсердий; 2 – систола желудочка; 3 – период расслабления мускулатуры желудочка; 4 – общая диастола сердца

Выводы и обсуждение результатов работы: отметьте характер очередности, ритмику и амплитудные различия сокращений камер сердца у лягушки. Объясните динамику работы сердца, зарегистрированную на кардиограмме.

Задание 2. Виртуальная исследовательская лабораторная работа: *Наблюдение рефрактерного периода и получение экстрасистолы* (см. Практикум, с. 41–43).

Цель работы – изучить изменения возбудимости сердца в различные фазы сердечного цикла; определить условия возникновения экстрасистолы и компенсаторной паузы.

Введение. Любая возбудимая ткань во время генерации одиночного импульса возбуждения находится в состоянии полной невозбудимости – *абсолютной рефрактерности*, затем следует период восстановления возбудимости – *относительной рефрактерности*. Во время фазы абсолютной рефрактерности даже очень сильные раздражения не вызывают сокращений. В период восстановления возбудимости можно вызвать сокращение, прикладывая раздражения, по силе превышающие прежние (надпороговые раздражения). Вслед за восстановлением возбудимости до прежнего уровня следует период повышенной возбудимости – *экзальтации*, сменяющийся возвращением возбудимости к исходному уровню. В нервной ткани рефрактерный период длится тысячные доли секунды, в сердечной мышце – десятые доли секунды и совпадает с периодом систолы (рисунок 11).

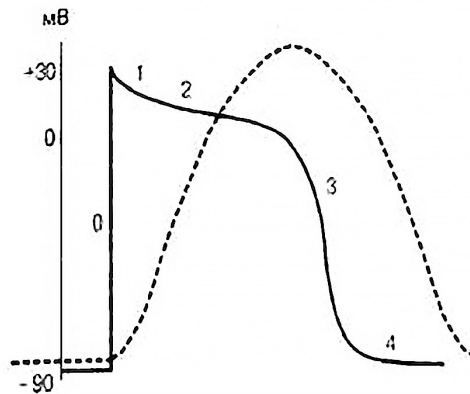
Поэтому раздражения, нанесенные на сердечную мышцу в период систолы, не вызывают дополнительных сокращений – абсолютная рефрактерность. Если же раздражение приходится на начало, середину и конец диастолы или на общую паузу, то вызывается дополнительное сокращение сердца – *экстрасистола*, за которой следует общая пауза, более продолжительная, чем обычная – *компенсаторная пауза*.

Компенсаторная пауза возникает в силу того, что выпадает одно очередное сокращение желудочка, так как импульс, приходящий от водителя ритма сердца, совпадает с рефрактерным периодом кардиомиоцитов желудочков, обусловленным экстрасистолой.

Таким образом, одна из особенностей сердечной мышцы состоит в более продолжительном абсолютном рефрактерном периоде,

чему скелетных мышц и нервной ткани. Биологический смысл рефрактерной фазы – обеспечение прерывистости в возникновении возбуждения, а длительность этой фазы делает невозможным слияние отдельных сокращений сердца в одно сплошное непрерывное сокращение. Сердце выполняет свою основную функцию «насоса» благодаря ритмическим сокращениям и расслаблениям.

А



Б

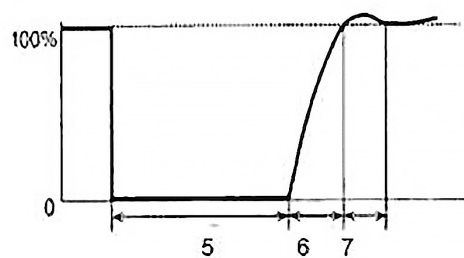


Рисунок 11 – Фазовые изменения возбудимости сердца (Барабанов С.В., 1998):

А – сплошная линия – потенциал действия кардиомиоцитов;
пунктир – сокращение кардиомиоцитов;
Б – возбудимость кардиомиоцитов;

0 – быстрая деполяризация, 1 – начальная быстрая реполяризация;
2 – медленная реполяризация; 3 – конечная быстрая реполяризация;
4 – покой; 5 – период абсолютной рефрактерности;
6 – период относительной рефрактерности; 7 – период экзальтации

Объект исследования: лягушка.

Оборудование: видео-практикум.

Ход работы:

1. Пронаблюдайте по видео-практикуму запись исходных сокращений сердца лягушки и при действии раздражающих факторов.

2. Отметьте величину тока, при которой на раздражение, нанесенное в момент диастолы, сердце отвечает сокращением (данная величина соответствует пороговой силе тока).

3. Пронаблюдайте за изменением кардиограммы при нанесении кратких раздражений в различные периоды деятельности сердца: в начале и середине систолы, в начале и середине диастолы, во время общей паузы.

4. Определите, в какие периоды сердечной деятельности появляется экстрасистола, как изменяется величина экстрасистолического сокращения сердечной мышцы и продолжительность компенсаторной паузы при нанесении раздражения в период расслабления и в период общей паузы сердца (рисунок 12).

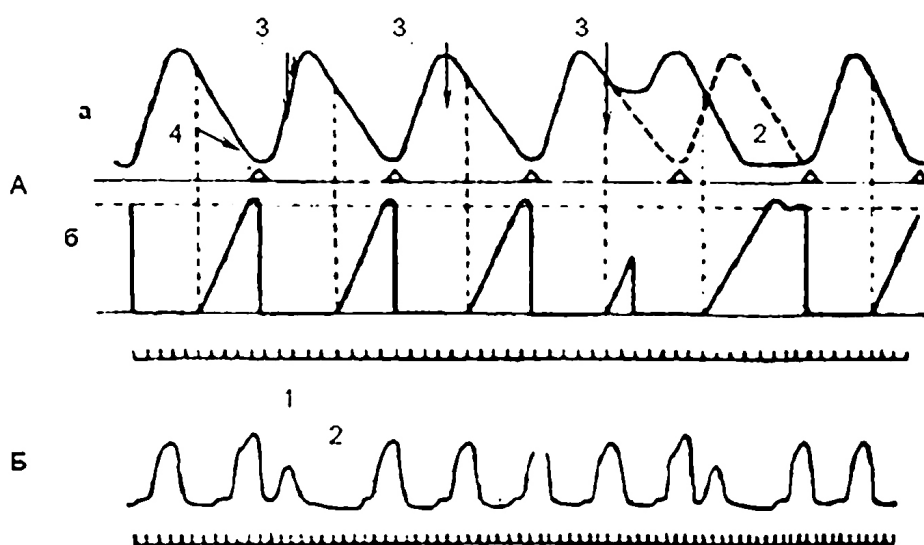


Рисунок 12 – Схема, поясняющая возникновение экстрасистолы и компенсаторной паузы (А) и запись сокращений сердца лягушки (Б) (Батуев А.С., 1998):

а – кривая сокращения сердца; б – кривая фазовых изменений возбудимости;
1 – экстрасистола, 2 – компенсаторная пауза, 3 – искусственные раздражения, наносимые в разные фазы деятельности сердца,
4 – импульсы, исходящие из синусного узла

Рекомендации к оформлению результатов работы: зарисуйте полученные в опыте кардиограммы, отметьте экстрасистолу и компенсаторную паузу.

Выводы и обсуждение результатов работы: сделайте заключение о возможности возникновения экстрасистолы при внеочередном экзогенном раздражении сердца. Объясните механизм формирования потенциала действия типичных кардиомиоцитов, его функциональные особенности, их значение. Отметьте возможность возникновения экстрасистолы в зависимости от фазы возбуждения миокарда.

Задание 3. Виртуальная исследовательская лабораторная работа: *Анализ проводящей системы сердца – опыт Г.Ф. Станниуса* (см. Практикум, с. 43–45).

Цель работы – познакомиться с доказательствами автоматии сердца и изучить автоматизм различных его элементов.

Введение. Сердечная мышца обладает способностью сокращаться без внешних воздействий под влиянием импульсов, возникающих в ней. Это свойство называется *автоматией*. Благодаря этому свойству сердце вне организма сохраняет способность сокращаться. Автоматия сердца обусловлена ритмическими возбуждениями, возникающими в атипической мышечной ткани сердца, называемой *проводящей системой сердца*.

Не все отделы сердца обладают одинаковой степенью автоматизма. У человека импульс возбуждения возникает в области синусного узла, который обладает наивысшей степенью автоматизма. Этот узел, дающий начало проводящей системе сердца, называется *водителем сердечного ритма*, так как от него зависит частота сердечных биений. Вторым по степени автоматизма является атриовентрикулярный узел, расположенный между предсердиями и желудочками. У млекопитающих от этого узла идет пучок Гиса, который, направляясь вниз, в межжелудочковой перегородке делится на ножки, заканчивающиеся в толще сердечной мышцы на специальных волокнах Пуркинье.

В *проводящей системе сердца лягушки* различают несколько отделов, обладающих разной степенью автоматизма: 1) узел Ремака, располо-

женный между венозным синусом и предсердиями, который обладает наибольшей степенью автоматии и является водителем ритма сердца; 2) узел Биддера, расположенный в межпредсердной перегородке на границе с желудочком, от которого идут в стенку желудочка волокна Пуркинье; 3) узлы Догеля, расположенные ниже предыдущего узла.

Автоматизм работы сердца можно изучать с помощью перевязок различных его отделов и наблюдения за их деятельностью. При этом блокируются импульсы возбуждения в элементах проводящей системы сердца, находящихся под перевязкой. Другой способ изучения автоматизма сердца состоит в локальном согревании и охлаждении элементов проводящей систем сердца.

Впервые ответы на вопросы, где генерируются в сердце сигналы к сокращению, все ли отделы сердца, и в какой степени способны к автоматической деятельности, дал опыт Г.Ф. Станниуса (H.F. Stannius, 1803–1883). Он заключается в последовательном наложении трех лигатур (перевязок), разобщающих между собой отделы сердца лягушки (рисунок 13).

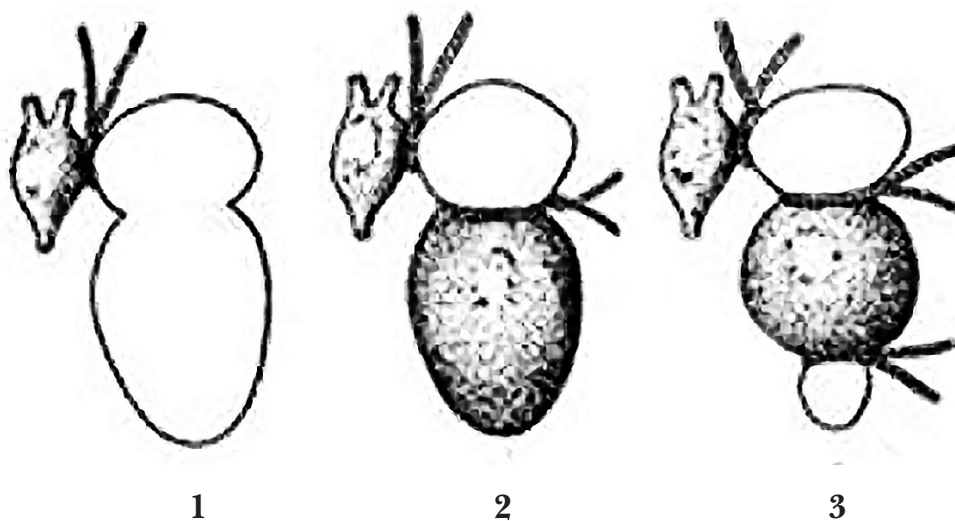


Рисунок 13 – Схема наложения лигатур Станниуса:

1 – первая лигатура; 2 – первая и вторая лигатуры;
3 – первая, вторая и третья лигатуры; отделы сердца, сокращающиеся после наложения лигатуры, затемнены

Объект исследования: лягушка.

Оборудование: видео-практикум.

Ход работы: по видео-практикуму пронаблюдайте опыты, проведенные Г.Ф. Станниусом.

Первый опыт Станниуса: 1. Убедитесь, что, на фоне постоянного ритма сердца, наложение первой лигатуры (перевязки) на границе синуса с предсердием вызывает остановку сердца в фазе диастолы, синус же продолжает сокращаться в прежнем ритме. Через некоторое время предсердия и желудочек могут вновь начать сокращаться, но в ином, более медленном ритме. Обратите внимание на одновременность сокращений предсердий и желудочков. 2. Подсчитайте число сокращений за 1 мин.

Второй опыт Станниуса: 1. Наблюдайте, что, на фоне первой лигатуры, наложение второй лигатуры (перевязки) между предсердиями и желудочком приводит к тому, что предсердия и желудочек начнут вновь сокращаться, причем сокращение желудочка не зависит от сокращений предсердий. Если перевязка сделана чуть ниже атриоventрикулярной перегородки, то возобновятся сокращения только предсердия, желудочек же будет бездействовать. 2. Подсчитайте число сокращений работающих отделов сердца.

Третий опыт Станниуса: 1. Наблюдайте как отделение верхушки сердца третьей лигатурой (перевязкой) сопровождается отсутствием сокращений верхушки сердца. 2. Убедитесь, что способность верхушки сердца сокращаться сохранена, что подтверждается возникновением одиночных сокращений при нанесении механического раздражения иглой на отделенную часть желудочка.

Рекомендации к оформлению результатов работы:

1. Нарисуйте схему наложения лигатур Г. Станниуса и вызываемых ими эффектов в автоматии сердца лягушки (рисунок 13,14).

2. Наблюдаемые явления зафиксируйте в таблице 24.

Таблица 24 – Изменение частоты сокращений отделов сердца после наложения лигатур

Лигатуры	Отделы сердца, изменение частоты сердечных сокращений		
	венозный синус	предсердия	желудочек
Первая			
Вторая			

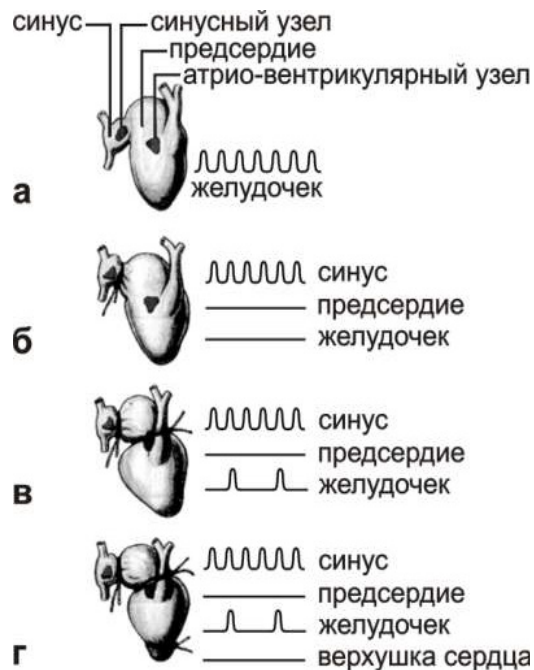


Рисунок 14 – Степень автоматии различных отделов сердца лягушки до и после наложения лигатур (по Станниусу):

а – отделы сердца лягушки; б – наложение первой лигатуры;
в – наложение второй лигатуры; г – наложение третьей лигатуры

Выводы и обсуждение результатов работы: отразите градиент автоматии сердца. Объясните механизмы спонтанной генерации потенциала действия в атипичном кардиомиоците. Покажите физиологическое значение очередности возбуждения отделов проводящей системы сердца.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ усвоения изучаемого материала



Контрольные вопросы

1. Как изменяется градиент автоматии в различных отделах проводящей системы сердца человека?
2. Какое влияние могут оказать на автоматию сердца изменение таких параметров, как концентрация ионов Ca^{2+} , K^{+} в межклеточном пространстве и температура?
3. Какова скорость распространения возбуждения в рабочей мускулатуре сердца и в различных отделах проводящей системы сердца?
4. Что такое блокада и фибрилляция сердца?
5. Каковы ионные механизмы возникновения потенциала действия в рабочих и атипичных кардиомиоцитах?
6. Как изменяется возбудимость сердечной мышцы в процессе возбуждения?
7. Каковы механизм формирования и значение компенсаторной паузы?

Задачи и задания

1. Скелетная мышца не подчиняется закону раздражения «всё или ничего», а сердечная мышца – подчиняется. Объясните эти различия. Не противоречит ли этому свойству сердечной мышцы такое явление, как «лестница Боудича»?
2. Объясните в чем заключается физиологический смысл того, что стенки миокарда левого желудочка значительно толще, чем правого.

3. Укажите возможные последствия синхронного изменения МП покоя в клетках синоатриального узла и клетках мускулатуры предсердий и желудочков сердца. Объясните ваши предположения.

Тема 2. ВНЕШНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЦА

Цель лабораторного занятия – изучить внешние проявления деятельности сердца и методы исследования сердечной деятельности.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по самоподготовке к занятию

*Необходимый исходный уровень знаний**

1. Понятие «сердечно-сосудистая система (система кровообращения)». Строение органов сердечно-сосудистой системы земноводных и млекопитающих (*из курса зоологии*).

2. Структурно-функциональная характеристика биологических мембран. Мембранные потенциалы покоя и действия. Строение мышечного волокна (миофибриллы, саркомер, сократительные белки). Механизм мышечного сокращения – теория «скользящих нитей» (*из курса цитологии*).

3. Особенности структурно-функциональной организации сердечной и гладкой мышечной тканей (*из курса гистологии*).

4. Строение сердца человека. Морфофункциональная характеристика кровеносных и лимфатических сосудов (*из курса анатомии человека*).

*Примечание: см. лекции по дисциплинам «Цитология», «Гистология с основами эмбриологии», «Анатомия человека», «Зоология позвоночных».

Рекомендуемая литература

1. Агаджанян, Н. А. Физиология человека / Н. А. Агаджанян, Л. З. Тель, В. И. Циркин, С. А. Чеснокова. – Москва : Медицинская книга, Нижний Новгород : Издательство НГМА, 2003. – 528 с. – ISBN 5-86093-061-5.
2. Бельченко, Л. А. Физиология человека. Организм как целое : учебно-методический комплекс / Л. А. Бельченко, В. А. Лавриненко. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2004. – 229 с. – ISBN 978-5-379-02017-0. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/5590> (дата обращения: 17.09.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.
3. Зильбернагаль, С. Наглядная физиология / С. Зильбернагаль, А. Деспопулос; пер. с англ. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 408 с. – ISBN 978-5-94774-385-2.
4. Зинчук, В. В. Нормальная физиология. Краткий курс : учебное пособие / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Ю. М. Емельянчик. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 432 с. – ISBN 978-985-06-2387-4. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/35504.html> (дата обращения: 12.09.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.
5. Камкин, А. Г. Атлас по физиологии. В 2 т. Т. 2 : учеб. пособие / А. Г. Камкин, И. С. Киселева. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 448 с. – ISBN 978-5-9704-2419-3.
6. Материалы к лекциям по курсу нормальной физиологии. В 2 ч. Ч. 2: Висцеральные системы и их регуляция / Н. А. Барбараш [и др.]. – Кемерово : Кемеровская государственная медицинская академия, 2008. – 156 с. – ISSN 2227-8397. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/6151> (дата обращения 17.08.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.
7. Нормальная физиология : учебник. В 2 ч. Ч. 2 / А. И. Кубарко [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 607 с. – ISBN 978-985-06-2038-5. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/35506.html> (дата обращения 10.08.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.
8. Нормальная физиология человека : учебник для высших учебных заведений / под ред. Академика РАМН Б. И. Ткаченко. – Москва : Медицина, 2005. – 928 с. – ISBN 5-225-04240-6.

9. Физиология. Основы и функциональные системы : Курс лекций / под ред. К. В. Судакова. – Москва : Медицина, 2000. – 784 с. – ISBN 5-225-04548-0.

10. Физиология человека : Атлас динамических схем / К. В. Судаков, В. В. Андрианов, Ю. Е. Вагин, И. И. Киселев. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-5880-8.

11. Фундаментальная и клиническая физиология / под ред. А. Г. Камкина и А. Каменского. – Москва : Академия, 2004. – 1073 с. – ISBN 5-7695-1675-5.

12. Шибкова Д. З. Самостоятельная работа по дисциплине «Физиология человека и животных» : учебное пособие / Д. З. Шибкова, Н. В. Ефимова. – Челябинск : Изд-во Юж.-Урал. гос. гуман.-пед. унта, 2016. – ISBN 978-5-906908-28-5. – URL: <http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1113> (дата обращения 11.09.2024).

ЗАДАНИЯ для самоподготовки к лабораторным занятиям



Задание 1. Подготовьте ответы на следующие вопросы по теме занятия (*см. материалы лекций; Учебник, с. 224–229; Пособие 2, с. 213–221, Приложение 5*):

1. Общая характеристика системы кровообращения: понятие кровообращения, основные компоненты системы кровообращения; роль и место системы кровообращения в поддержании жизнедеятельности организма.

2. Сердце как компонент системы кровообращения. Морфофункциональная характеристика сердца.

3. Сердечный цикл, его фазы. Работа клапанного аппарата в различные фазы сердечного цикла.

4. Общая характеристика основных физиологических свойств сердца: автоматия, возбудимость, проводимость, сократимость.

5. Возбудимость, проводимость и автоматия миокарда:

- строение и функции проводящей системы сердца; скорость проведения возбуждения в различных отделах проводящей системы сердца;

- биопотенциалы кардиомиоцитов и их ионные механизмы.

6. Сократимость и сокращение миокарда. Электромеханическое сопряжение. Основные закономерности сокращения сердечной мышцы:

- зависимость «сила стимула – сила сокращения» (закон «все или ничего»);

- зависимость «частота стимула – сила сокращения» (эффект «лестница Бюджича»);

- зависимость «длина кардиомиоцитов – сила сокращения» (закон Франка – Старлинга).

7. Методы исследования сердечного цикла: поликардиография, зондирование сердца, ультразвуковое исследование.

8. Систолический объем крови. Минутный объем крови. Методы определения минутного объема крови.

9. Звуковые проявления сердечной деятельности – тоны сердца. Методы исследования тонов сердца: аускультация, фонокардиография.

10. Электрокардиография как метод исследования процессов автоматии, возбуждения и его проведения в сердце: происхождение компонентов ЭКГ, анализ ЭКГ здорового человека.

11. Фотоплетизмография как метод исследования пульсовых колебаний.

Задание 2. Дайте определение терминам и понятиям по теме занятия (*см. материалы лекций; Пособие 2, с. 213–221; Учебник, с. 224–229*):

объемная скорость кровотока, линейная скорость кровотока, сосудодвигательный центр, системная гемодинамика, региональная гемодинамика, систолический объем крови (СОК), минутный объем крови (МОК), систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), пульсовое давление (ПД), тоны сердца, аускультация, фонокардиография, артериальный пульс, венный пульс, баллистокордиография, эхокардиография, электрокардиография, фотоплетизмография.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к самостоятельной работе на занятии



Литература

1. Бережной, Д. С. Учебная лаборатория по нейротехнологиям. Методическое пособие. Естественно-научное направление / Д. С. Бережной. – Москва: Битроникс, 2021. – 296 с. (*далее именуется «Пособие 1»*).

2. Нормальная физиология: учебник для студ. высш. мед. проф. образования / под ред. В. М. Смирнова. – Москва: Академия, 2012. – 480 с. (*далее именуется «Учебник»*).

3. Шибкова, Д.З. Практикум по физиологии человека и животных: учеб. пособие / Д.З. Шибкова. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2015. – 243 с. – <http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/737> (*далее именуется «Практикум»*).

4. Шибкова, Д.З. Самостоятельная работа по дисциплине «Физиология человека и животных»: учебное пособие / Д.З. Шибкова, Н.В. Ефимова. – Челябинск: Изд-во Юж.-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2016. – 243 с. – <http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1113> (*далее именуется «Пособие 2»*).

Оборудование:

- *Приборы:* тонометр, фонендоскоп, секундомер, электрокардиограф, электроды.
- *Экспериментальная установка ViTronicsLAB («Цифровая лаборатория в области нейротехнологий. Практикум по биологии»):* сенсор пульса, центральный модуль, модуль ЭКГ, одноразовые электроды, ПК с ОС Windows и установленной программой ViTronics Studio.
- *Реактивы:* спирт, 5–10 % раствор NaCl.
- *Другие материалы:* вата.

Задание 1. Лабораторная исследовательская работа: *Исследование артериального пульса* (см. Пособие 1, с. 49–50; Пособие 3, с. 158–163).

Цель работы – познакомиться с методами исследования нагнетательной функции сердца и количественно-качественными способами ее оценки.

Введение. Традиционно пульс исследуют на лучевой артерии, но более достоверные данные получают с сонной артерии. Оценивают частоту, ритм, наполнение и скорость пульсовой волны при пальпации. В норме **частота пульса** должна соответствовать 60–80 уд./мин. Могут отмечаться *брадикардия* (< 60 уд./мин) или *тахикардия* (>100 уд./мин), а также *нерегулярный пульс* при синусовой аритмии, фибрилляции предсердий или экстрасистолии. В таких случаях необходимо дополнительное электрокардиографическое обследование. **Ритм пульсовой волны** – это чередование пульсовых волн через определенные интервалы времени. Если интервалы времени будут одинаковыми, то пульс считается *ритмичным*. Не одинаковые интервалы времени между пульсовыми волнами свидетельствуют о *неритмичном* пульсе и нарушении сердечного ритма (аритмии). **Наполнение пульса** определяется наполненностью сосудов кровью, что в свою очередь зависит от систолического (ударного) объема крови. *Пульс слабого наполнения* означает сниженный сердечный выброс. *Пульс большого наполнения* бывает при лихорадке, повышенной секреции гормонов щитовидной железы, недостаточности аортальных

клапанов и др. *Парадоксальный пульс* – это большее, чем в норме, снижение наполнения пульса при вдохе, которое возникает, как правило, при заболеваниях перикарда. *Переменяющийся (альтернирующий) пульс*, то есть чередование больших и слабых пульсовых волн, имеет место при левожелудочковой недостаточности. Эти виды пульса лучше всего определяются с помощью специальных методов, например, по сфигмограмме. **Напряжение пульса** зависит от величины артериального давления (АД) и определяется той силой, которую нужно приложить к кровеносному сосуду до исчезновения пульса. При нормальном АД артериальный сосуд сдавливается умеренным усилием – наблюдается пульс *умеренного (удовлетворительного) напряжения*. При повышенном АД артерия сдавливается сильным надавливанием – фиксируется *напряженный пульс*. При сниженном АД артерия сдавливается легко – пульс называется «мягкий» (*не напряжённый*) или *малый нитевидный*.

Важно одновременно регистрировать пульс билатерально на симметричных артериях (например, на правой и левой руках), а также обращать особое внимание на пульсацию артерий ног: снижение или отсутствие пульса может свидетельствовать о заболевании периферических сосудов.

Объект исследования: человек.

Оборудование: секундомер.

Ход работы:

1. Исследуйте пульс на лучевой артерии путем её пальпации указательным, средним и безымянным пальцами между шиловидным отростком лучевой кости и сухожилием внутренней лучевой мышцы. В норме получают ощущение мягкой, ровной, упругой, пульсирующей трубки.

2. Определите некоторые свойства пульса: частоту, ритм, наполнение, напряжение. Частоту пульса определяют подсчетом пульсовых ударов за 30 с или 1 мин; ритмичность пульса оценивают по паузам между пульсовыми волнами; наполнение пульса определяют по степени уменьшения объема артерии при сдавливании и увеличения ее объема при прекращении давления; напряжение пульса

определяется силой, которую надо приложить, чтобы прекратить пульсацию.

Рекомендации к оформлению результатов работы: результаты наблюдений внесите в таблицу 25.

Таблица 25 – Свойства артериального пульса

Значения параметров пульса	Параметры пульса			
	частота, уд./мин	ритм	наполнение	напряжение
Нормальные	60–80	ритмичный	полное	умеренное
Наблюдаемые у испытуемого				

Выводы и обсуждение результатов работы: отразите соответствие полученных результатов нормальным характеристикам пульса, объясните зависимость параметров пульса от функционального состояния сердца и сосудистой системы (автоматия сердца, систолический объем, сосудистый тонус, объем циркулирующей крови).

Задание 2. Демонстрационная работа: *Способы подсчета частоты пульса* (см. *Пособие 1*, с. 158–162).

Цель работы – изучить механизм распространения пульсовых волн по сосудам и способ их регистрации методом фотоплетизмографии.

Задачи работы:

1. Измерить пульс методом пальпации в разных точках – на запястье и на шее (в области сонной артерии).
2. Рассчитать частоту сердечных сокращений за 1 минуту, основываясь на экспериментальных данных.
3. Измерить пульс с помощью модуля ФПГ.
4. Проанализировать сигнал ФПГ и рассчитать частоту сердечных сокращений.

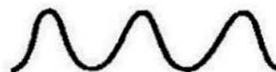
Введение. Основная функция сердечно-сосудистой системы – транспорт газов и растворимых веществ с кровью по организму. Сердце создает давление, необходимое для прохождения крови через систему сосудов от самых крупных артерий (диаметром несколько мм) до самых мелких капилляров (диаметром несколько мкм). Стенка капилляров состоит всего из одного слоя клеток, что обеспечивает возможность обмена веществ между кровью и тканевой жидкостью. Стенки артерий и вен состоят из трех слоев и обладают эластичностью – могут растягиваться и сжиматься в зависимости от кровенаполнения. Кроме того, в среднем слое стенки артерий хорошо выражен гладкомышечный слой клеток, за счет которого эти сосуды не просто эластично растягиваются, но и способны активно изменять ширину просвета в зависимости от состояния организма (активации симпатической и парасимпатической нервной системы). Активное расширение и сужение просвета артерий можно почувствовать только по снижению или увеличению давления. А вот пассивное растяжение стенки сосудов при сокращении сердца можно заметить невооруженным глазом. Чем ближе к сердцу, тем сильнее выражены перепады давления крови, им создаваемые, и *пульсация сосудов*. Под воздействием увеличения объема крови артерии расширяются, а потом, при прохождении порции крови за счет упругости стенки возвращаются к исходному диаметру.

Волна повышенного давления, вызванная выбросом крови из левого желудочка в аорту в период его сокращения, называется *пульсовой волной*. Пульсовую волну легко прощупать на крупных артериях в области виска, шеи, запястья, с внутренней стороны локтевой ямки. Определяемое при этом количество пульсовых ударов отражает частоту сокращений желудочков сердца (ЧСС). **Частота пульса** является важным показателем состояния организма (работы сердечно-сосудистой системы) и в норме у здорового человека составляет 60–80 ударов в минуту. По частоте пульса можно определить тахикардию (учащение ЧСС), брадикардию (урежение ЧСС) и даже изменение давления в сосудах (рисунок 15). По амплитуде пульсовой волны (силы, с которой ощущается пульс) можно судить о *кровенаполнении*, а по ритмическим характеристикам – о *ритмах работы сердца*. Нарушения насосной функции сердца и критическое снижение давления

определяют по очень слабому пульсу – «пустой пульс», или «нитевидный пульс».

Формы пульсовых волн бывают:

Нормальная



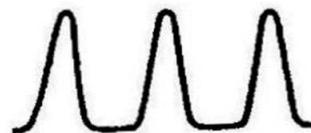
Слабая (низкого наполнения)



Напряженная (повышенного наполнения)



Скорая форма



Вялая форма



Альтернирующая (с правильным чередованием больших и малых волн)



Бигеминическая



Рисунок 15 – Формы пульсовых волн и их параметры
(Бережной Д.С., 2021)

Фотоплетизмография (ФПГ), или *оптическая пульсометрия*, является одним из способов подсчета пульса, или пульсометрии, и позволяет визуально оценить все параметры пульсовой волны. Этот метод подсчета пульса основан на изменении оптической плотности ткани вследствие изменения объема крови в сосудах. Если капиллярную сеть освещать с помощью светодиода, прижатого к коже, и регистрировать с помощью фотодетектора рассеянный свет, то таким образом можно измерять зависимость кровенаполнения капилляров от времени (рисунок 16).

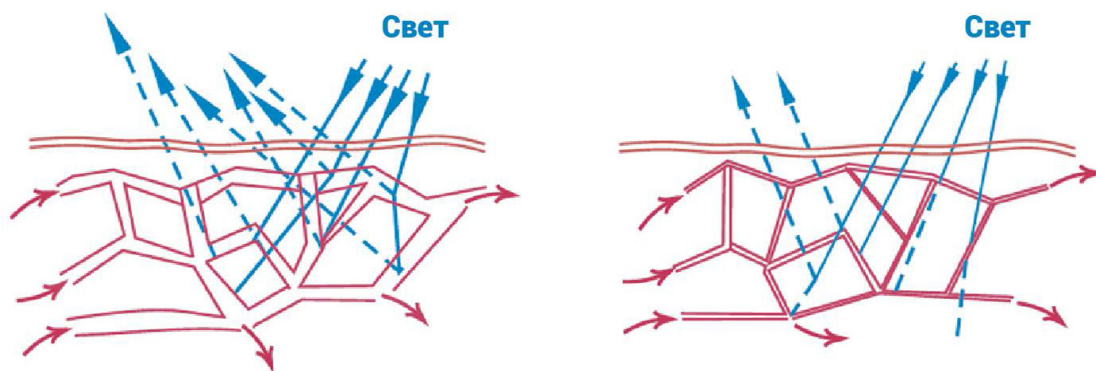


Рисунок 16 – Интенсивность рассеивания света в зависимости от кровенаполнения капилляров: слева капилляры расширены и количество эритроцитов велико, справа капилляры сужены (Бережной Д.С., 2021)

Эритроциты в крови благодаря гемоглобину поглощают свет и снижают количество отраженного света, регистрируемого детектором. Изменение количества крови в сосудах сказывается на уровне поглощения света, что и фиксируется детектором, а специальный алгоритм на основе полученных данных определяет частоту сердечного ритма, а в некоторых устройствах (пульсоксиметры) – и насыщение гемоглобина крови кислородом.

Объект исследования: человек (испытуемый).

Оборудование и материалы: «Цифровая лаборатория в области нейротехнологий. Практикум по биологии» (сенсор пульса, центральный модуль (Central), одноразовые электроды (3 шт.), кабель для подключения центрального модуля); ПК с ОС Windows и установленной программой ViTronics Studio; секундомер.

Ход работы:

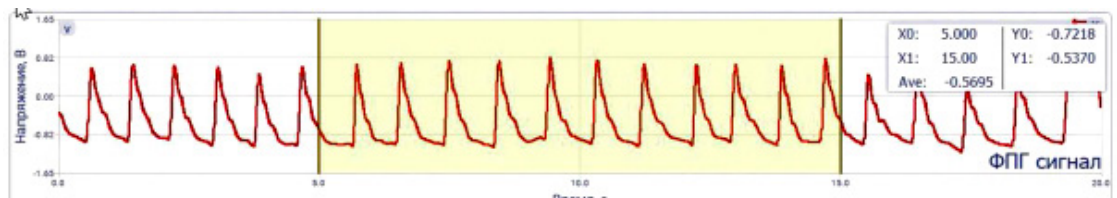
1. Потренируйтесь замерять пульс на запястье. Для этого положите левую руку расслабленно на стол ладонью вверх. Лучевая кость будет находиться на стороне большого пальца. Прижмите два пальца правой руки (или большой палец) к лучевой кости в области запястья чуть ниже основания большого пальца левой руки. Вы должны почувствовать пульсацию лучевой артерии. Замерьте количество пульсаций за 10 с и запишите полученное значение.

2. Потренируйтесь замерять каротидный пульс. Он исследуется на сонной артерии, расположенной в области верхней части шеи, сразу под нижней челюстью. Для этого нащупайте щитовидный хрящ под подбородком и отступите от него два пальца в любую сторону. Прижмите два пальца правой руки (или большой палец) к мышцам в этой области шеи (прямо под нижней челюстью). Вы должны почувствовать пульсацию сонной артерии. Замерьте количество пульсаций за 10 с и запишите полученное значение.

3. Запустите ПО ViTronics Studio. Осуществите проверку экспериментальной установки – сенсора пульса (см. *Пособие 1, с. 161–162*).

4. Запустите запись сигнала, нажав на кнопку «Подключить порт». Для удобства сохраните запись сигнала, нажав на кнопку «Начать запись данных», а потом при выполнении расчетов просмотрите записанный сигнал пульса, нажав кнопку «Запустить проигрыватель» (см. *Пособие 1, раздел 4.4 «Сохранение данных», с. 39–41*).

5. Убедитесь, что сигнал имеет нормальную форму и регулярную структуру без артефактов. Сравните полученный сигнал с рисунком 17.



**Рисунок 17 – Пример сигнала для сенсора пульса
(Бережной Д.С., 2021)**

6. Если фотоплетизмограмма искажена, имеет небольшую амплитуду или отсутствует, попробуйте изменить положение модуля на коже или измените давление модуля на кожу. Добейтесь устойчивых колебаний пульсовых волн, на которых можно четко выделить максимум. Автоматические алгоритмы определения пульса, работу которых вы можете увидеть на графике «Тахограмма», работают по принципу подсчета колебаний сигнала, превышающих определен-

ный порог. Необходимо ориентироваться при подсчете на количество «пиков» – максимумов сигнала.

7. Замерьте количество пульсаций за 10 с и запишите полученное значение.

8. Остановите запись сигнала, нажав кнопку «Отключить порт».

9. Для подсчета ЧСС за 1 минуту (60 с) нужно полученные в экспериментах значения умножить на 6.

Выводы и обсуждение результатов работы: сравните полученные с помощью разных способов значения пульса. Ответьте на вопросы по работе:

1. Что такое пульсовая волна и что она отражает?

2. Почему пульс прощупывается в области сонной и лучевой артерии? Где он ощущается сильнее?

3. Что отражают волны на фотоплетизмограмме?

4. Что вы можете сказать о работе своей сердечно-сосудистой системы по зарегистрированному сигналу ФПГ?

5. Какое значение ЧСС оказывается более точным – измеренное вручную или с помощью ФПГ?

Задание 3. Лабораторная исследовательская работа: *Измерение артериального давления методом Короткова. Определение систолического и минутного объемов крови расчетным методом (см. Практикум, с. 85–87).*

Цель работы – познакомиться с методами исследования насосной функции сердца и количественными способами ее оценки.

Введение. При каждом сокращении сердца в артерии выбрасывается определенное количество крови, которое называют *систолическим или ударным объемом крови (СОК или УОК)*.

Сердце, выбрасывая кровь в аорту и легочную артерию во время систолы, создает в них давление, необходимое для продвижения крови по всему сосудистому руслу. Свободному передвижению крови по сосудам препятствует ряд факторов: сопротивление периферических сосудов, трение частиц крови о стенки сосудов.

Величина кровяного давления зависит главным образом от систолического объема крови и диаметра сосудов. В свою очередь систолический объем крови зависит от силы сокращений сердца: чем сильнее сокращение, тем больше объем выбрасываемой крови. Поэтому давление в артериях будет тем выше, чем сильнее сокращение сердца.

Кровяное давление неодинаково в разных участках сосудистого русла. Самая большая величина кровяного давления в аорте, несколько меньше – в крупных артериях. Кровяное давление по мере удаления сосудов от сердца постепенно снижается: его величина тем меньше, чем дальше сосуд от артериального отдела сердца и чем ближе он к венозному. В полых венах оно иногда становится даже ниже атмосферного.

Давление в артериях неодинаково в различных фазах сердечного цикла. Оно наибольшее во время систолы и называется *систолическим* или *максимальным* давлением. В состоянии покоя у взрослого человека систолическое давление в плечевой артерии в среднем составляет 120 мм рт. ст. Во время диастолы давление крови наименьшее, оно называется *диастолическим* или *минимальным* давлением. В среднем в плечевой артерии оно составляет 70 мм рт. ст.

Разница между систолическим и диастолическим давлением получила название *пульсового* давления. Оно является важным показателем функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

У человека можно определить величину систолического и диастолического давления методом Короткова при помощи ртутного или пружинного манометра. Зная величину систолического (СД), диастолического (ДД) и пульсового (ПД) давления крови, ЧСС, можно по формуле рассчитать величину систолического (в мл) и минутного (в л) объемов крови у человека.

Широкое применение получила формула Старра (1):

$$CO = [(101 + 0,5 \times ПД) - (0,6 \times ДД)] - 0,6 \times А, \quad (1)$$

где CO – систолический объем; ПД – пульсовое давление; ДД – диастолическое давление; А – возраст испытуемого.

Установлено, что расчетные величины CO, полученные с помощью этой формулы, хорошо совпадают с данными, полученными классическими методами.

Минутный объем крови рассчитывается по формуле (2):

$$МОК = CO \times ЧСС, \quad (2)$$

где МОК – минутный объем крови; CO – систолический объем; ЧСС – частота сердечных сокращений.

Объект исследования: человек.

Оборудование: тонометр, фонендоскоп, секундомер.

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с устройством прибора – тонометра, применяемого для измерения кровяного давления.

2. Обнажите левую руку испытуемого. Оберните манжету тонометра плотно вокруг середины плеча испытуемого так, чтобы ее нижний край находился на 2,5–3 см выше локтевого сгиба. Тонометр не должен находиться в поле зрения испытуемого. Положение стрелки пружинного манометра должен соответствовать нулю.

3. В области локтевого сгиба на лучевой артерии установите фонендоскоп. Нагнетайте воздух в манжету до тех пор, пока манометр покажет 160–180 мм рт. ст. (до полного исчезновения пульса).

4. Медленно выпустите воздух из манжеты. Снижая давление в манжете, внимательно прослушивайте фонендоскопом пульс и при появлении первого звука зафиксируйте показания манометра. Это будет величина максимального (систолического) давления, т.е. в этот момент только во время систолы кровь проталкивается через сдавленный участок сосуда.

5. Продолжайте прослушивать пульсовые толчки. Они постепенно затухают.

6. В момент полного исчезновения звука снова зафиксируйте показания манометра. Эта величина соответствует минимальному (диастолическому) давлению. В это время давление в манжете равно диастолическому, и кровь бесшумно начинает протекать под манжетой не только во время систолы, но и во время диастолы.

7. Определите систолический и минутный объемы крови расчетными методами по формуле Старра.

Рекомендации к оформлению результатов работы: полученные данные занесите в таблицу 26.

Таблица 26 – Показатели насосной функции сердца

№ п/п	Показатели	Норма	Испытуемый
1	Частота сердечных сокращений (ЧСС), уд./мин	60–80	
2	Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	90–130	
3	Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	60–85	
4	Пульсовое давление, мм рт. ст.	30–40	
5	Систолический объем крови (СОК, УОК), мл	70–80	
6	Минутный объем крови (МОК), мл	4,2–5,3	

Выводы и обсуждение результатов работы: сравните полученные результаты с нормальными величинами. Объясните происхождение систолического и диастолического артериального давления.

Задание 4. Демонстрационная работа: *Сокращения сердца и их отражение в ЭКГ* (см. Учебник, с. 224–229; Пособие 1, С. 101-111; Пособие 2, с. 90–95).

Цель работы – изучить электрическую активность сердечной мышцы (миокарда) и способ ее регистрации методом электрокардиографии (ЭКГ).

Задачи работы:

1. Провести расшифровку ЭКГ (раздаточный материал), определив ЧСС по данным интервала R–R, величину основных зубцов и длительность интервалов ЭКГ, рассчитав должную систолу и систолический показатель.

2. Зарегистрировать в покое сигнал ЭКГ в I, II и III отведениях.

2. Выделить в записях ЭКГ зубцы и интервалы, соответствующие различным фазам сердечной деятельности.

3. Найти на записях ЭКГ отличительные особенности зубцов и интервалов ЭКГ в разных отведениях.

Введение. Основной функцией сердца является обеспечение циркуляции крови, так называемая «насосная» функция – ритмичное нагнетание крови в магистральные сосуды и ее последующее продвижение по сосудистому руслу. Один цикл сердечной деятельности состоит из систолы (сокращения) предсердий, которое длится около 0,1 с, систолы (сокращения) желудочков, которое продолжается 0,3 с, и общей диастолы (расслабления) – около 0,4 с. Сердечная мышца не перестает работать ни на секунду, а отдельные части сердца «отдыхают» лишь доли секунды за каждый цикл: предсердия – 0,7 с, а желудочки – 0,5 с.

За правильное повторение фаз сердечной деятельности отвечают специальные водители ритмов в сердце – атриовентрикулярный и синоатриальный узлы. Сердечно-сосудистые заболевания, включающие нарушения сердечного ритма (рисунок 18) и инфаркт миокарда, являются одной из ведущих причин смертности в мире, поэтому диагностика работы сердца – одна из важнейших задач современной

медицины. Одним из основных методов диагностики работы сердца является *электрокардиография* (*cardio* – сердце, *graphia* – запись, сокращенно ЭКГ). Этот метод был предложен еще в начале XX века немецким исследователем Вильямом Эйнтховеном, который показал, что при расположении влажных электродов на коже конечностей испытуемого можно зарегистрировать характерной формы изменения потенциала, отражающие работу сердца. Два электрода, расположенные на коже, которые регистрируют разность потенциалов, создаваемую электрическим полем сердца, называются одним *отведением ЭКГ*. Воображаемая прямая, соединяющая эти два электрода, называется осью данного отведения. Эйнтховен предложил три таких отведения, которые и названы его именем. В зависимости от отведения сигнал может отличаться и разные зубцы ЭКГ выражены по-разному.

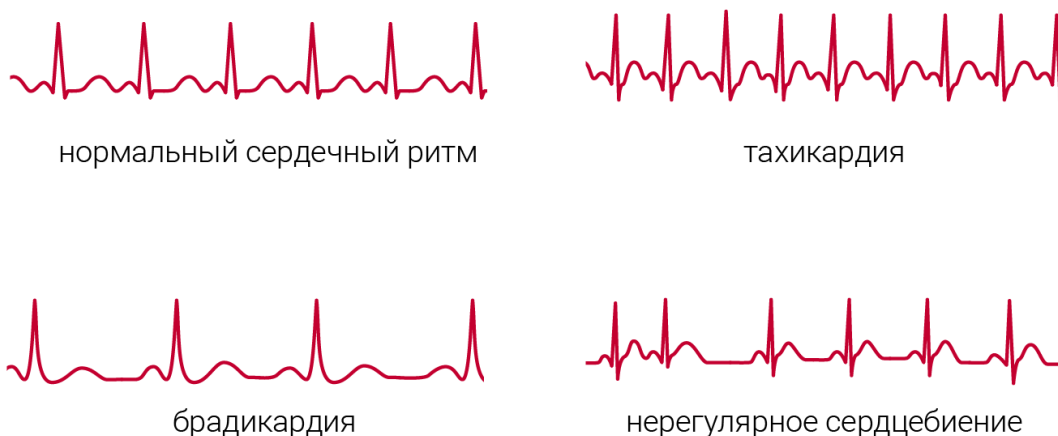


Рисунок 18 – Виды сердечного ритма (Бережной Д.С., 2021)

В одном *цикле ЭКГ* выделяют пять характерных пиков, или *зубцов* (P, Q, R, S и T) и пять *интервалов* (P–Q, QRS, S–T, Q–T и R–R), которые соответствуют разным фазам сердечной деятельности (рисунок 19, 20).

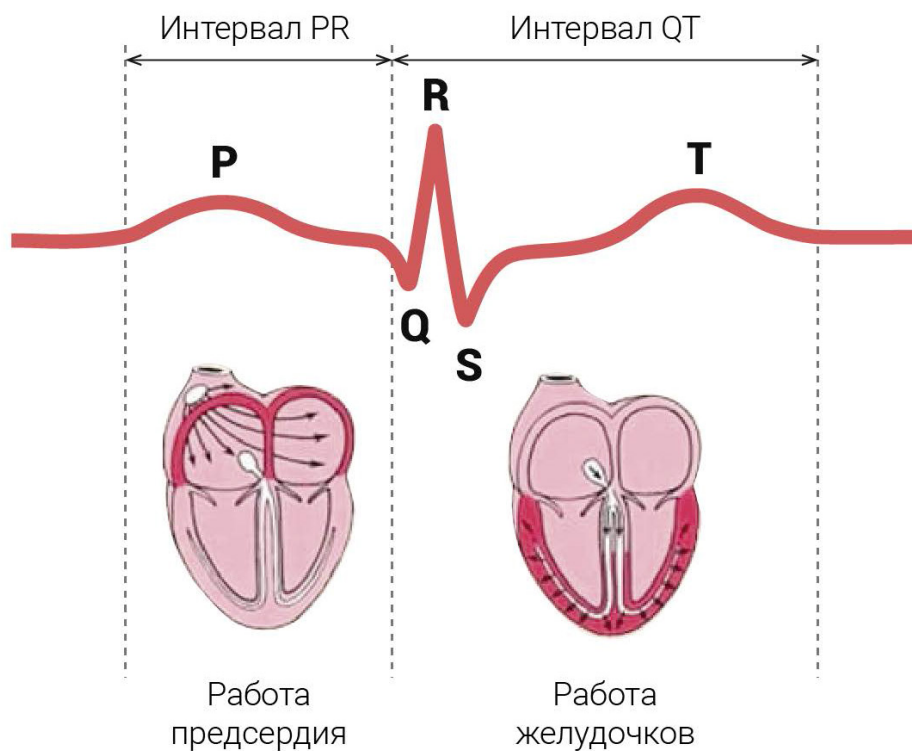


Рисунок 19 – Цикл сердечной деятельности
(Бережной Д.С., 2021)

Первым появляется **зубец P**, который соответствует распространению возбуждения по предсердиям (сначала правому, а затем левому) и началу их сокращения. Амплитуда зубца P колеблется от 0,5 до 2,5 мм. Затем возбуждение распространяется к атриовентрикулярному узлу (АВ-узлу), расположенному на границе предсердий и желудочков. В АВ-узле происходит задержка проведения возбуждения, благодаря чему желудочки сокращаются только после того, как закончилось сокращение предсердий. Во время атриовентрикулярной задержки на электрокардиограмме появляется **сегмент PQ**, расположенный на изолинии. Длительность интервала PQ обратно пропорционально зависит от ЧСС – чем она больше, тем короче интервал.

Затем возбуждение от АВ-узла распространяется по пучку Гиса и его ножкам, и по волокнам Пуркинье переходит на сократительные кардиомиоциты. Возбуждение по проводящей системе желудочков

вначале распространяется на межжелудочковую перегородку, затем на верхушку сердца и в последнюю очередь – на основание желудочков.

Процесс возбуждения и сокращения желудочков на электрокардиограмме отражает **комплекс QRS**, который состоит из двух небольших **отрицательных зубцов (Q и S)** и большого **положительного зубца R** между ними и длится в среднем от 0,04 до 0,09 с. Высокоамплитудный положительный зубец R отражает мощное сокращение кардиомиоцитов желудочков, его амплитуда составляет от 3 до 10 мм.

Далее появляется **зубец T**, который отражает результат процесса восстановления клеток сердца после прохождения по нему электрического импульса, его амплитуда колеблется от 2,5 до 7 мм. К концу зубца T желудочки опустошаются, и начинается диастола сердца. Таким образом, систоле соответствует **интервал PR** (от начала зубца P до конца зубца T), а диастоле – **сегмент TP** (от конца зубца T до начала следующего зубца P).

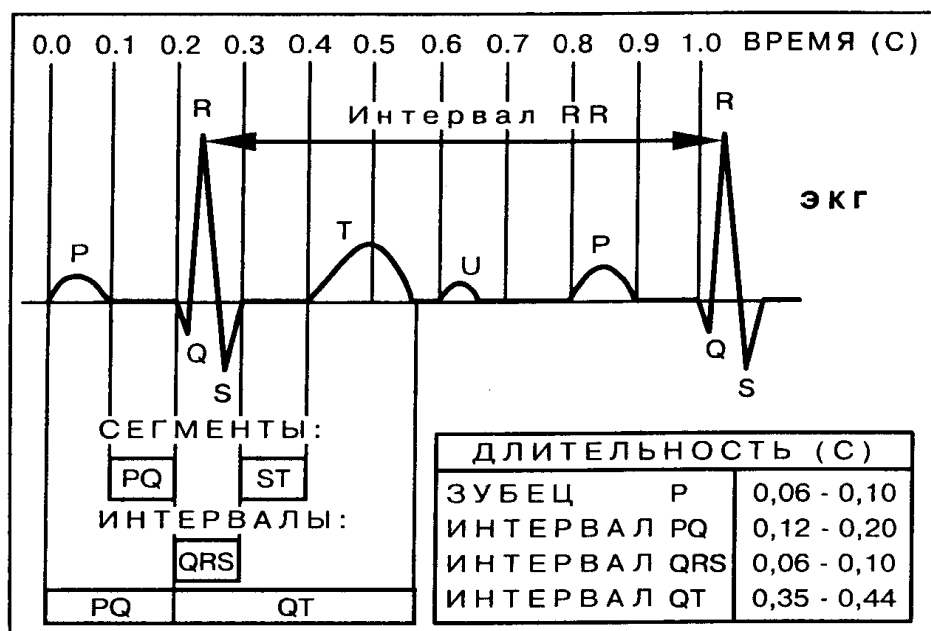


Рисунок 20 – Основные элементы нормальной ЭКГ и их длительность (с) при частоте сокращений сердца 75 уд./мин (Баранов С.В., 1998); цифры сверху – отметка времени

Различные изменения зубцов и интервалов ЭКГ могут отражать нарушения в электропроводимости и сократимости сердца. Например, изменения зубца Т и фрагмента ST – это характерный признак, который позволяет сделать вывод об инфаркте миокарда у пациента. Исследование формы ЭКГ и поиск в ней диагностически важных признаков называется контурным анализом.

Объект исследования: человек (испытуемый).

Оборудование и материалы: «Цифровая лаборатория в области нейротехнологий. Практикум по биологии» [сенсор ЭКГ (ECG), центральный модуль (Central), одноразовые электроды (3 шт.)], кабель для подключения центрального модуля к ПК, ПК с ОС Windows и установленной программой BiTronics Studio.

Ход работы:

1. Проведите расшифровку ЭКГ во II стандартном отведении (раздаточный материал), определив ЧСС по данным интервала R–R, величину основных зубцов и длительность интервалов ЭКГ, рассчитав должную систолу и систолический показатель. Полученные данные внесите в таблицу 27.

- Определение ЧСС по данным интервала R–R. При установке скорости лентопротяжного механизма электрокардиографа в 25 мм/с каждому мм электрокардиограммы соответствует 0,04 с, при скорости 50 мм/с – 0,02 с. Например, расстояние между зубцами R на ЭКГ равно 40 мм. Если скорость движения ленты составляет 50 м/с, то время прохождения 1 мм будет равно 0,02 с. Следовательно, время между двумя зубцами R–R (длительность сердечного цикла) составит: $40 \times 0,02 = 0,8$ с. Тогда искомая ЧСС будет составлять: $60 \text{ с} / 0,8 \text{ с} = 75 \text{ уд./мин}$.
- Должная электрическая систола ($Q_{\text{Тдолжн.}}$) рассчитывается по формуле Базетта (3):

$$Q - T_{\text{должн.}} = K \sqrt{R - R}, \quad (3)$$

где K – константа, равная для мужчин 0,37, для женщин – 0,39. При нормальном состоянии сердца расхождения между фактической и

должной электрической систолой составляет не более $\pm 15\%$, что говорит о нормальном распространении волны возбуждения по миокарду.

- Распространение возбуждения по сердечной мышце характеризует и такой показатель, как систолический показатель (СП), представляющий отношение длительности электрической систолы желудочков к продолжительности всего сердечного цикла в процентах (4):

(4)

$$\text{СП} = (\text{Q-T}) / (\text{R-R}) \times 100 \%,$$

отклонение СП от нормы, которая определяется по той же формуле с использованием Q-T_{должн.}, не должно превышать $\pm 5 \%$.

Таблица 27 – Основные показатели состояния сердечной деятельности испытуемого по данным ЭКГ (II стандартное отведение)

№ п/п	Зубцы и интервалы ЭКГ	Качественная характеристика (соответствие фазам сердечного цикла)	Количественные характеристики: амплитуда (мм) / длительность (с)	
			нормативные значения	данные ЭКГ
1	Зубец P		0,5 – 2,5 мм	
2	Интервал P-Q		0,12 – 0,20 с	
3	Интервал QRS		0,06 – 0,09 с	
4	Зубец Q		2 мм	
5	Зубец R		3 – 16 мм	
6	Зубец S			
7	Интервал ST		0,0 – 0,15 с	
8	Зубец T		2,5 – 7 мм	
9	Интервал QT			
10	QT _{должн.}			
11	Интервал R-R			
12	Систолический показатель (СП)			
13	СП _{должн.}			

1. Запустите ПО BiTronics Studio. Осуществите сборку экспериментальной установки. Подключите сенсор ЭКГ к порту А центрального модуля, согласно одной из схем, приведенных на рисунках 21–23, а центральный модуль к компьютеру (см. Пособие 1, раздел 3.2 «Сенсор ЭКГ», с. 18–21).

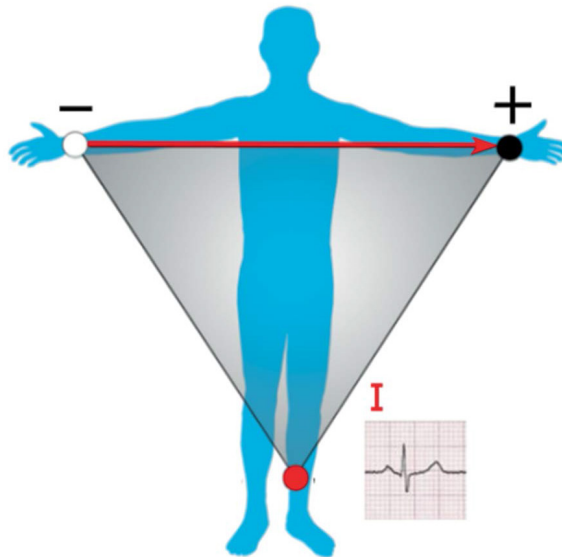


Рисунок 21 – Крепление электродов для получения ЭКГ в I отведении (Бережной Д.С., 2021)

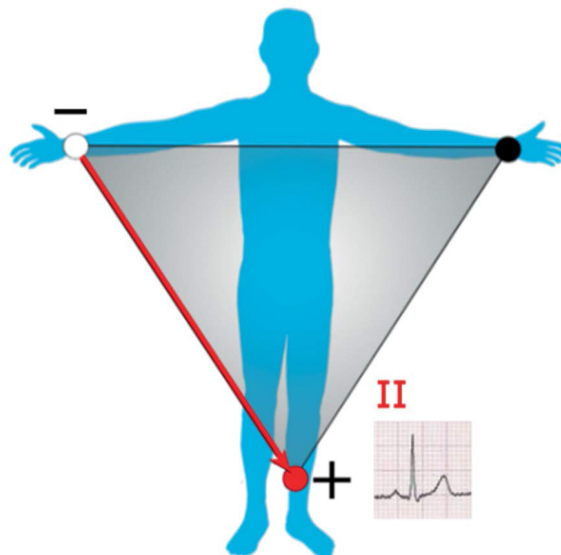


Рисунок 22 – Крепление электродов для получения ЭКГ в II отведении (Бережной Д.С., 2021)

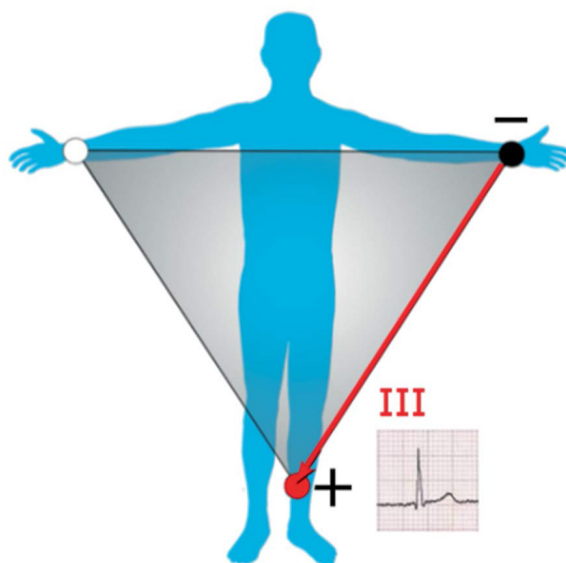


Рисунок 23 – Крепление электродов для получения ЭКГ в III отведении (Бережной Д.С., 2021)

2. Для регистрации ЭКГ в I отведении (рисунок 13) закрепите электроды на теле испытуемого: первый сигнальный электрод на запястье левой руки, а второй сигнальный электрод крепится на запястье правой руки. Опорный электрод закрепляется на лодыжке левой ноги (рисунок 24).

3. Положите руки перед собой на стол. Спокойно посидите 1 мин и постарайтесь расслабиться.

4. Нажмите на кнопку «Подключить порт». Для удобства сохраните запись сигнала, нажав кнопку «Начать запись данных», а потом при выполнении расчетов просмотрите записанный сигнал ЭКГ, нажав кнопку «Запустить проигрыватель» (см. *Пособие 1, раздел 4.4 «Сохранение данных», с. 39–41*).

5. Наблюдайте за сигналом ЭКГ и сравните его с рисунками 11 и 12. Найдите в одном цикле записи все зубцы (P, Q, R, S, T), изображенные на картинке. Для того чтобы это было проще сделать, сигнал можно «растягивать» по осям X и Y, наведя на эти оси мышку и прокрутив колесико вверх (см. *Пособие 1, раздел 4.1 «Работа с масштабом», с. 33–34*).



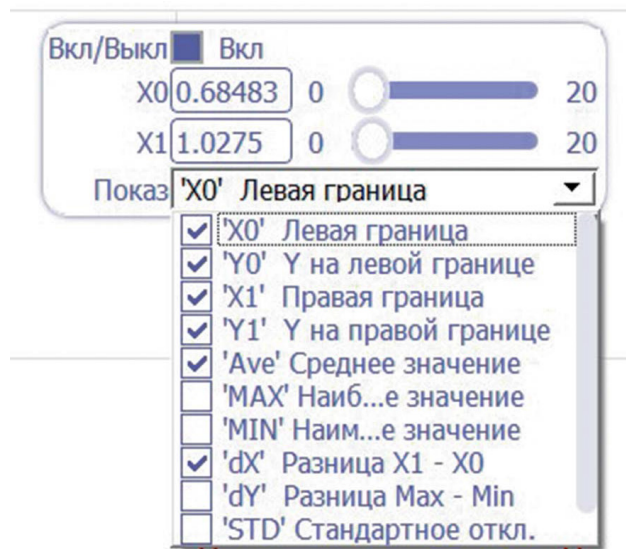
Рисунок 24 – Подключение сенсора для измерения ЭКГ в I отведении (Бережной Д.С., 2021)

6. С помощью вертикальных маркеров (см. *Пособие 1, раздел 4.2 «Настройки графиков», с. 35–38*) выделите отрезки графика, соответствующие каждой из фаз сердечной деятельности – систоле предсердий (Р-зубец), систоле желудочков (QRST-комплекс) и общей диастоле (расстояние от Т до Р) – и измерьте их длительность (рисунок 25).



*Рисунок 25 – Выделение фазы ЭКГ (систола предсердий, P-зубец)
(Бережной Д.С., 2021)*

Длительности интервалов могут незначительно отличаться от описанных во введении, но соотношение их длительности должно быть близко к описанному. Заполните таблицу 28. Для удобства включите показ значения dX в настройках маркера, это и есть искомая длительность выделенной фазы (рисунок 26).



*Рисунок 26 – Показ значения dX в настройках маркера
(Бережной Д.С., 2021)*

Таблица 28 – Длительность фаз работы сердца

№ п/п	Фазы сердечной деятельности	I отведение	II отведение	III отведение
1	Длительность систолы предсердий (P), с			
2	Длительность систолы желудочков (QRST), с			
3	Длительность общей диастолы (T-P), с			

Выводы и обсуждение результатов работы: 1) проанализируйте результаты расшифровки ЭКГ (раздаточный материал), сделайте вывод о соответствии полученных данных нормативным значениям; 2) сопоставьте полученные сигналы ЭКГ в трех стандартных отведениях по Эйнтховену и укажите их отличительные особенности; 3) ответьте на контрольные вопросы:

1. Какие фазы сердечного ритма вы можете выделить при контурном анализе ЭКГ?

2. Какая фазы сердечного цикла оказалась самой длительной, а какая самой короткой?

3. Что отображает комплекс QRS на ЭКГ и почему он больше и длиннее пика P?

4. Почему один и тот же пик (зубец) в разных отведениях ЭКГ имеет разную величину?

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ усвоения изучаемого материала



Контрольные вопросы

1. О каких свойствах сердечной мышцы можно судить по ЭКГ и по каким показателям?

2. Каков механизм генеза отдельных зубцов и интервалов ЭКГ?
3. Что отображает комплекс QRS на ЭКГ и почему он больше и длиннее пика Р?
4. Почему один и тот же пик (зубец) в разных отведениях ЭКГ имеет разную величину?
5. Как изменяется скорость пульсовой волны при старении организма?
6. Как изменяется систолический показатель сердца при физической работе?

Задачи и задания

1. Дайте определение артериального пульса, опишите механизм образования пульсовой волны.
2. Укажите значения показателя ЧСС в норме и в зависимости от воздействия факторов внешней среды.
3. Дайте определение понятиям «систолический объем крови» и «минутный объем крови», укажите значения этих показателей, зависимость от факторов внешней и внутренней среды.
4. Зарисуйте схему функциональной системы, поддерживающей оптимальный для метаболизма объем циркулирующей крови.
5. Зарисуйте схему ЭКГ человека во II стандартном отведении (в норме и при тахикардии), обозначьте основные зубцы и интервалы.
6. На электрокардиограмме обследуемого кардиологом было обнаружено раздвоение зубца R. *О чем это может свидетельствовать?*
7. У пациента при ЭКГ-обследовании обнаружено замедление атриовентрикулярной проводимости. *На основании изменения какого параметра ЭКГ было установлено это отклонение?*
8. В организме испытуемого кровь совершает кругооборот за 30 сек. ЧСС составляет 100 уд./мин; МОК – 7 литров. *Вычислите систолический объем крови и приблизительное количество циркулирующей крови.*

9. Среднее расстояние между зубцами R–R в соседних комплексах ЭКГ равно 0,75 секунды. *Рассчитайте, чему равна ЧСС испытуемого, соответствует ли она нормативным значениям?*

Тема 3. РЕГУЛЯЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА И СОСУДОВ

Цель лабораторного занятия – изучить основные механизмы регуляции деятельности сердца и сосудов (системной гемодинамики).

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по самоподготовке к занятию

*Необходимый исходный уровень знаний**

1. Понятие «сердечно-сосудистая система (система кровообращения)». Строение органов сердечно-сосудистой системы земноводных и млекопитающих (*из курса зоологии*).

2. Структурно-функциональная характеристика биологических мембран. Мембранные потенциалы покоя и действия. Строение мышечного волокна (миофибриллы, саркомер, сократительные белки). Механизм мышечного сокращения – теория «скользящих нитей» (*из курса цитологии*).

3. Особенности структурно-функциональной организации сердечной и гладкой мышечной тканей (*из курса гистологии*).

4. Строение сердца человека. Морфофункциональная характеристика кровеносных и лимфатических сосудов (*из курса анатомии человека*).

*Примечание: см. лекции по дисциплинам «Цитология», «Гистология с основами эмбриологии», «Анатомия человека», «Зоология позвоночных».

Рекомендуемая литература

1. Агаджанян, Н. А. Физиология человека / Н. А. Агаджанян, Л. З. Тель, В. И. Циркин, С. А. Чеснокова. – Москва : Медицинская книга, Нижний Новгород : Издательство НГМА, 2003. – 528 с. – ISBN 5-86093-061-5.

2. Бельченко, Л. А. Физиология человека. Организм как целое : учебно-методический комплекс / Л. А. Бельченко, В. А. Лавриненко. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2004. – 229 с. – ISBN 978-5-379-02017-0. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/5590> (дата обращения: 17.09.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

3. Зильбернагаль, С. Наглядная физиология / С. Зильбернагаль, А. Деспопулос; пер. с англ. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 408 с. – ISBN 978-5-94774-385-2.

4. Зинчук, В. В. Нормальная физиология. Краткий курс : учебное пособие / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Ю. М. Емельянчик. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 432 с. – ISBN 978-985-06-2387-4. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/35504.html> (дата обращения 12.09.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

5. Камкин, А. Г. Атлас по физиологии. В 2 т. Т. 2 : учеб. пособие / А. Г. Камкин, И. С. Киселева. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 448 с. – ISBN 978-5-9704-2419-3.

6. Материалы к лекциям по курсу нормальной физиологии. В 2 ч. Ч. 2: Висцеральные системы и их регуляция / Н. А. Барбараш [и др.]. – Кемерово : Кемеровская государственная медицинская академия, 2008. – 156 с. – ISSN 2227-8397. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/6151> (дата обращения 17.08.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

7. Нормальная физиология : учебник. В 2 ч. Ч. 2 / А. И. Кубарко [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 607 с. – ISBN 978-985-06-2038-5. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/35506.html> (дата обращения 10.08.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

8. Нормальная физиология человека : учебник для высших учебных заведений / Под ред. Академика РАМН Б. И. Ткаченко. – Москва : Медицина, 2005. – 928 с. – ISBN 5-225-04240-6.

9. Физиология. Основы и функциональные системы : Курс лекций / под ред. К. В. Судакова. – Москва : Медицина, 2000. – 784 с. – ISBN 5-225-04548-0.

10. Физиология человека : Атлас динамических схем / К. В. Судаков, В. В. Андрианов, Ю. Е. Вагин, И. И. Киселев. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-5880-8.

11. Фундаментальная и клиническая физиология / под ред. А. Г. Камкина и А. Каменского. – Москва : Академия, 2004. – 1073 с. – ISBN 5-7695-1675-5.

12. Шибкова Д. З. Самостоятельная работа по дисциплине «Физиология человека и животных» : учебное пособие / Д. З. Шибкова, Н. В. Ефимова. – Челябинск : Изд-во Юж.-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2016. – ISBN 978-5-906908-28-5. – URL: <http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1113> (дата обращения 11.09.2024).

ЗАДАНИЯ для самоподготовки к лабораторным занятиям



Задание 1. Подготовьте ответы на следующие вопросы по теме занятия (см. материалы лекций; Пособие 2, с. 104–111; Учебник, с. 230–252, Приложение 6):

1. Общая характеристика регуляции деятельности сердца. Виды регуляторных влияний на сердце: хронотропные, инотропные, батмотропные, дромотропные.

2. Саморегуляция сердечной деятельности:

- гетерометрическая регуляция;
- гомеометрическая регуляция;
- эффект «лестницы Бодича»;
- интракардиальные рефлексy.

3. Нервная регуляция деятельности сердца:

- влияние парасимпатических (блуждающих) нервов на деятельность сердца;
- влияние симпатических нервов на деятельность сердца;
- рефлекторная регуляция деятельности сердца (экстракардиальные, истинные рефлексы); характеристика рефлекторных дуг.

4. Гуморальная регуляция деятельности сердца:

- влияние гормонов (катехоламинов, тироксина, глюкокортикоидов, глюкагона);
- влияние электролитов.

5. Сосудистый тонус и его регуляция.

6. Регуляция системной гемодинамики:

- регуляция минутного объема крови;
- регуляция периферического сопротивления сосудов;
- регуляция объема циркулирующей крови;
- регуляция системного артериального давления.

7. Регуляция региональной гемодинамики.

Задание 2. Дайте определение терминам и понятиям по теме занятия (см. *Пособие 2*, с. 213-221; *Учебник*, с. 230–252): регуляция, нервная регуляция, гуморальная регуляция, саморегуляция, рефлекс, хронотропный эффект, инотропный эффект, батмотропный эффект, дромотропный эффект, гетерометрическая регуляция, гомеометрическая регуляция, сердечно-сосудистый центр, гипертония, гипотония, объемная скорость кровотока, линейная скорость кровотока, сосудодвигательный центр, системная гемодинамика, региональная гемодинамика.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к самостоятельной работе на занятии



Литература

1. Бережной, Д.С. Учебная лаборатория по нейротехнологиям. Методическое пособие. Естественно-научное направление / Д.С. Бережной. – Москва: Битроникс, 2021. – 296 с. (далее именуется «Пособие 1»).

2. Нормальная физиология: учебник для студ. высш. мед. проф. образования / под ред. В.М. Смирнова. – Москва: Академия, 2012. – 480 с. (далее именуется «Учебник»).

3. Шибкова, Д.З. Практикум по физиологии человека и животных: учеб. пособие / Д.З. Шибкова. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2015. – 243 с. – <http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/737> (далее именуется «Практикум»).

4. Шибкова, Д.З. Самостоятельная работа по дисциплине «Физиология человека и животных»: учебное пособие / Д.З. Шибкова, Н.В. Ефимова. – Челябинск: Изд-во Юж.-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2016. – 243 с. – <http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1113> (далее именуется «Пособие 2»).

Оборудование:

➤ *Приборы:* тонометр, фонендоскоп, секундомер, электрокардиограф, электроды.

➤ *Экспериментальная установка ViTronicsLAB:* «Цифровая лаборатория в области нейротехнологий. Практикум по биологии»: сенсор ЭКГ, одноразовые электроды (3 шт.), центральный модуль (Central),

кабель для подключения центрального модуля; ПК с ОС Windows и установленной программой BiTronics Studio.

- *Реактивы:* спирт, 5–10 % раствор NaCl.
- *Другие материалы:* вата.

Задание 1. Лабораторная исследовательская работа: *Влияние дыхания на нерегулярность сердечного ритма* (см. *Пособие 1*, С. 118–124).

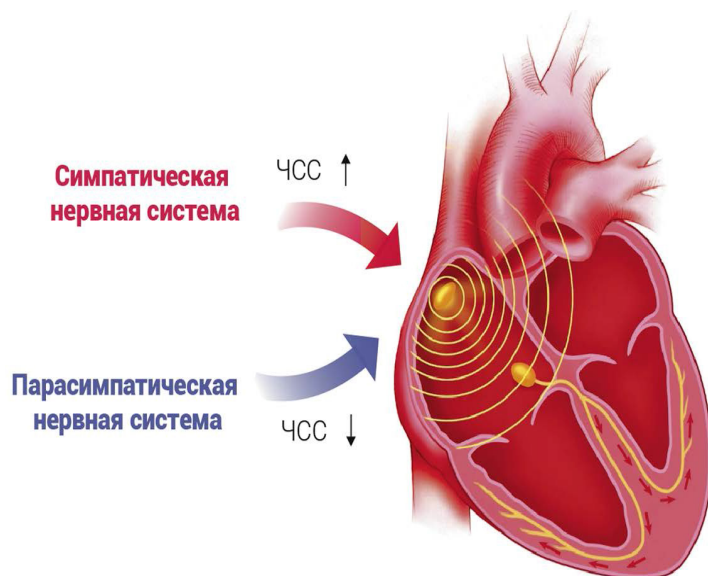
Цель работы – изучить влияние спокойного и глубокого дыхания на сердечный ритм человека.

Задачи работы:

1. Получить сигнал ЭКГ в I отведении при спокойном и глубоком дыхании.
2. Измерить R–R-интервалы при спокойном дыхании, вычислить среднее значение показателя.
3. Отметить изменения в длительности R–R-интервалов на вдохе и на выдохе при глубоком дыхании и объяснить наблюдаемые явления.

Введение. В этой работе вы узнаете, как автономная нервная система влияет на работу сердца. С помощью электрокардиографии вы изучите, как меняется работа сердца при дыхании, и познакомитесь с дыхательной аритмией.

Сердечный ритм не является постоянным, поскольку в разных ситуациях требуется различная активность сердца: когда мы спим, потребление кислорода невелико и сердце сокращается реже, чем при беге, когда необходимо снабжать ткани большим количеством кислорода. Регуляция активности сердца осуществляется автономной нервной системой (АНС) (рисунок 27).



*Рисунок 27 – Влияние автономной нервной системы на сердце
(Бережной Д.С., 2021)*

АНС не подконтрольна нашему сознанию и регулирует деятельность всех внутренних органов. Её симпатический отдел стимулирует работу сердца: увеличивает силу и частоту сердечных сокращений (ЧСС, пульс), а парасимпатический отдел производит противоположный эффект – уменьшает частоту и силу сердечных сокращений. В норме сердце испытывает влияние обоих отделов, которые уравновешивают друг друга. Однако при физической нагрузке и стрессе активируется симпатический отдел, и сердце начинает биться чаще. Во время сна, наоборот, преобладает влияние парасимпатического отдела, поэтому сердце сокращается реже.

АНС получает информацию о состоянии организма от разных рецепторов. Например, на активность АНС влияет дыхание. Когда мы делаем вдох, легкие растягиваются, в результате чего активируются специальные рецепторы. Импульсы от рецепторов легких поступают в парасимпатический центр продолговатого мозга и снижают его активность. На выдохе легкие спадаются, и активность парасимпатической системы восстанавливается. Это означает, что на вдохе сердце испытывает преимущественное влияние

симпатической системы, а на выдохе – парасимпатической. Это приводит к учащению сердечных сокращений на вдохе и их урежению на выдохе (рисунок 28).

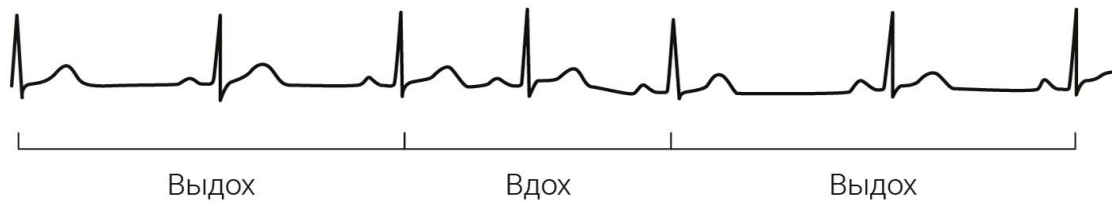


Рисунок 28 – Дыхательная аритмия (Бережной Д.С., 2021)

Наблюдаемая нерегулярность сердечного ритма называется *дыхательной аритмией* и является одним из проявлений вариабельности сердечного ритма. Таким образом, сердечный ритм изменяется в соответствии с активностью АНС. Другими причинами вариабельности сердечного ритма являются барорефлексы с рефлексогенных зон сонных артерий, стресс и иные изменения активности АНС.

Объект исследования: человек (испытуемый).

Оборудование: «Цифровая лаборатория в области нейротехнологий. Практикум по биологии»: сенсор ЭКГ, одноразовые электроды (3 шт.), центральный модуль (Central), кабель для подключения центрального модуля; ПК с ОС Windows и установленной программой BiTronics Studio.

Ход работы:

1. Подсоедините сенсор ЭКГ к порту А центрального модуля, согласно схеме, приведенной на рисунке 29, а центральный модуль к компьютеру (см. *Пособие 1, раздел 3.2 «Сенсор ЭКГ», с. 18–21*).

2. Закрепите электроды на теле испытуемого для регистрации ЭКГ в I отведении: один сигнальный электрод и опорный электрод крепятся на запястье правой руки, а оставшийся сигнальный электрод крепится на запястье левой руки.

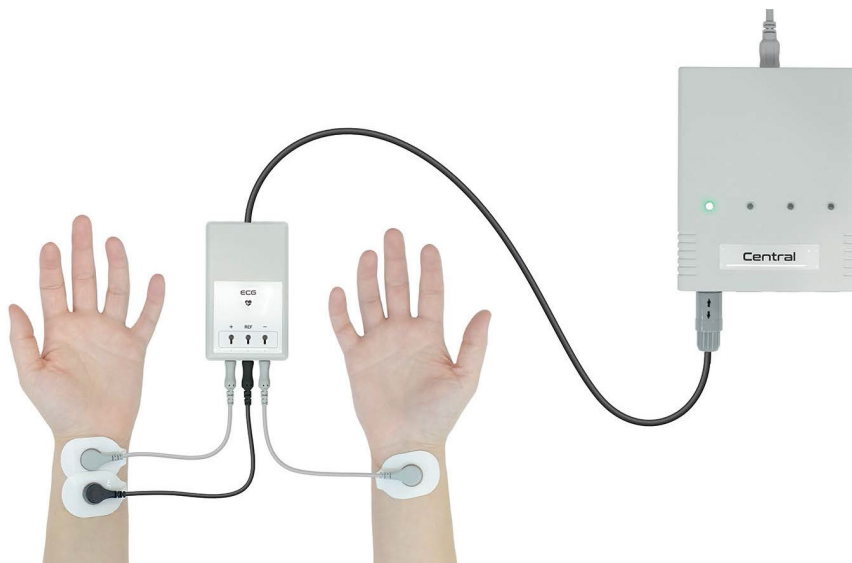


Рисунок 29 – Расположение электродов для получения сигнала ЭКГ I отведения (Бережной Д.С., 2021)

3. Проверка экспериментальной установки. Запустите ПО ViTronics Studio. Перейдите во вкладку «ЭКГ» и запустите запись сигнала, нажав на кнопку «Подключить порт». Вы должны увидеть сигнал ЭКГ в I отведении (рисунок 30). Если R-зубцы направлены вниз (отрицательные R-зубцы), то нужно изменить полярность подключения электродов.



Рисунок 30 – Сигнал ЭКГ в I стандартном отведении (Бережной Д.С., 2021)

4. Положите руки перед собой на стол. Спокойно посидите 1 минуту и постарайтесь расслабиться. Нажмите на кнопку «Подключить

порт» и запишите сигнал ЭКГ (см. *Пособие 1, раздел 4.4 «Сохранение данных», с. 39–41*) в течение пяти обычных дыхательных циклов (вдох-выдох), после чего остановите запись, повторно нажав «Подключить порт».

5. С помощью двух маркеров (см. *Пособие 1, раздел 4.2 «Настройки графиков», с. 35–38*) определите длительности R–R-интервалов на сигнале ЭКГ – RR_i (рисунок 31). Для удобства растяните график по оси X (см. *Пособие 1, раздел 4.2 «Настройки графиков», с. 35–38*), также используйте показ следующих значений (рисунок 32). Разница dX между правой и левой границей маркера и есть искомое значение RR_i.

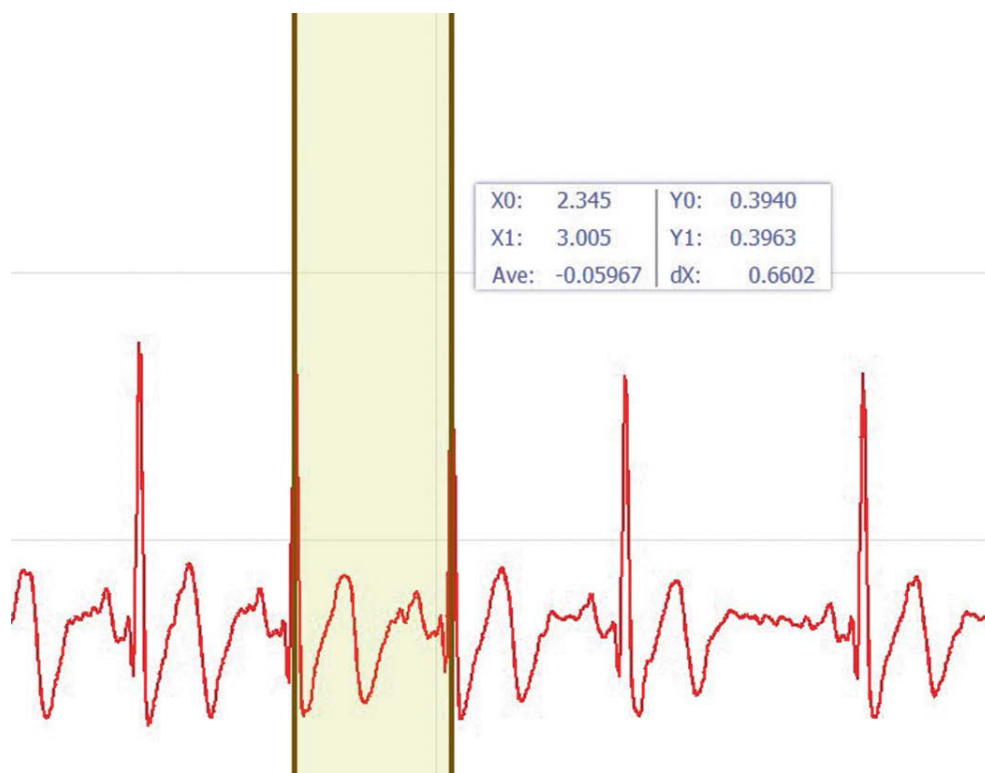


Рисунок 31 – Определение длительности R–R-интервалов на графике ЭКГ (Бережной Д.С., 2021)

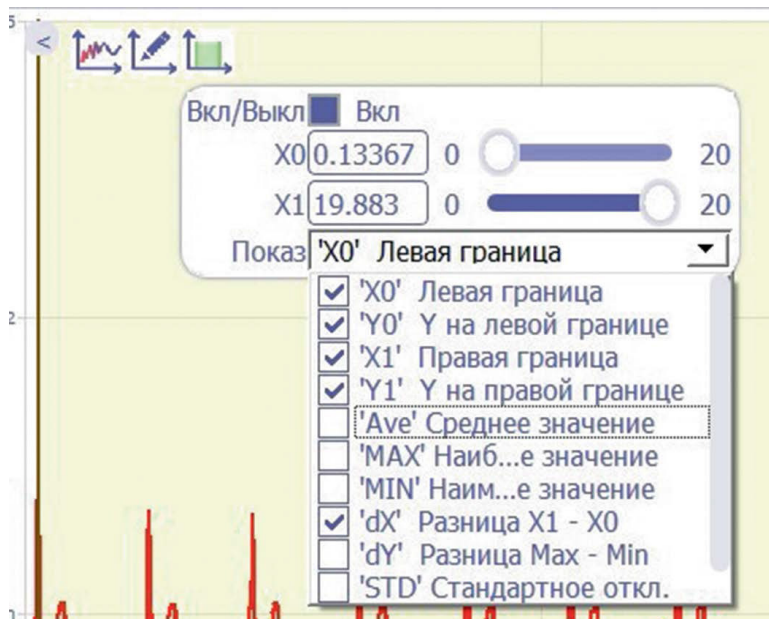


Рисунок 32 – Отображение необходимых в лабораторной работе значений (Бережной Д.С., 2021)

6. Определите длительность R–R-интервалов на участке ЭКГ для 10 сердечных циклов. Можно ли сказать, что эти значения отличаются? Насколько сильно? Посчитайте среднее значение R–R-интервала при спокойном дыхании. Запишите данные в таблицу 29.

Таблица 29 – Сердечный ритм при спокойном дыхании

Номер R–R интервала	1	2	3	4	5	Среднее значение показателя
R–R, с						

7. Теперь запишите сигнал ЭКГ в течение нескольких дыхательных циклов (вдох-выдох) при глубоком и медленном дыхании (в течение 4–5 секунд делайте вдох, затем также медленно выдыхайте). Понаблюдайте за изменением сигнала ЭКГ и своим дыханием. При глубоком и медленном дыхании R–R-интервалы заметно укорачиваются на вдохе по сравнению с выдохом.

8. Рассчитайте среднее значение R–R-интервалов для трех дыхательных циклов (вдох-выдох) при глубоком дыхании отдельно для вдоха и для выдоха. Данные занесите в таблицу 30.

Таблица 30 – Нерегулярность сердечного ритма при глубоком дыхании

Номер дыхательного цикла	1	2	3	Среднее значение показателя
Значение RR _i , интервал на вдохе, с				
Значение RR _i , интервал на выдохе, с				

Анализ полученных результатов: Рассчитайте разницу между средней длительностью R–R-интервала на вдохе и выдохе. Сравните, как изменяется длительность R–R-интервалов на вдохе и на выдохе при различных типах дыхания. Как вы думаете, с чем связаны такие изменения?

Выводы и обсуждение результатов работы. Сформулируйте вывод о проделанной работе. В выводе опишите изменения R–R-интервалов при спокойном и глубоком дыхании.

Задание 2. Лабораторная исследовательская работа: *Электрокардиография и физическая нагрузка* (см. *Пособие 1*, с. 125–134).

Цель работы – изучить изменения электрофизиологических параметров сердца под действием физической нагрузки.

Задачи работы:

1. Получить в покое сигнал ЭКГ в I отведении и определить его параметры.

2. Получить сигнал ЭКГ в I отведении сразу после физической нагрузки и определить его параметры.

3. Основываясь на экспериментальных данных, оценить максимальную ЧСС и сравнить ее с теоретическим пределом.

4. Сравнить значения параметров, полученные при различных состояниях организма, определить основные закономерности их изменения и обосновать физиологически.

Введение. Основной функцией сердца является обеспечение циркуляции крови (так называемая «насосная» функция – ритмичное нагнетание крови в магистральные сосуды и ее последующее продвижение по сосудистому руслу). Для этого необходимо последовательное, строго координированное чередование сокращений и расслаблений предсердий и желудочков. Это обеспечивается клетками сердца – кардиомиоцитами, которые делятся на типичные и атипичные.

Типичные кардиомиоциты сокращаются, обеспечивая насосную функцию сердца, а атипичные – генерируют нервный импульс самостоятельно. Клетки сердечной мускулатуры способны не только генерировать импульс, но и проводить его по сердечной мышечной ткани. Так возбуждение распространяется по всему сердцу, последовательно вызывая сокращение: сначала предсердий, а затем желудочков.

Поскольку кардиомиоциты создают и проводят нервный импульс, то в процессе работы сердца в нем протекают электрические токи, которые распространяются по всему телу (ведь наше тело является очень хорошим проводником). Такую электрическую активность сердца можно зарегистрировать с поверхности тела с помощью электрокардиографии.

Электрокардиограмма отражает процесс распространения возбуждения по миокарду сердца. В начале сердечного цикла сердце расслаблено и клетки его неактивны. В этот момент на ЭКГ видна горизонтальная линия без каких бы то ни было изменений. Её называют изолинией. Затем в процессе сокращения сердца на электрокардиограмме появляются пики – зубцы.

Водителем ритма является синоатриальный узел (СА-узел), который расположен в правом предсердии. Это ведущий узел автоматии сердца, именно он задает единый темп (частоту) возбуждения и сокращения сердца. В норме у здорового человека частота генерации импульсов этим узлом составляет 60–80 в минуту.

Одним из простых показателей, определяемых с помощью ЭКГ, является частота сердечных сокращений (ЧСС). Её можно вычислить по количеству R–R-интервалов в 1 мин, так как длительность одного R–R-интервала соответствует одному сердечному циклу. В за-

висимости от величины ЧСС будет изменяться продолжительность большинства интервалов, что учитывается при анализе ЭКГ.

Объект исследования: человек (испытуемый).

Оборудование: «Цифровая лаборатория в области нейротехнологий. Практикум по биологии»: сенсор ЭКГ (ECG), центральный модуль (Central), одноразовые электроды (3 шт.), кабель для подключения центрального модуля к ПК; ПК с ОС Windows и установленной программой ViTronics Studio; фонендоскоп/стетоскоп.

Ход работы и запись результатов:

1. Подключите сенсор ЭКГ к порту А центрального модуля согласно схеме, приведенной на рисунок 20, а центральный модуль к компьютеру (см. *Пособие 1, раздел 3.2 «Сенсор ЭКГ», с. 18–21*).

2. Закрепите электроды на теле испытуемого для регистрации ЭКГ в I отведении: один сигнальный электрод и опорный электрод крепятся на запястье правой руки, а второй сигнальный электрод крепится на запястье левой руки. Испытуемому предлагается положить руки перед собой на стол, спокойно посидеть около 1 мин и максимально расслабиться.

3. Запустите ПО ViTronics Studio. Перейдите во вкладку «ЭКГ» и запустите запись сигнала, нажав на кнопку «Подключить порт». Вы должны увидеть сигнал ЭКГ в I отведении (рисунок 30).

4. Если R-зубцы направлены вниз (отрицательные R-зубцы), то нужно изменить полярность подключения электродов. Отсоедините от модуля ЭКГ сигнальный шлейф, при этом на графике сигнала ЭКГ вы увидите сильные помехи. Разверните разъем сигнального шлейфа на 180° и подключите его обратно к модулю ЭКГ. На графике сигнала вы должны увидеть сигнал ЭКГ правильной полярности (положительные R-зубцы). Если сигнал сильно зашумлен, обратитесь к учебному мастеру.

5. Положите руки перед собой на стол. Спокойно посидите 1 мин. и постарайтесь расслабиться.

6. Нажмите на кнопку «Подключить порт» и запишите 20 секунд сигнала ЭКГ, после чего остановите запись, повторно нажав «Подключить порт». Для удобства сохраните запись сигнала ЭКГ, нажав кнопку «Начать запись данных», а потом при выполнении расчетов посмотрите записанный сигнал ЭКГ, нажав кнопку

«Запустить проигрыватель» (см. Пособие 1, раздел 4.4 «Сохранение данных», с. 39–41).

7. С помощью двух маркеров (см. Пособие 1, раздел 4.2 «Настройки графиков», с. 35–38) определите промежуток времени между первым и последним R-зубцами на сигнале ЭКГ – RRt, а также количество R–R-интервалов между ними – RRN (рисунок 33). Для удобства вычислений используйте показ следующих значений (рисунок 34). Разница dX между правой и левой границей маркера и есть искомое значение RRt.

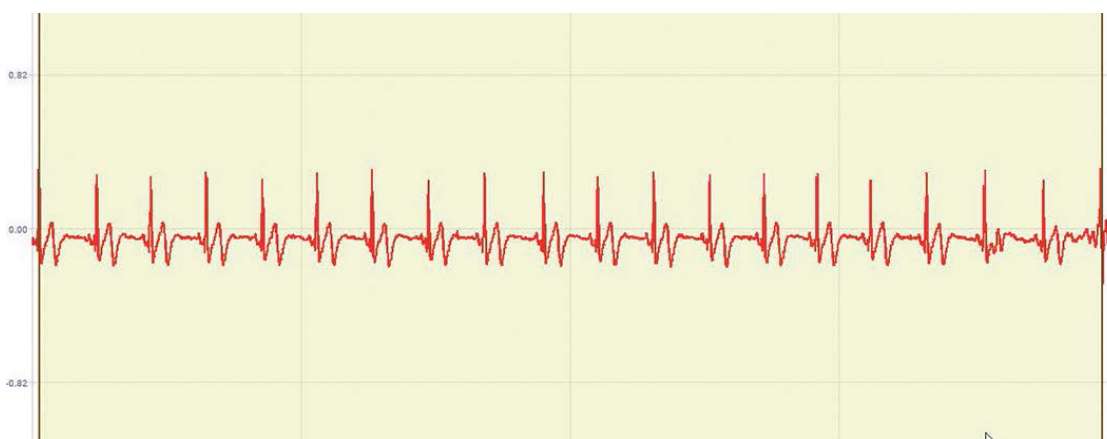


Рисунок 33 – Записанный сигнал ЭКГ (Бережной Д.С., 2021)

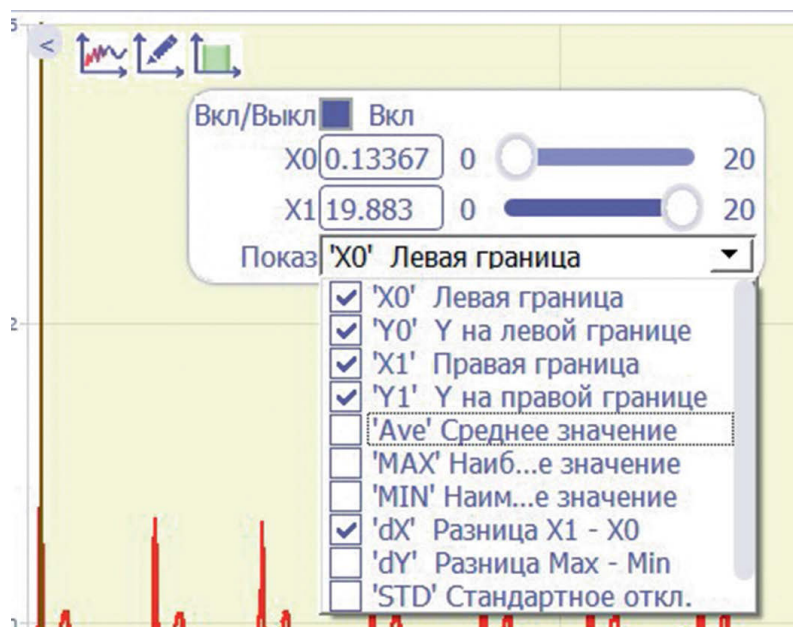


Рисунок 34 – Отображение необходимых в лабораторной работе значений (Бережной Д.С., 2021)

8. Рассчитайте среднюю ЧСС по формуле (5), запишите полученное значение в таблицу 7.

$$\text{ЧСС} = \frac{RR_N}{RR_t} \quad (5)$$

9. Определите максимальную теоретическую ЧСС испытуемого по формуле (6):

$$\text{ЧСС}_{\text{теор. макс.}} = 208 - 0,7 \times \text{возраст (кол-во полных лет)}. \quad (6)$$

10. Определите для пяти сердечных циклов на записи ЭКГ следующие параметры (рисунок 35): интервал QT; сегмент TP или TQ (если зубец P маленький или отсутствует); ширину комплекса QRS.

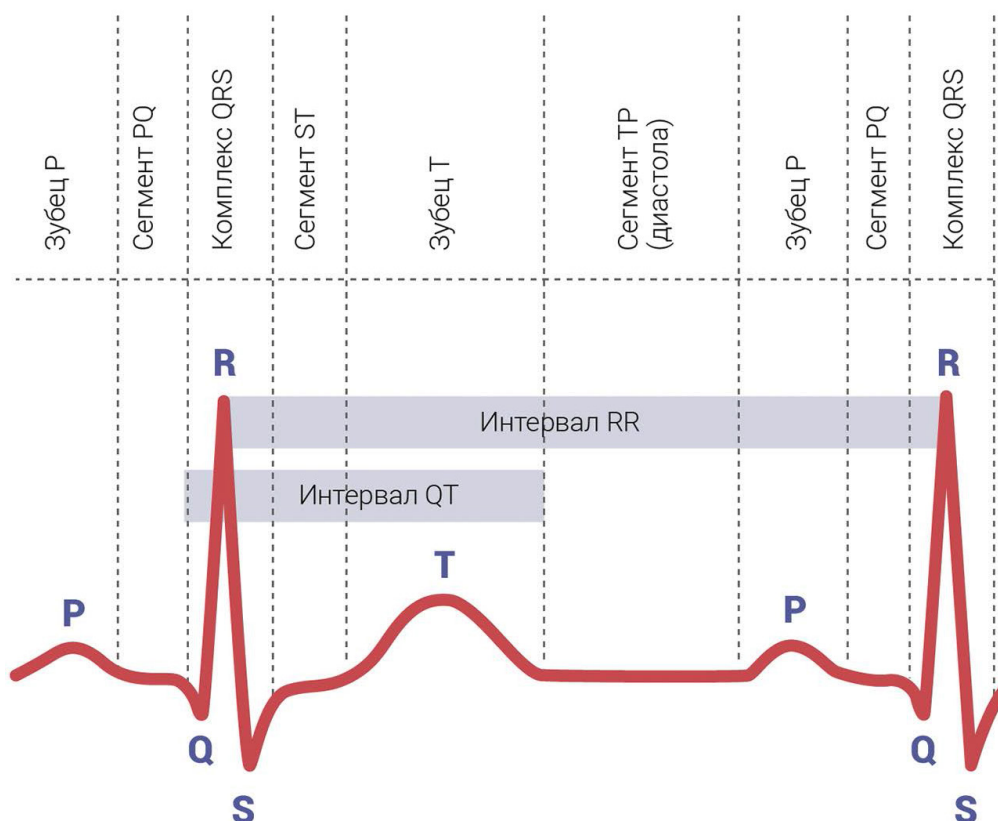


Рисунок 35 – Разметка интервалов ЭКГ на идеальном графике ЭКГ (Бережной Д.С., 2021)

11. Запишите измеренные значения в таблицу 31. Посчитайте средние величины указанных интервалов для пяти сердечных циклов.

Таблица 31 – Параметры сердечных циклов до нагрузки

№ п/п цикла	1	2	3	4	5	Среднее значение показателя
QT, с						
TP, с						
TQ, с						
QRS, с						

12. Сравните значения параметров сердечного цикла в покое и после физической нагрузки, а также с границами нормы в покое (таблица 32). Опишите наблюдаемые изменения. Почему они возникают?

Таблица 32 – Параметры ЭКГ до и после нагрузки

Параметры сердечного цикла	Значения показателей сердечного цикла		
	в покое	после нагрузки	границы нормы, покой
ЧСС, уд./мин			60–80
QT, с			0,34–0,44
TP или TQ, с			–
QRS, с			0,08 – 0,12

13. На основе полученных данных определите, какая часть сердечного цикла сильнее укорачивается под физической нагрузкой: систола или диастола? Для этого сравните изменения интервалов QRS, QT (систола) и TP (диастола) после физической нагрузки по сравнению с покоем. Объясните наблюдаемые изменения.

14. По формуле (7) оцените максимальную практическую ЧСС (уд./с), предполагая, что длительность систолы практически не изменяется при больших значениях ЧСС, а длительность диастолы равна нулю:

$$\text{ЧСС}_{\text{maxПрактич.}} = \frac{60}{PT} [\text{с}] \quad (7)$$

где PT – время от начала зубца P до конца зубца T в секундах.

15. Сравните полученное значение с теоретической оценкой. Чем объясняется различие значений?

Выводы и обсуждение результатов работы. Сформулируйте вывод о проделанной работе. Формулируя вывод, постарайтесь ответить на следующие вопросы:

- Как изменяется частота сердечных сокращений при физической нагрузке?
- Во сколько раз произошло изменение ЧСС по сравнению с исходными показателями?
- За счет какой фазы сердечного цикла происходит это изменение?

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ усвоения изучаемого материала



Контрольные вопросы

1. Чем обусловлены различия в значениях показателя давления крови в различных участках кровеносной системы?
2. Какие факторы определяют движение крови по сосудам?
3. Каковы механизмы нейрогуморальной регуляции тонуса сосудов?

Задачи и задания

1. У экспериментального животного перерезаны депрессорные нервы, в результате чего произошло стойкое повышение артериального давления. *Охарактеризуйте расположение и физиологическое значение указанных нервов. Чем обусловлено повышение давления в опыте? Какую*

ситуацию, возможную в естественных условиях у человека, моделирует данный эксперимент с перерезкой нервов-депрессоров?

2. Общеизвестно, что одним из факторов, определяющих величину кровяного давления, является эластичность сосудов. *Как изменились бы параметры гемодинамики, если бы стенки аорты полностью утратили эластичность? Каковы возможные негативные последствия атеросклероза для функционирования сердечно-сосудистой системы?*

3. При одновременной записи на кимографе артериального давления и дыхания наряду с сосудистыми волнами I порядка (пульсовыми) регистрируются сосудистые волны II порядка (дыхательные). При вдохе артериальное давление в большом круге кровообращения снижается, а при выдохе – повышается. *В чем причины дыхательной аритмии сокращений сердца?*

4. В опыте Клода Бернара при перерезке постганглионарных симпатических нервных волокон, иннервирующих артерию уха кролика, отмечено покраснение уха на стороне перерезки. При раздражении периферического отрезка перерезанного нерва с частотой 1–3 Гц отмечено восстановление окраски уха, а при увеличении частоты раздражения до 8–10 Гц ухо побледнело (в сравнении с интактным ухом). *С чем связаны выявленные эффекты? Можно ли получить аналогичные (или противоположные) эффекты при перерезке парасимпатических нервов?*

5. Под влиянием введенного препарата величина диастолического артериального давления у экспериментального животного упала до нуля. *Объясните, в чем состояло действие препарата на сердечно-сосудистую систему экспериментального животного?*

6. При раздражении смешанного вагосимпатического ствола у лягушки сначала наблюдается вагусный эффект, а потом симпатическое последствие. *Как проявляются эти вегетативные эффекты и каковы механизмы их возникновения?*

7. Когда человек входит в холодную воду, у него «замирает сердце». *Каков регуляторный механизм этого явления?*

8. У больного случился приступ тахикардии, а под рукой нет необходимых лекарств. *Как можно не медикаментозно попытаться снять приступ тахикардии?*

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ

РАЗДЕЛ «ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ»

Цель – проверить знания и умения студентов в области физиологии сердечно-сосудистой системы организма.

Задачи:

- 1) провести тестовый контроль усвоения знаний по физиологии сердечно-сосудистой системы организма;
- 2) проверить знание терминологического минимума по разделу «Физиология сердечно-сосудистой системы».
- 3) проверить способность применять знания по физиологии сердечно-сосудистой системы организма при решении практических заданий и задач.

Форма отчетности: контрольная работа.

ТЕСТ

по разделу «Физиология сердечно-сосудистой системы»*



* **Примечание:** в тестовых заданиях с 2-я или 4-я вариантами ответов (А, Б или А, Б, В, Г) предполагается выбор одного правильного ответа, в заданиях с 5-ю вариантами ответов (А, Б, В, Г, Д) – выбор нескольких правильных вариантов ответов.

1. Основные функции системы кровообращения:
 - а) транспортная (трофическая);

- б) терморегуляторная;
- в) регуляция кислотно-основного состояния;
- г) тканевое дыхание;
- д) транспортная (выделительная).

2. Гипертрофия мышечной стенки левого желудочка обусловлена:

- а) обеспечением тока крови по сосудам малого круга кровообращения;
- б) обеспечением тока крови по сосудам большого круга кровообращения;
- в) обеспечением тока крови из предсердия в желудочек;
- г) обеспечением коронарного кровотока.

3. Для типичных (сократительных) кардиомиоцитов характерны следующие свойства:

- а) возбудимость;
- б) проводимость;
- в) сократимость;
- г) автоматия;
- д) секреция.

4. Для атипичных кардиомиоцитов характерны следующие свойства:

- а) возбудимость;
- б) проводимость;
- в) сократимость;

- г) автоматия;
- д) секреция.

5. Для фазы деполяризации ПД атипичных кардиомиоцитов характерно:

- а) низкая скорость (~ 10 В/с);
- б) создается высокопороговыми Ca^{2+} -каналами L-типа;
- в) связана с активацией K^+ -каналов;
- г) связана с активацией Na^+ -каналов;
- д) связана с утечкой ионов Cl^- .

6. Фаза медленной реполяризации (плато) ПД типичных кардиомиоцитов обусловлена:

- а) активацией высокопороговых Ca^{2+} -каналов L-типа;
- б) активацией K^+ -каналов и выходящим током K^+ ;
- в) активацией быстрых Na^+ -каналов и входящим током Na^+ ;
- г) активацией K^+ -каналов и входящим током K^+ .

7. Градиент автоматии для предсердно-желудочкового узла проводящей системы сердца составляет ...

- а) 60–80 импульсов/мин;
- б) 20 импульсов/мин;
- в) 40–50 импульсов/мин;
- г) 30–40 импульсов/мин.

8. Последовательность возбуждения структур желудочков сердца:

а) межжелудочковая перегородка и папиллярные мышцы → верхушка сердца → стенки желудочка → миокард основания желудочков;

б) межжелудочковая перегородка и папиллярные мышцы → верхушка сердца → миокард основания желудочков → стенки желудочка;

в) верхушка сердца → межжелудочковая перегородка и папиллярные мышцы → стенки желудочка → миокард основания желудочков;

г) межжелудочковая перегородка и папиллярные мышцы → верхушка сердца → миокард основания желудочков → стенки желудочка.

9. Механизм расслабления кардиомиоцитов обуславливают следующие процессы:

а) депонирование ионов Ca^{2+} в цистернах гладкой ЭПС;

б) выход ионов Ca^{2+} во внеклеточную среду;

в) диссоциация акто-миозиновых мостиков саркомеров;

г) активация рианодиновых рецепторов гладкой ЭПС;

д) выход ионов Ca^{2+} из цистерн гладкой ЭПС в цитоплазму.

10. Физиологические эффекты натрийуретического пептида, секретируемого кардиомиоцитами, состоят:

а) в увеличении реабсорбции Na^+ в почечных канальцах;

б) в усилении клубочковой фильтрации в почках;

в) в подавлении секреции ренина;

г) в увеличении секреции вазопрессина;

д) в торможении центров жажды.

11. Хронотропные регуляторные влияния на сердце изменяют:

- а) ритм сокращений сердца;
- б) силу сердечных сокращений;
- в) возбудимость сердечной мышцы;
- г) проводимость в сердечной мышце.

12. «Сила сокращения желудочков сердца пропорциональна длине их мышечных волокон перед сокращением» – это ...

- а) закон Франка-Старлинга;
- б) феномен Анрепа;
- в) эффект «лестницы» Бюджича;
- г) закон «все или ничего».

13. Влияние гипокальциемии на деятельность сердца проявляется в следующих эффектах:

- а) снижает диастолическую деполяризацию;
- б) ослабляет ритм сердечных сокращений;
- в) повышает возбудимость и сократимость сердечной мышцы;
- г) может привести к остановке сердца в систоле;
- д) усиливает ритм сердечных сокращений.

14. Висцерокардиальные сердечные рефлексы возникают при раздражении ...

- а) рецепторов брюшины;
- б) рецепторов эпигастральной области;
- в) барорецепторов дуги аорты;

- г) механорецепторы желудочков сердца;
- д) холодовых рецепторов кожи живота.

15. Гормоны, оказывающие «+» ино-, хроно-, батмо- и дромотропные эффекты через β -адренорецепторы:

- а) катехоламины;
- б) тироксин;
- в) глюкокортикоиды;
- г) глюкагон.

16. Внутрисосудистыми рефлексогенными зонами для сердечно-сосудистых рефлексов являются:

- а) барорецепторы дуги аорты;
- б) хеморецепторы синокаротидной зоны;
- в) механорецепторы желудочков;
- г) хеморецепторы дуги аорты;
- д) барорецепторы синокаротидной зоны.

17. Для систолы предсердий характерны следующие особенности:

- а) сокращение миокарда начинается с зоны синусного узла;
- б) створчатые клапаны открыты, полулунные закрыты;
- в) створчатые и полулунные клапаны открыты;
- г) створчатые клапаны закрыты, полулунные открыты;
- д) сокращение миокарда начинается с верхушки сердца.

18. Для фазы быстрого изгнания систолы желудочков характерно все, кроме:

- а) створчатые клапаны закрыты, полулунные открыты;
- б) происходит выброс крови в аорту и легочный ствол;
- в) кровь поступает в предсердия;
- г) вибрация створчатых клапанов и напряжение миокарда желудочков формируют i (систолический) тон сердца.

19. Зубец Р на электрокардиограмме соответствует ...

- а) возбуждению предсердий;
- б) возбуждению межжелудочковой перегородки и верхушки сердца;
- в) возбуждению основной массы мускулатуры желудочков;
- г) расслаблению желудочков.

20. Факторами, снижающими сосудистый тонус и расширяющими сосуды, являются:

- а) гистамин;
- б) снижение напряжения O_2 ;
- в) серотонин;
- г) ангиотензин II;
- д) вазопрессин.

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ МИНИМУМ

Автоматия	Пульс
Аритмия	Пульсовая волна
Артериальное давление диастолическое	Сердечно-сосудистый центр
Артериальное давление пульсовое	Сердечный цикл
Артериальное давление систолическое	Систола
Брадикардия	Систолической объем крови
Гетерометрическая регуляция	Тоны сердца
Гипертония	Тахикардия
Гипотония	Уязвимый период
Гомеометрическая регуляция	Фаза изгнания
Градиент автоматии	Фаза наполнения
Депрессорный	Фаза напряжения
Диастола	Фаза расслабления
Закон сердца «всё или ничего»	Фибрилляция
Компенсаторная пауза	Фотоплетизмография
Кровообращение	Частота сердечных сокращений
Линейная скорость кровотока	Экстрасистола
Минутный объем крови	Электрокардиография
Объемная скорость кровотока	Электрокардиограмма
Пейсмекер	Явление «лестница Бюджича»

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ И ЗАДАЧИ

1. У экспериментального животного перерезаны депрессорные нервы, в результате чего произошло стойкое повышение артериального давления. *Охарактеризуйте расположение и физиологическое значение указанных нервов. Чем обусловлено повышение давления в опыте? Какую ситуацию, возможную в естественных условиях у человека, моделирует данный эксперимент с перерезкой нервов-депрессоров?*

2. Общеизвестно, что одним из факторов, определяющих величину кровяного давления, является эластичность сосудов. *Как изменились бы параметры гемодинамики, если бы стенки аорты полностью утратили эластичность? Каковы возможные негативные последствия атеросклероза для функционирования сердечно-сосудистой системы?*

3. При одновременной записи на кимографе артериального давления и дыхания наряду с сосудистыми волнами I порядка (пульсовыми) регистрируются сосудистые волны II порядка (дыхательные). При вдохе артериальное давление в большом круге кровообращения снижается, а при выдохе – повышается. *В чем причины дыхательной аритмии сокращений сердца?*

4. В опыте Клода Бернара при перерезке постганглионарных симпатических нервных волокон, иннервирующих артерию уха кролика, отмечено покраснение уха на стороне перерезки. При раздражении периферического отрезка перерезанного нерва с частотой 1–3 Гц отмечено восстановление окраски уха, а при увеличении частоты раздражения до 8–10 Гц ухо побледнело (в сравнении с интактным ухом). *С чем связаны выявленные эффекты? Можно ли получить аналогичные (или противоположные) эффекты при перерезке парасимпатических нервов?*

5. Под влиянием введенного препарата величина диастолического артериального давления у экспериментального животного упала до нуля. *Объясните, в чем состояло действие препарата на сердечно-сосудистую систему экспериментального животного?*

6. При раздражении смешанного вагосимпатического ствола у лягушки сначала наблюдается вагусный эффект, а потом симпатическое последствие. *Как проявляются эти вегетативные эффекты и каковы механизмы их возникновения?*

7. Когда человек входит в холодную воду, у него «замирает сердце». *Каков регуляторный механизм этого явления?*

8. У больного случился приступ тахикардии, а под рукой нет необходимых лекарств. *Как можно не медикаментозно попытаться снять приступ тахикардии?*

9. Зарисуйте схему дуги безусловного прессорного рефлекса – рефлекса Бейнбриджа.

10. Зарисуйте схему дуги безусловного депрессорного рефлекса – рефлекса Геринга.

11. Зарисуйте схему дуги безусловного рефлекса Ашнера–Данини.

12. Зарисуйте схему дуги безусловного ортостатического рефлекса.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРАКТИЧЕСКИЙ МИНИМУМЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ) ПО ДИСЦИПЛИНАМ



РАЗДЕЛ «СЕРДЕЧНОСОСУДИСТАЯ СИСТЕМА» ДИСЦИПЛИНЫ «АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА»

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МИНИМУМ (вопросы для подготовки к экзамену / зачету):

1. Сердечно-сосудистая система: состав, функция.
2. Общий план строения стенок кровеносных сосудов.
3. Морфологическая и функциональная классификация кровеносных сосудов.
4. Сердце: топография, внутреннее строение (камеры, клапанный аппарат).
5. Сравнительная характеристика правой и левой половины сердца.
6. Сердце. Слои стенки сердца и околосердечная сумка (микроскопическое строение).
7. Проводящая система сердца, иннервация сердца.
8. Круги кровообращения: характеристика, функциональное значение.
9. Закономерности расположения и ветвления сосудов артериальной и венозной систем кровообращения.
10. Лимфатическая система: общий план структурно-функциональной организации. Функциональное значение.
11. Строение лимфатических узлов и их значение.
12. Строение лимфоэпителиальных органов и их функции.

ПРАКТИЧЕСКИЙ МИНИМУМ

Задание 1. Определите точное расположение сердца? С какими органами оно граничит?

Задание 2. Перечислите особенности строения и функциональное значение эндокарда, миокарда и эпикарда.

Задание 3. На рисунке представлены камеры сердца: правое и левое предсердия, правый и левый желудочки, сосуды, которыми начинаются и заканчиваются большой и малый круги кровообращения. Ответьте на вопросы:

1) Определите, какими цифрами обозначены сосуды, приносящие кровь из большого круга кровообращения? Как называются эти сосуды?

2) Какими цифрами обозначены на рисунке полулунные клапаны? Какую функцию они выполняют?

3) Какая кровь течет по легочным венам? Какими цифрами они обозначены на рисунке?

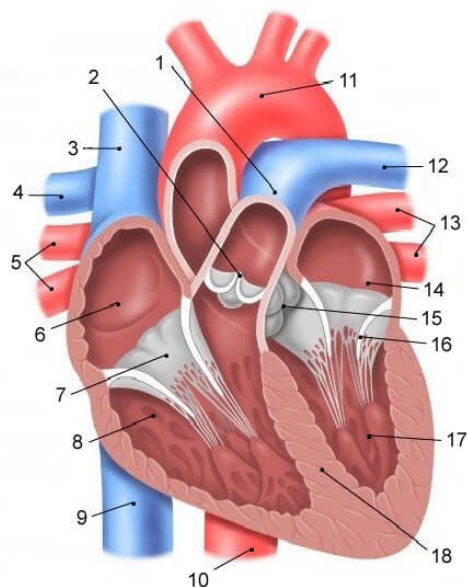


Рисунок 36 – Камеры сердца

[https://fhd.videouroki.net/tests/284114/image_61bf8113e99bb.jpg]

Задание 4. Составьте схему движения крови по большому кругу кровообращения (включая камеры сердца, где начинается круг кровообращения), функциональное значение.

Задание 5. Составьте схему движения крови по малому кругу кровообращения (включая камеры сердца, где начинается круг кровообращения), функциональное значение.

Задание 6. Составьте схему оттока лимфы от нижней половины туловища и нижних конечностей, функциональное значение лимфатической системы.

Задание 7. Составьте схему оттока лимфы от верхней половины туловища и верхних конечностей, функциональное значение лимфатической системы.

Задание 8. Приведите примеры магистральных и органных сосудов.

Задание 9. Заполните таблицу: лимфатическая система и ее особенности.

Значение	Сходство в строении кровеносной и лимфатической систем	Пути, проводящие лимфу	Места развития лимфоидных элементов

Задание 10. Приведите примеры артерий эластического, мышечного и смешанного типов (в зависимости от строения стенки сосуда):

Артерии эластического типа	Артерии мышечного типа	Артерии смешанного типа

Задание 11. Выполните кейс-задание

В организме человека движение крови по сосудам осуществляется в рамках двух кругов кровообращения. По большому кругу кровообращения кис-

лород и питательные вещества с кровью доставляются ко всем органам и тканям.

1. Каким сосудом начинается большой круг кровообращения?

- А) легочный ствол;
- Б) аорта;
- В) легочная артерия;
- Г) сонная артерия.

2. Система воротной вены функционирует в рамках круга кровообращения:

- А) большого;
- Б) малого.

3. Какие сосуды из нижеперечисленных не относятся к большому кругу кровообращения:

- А) почечные вены;
- Б) легочные вены;
- В) яремные вены;
- Г) верхняя и нижняя полые вены.

Задание 12. Решите задачу:

Почему прекращение кровоснабжения мозга на 5–7 минут может привести к необратимым изменениям в нем или смерти?

Задание 13. Решите задачу:

К каким последствиям может привести неполное закрытие трехстворчатого клапана сердца?

Задание 14. Решите задачу:

Опишите путь лекарственного препарата от предплечья правой руки до сосудов головного мозга.

Задание 15. Решите задачу:

У ребенка при обследовании обнаружена недостаточность клапанов легочного ствола (полулунные клапаны не полностью закрывают устье легочного ствола).

1. Укажите направление движения венозной крови в сердце в момент диастолы правого желудочка.
2. Сколько створок имеет клапан легочного ствола?

Задание 16. Решите задачу:

У больного А в результате тромбоза резко снижен кровоток в системе правой венечной артерии, у больного Б – в системе левой.

1. У кого из них наиболее вероятно нарушение функций проводящей системы сердца?
2. Дайте анатомическое обоснование.

Задание 17. Коллатеральное кровообращение, причины его возникновения, значение для организма.

Задание 18. Что такое сосудистый анастомоз? Приведите пример.

Задание 19. Перечислите структуры проводящей системы сердца (обозначены цифрами на рисунке), назовите их функции.

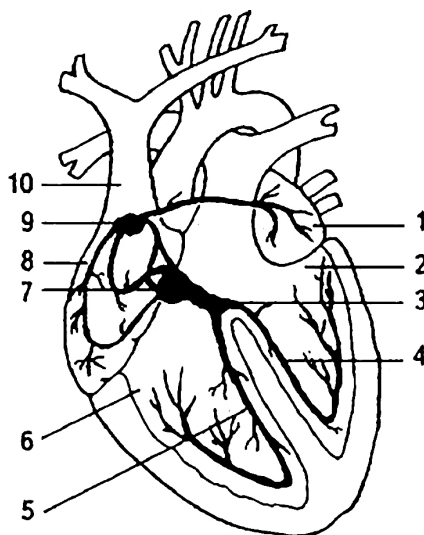


Рисунок 37 – Проводящая система сердца

Задание 20. Проведите сравнительную оценку строения стенки сосудов, заполните таблицу

Оболочки в составе стенки сосуда	Артерия эластического типа	Вена мышечного типа
Интима		
Медиа		
Адвентиция		

РАЗДЕЛ «ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ» ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ»

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МИНИМУМ
(вопросы для подготовки к экзамену / зачёту)**

1. Вегетативная нервная система. Виды вегетативных рефлексов (проиллюстрировать на конкретных примерах). Высшие центры вегетативной регуляции.

2. Физиологические свойства сердечной мышцы: возбудимость, автоматия, проводимость и сократимость.

3. Законы сердечной деятельности (сократимости миокарда).

4. Сердечный цикл (кардиоцикл). Методы исследования сократительной деятельности сердца на примере ЭКГ.

5. Нервно-гуморальная регуляция работы сердца.

6. Нервно-гуморальная регуляция тонуса сосудов (краткосрочные и долговременные механизмы).

7. Гомеостаз. Саморегуляция функций как основное свойство биологических систем. Функциональные системы (по П.К. Анохину, 1935).

ПРАКТИЧЕСКИЙ МИНИМУМ
(задания для подготовки к экзамену / зачёту)

- Решите задачу. Под влиянием введенного препарата величина диастолического артериального давления у экспериментального животного упала до нуля. *Объясните, в чем состояло действие препарата на сердечно-сосудистую систему экспериментального животного?*

- Зарисуйте и опишите схему рефлекторной дуги безусловного рефлекса Ашнера–Данини.

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ АНАТОМИЧЕСКИХ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

РАЗДЕЛ «СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА. ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ»

АДВЕНТИЦИЯ (adventitia) – внешняя оболочка стенки некоторых внутренних органов и сосудов, образованная в основном соединительной тканью.

АНАСТОМОЗ (anastomosis) – соединение (соустье) между двумя кровеносными или лимфатическими сосудами.

АНАСТОМОЗ АРТЕРИОЛО-ВЕНУЛЯРНЫЙ (anastomosis arteriolo-venularis) – соединение (соустье) между артериолой и венулой, минуя капиллярную сеть. Эти соединения наблюдаются в виде истинных (шунты) и атипичных (полушунты) артериоло-венулярных анастомозов. По первым из артериол в венулы поступает артериальная кровь, по вторым – смешанная. Артериоло-венулярные анастомозы обеспечивают рациональный регионарный кровоток в органах и тканях в зависимости от функционального состояния.

АОРТА (aorta) – наиболее крупный сосуд большого круга кровообращения, относится к артериям эластического типа. Выходит из левого желудочка, подразделяется на три отдела: восходящую часть, дугу аорты и нисходящую часть. Восходящая часть начинается незначительным расширением (луковицей аорты), которому изнутри соответствуют полулунные заслонки клапана аорты. Поднимаясь косо вверх и вправо, эта часть переходит в дугу. Дуга аорты расположена позади рукоятки грудины; здесь аорта резко изменяет направление, поворачивая назад и влево. От вогнутой части дуги отходит артериальная связка. От выпуклой части дуги аорты отходят три сосуда – плечеголовной ствол, левая общая сонная и левая подключичная артерии. Перекидываясь через левый бронх, аорта уходит в заднее средостение, где на уровне IV грудного позвонка продолжается в нисходящую аорту. Здесь имеется небольшое сужение – пе-

решеек аорты. Нисходящая часть аорты идет вдоль позвоночника, располагаясь сначала в грудной полости (грудная часть аорты), а затем, пройдя через аортальное отверстие в диафрагме – в брюшной (брюшная часть аорты). На уровне IV поясничного позвонка аорта заканчивается бифуркацией, разделившись на две общие подвздошные артерии.

АРТЕРИАЛЬНЫЙ КРУГ БОЛЬШОГО МОЗГА (*circulus arteriosus cerebri*) – артериальное кольцо, образующееся на основании мозга в результате соединения систем внутренней сонной и базилярной артерий. Артериальный круг в форме многоугольника образован за счет соединения правой и левой передних мозговых артерий через переднюю соединительную ветвь и внутренних сонных артерий с задними мозговыми артериями при помощи задних соединительных артерий. Строение его variabelно, круг может быть разомкнут, если отсутствует одна из задних соединительных артерий.

АРТЕРИОЛА (*arteriola*) – кровеносный сосуд диаметром 15–100 мкм, являющийся начальным звеном микроциркуляторного русла и образующийся при делении мелких артерий. Стенку артериол, как и артерий, формируют три оболочки. Внутреннюю оболочку образует слой эндотелиальных клеток, снаружи от которого расположены единичные подэндотелиальные клетки и тонкая внутренняя эластическая мембрана. Средняя оболочка представлена одним-двумя слоями гладких мышечных клеток, ориентированных по спирали. В терминальных артериолах имеется лишь один слой гладкомышечных клеток. Сокращением мышечных клеток поддерживается тонус стенки артериол и сопротивление кровотоку. Наружная оболочка состоит из одного ряда адвентициальных клеток и единичных соединительно-тканых волокон. При делении артериол образуются прекапилляры (прекапиллярные артериолы).

АРТЕРИИ ЛЕГОЧНЫЕ (*aa. pulmonales*) образуются в результате деления легочного ствола. Правая артерия несколько длиннее и шире левой. Легочные артерии несут венозную кровь в легкие, в воротах которых происходит их деление на долевые, а в последующем – на сегментарные и более мелкие ветви, сопровождающие

бронхи. Ветвление заканчивается капиллярными сетями, оплетающими альвеолы.

АРТЕРИЯ (arteria) – кровеносный сосуд цилиндрической формы, по которому кровь движется от сердца к органам и тканям тела. В артериях большого круга кровообращения содержится кровь, обогащенная кислородом; артерии малого круга несут венозную кровь. Стенку артерий образуют внутренняя, средняя и наружная оболочки. Внутреннюю оболочку формирует эндотелий с базальной мембраной, подэндотелиальный слой и внутренняя эластическая мембрана. Средняя оболочка построена из гладких мышечных клеток, коллагеновых и эластических волокон. Спиральная ориентация гладких мышечных клеток обеспечивает возврат сосудистой стенки в исходное состояние после ее растяжения пульсовой волной. Эластические волокна в средней оболочке расположены радиально и дугообразно; при соединении с эластическими элементами внутренней и наружной оболочек они формируют эластический каркас сосуда, противодействующий спадению просвета артерий и способствующий непрерывности тока крови. Наружная оболочка (адвентиция) состоит из наружной эластической мембраны и рыхлой соединительной ткани. В последней содержатся нервы, лимфатические и собственные кровеносные сосуды (сосуды сосудов).

БОЛЬШОЙ (ТЕЛЕСНЫЙ) КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ (circulus sanguinis major) обеспечивает артериальной кровью органы тела. Начинается из левого желудочка аортой, от которой последовательно отходят артерии шеи и головы, туловища и конечностей, разветвляющиеся затем на капилляры в органах и тканях. Из капилляров формируются венозные сосуды, которые, сливаясь, образуют верхнюю и нижнюю полые вены, входящие в правое предсердие.

БРЮШНАЯ ЧАСТЬ АОРТЫ (pars abdominalis aortae) – часть нисходящей аорты, расположенная в брюшной полости на протяжении от аортального отверстия диафрагмы до бифуркации, где аорта делится на две общие подвздошные артерии. Лежит вдоль позвоночника на его передней поверхности (несколько смещена влево). Справа от аорты находится нижняя полая вена. Брюшная часть аорты дает висцеральные (парные и непарные) и париетальные

ветви. К непарным висцеральным ветвям относятся чревный ствол, верхняя и нижняя брыжеечные артерии; к парным висцеральным – почечные, средние надпочечниковые и яичковые (яичниковые) артерии. К пристеночным ветвям относятся парные нижние диафрагмальные и поясничные артерии и непарная срединная крестцовая артерия.

ВЕНА (vena) – кровеносный сосуд, по которому кровь течет в направлении от органов и тканей к сердцу. Венозный кровоток обеспечивается иными факторами, чем артериальный. На движение крови по венам оказывают влияние отрицательное давление в грудной полости при вдохе, присасывающее действие предсердий в фазе диастолы, сокращения скелетных мышц, силы тяжести для вен, расположенных выше сердца. Движению крови способствуют активные сокращения стенок мелких вен и специальные приспособления – клапаны (складки внутренней оболочки), которые препятствуют обратному току крови. Клапаны располагаются в основном в венах с кровотоком против силы тяжести. Скорость движения крови по венам существенно меньше, чем в артериях. Суммарный просвет вен и емкость венозного русла превышают эти показатели артерий. Это достигается большим количеством вен и формированием венозных сплетений. Стенка вен, как и артерий, образована внутренней, средней и наружной оболочками. Однако средняя оболочка вен заметно тоньше, содержит меньше мышечных и эластических элементов. Как следствие этого вены легко деформируются и спадаются. Все вены организма объединяются в понятие «венозная система». В ней выделяются вены малого и большого кругов кровообращения. Вены малого круга кровообращения формируются по две в каждом легком и несут артериальную кровь в левое предсердие. Вены большого круга кровообращения представлены подсистемами собственных вен сердца, верхней, нижней полых вен и воротной вены.

ВЕНА ВОРОТНАЯ (v. portae) – крупный венозный сосуд, собирающий кровь из непарных органов брюшной полости (желудка, кишечника, селезенки, поджелудочной железы) и идущий в печень. Венозная кровь из этих органов, прежде чем попасть в систему нижней полых вен, проходит через капиллярную сеть печени. Ворот-

ная вена расположена в печеночно-двенадцатиперстной связке и входит в ворота печени. Она образуется позади головки поджелудочной железы от слияния трех вен – верхней и нижней брыжеечных и селезеночной. Верхняя брыжеечная вена расположена в брыжейке тонкой кишки, ее притоки сопровождают ветви одноименной артерии и собирают кровь из поперечной и восходящей ободочной, слепой и тонкой кишки, а также из желудка и поджелудочной железы. Нижняя брыжеечная вена соответствует одноименной артерии и собирает кровь из нисходящей и сигмовидной ободочной, а также из верхнего отдела прямой кишки. Селезеночная вена идет из ворот селезенки и принимает вены поджелудочной железы и желудка. Непосредственно в ствол воротной вены впадают вены желудка и желчного пузыря, а также околопупочные вены, идущие по ходу круглой связки печени, которые в области пупка анастомозируют с венами передней брюшной стенки. Войдя в печень, воротная вена разделяется на правую и левую ветви, идущие в соответствующие доли. Дальнейшее ветвление завершается образованием радиальных капиллярных сетей в дольках печени.

ВЕНЫ ЛЕГОЧНЫЕ (vv. pulmonales) – сосуды малого круга кровообращения, несущие артериальную кровь из легких в левое предсердие. Всего имеется четыре легочные вены, выходящие по две из ворот каждого легкого. Начавшись из капилляров, оплетающих альвеолы, они сливаются в более крупные сосуды, идущие по ходу бронхов, а также в соединительно-тканых прослойках между сегментами легких (межсегментарные вены). Две правые (верхняя и нижняя) и две левые (верхняя и нижняя) легочные вены, прободая перикард, впадают изолированными отверстиями в левое предсердие.

ВЕНЫ МОЗГОВЫЕ (vv. cerebri) – вены, выносящие кровь из головного мозга, делятся на поверхностные и глубокие. Поверхностные мозговые вены расположены на поверхности полушария. К ним относятся: верхние мозговые вены (по 10–15 с каждой стороны), впадающие в верхний сагиттальный синус; средняя мозговая вена, расположенная в латеральной борозде и впадающая в пещеристый синус; и нижние мозговые вены, которые впадают в поперечный си-

нус и в синусы основания мозга. К глубоким мозговым венам, собирающим кровь из внутренних частей мозга, относятся две внутренние мозговые вены, расположенные в крыше III желудочка; сливаясь, они образуют большую мозговую вену, которая впадает в прямой синус. Вены ствола мозга впадают в синусы основания мозга. Верхние вены мозжечка вливаются в большую мозговую вену и в прямой синус, нижние – в синусы основания черепа.

ВЕНУЛА (venula) – сосуд микроциркуляторного русла диаметром 30–200 мкм, формирующийся при слиянии посткапилляров (посткапиллярных венул). Различают собирательные диаметром 30–50 мкм и мышечные диаметром 50–200 мкм венулы. Стенка собирательных венул представляет эндотелиальную трубку, окруженную базальной мембраной, снаружи от которой располагаются соединительно-тканые волокна. В стенке мышечных венул имеются гладкие мышечные клетки. Наряду с транспортной венулы выполняют также дренажную и депонирующую функции, чему способствуют медленный кровоток, низкое кровяное давление, а также их растяжимость. При слиянии венул образуются вены.

КАПИЛЛЯР (vas capillare) – мельчайший сосуд в кровеносной и лимфатической системах диаметром 2,5–30 мкм. Кровеносные капилляры осуществляют основные обменные процессы между кровью и тканями в большом круге кровообращения, а между кровью и воздухом – в малом. В стенке капилляров различают эндотелиальные клетки, расположенные на базальной мембране (внутренний слой), перициты, заключенные в базальную мембрану (средний слой), адвентициальные клетки и тонкие ретикулярные волокна, погруженные в аморфное вещество (наружный слой). Капилляры лишены мышечной оболочки. Лимфатические капилляры имеют большой диаметр, оканчиваются в тканях слепыми выростами. Стенка их состоит из одного слоя эндотелиальных клеток, прикрепленных к соединительной ткани окружающих органов посредством стропных филаментов. Выполняют дренажную функцию, способствуя оттоку от тканей коллоидных растворов крупных белковых молекул, не проникающих непосредственно в кровеносные капилляры, разрушенных клеток и болезнетворных бактерий.

КРОВЬ (haema) – циркулирующая по кровеносным сосудам жидкая ткань, выполняющая функции транспорта кислорода и питательных веществ к органам и тканям и выведения из них продуктов обмена. Через кровь осуществляются защитные, регуляторные и другие функции. Кровь состоит из плазмы (жидкая часть) и взвешенных в ней форменных элементов: красных кровяных телец – эритроцитов (4–5 млн. в 1 мм^3), белых кровяных телец – лейкоцитов (4–5 тыс. в 1 мм^3), кровяных пластинок – тромбоцитов (200–300 тыс. в 1 мм^3). Объем крови у взрослого человека 4–6 л. Клеточные элементы крови развиваются из популяции стволовых клеток, производных костного мозга.

ЛИМФА (lymph) – прозрачная жидкая ткань, заполняющая лимфатические сосуды и выполняющая функции поддержания постоянства внутренней среды организма, выведения продуктов обмена в венозное русло, осуществления иммунологических реакций. Лимфа образуется в лимфатических капиллярах, состоит из плазмы и белых кровяных телец, главным образом лимфоцитов. Плазма в отличие от таковой крови содержит меньше белка.

ЛИМФАТИЧЕСКИЕ УЗЛЫ (nodi lymphatici) – органы иммунной системы бобовидной формы различных размеров – от мелких (0,5–1 мм) до крупных (2–5 см), серовато-розового цвета. Расположены по ходу лимфатических сосудов, которые в них прерываются. Имеют углубление – ворота, куда входят артерии и выходят вены, выносящие лимфатические сосуды. Приносящие лимфатические сосуды проникают в узел с выпуклой стороны. Узлы расположены группами в определенных областях тела (регионарные узлы), встречаются и одиночные узлы. В зависимости от положения узлы делят на поверхностные и глубокие, а также на париетальные (пристеночные) и висцеральные (внутренностные). Лимфатические узлы снаружи покрыты соединительнотканной капсулой, от которой вглубь отходят трабекулы; между трабекулами находится лимфоидная ткань, образующая фолликулы. Различают корковое и мозговое вещества узла. В корковом веществе фолликулы имеют округлую форму, в мозговом – вытянуты в фолликулярные тяжи. В фолликулах происходят процессы образования лимфоцитов. Между фолликулами находятся

пространства (лимфатические синусы), выстланные эндотелиоподобными (береговыми) клетками. Лимфа через приносящие сосуды проникает в узел, растекается по синусам, вступая в тесный контакт с фолликулами, увлекает с собой зрелые лимфоциты. Из лимфатических синусов формируются выносящие лимфатические сосуды, которые выходят через ворота узла. Кроме функции лимфопоэза, лимфатические узлы служат биологическими и механическими фильтрами, выполняя защитную функцию. При проникновении инфекции узлы увеличиваются и становятся болезненными.

ЛИМФОИДНЫЕ ОРГАНЫ – органы, по строению сходные с лимфатическими узлами, но не имеющие приносящих лимфатических сосудов. К ним относятся одиночные и групповые лимфатические фолликулы, миндалины, вилочковая железа и селезенка. Эти органы входят в иммунную систему.

МАЛЫЙ (ЛЕГОЧНЫЙ) КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ (*circulus sanguinis minor*) обеспечивает циркуляцию крови через легкие, где происходит насыщение крови кислородом. Он начинается из правого желудочка легочным стволом и заканчивается в левом предсердии четырьмя легочными венами.

МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОЕ РУСЛО (*micros* – малый, *circulatio* – движение по кругу) занимает промежуточное положение между артериями и венами. Оно включает последовательно следующие звенья: артериолы, прекапилляры (прекапиллярные артериолы), капилляры, посткапилляры (посткапиллярные венулы), венулы. Комплекс этих микрососудов, обеспечивающий взаимодействие крови и окружающих тканей в определенном районе, определяется как гемомикроциркуляторная единица (модуль).

МИНДАЛИНА НЁБНАЯ (*tonsilla palatina*) – парное лимфоидное образование овальной формы, располагается между нёбно-язычной и нёбно-глоточной дужками, размеры 20 × 15 × 12 мм. Составляет из лимфоидной ткани, образующей округлые лимфатические фолликулы около 1 мм. Имеет соединительную капсулу, окружающую миндалину снаружи. На ее поверхности находятся ямочки, которые придают сходство со скорлупой миндального ореха. Ямочки

ведут в слепые каналы и углубления, называемые миндалинными криптами.

НЕРВЫ СОСУДОВ (*nervi vasorum*) – источники иннервации сосудов. В наружной оболочке сосудов нервы образуют сплетение, от ветвление которого проникает в толщу стенки. Сосудодвигательная иннервация кровеносных и лимфатических сосудов обеспечивается преимущественно симпатическими нервами, чувствительная – ветвями спинномозговых и черепных нервов.

ОРГАНЫ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ – комплекс органов, обеспечивающих защиту организма от чужеродных веществ и клеток, поступающих из внешней среды или образующихся в самом организме (например, опухолевые клетки). Органы иммунной системы делят на центральные и периферические. К центральным относят вилочковую железу, где созревают Т-лимфоциты, и групповые лимфатические фолликулы червеобразного от ростка и подвздошной кишки (аналог сумки фабрициуса у птиц), где происходит созревание В-лимфоцитов. По другим данным, созревание В-лимфоцитов происходит в костном мозге, являющемся также источником стволовых клеток, из которых развиваются лимфоциты и другие клетки крови. К периферическим органам иммунной системы относят миндалины, одиночные лимфатические фолликулы слизистых оболочек, лимфатические узлы и селезенку. Лимфоидная ткань органов иммунной системы особенно хорошо развита в детском и подростковом возрасте, обеспечивая развитие иммунитета. С возрастом происходит уменьшение количества лимфоидной ткани, и в пожилом возрасте иммунные силы организма значительно снижаются.

ПЕРИКАРД (*pericardium*) – плотный серозно-фиброзный мешок, окружающий сердце (околосердечная сумка). Он состоит из серозного и фиброзного слоев. Серозный слой представлен внутренностным (висцеральным) и пристеночным (париетальным) листками, непрерывно переходящими один в другой по крупным сосудам сердца, в его основании. Висцеральный листок, срастаясь с миокардом, образует наружную оболочку сердца – эпикард. Париетальный серозный листок вместе с фиброзным слоем составляют собственно перикард. Между серозными листками перикарда име-

ется замкнутая полость, в которой находится около 20 г серозной жидкости.

ПРЕКАПИЛЛЯР (vas precapillare) – продолжение артериолы (прекапиллярная артериола), характеризующееся тем, что гладкие мышечные клетки среднего слоя располагаются поодиночке. Расстояние между ними увеличивается в дистальных отделах. В месте отхождения капилляра имеются сужения, обусловленные циркулярным расположением гладких мышечных клеток, выполняющих роль прекапиллярных сфинктеров.

ПРОТОК ВЕНОЗНЫЙ (ductus venosus) – сосуд, соединяющий у плода пупочную вену с нижней полой веной. Располагается в заднем отделе левой продольной борозды печени. После рождения венозный проток зарастает, превращаясь в венозную связку.

ПРОТОК ГРУДНОЙ (ductus thoracicus) – самый крупный лимфатический сосуд длиной 30–40 см. Образуется в верхнем отделе брюшной полости от слияния правого и левого поясничных стволов. По протяжению в грудном протоке различают брюшную, грудную и шейную части. В брюшной части у места образования имеется расширение – млечная цистерна, расположенная сзади и справа от аорты. Грудной проток проходит через аортальное отверстие в диафрагме и в грудной полости лежит в заднем средостении, впереди позвоночника. В верхнем отделе грудной полости он отклоняется влево и выходит через верхнюю апертуру, грудной клетки на шею, где, образовав выпуклую кверху дугу, впадает в левый венозный угол (место соединения левой внутренней яремной и подключичной вен). В конечный отдел грудного протока впадают левые бронхо-средостенный, яремный и подключичный стволы, которые могут впадать в вены самостоятельными отверстиями. Таким образом, грудной проток собирает лимфу из обеих нижних конечностей, брюшной и левой половины грудной полостей, левой половины головы и шеи, левой верхней конечности (приблизительно из 3/4 частей тела).

ПРОТОКИ ЛИМФАТИЧЕСКИЕ (ductus lymphatici) – крупные сосуды, образующиеся от слияния лимфатических стволов. Имеются два лимфатических протока – грудной и правый лимфатический.

ПОСТКАПИЛЛЯРЫ – сосуды микроциркуляторного русла; образуются после слияния капилляров, не имеют мышечной оболочки, но уже хорошо выражены соединительно-тканые структуры. Выполняют транспортную и обменную функции.

СЕЛЕЗЕНКА (lien) – орган иммуногенеза, тесно связанный с ретикулоэндотелиальной системой. В селезенке образуются лимфоциты и другие форменные элементы крови, она является местом распада эритроцитов, выполняет функцию депонирования крови, изменяя свои размеры в зависимости от кровенаполнения. Селезенка расположена в левом подреберье на уровне IX–XI ребер, имеет уплощенно-овальную форму с диафрагмальной и висцеральной поверхностями. Последняя вогнута, на ней имеются ворота, где находятся селезеночная артерия, вены, нервы. Диафрагмальная поверхность выпуклая, прилежит к диафрагме; висцеральная поверхность соприкасается с желудком, ободочной кишкой, левой почкой и надпочечником. Брюшина покрывает селезенку со всех сторон. Переходя на желудок, она образует желудочно-селезеночную связку. Под брюшиной находится тонкая фиброзная оболочка, которая отдает внутрь органа трабекулы, образующие соединительно-тканый остов селезенки. Между трабекулами находится пульпа селезенки, представляющая лимфоидную ткань с фолликулами, по строению сходную с тканью лимфатического узла.

СЕРДЦЕ (cor) – полый четырехкамерный мышечный орган конусовидной формы, функция которого обеспечивает непрерывный кровоток по кровеносным сосудам. Располагается позади грудины в среднем средостении грудной полости, расширенная его часть (основание) направлена вверх, кзади и вправо, а суженная (верхушка) – вниз, вперед и влево. По отношению к срединной плоскости сердце расположено асимметрично: 1/3 его находится справа, а 2/3 – слева. Различают диафрагмальную (нижнюю), грудино-реберную (переднюю) и легочные (боковые) поверхности сердца. На них контурируются борозды с обильным содержанием жировой клетчатки, в которых проходят собственные артерии и вены сердца. Поперечно располагается венечная борозда, кольцеобразно разграничивая предсердия от желудочков. Вдоль грудино-реберной поверхности

проходит передняя межжелудочковая борозда, через диафрагмальную поверхность – задняя межжелудочковая борозда. Эти борозды соответствуют границам между желудочками. Масса сердца у женщин около 250 г, у мужчин – около 330 г, наибольший поперечный размер – 8–11 см, длина – 10–15 см, переднезадний размер – 6–8 см. Приведенные показатели сердца переменны и зависят от возраста, пола и физического состояния. Сердце имеет камеры: правые предсердие и желудочек, левые предсердие и желудочек. Правые камеры отделены от левых сплошной перегородкой, поэтому правая и левая половины сердца не сообщаются между собой. В правой половине сердца находится венозная, а в левой – артериальная кровь. Между предсердиями и желудочками имеются предсердно-желудочковые отверстия, через которые кровь при сокращении предсердий изгоняется в желудочки. В стенке различают три оболочки: наружную – эпикард, среднюю – миокард и внутреннюю – эндокард. Эпикард – один из листков серозного слоя перикарда. Миокард образован поперечнополосатой мышечной тканью, отличающейся от скелетной как строением волокон, так и произвольной функцией. Мышечные волокна фиксированы к соединительно-тканному скелету сердца, представленному фиброзными кольцами вокруг предсердно-желудочковых отверстий, а также отверстий легочного ствола и аорты. Миокард предсердий развит значительно слабее желудочков, представлен двумя слоями, функция его – изгнание крови в желудочки. Миокард желудочков имеет трехслойное строение со сложным переплетением пучков мышечных волокон. Рельеф его внутреннего слоя сложный вследствие формирования мясистых трабекул (перекладин) и сосочковых мышц. В стенке предсердий внутренний слой миокарда гладкий, кроме областей ушек, где рельефно выделяются гребенчатые мышцы. В стенке левого желудочка миокард почти в два раза толще в сравнении с правым желудочком. Это объясняется различием функций: сокращения левого желудочка обеспечивают циркуляцию крови через большой круг кровообращения, правого – через малый. Миокард предсердий и желудочков изолирован друг от друга, чем объясняется их раздельное сокращение. Частота и последовательность сокращений предсердий и желудочков регулируется особыми атипичными мышечными клетками, составляющими про-

водящую систему сердца. Она представлена синусо-предсердным, предсердно-желудочковым узлами и предсердно-желудочковым пучком. Синусно-предсердный узел локализуется в стенке правого предсердия между правым ушком и отверстием верхней полой вены. Волокна от него достигают миокарда предсердий и предсердно-желудочкового узла. Последний расположен в нижней части межпредсердной перегородки. От предсердно-желудочкового узла начинается предсердно-желудочковый пучок, который в толще межжелудочковые перегородки разделяется на правую и левую ножки, ветвящиеся в миокарде желудочков. Проводящая система сердца обеспечивает проведение возбуждений от подходящих к сердцу симпатических и парасимпатических нервов непосредственно к типичным волокнам предсердий и желудочков.

СИСТЕМА ЛИМФАТИЧЕСКАЯ (*systema lymphaticum*) тесно связана с кровеносной, составляя вместе с ней сосудистую систему. Она обеспечивает резорбцию из тканей воды, белков и других коллоидных веществ, осуществляя дренаж органов, обладает транспортной и барьерной функциями. Важнейшей функцией является иммунная, в ее органах вырабатываются лимфоциты, ответственные за иммунитет. Лимфатическая система состоит из путей проведения лимфы (лимфатических капилляров, сосудов, стволов, протоков), лимфатических узлов и лимфоидных органов.

СОСУД КОЛЛАТЕРАЛЬНЫЙ (*vas collaterale*) – сосуд, осуществляющий окольный (боковой) путь движения крови (лимфы) в обход основному сосуду. Вокруг крупных и средних по диаметру сосудов проходят в том же направлении более мелкие коллатеральные сосуды, к которым также относятся сосуды мышц, нервов, сосудов, клетчаточных образований. Между основным и коллатеральными сосудами имеются множественные анастомозы. Особенно они хорошо развиты вокруг суставов и некоторых внутренних органов. При длительном сдавливании или закупорке основного сосуда коллатеральные значительно расширяются. Вместе с тем образуются новые сосуды и анастомозы. Создаются условия коллатерального кровообращения, при котором частично или полностью компенсируется нарушение кровотока в основном сосуде. Сосудистые кол-

латерали существуют в артериальной, венозной и лимфатической системах.

СОСУДЫ ЛИМФАТИЧЕСКИЕ (*vasa lymphatica*) – сосуды, обеспечивающие отток лимфы из капиллярных сетей; образуются от слияния лимфатических капилляров. В их стенке имеются соединительно-тканые элементы, а в более крупных сосудах – мышечные. Стенки крупных лимфатических сосудов устроены аналогично венозным. Благодаря большому количеству клапанов лимфатические сосуды имеют четкообразный вид, они прерываются в лимфатических узлах, по отношению к которым делятся на приносящие и выносящие сосуды. По отношению к собственной фасции лимфатические сосуды делят на поверхностные, расположенные снаружи от нее и собирающие лимфу от кожи, подкожной клетчатки и фасций; и глубокие, которые собирают лимфу от костей, суставов, мышц, фасций, идут вдоль сосудисто-нервных пучков соответствующих областей тела и расположены под собственной фасцией. При повреждении лимфатических сосудов формируются коллатеральные пути оттока лимфы.

СОСУДЫ ЛИМФОКАПИЛЛЯРНЫЕ (*vasa lymphocapillares*) – начальные отделы лимфатической системы. В отличие от кровеносных сосудов начинаются слепо, имеют большой диаметр и характеризуются неравномерностью просветов (расширения в 100–200 мкм чередуются с сужениями в 8–10 мкм); стенка их состоит из эндотелия и не имеет базальной мембраны и перицитов, представляя полупроницаемую мембрану.

СОСУДЫ СОСУДОВ (*vasa vasorum*) – собственные сосуды артерий, вен, лимфатических сосудов. От близлежащих артерий к наружной оболочке сосудов подходят ветви, образуя в ней сплетения. От последнего капиллярные сети проникают в толщу стенки сосуда, обеспечивая ее питание. Венозный отток крови от стенки сосудов осуществляется в лежащие поблизости вены, а лимфоотток – к регионарным лимфатическим узлам

СПЛЕТЕНИЯ СОСУДИСТЫЕ (*plexus vasculosus*) – производные мягкой мозговой оболочки сосудисто-эпителиальные структу-

ры, впячивающиеся в процессе развития в желудочки мозга. Сосудистые сплетения образуют складки, ворсинки, ветвящиеся в них сосуды имеют извитой ход. Сосудистые сплетения продуцируют спинномозговую жидкость.

РАЗДЕЛ «ФИЗИОЛГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ»

АВТОМАТИЯ – это свойство ряда возбудимых тканей, величина мембранного потенциала (МП) которых по времени не постоянна – периодически она снижается (возникает спонтанная деполяризация) и самостоятельно достигает критического уровня деполяризации (КУД), в результате чего возникает спонтанное возбуждение, после которого МП восстанавливается до исходного уровня, а затем цикл повторяется. Способность к **А.** характерна для р-клеток синоатриального узла – основного водителя ритма сердца, для ряда нейронов ЦНС, а также для некоторых гладких мышц, например, миоцитов матки.

БРАДИКАРДИЯ – это урежение частоты сокращений сердца (ЧСС) до 60 ударов в минуту и менее. **Б.** может наблюдаться в норме, в частности у тренированных лиц (в этом случае **Б.** обусловлена высоким тонусом блуждающих нервов), а также при нарушениях ритма сердца, что может сопровождаться тяжелыми расстройствами гемодинамики. См. *Тахикардия*.

ДАВЛЕНИЕ КРОВИ – это уровень кровяного давления, выражаемый в миллиметрах ртутного столба (мм рт.ст.), определяется совокупностью ряда факторов, таких как нагнетающая сила сердца, периферическое сопротивление сосудов, объем крови.

ДЕПРЕССОРНЫЙ (*от лат. deprimo, depressum – понижать*) – это значит приводящий к снижению артериального давления (депрессорная реакция, депрессорные рефлексy, депрессорный нерв). Депрессорные реакции сердечно-сосудистой системы характеризуются брадикардией, уменьшением ударного объема сердца, снижением

общего периферического сопротивления за счет расширения сосудов (преимущественно артериол) и уменьшения вязкости крови, снижением скорости кровотока и объема циркулирующей крови.

ДИАСТОЛА – это фаза расслабления мускулатуры сердца, в ходе которой полости сердца расширяются и наполняются кровью. Различают *Д.* предсердий и желудочков. Расслабление сердца во время *Д.* наступает в результате активного откачивания Ca^{2+} из цитоплазмы в саркоплазматический ретикулум, а также выведения этого иона во внеклеточную среду через сарколемму. При этом перестают образовываться актино-миозиновые мостики, мышечное сокращение прекращается, и камеры сердца под действием эластических сил и притока крови расширяются. *См. Систола.*

КОМПЕНСАТОРНАЯ ПАУЗА – это пауза после желудочковой экстрасистолы, обусловленная выпадением очередного сердечного сокращения. *К.п.* наблюдается в том случае, если первый постэкстрасистолический импульс ведущего водителя ритма приходит к желудочкам в тот момент, когда они еще пребывают в состоянии рефрактерности, вызванной экстрасистолическим возбуждением. Длительность *К.п.* такова, что интервал между последним нормальным сокращением и первым постэкстрасистолическим сокращением равен удвоенному интервалу между нормальными сокращениями.

КРОВООБРАЩЕНИЕ – это непрерывное движение крови по системе полостей сердца и кровеносных сосудов, обусловленное сокращениями сердца или пульсирующих сосудов.

ЛИНЕЙНАЯ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ КРОВИ – это показатель, характеризующий скорость движения крови при ламинарном потоке. Средняя по сечению сосуда *Л.с.д.к.* определяется как отношение объемной скорости кровотока к площади поперечного сечения сосуда. Наибольшая *Л.с.д.к.* наблюдается в аорте, наименьшая – в капиллярах. *См. Объемная скорость движения.*

МИНУТНЫЙ ОБЪЕМ КРОВИ (МОК) – это количество крови, выбрасываемое левым (правым) желудочком в 1 мин. В норме МОК составляет 4–5 л/мин. При максимальных физических нагрузках

у тренированных людей МОК может достичь 35 л/мин. См. *Систолический объем крови*.

ОБЪЕМНАЯ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ КРОВИ – это показатель, характеризующий количество крови, протекающее через поперечное сечение сосуда в единицу времени. *О.с.д.к.* крови через сосуд прямо пропорциональна перепаду давления в сосуде и обратно пропорциональна его сопротивлению току крови. Размерность *О.с.д.к.* крови составляет миллилитр в 1 мин. См. *Линейная скорость движения*.

ПУЛЬС – это толчкообразные колебания стенок кровеносных сосудов, сердца и прилегающих к ним тканей, вызываемые сокращениями сердца. Различают артериальный, венозный пульс и сердечный толчок, которые имеет большую диагностическую ценность в медицине.

ПУЛЬСОВОЕ ДАВЛЕНИЕ (ПД) – это разность между систолическим и диастолическим артериальным давлением крови. У здорового человека ПД равняется 40–50 мм рт.ст., у животных колеблется в более широких пределах. ПД является важным показателем оценки общей гемодинамики в медицине и эксперименте.

СИСТОЛА – это сокращение какого-либо отдела сердца или сердца в целом. *С.* начинается с возбуждения соответствующего отдела сердца; благодаря синцитиальным свойствам сердца возбуждение, возникнув в каком-либо участке, охватывает полностью тот или иной отдел и сокращение сердца подчиняется закону «все или ничего». В ходе *С.* кровь выбрасывается в венозно-артериальном направлении. Обратному току крови препятствует атриовентрикулярные клапаны (при *систоле желудочков*) или сфинктеры устьев магистральных вен (при *систоле предсердий*). Мощность *С.* регулируется путем изменения кинетики актино-миозиновых взаимодействий в кардиомиоцитах, поскольку иные пути регуляции сократимости, действующие в скелетных мышцах (тетанус и вовлечение) в сердце реализовываться не могут.

СИСТОЛИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ КРОВИ (СОК) – это количество крови, поступающее в аорту при каждом сокращении сердца. В норме СОК составляет 60–70 мл. См. *Минутный объем крови*.

ТАХИКАРДИЯ – это увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) до 100 и более в 1 мин. В зависимости от местоположения очага возбуждения, выполняющего роль водителя ритма при *T.*, различают *синусовую (или наджелудочковую) T.*, при которой водитель ритма располагается в области атриовентрикулярного соединения, и *желудочковую T.*, когда водителем ритма становится одна из ножек пучка Гиса. Физиологическая *T.* наблюдается при увеличении температуры тела, физической нагрузке, эмоциях, раздражении экстракардиальных нервов или воздействии на сердце некоторых биологически активных веществ. *См. Брадикардия.*

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА (ЭКГ) – это кривая, отражающая биоэлектрическую активность сердца.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ – это метод исследования биоэлектрической активности сердца, заключающийся в записи изменений во времени разности потенциалов, создаваемой электрическим полем сердца во время его возбуждения. *Э.* дает информацию о ритме сердца и его нарушениях (блокадах, экстрасистолах и т.д.), локализации патологического очага в миокарде, гипертрофиях и перегрузках тех или иных камер сердца и т.д. *См. Электрокардиограмма.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебное пособие разработано коллективом авторов в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта. Пособие предназначено для организации самостоятельной работы студентов, обучающихся по направленности программ бакалавриата «Биология», и может быть использовано как дополнительная информация к теоретическому материалу лекций по дисциплинам «Анатомия человека» и «Физиология человека и животных».

В каждой теме разделов «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения» дисциплины «Анатомия человека» и «Физиология сердечно-сосудистой системы» дисциплины «Физиология человека и животных» в доступной форме представлен теоретический материал, даются задания для самостоятельной работы перед и во время лабораторного занятия, контрольные вопросы для проверки знаний по дисциплинам медико-биологического цикла. Для проведения текущего и промежуточного контроля знаний по данным разделам дисциплин «Анатомия человека» и «Физиология человека и животных» авторами предложены тестовые задания, а также приводятся примеры теоретических вопросов и практических заданий, позволяющих определить уровень сформированности профессиональных компетенций при проведении экзаменов по данным дисциплинам.

Материалы учебного пособия позволяют закрепить и обобщить знания студентов по разделам «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения» дисциплины «Анатомия человека» и «Физиология сердечно-сосудистой системы» дисциплины «Физиология человека и животных», сформировать навыки их практического применения. Использование учебного пособия в образовательном процессе стимулирует развитие у студентов способности к самостоятельному анализу учебной и научной литературы.

Для обеспечения наглядности изучения разделов «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения» и «Физиология сердечно-сосудистой системы» пособие содержит иллюстративный материал.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Раздел «Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения»

Основная литература

1. Иваницкий, М. Ф. Анатомия человека : учебник для вузов / М. Ф. Иваницкий; [ред. Б.А. Никитюк и др.]. – Москва : Олимпия, 2008. – 624 с. – ISBN 978-5-903639-06-9.
2. Кузнецов, С. Л. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкамбаров, В. Л. Горячкина. – Москва : ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. – 376 с. – ISBN 5-89481-437-5.
3. Курепина, М. М. Анатомия человека : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : ВЛАДОС, 2010. – 383 с. – ISBN 978-5-691-00905-2.
4. Курепина, М. М. Анатомия человека: атлас / М. М. Курепина, А. П. Ожигова, А. А. Никитина. – Москва : Владос, 2005. – 239 с. – ISBN 978-5-691-02012-4.
5. Сапин, М. Р. Анатомия человека : В 2 кн. Кн. 1 / М. Р. Сапин, Г. Л. Билич. – Москва : ООО «Изд. дом «ОНИКС 21 век» : ООО «Мир и Образование», 2002. – 463 с. – ISBN 5-329-00029-7; ISBN 5-94666-005-5.
6. Самусев, Р. П. Анатомия человека / Р. П. Самусев, Ю. М. Селин. – Москва : ОНИКС : Мир и образование, 2009. – 576 с. – ISBN 978-5-17-087313-5.
7. Самусев, Р. П. Атлас анатомии человека / Р. П. Самусев, В. Я. Липченко. – Москва : Изд. дом ОНИКС : Альянс-В, 2000. – 506 с. – ISBN 5-329-00774-7.
8. Фениш, Х. Карманный атлас анатомии человека / Х. Фениш. – Минск : Высш. шк., 1996. – 464 с. – ISBN 985-06-0368-2.
9. Юшканцева, С. И. Гистология, цитология и эмбриология. Краткий атлас / С. И. Юшканцева, В. Л. Быков. – Санкт-Петербург : Издательство «П-2», 2007. – 120 с. – ISBN 5-93893-308-0.

Дополнительная литература

1. Альбертс, Б. Молекулярная биология клетки : в 3 т. / Б. Альбертс, Д. Брей, Дж. Льюис. – Москва : Мир, 1994. – ISBN 5-03-001985-5.
2. Атлас. Анатомия человека / Дж. Форнари, С. Паркер. – Лондон : Дорлинг Киндерсли. – Москва : Слово, 1999. – 64 с. – ISBN 0-7513-8718-5.
3. Борисевич, А. И. Словарь терминов и понятий по анатомии человека / А. И. Борисевич, В. Г. Кошевников. – Минск : Высш. шк., 1996. – 271 с. – ISBN 5-06-0010-29-5.
4. Быков, В. Л. Цитология и общая гистология (функциональная морфология клеток и тканей человека) : учебник / В. Л. Быков. – Санкт-Петербург : СОТИС, 2007. – 520 с. – ISBN 5-85503-080-6.
5. Гистология : учебник / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Чельшева. – Москва : ГЭОТАР-МЕД, 2009. – 408 с. – ISBN 978-5-9704-2130-7.
6. Тейлор, Д. Биология: в 3 т. Т.1 : Пер. с англ. / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут / Под ред. Р. Сопера. – Москва : Лаборатория знаний, 2021. – 454 с. – ISBN 978-5-00101-297-9.
7. Клиническая лабораторная диагностика : учебник / Под ред. В. В. Долгова, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования». – Москва : ФГБОУ ДПО РМАНПО, 2016. – 668 с. – ISBN 978-5-7249-2608-9.
8. Кузнецов, С. Л. Лекции по гистологии, цитологии и эмбриологии : учебное пособие / С. Л. Кузнецов, М. К. Пугачев. – Москва ООО «Медицинское информационное агентство», 2009. – 480 с. – ISBN 978-5-9986-0510-9.
9. Липченко, В. Я. Атлас нормальной анатомии человека / В. Я. Липченко, Р. П. Самусев. – Москва : Медицина, 1989. – 320 с. – ISBN 5-225-00026-6.
10. Наглядный словарь. Человек. – Лондон : Дорлинг Киндерсли. – Москва : Слово, 1999. – 64 с. – ISBN 0-7513-8610-3
11. Пуликов, А. С. Возрастная гистология : учебное пособие / А. С. Пуликов, С. Н. Ефремов, Т. Г. Брюховец, Л. Г. Левкович,

Э. Д. Кривенко, Л. Е. Сухова, А. А. Данилов. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2006. – 176 с. – ISBN 5-222-09281-X

12. Сапин, М.Р. Анатомия человека / М. Р. Сапин, З. Г. Брыксина. – Москва : Высш. шк., 1992. – 459 с. – ISBN 5-09-004385-X.

13. Сапин, М. Р. Руководство к практическим занятиям по анатомии человека / М. Р. Сапин, Г. Л. Билич. – Москва : Высш. шк., 1992. – 223 с. – ISBN 5-06-002209-9.

14. Седов, А. А. Гистология человека : конспект лекций / А. А. Седов. – Москва : «Приор-издат», 2005. – 256 с. ISBN 5-9512-0464-X.

15. Хомутов А. Е. Ангиология : Учебно-методическое пособие / А. Е. Хомутов, Е. В. Крылова, С. В. Копылова. – Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. – 79 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/144559>.

16. Юрина, Н. А. Гистология / Н. А. Юрина, А. И. Радостина. – Москва : Медицина, 1995. – 249 с. – ISBN 5-225-00891-7.

Раздел «Физиология сердечно-сосудистой системы»

Основная литература

1. Бережной, Д. С. Учебная лаборатория по нейротехнологиям. Методическое пособие. Естественно-научное направление / Д. С. Бережной. – Москва : Битроникс, 2021. – 296 с. – ISBN 978-5-6046254-1-5.

2. Нормальная физиология : учебник. В 2 ч. Ч. 2 / А. И. Кубарко [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 607 с. – ISBN 978-985-06-2038-5. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/35506.html> (дата обращения 10.08.2024). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

2. Нормальная физиология: учебник для студ. высш. мед. проф. образования / под ред. В. М. Смирнова. – Москва : Академия, 2012. – 480 с. – ISBN 978-5-7695-8533-3.

3. Шибкова, Д. З. Практикум по физиологии человека и животных : учеб. пособие / Д. З. Шибкова. – Челябинск : Изд-во Челяб. гос.

пед. ун-та, 2015. – 243 с. – ISBN 978-5-906777-47-8. – <http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/737>

4. Шибкова, Д. З. Самостоятельная работа по дисциплине «Физиология человека и животных» : учебное пособие / Д. З. Шибкова, Н. В. Ефимова. – Челябинск : Изд-во Юж.-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2016. – 243 с. – ISBN 978-5-906908-28-5. – <http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1113>

Дополнительная литература

1. Агаджанян, Н. А. Физиология человека / Н. А. Агаджанян, Л. З. Тель, В. И. Циркин, С. А. Чеснокова. – Москва : Медицинская книга, Ниж. Новгород : Издательство НГМА, 2003. – 528 с. – ISBN 5-86093-061-5.

2. Бельченко, Л. А. Физиология человека. Организм как целое : учебно-методический комплекс / Л. А. Бельченко, В. А. Лавриненко. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2004. – 229 с. – ISBN 978-5-379-02017-0. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/5590>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

3. Зильбернагаль, С. Наглядная физиология / С. Зильбернагаль, А. Деспопулос; пер. с англ. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 408 с. – ISBN 978-5-94774-385-2.

4. Зинчук, В. В. Нормальная физиология. Краткий курс : учебное пособие / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Ю. М. Емельянчик. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 432 с. – ISBN 978-985-06-2387-4. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/35504.html>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

5. Камкин, А. Г. Атлас по физиологии. В 2 т. Т. 2 : учеб. пособие / А. Г. Камкин, И. С. Киселева. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 448 с. – ISBN 978-5-9704-2419-3.

6. Материалы к лекциям по курсу нормальной физиологии. В 2 ч. Ч. 2: Висцеральные системы и их регуляция / Н. А. Барбараш [и др.]. – Кемерово : Кемеровская государственная медицинская ака-

демия, 2008. – 156 с. – ISSN 2227-8397. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/6151>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

7. Нормальная физиология : учебник. В 2 ч. Ч. 2 / А. И. Кубарко [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 607 с. – ISBN 978-985-06-2038-5. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/35506.html>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

8. Нормальная физиология человека : учебник для высших учебных заведений / Под ред. Академика РАМН Б. И. Ткаченко. – Москва : Медицина, 2005. – 928 с. – ISBN 5-225-04240-6.

9. Физиология. Основы и функциональные системы : Курс лекций / под ред. К. В. Судакова. – Москва : Медицина, 2000. – 784 с. – ISBN 5-225-04548-0.

10. Физиология человека : Атлас динамических схем / К. В. Судаков, В. В. Андрианов, Ю. Е. Вагин, И. И. Киселев. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-5880-8.

11. Фундаментальная и клиническая физиология / под ред. А. Г. Камкина и А. Каменского. – Москва : Академия, 2004. – 1073 с. – ISBN 5-7695-1675-5.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица 1.1 – Геометрическая характеристика сосудистого русла и распределение объемов крови в нем
(Хомутов А.Е., 2012)

Сосуд(ы)	Общечисло в организме	Диаметр, см	Длина, см	Объем крови, %
Аорта	1	1,6-3,2	80	15
Большие артерии	103	0,6-0,1	40-20	
Малые артерии и артериолы	108	0,1-0,02	5-0,2	3
Капилляры	109	0,005-0,001	0,1	7
Венулы, малые вены	109	0,02-0,2	0,2-1,0	12
Большие вены	103	0,5-1,0	10-30	63
Полые вены	2	2,0	50	

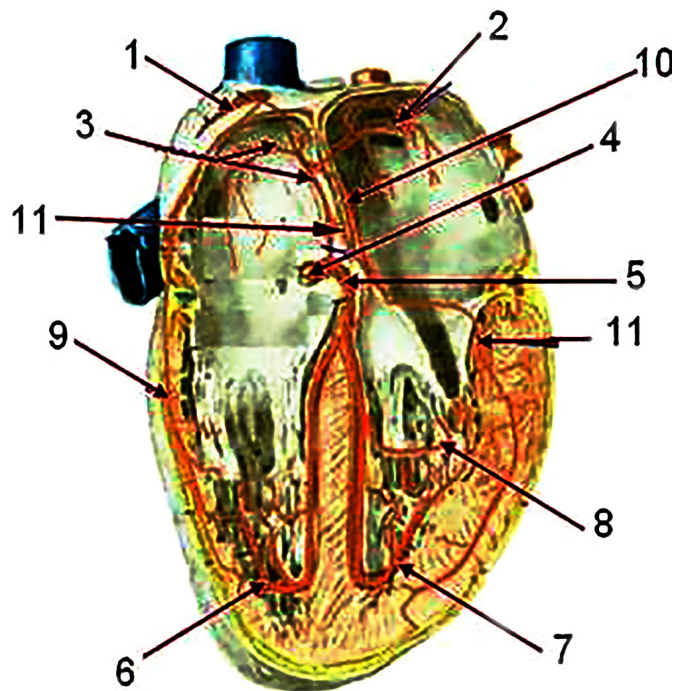
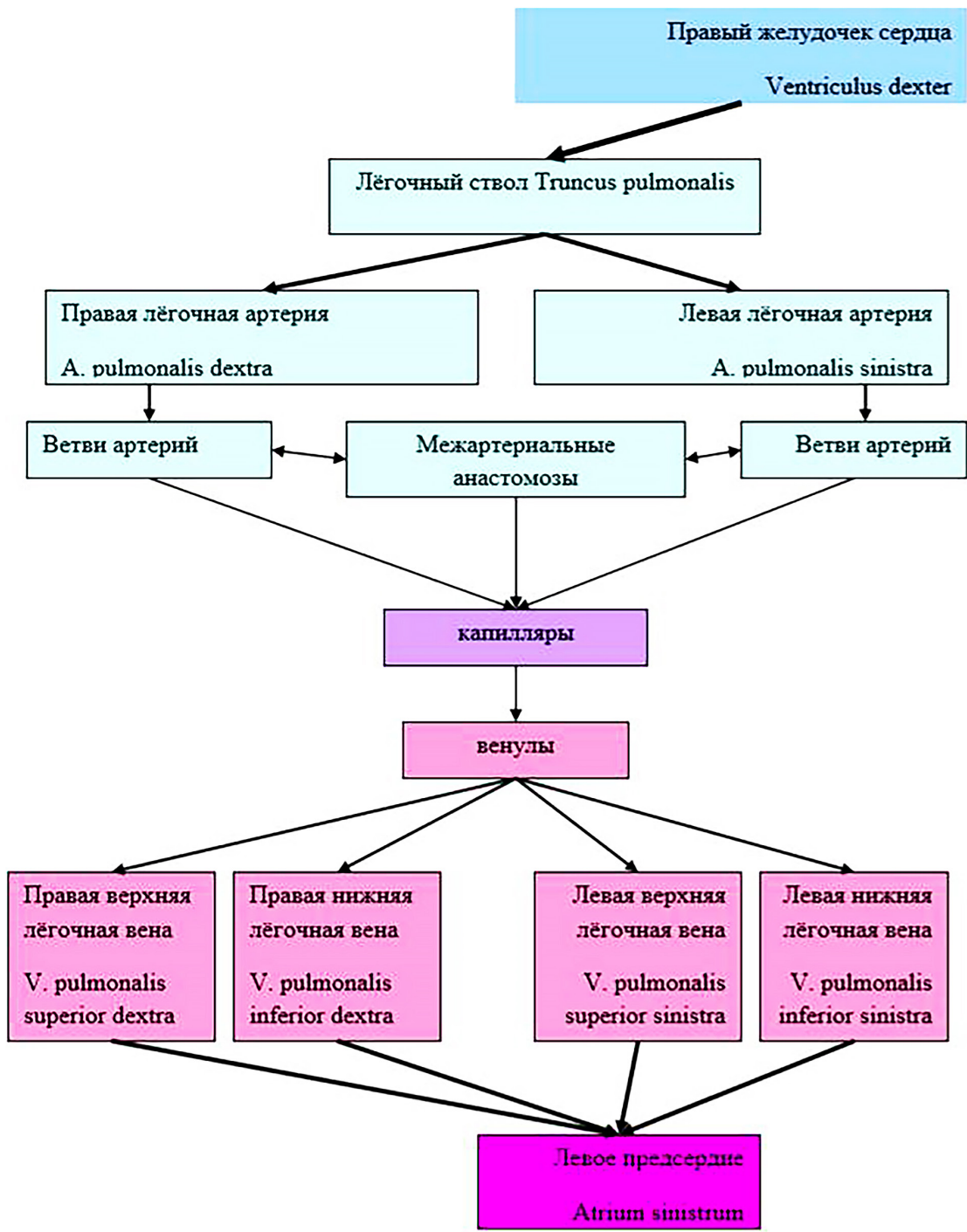


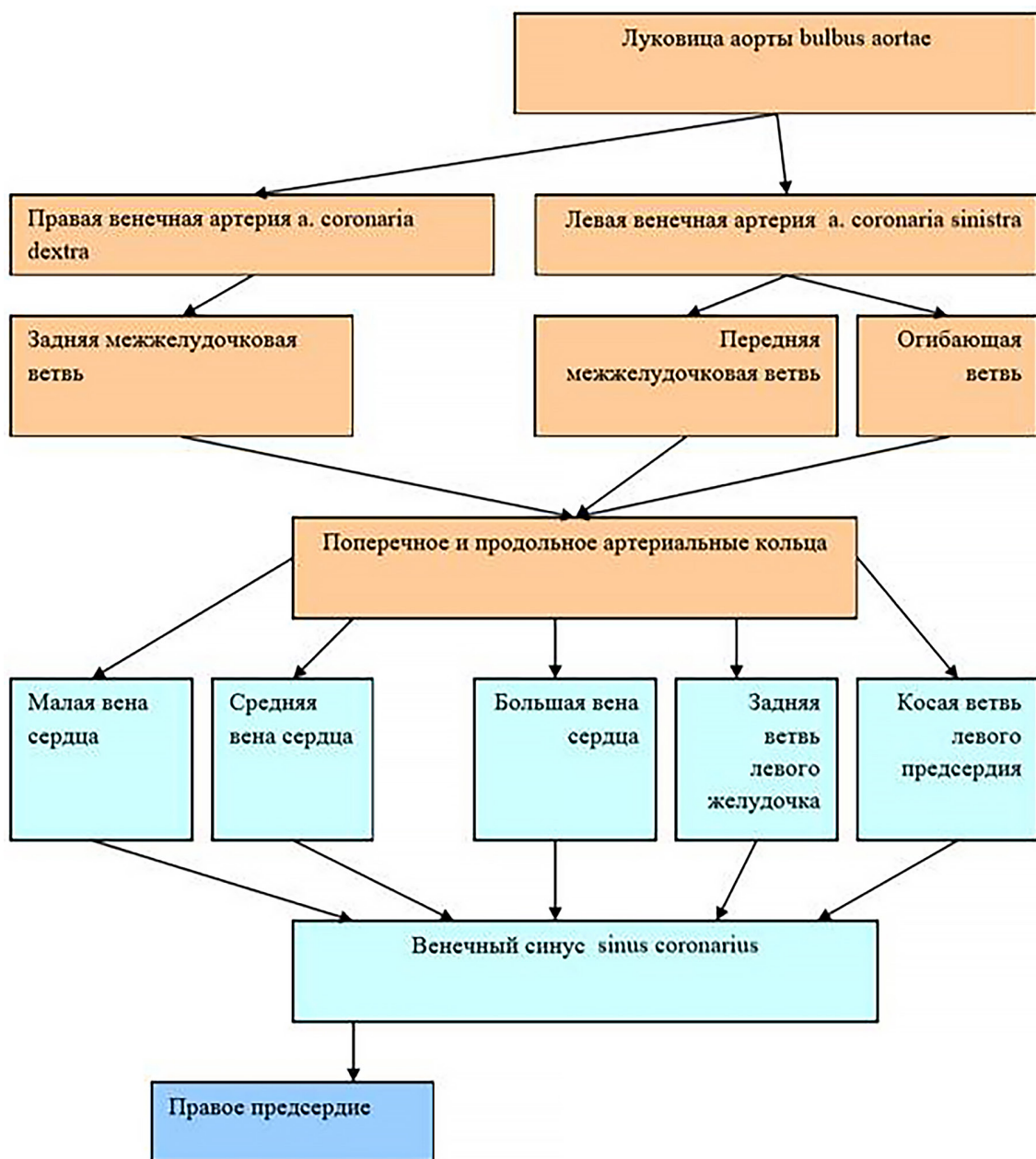
Рисунок 2.1 – Проводящая система сердца

[<https://cf.ppt-online.org/files/slide/j/JwozIu6dnpXLbh89OMslBG2EСуAQiq1jg45SYD/slide.jpg>]

- 1 – синусно-предсердный узел; 2 – межпредсердный пучок Бахмана;
3 – межузловые проводящие тракты (Бахмана, Венкебаха, Тореля);
4 – предсердно-желудочковый узел; 5 – пучок Гиса,
6 – правая ножка Гиса; 7 – передняя ветвь левой ножки пучка Гиса;
8 – задняя ветвь левой ножки пучка Гиса; 9 – пучок Кента;
10 – пучок Джеймса; 11 – пучок Махейма



*Рисунок 2.2 – Схема сосудов малого круга кровообращения
(Хомутов А.Е., 2012)*



*Рисунок 2.3 – Схема коронарных сосудов
(Холутов А.Е., 2012)*

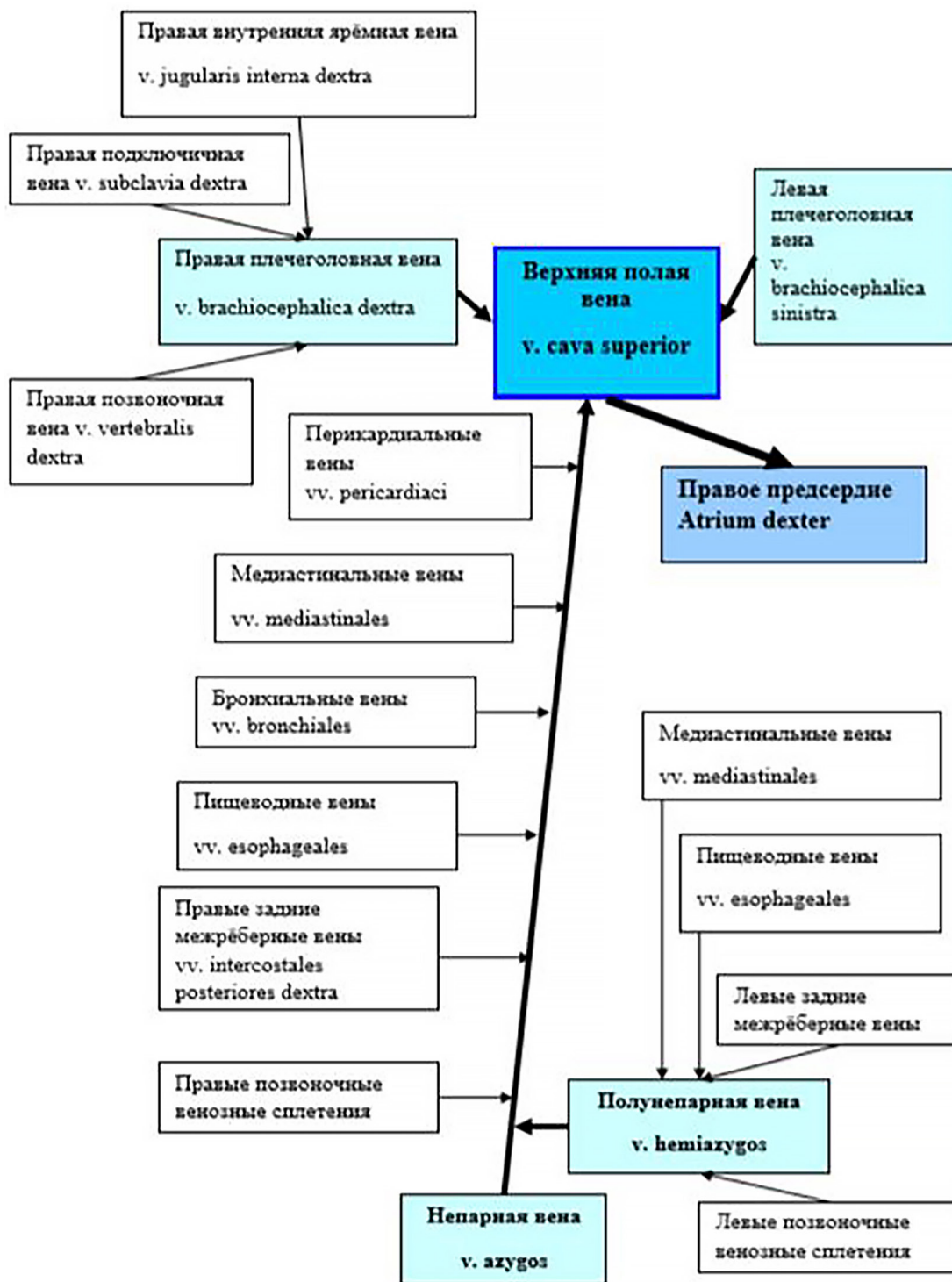


Рисунок 2.4 – Система верхней полой вены
(Хомутов А.Е., 2012)

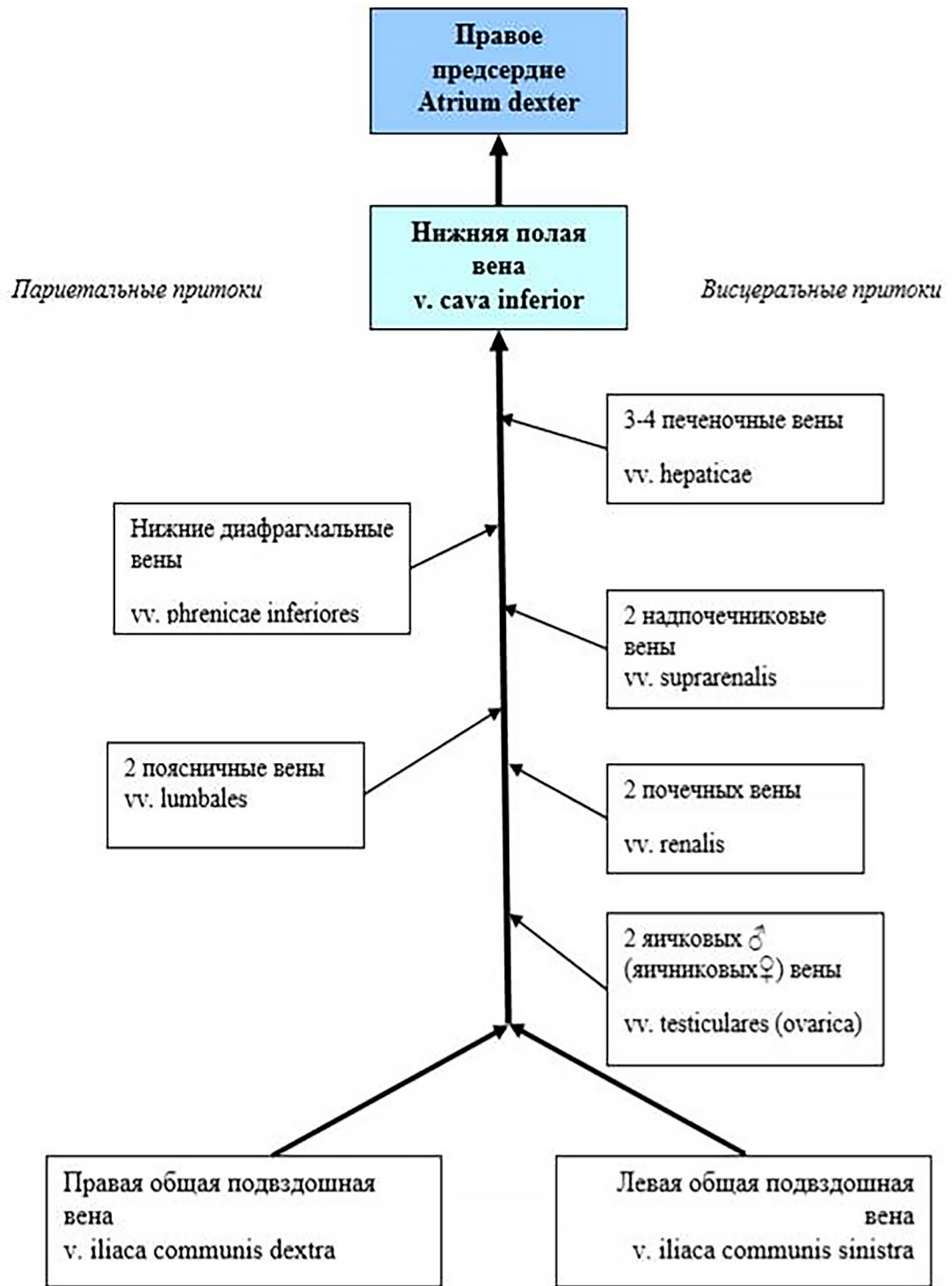


Рисунок 2.5 – Система нижней полой вены
(Холутов А.Е., 2012)



Рисунок 3.1 – Лимфедема

[<http://lymphedema.ru, limfa3.jpg>]

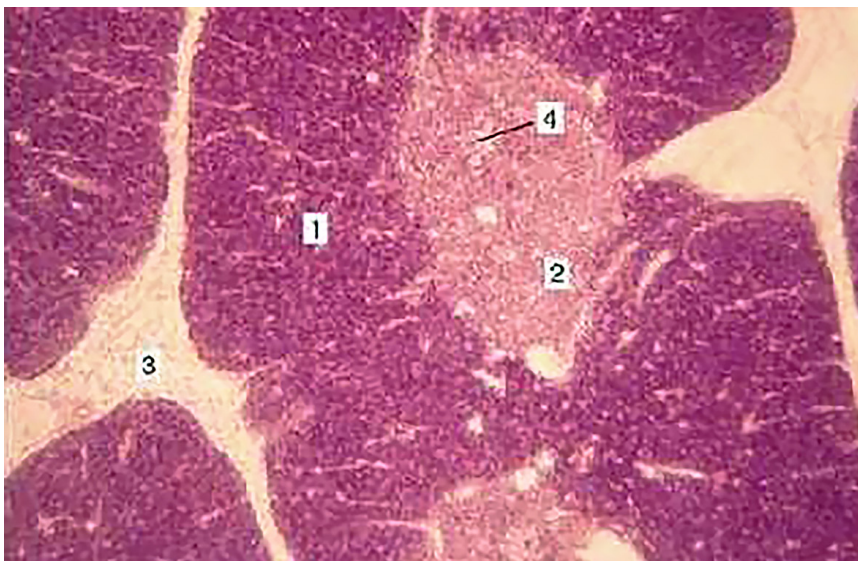


Рисунок 3.2 – Срез тимуса

[https://present5.com/presentation/203544260_425301769/image-103.jpg]:

- 1 – корковое вещество; 2 – мозговое вещество;
- 3 – соединительнотканная перегородка;
- 4 – слоистое тельце

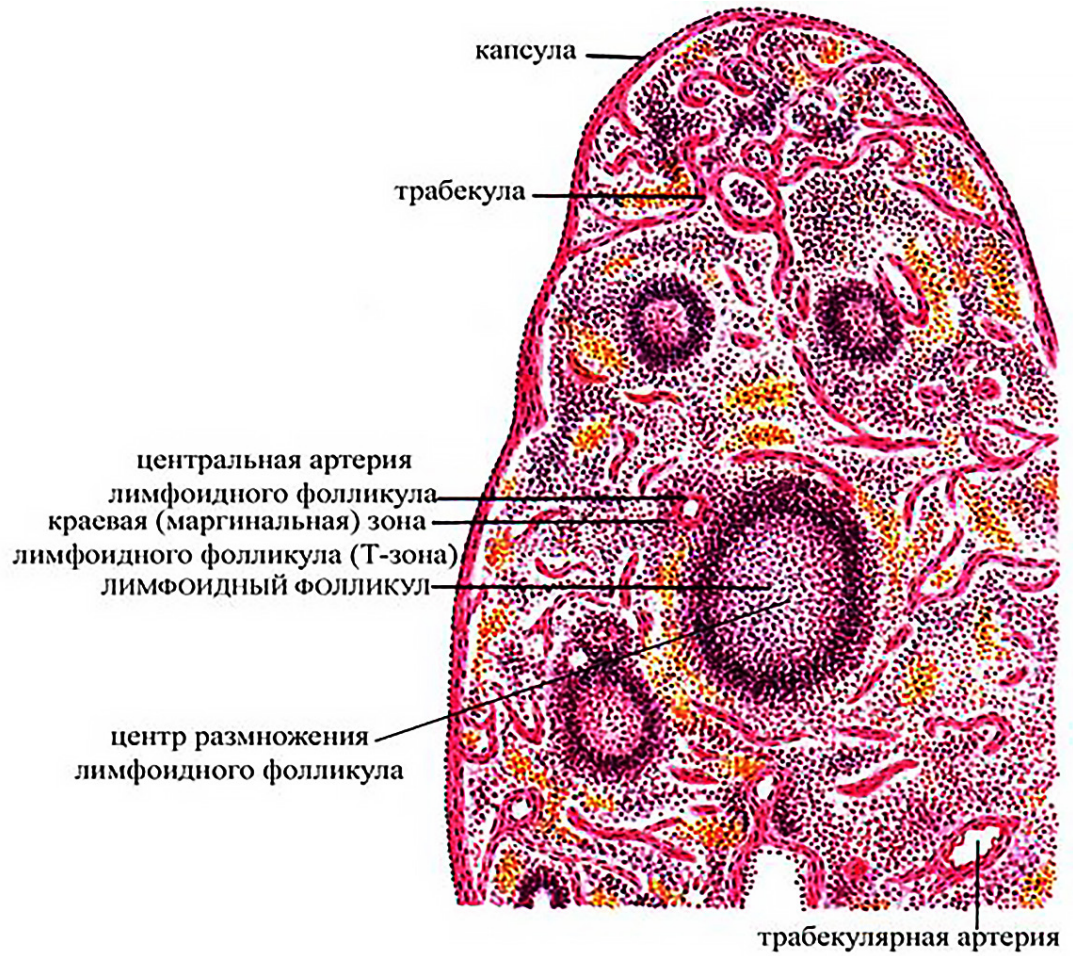


Рисунок 3.3 – Гистоструктура селезенки

[https://studfile.net/html/2706/310/html_YiNsiC9nsK.RYMh/img-Ua9MwX.jpg]

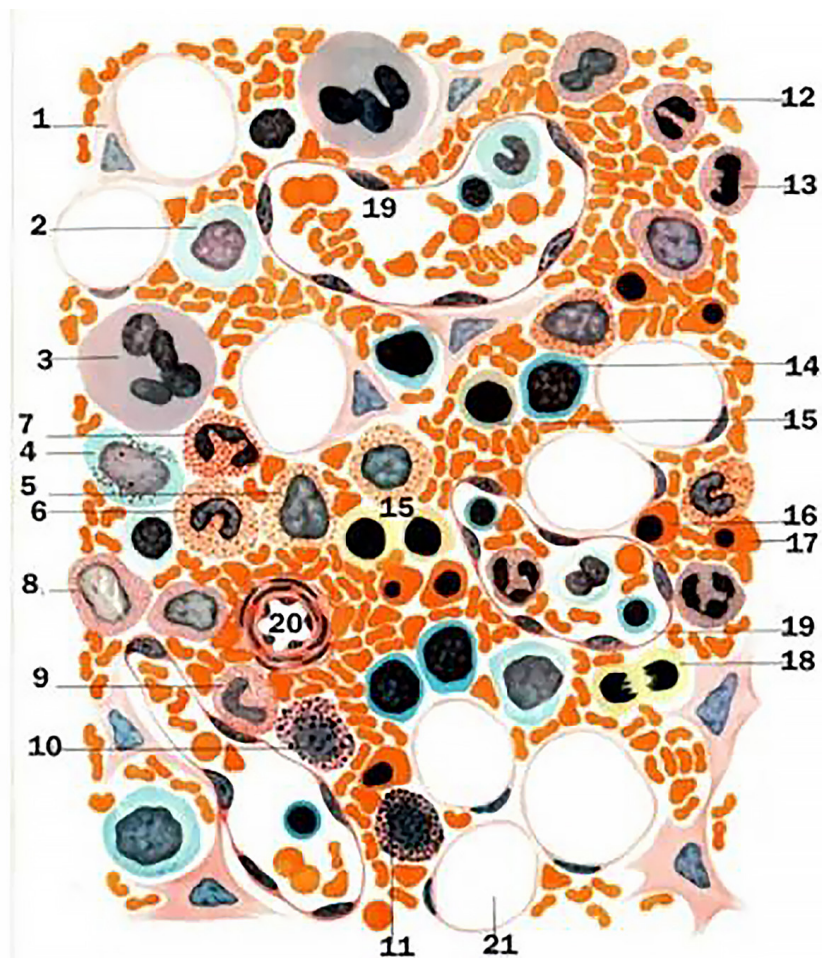


Рисунок 3.4 – Красный костный мозг

[https://avatars.mds.yandex.net/i?id=6cfda5b3d3e1d05950c1a06e931cbcef_1-5877852-images-thumbs&n=13]

- 1 – ретикулярная клетка; 2 – гемоцитобласт; 3 – мегакариоцит;
- 4 – промиелоцит; 5 – эозинофильный миелоцит;
- 6 – эозинофильный метамиелоцит; 7 – эозинофильный лейкоцит;
- 8 – нейтрофильный миелоцит; 9 – нейтрофильный метамиелоцит;
- 10 – базофильный миелоцит; 11 – базофильный метамиелоцит;
- 12 – сегментоядерный нейтрофильный лейкоцит,
- 13 – палочкоядерный нейтрофильный лейкоцит;
- 14 – базофильный эритробласт; 15 – полихроматофильные эритробласты;
- 16 – оксифильный эритробласт; 17 – нормобласт;
- 18 – делящийся полихроматофильный эритробласт;
- 19 – венозные синусы; 20 – артерия; 21 – жировые клетки

Физиологические свойства сердечной мышцы

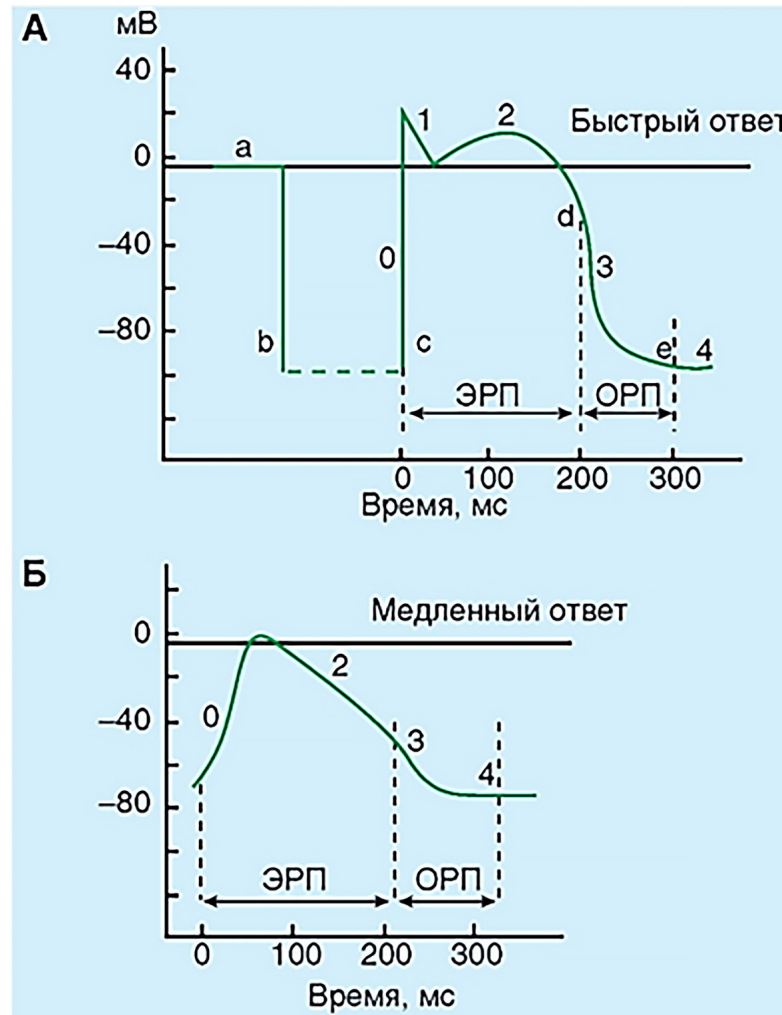


Рисунок 4.1 – Изменения трансмембранного потенциала, отводимого от сердечных волокон с быстрым и медленным ответом в изолированной сердечной ткани, помещенной в раствор электролита:

А – во время *a* микроэлектрод был в растворе, который окружает сердечное волокно, во время *b* микроэлектрод вошел в клетку, во время *c* возник потенциал действия в волокне, в которое введен микроэлектрод, время от *c* до *d* представляет собой фазу абсолютной рефрактерности или эффективный рефрактерный период (ЭРП), а время от *d* до *e* представляет относительный рефрактерный период (ОРП);

Б – потенциал действия, отводимый от сердечного волокна с медленным ответом. Обратите внимание на то, что по сравнению с волокном, в котором был зарегистрирован быстрый ответ, потенциал покоя медленного волокна менее негативен, фаза 0 (нарастание) потенциала действия менее крутая, амплитуда потенциала действия меньше, фаза 1 отсутствует и ОРП продолжается в значительной мере и в течение фазы 4, после того как волокно полностью реполяризовалось

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

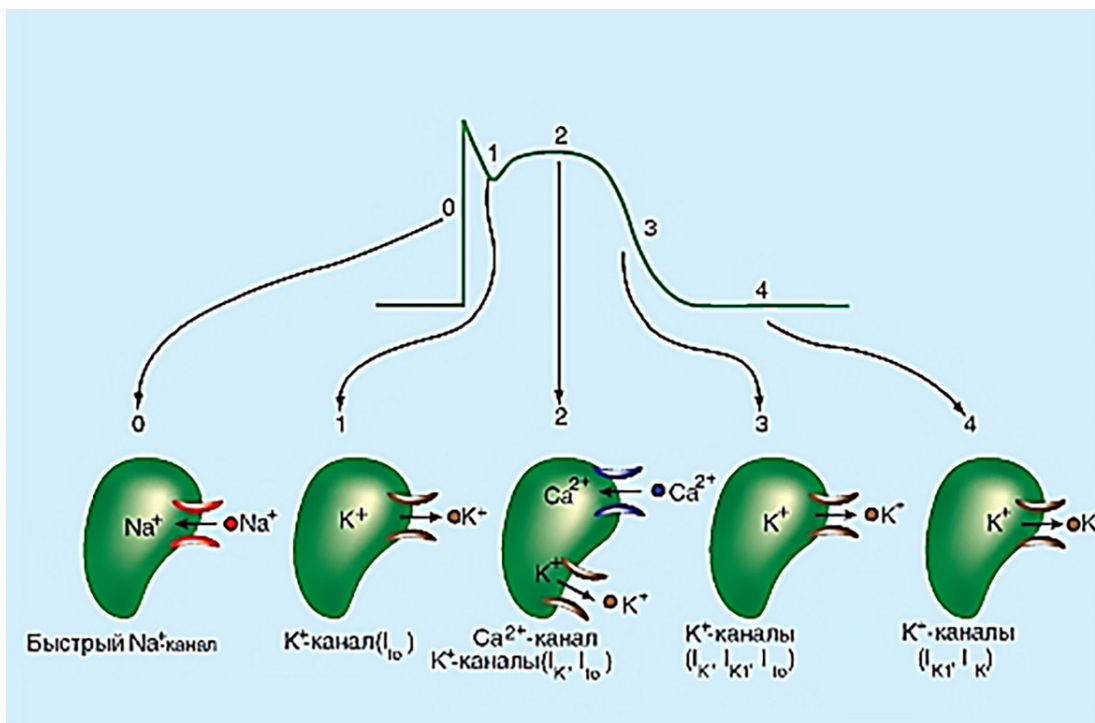


Рисунок 4.2 – Ионные токи, текущие через основные ионные каналы, активирующиеся в различные фазы потенциала действия рабочего кардиомиоцита

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

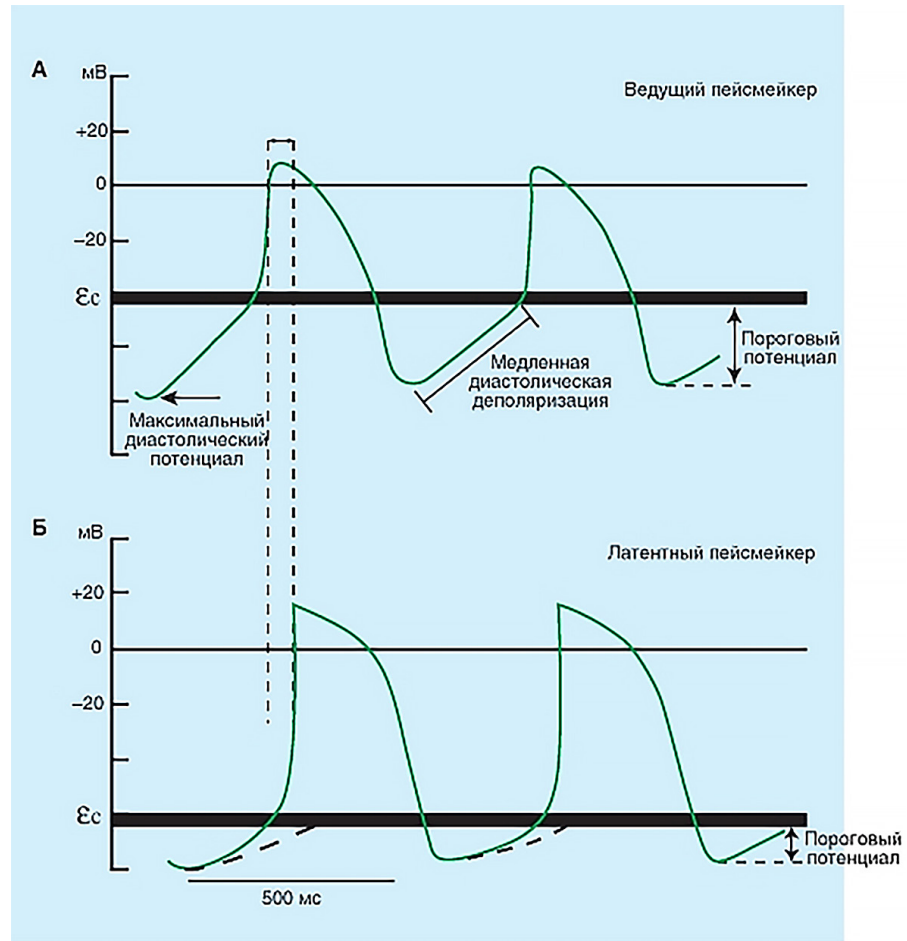


Рисунок 4.3 – Потенциалы действия ведущего пейсмейкера:

А – клетки синусового узла и латентного пейсмейкера.
 Б – клетки пучка Гиса. Вертикальными пунктирными линиями отмечены моменты начала возбуждения пейсмейкеров, стрелкой отмечено время проведения возбуждения от истинного пейсмейкера к латентному.

Пунктирными линиями показано время достижения порогового потенциала латентными пейсмейкерными клетками.

В результате они возбуждаются в ритме, заданном истинным пейсмейкером, поскольку в латентных пейсмейкерах медленная диастолическая деполяризация не успевает достигнуть порогового уровня;

εс – критический уровень деполяризации

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

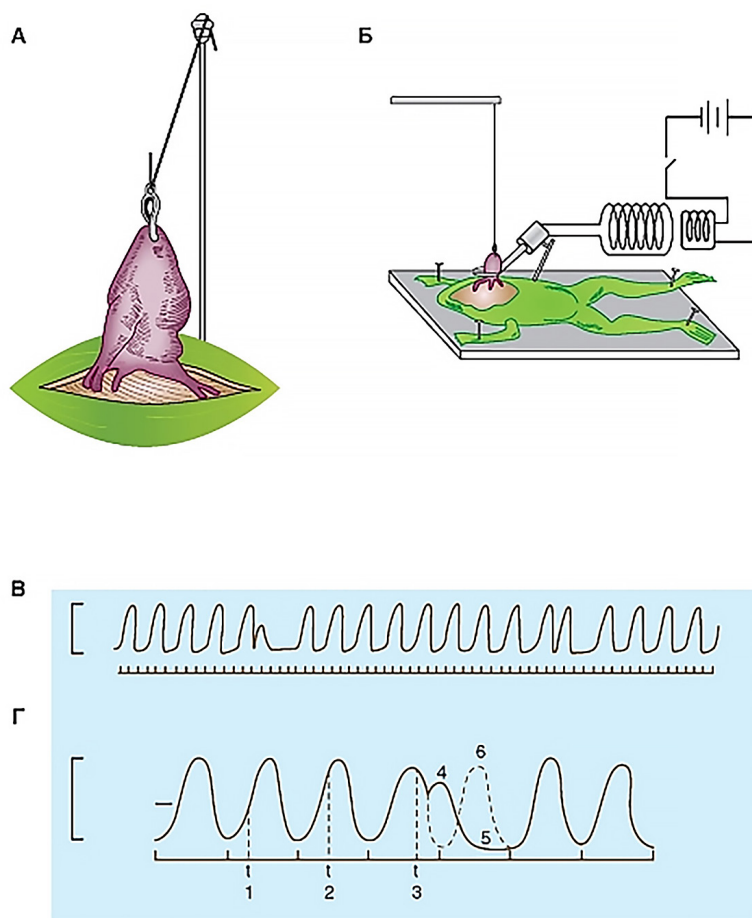


Рисунок 4.4 – Получение желудочковой экстрасистолы на сердце лягушки:

А – схема сердца с серфином. Б – схема постановки опыта.

В – запись механограммы лягушки. Отметка времени 1 с.

Видны две экстрасистолы. Г – желудочковая экстрасистола и компенсаторная пауза. Схематическое изображение моментов нанесения внеочередных раздражений (1, 2, 3), желудочковая экстрасистола (4), компенсаторная пауза (5), несостоявшееся сокращение обозначено пунктиром (6). Внизу отметка времени

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

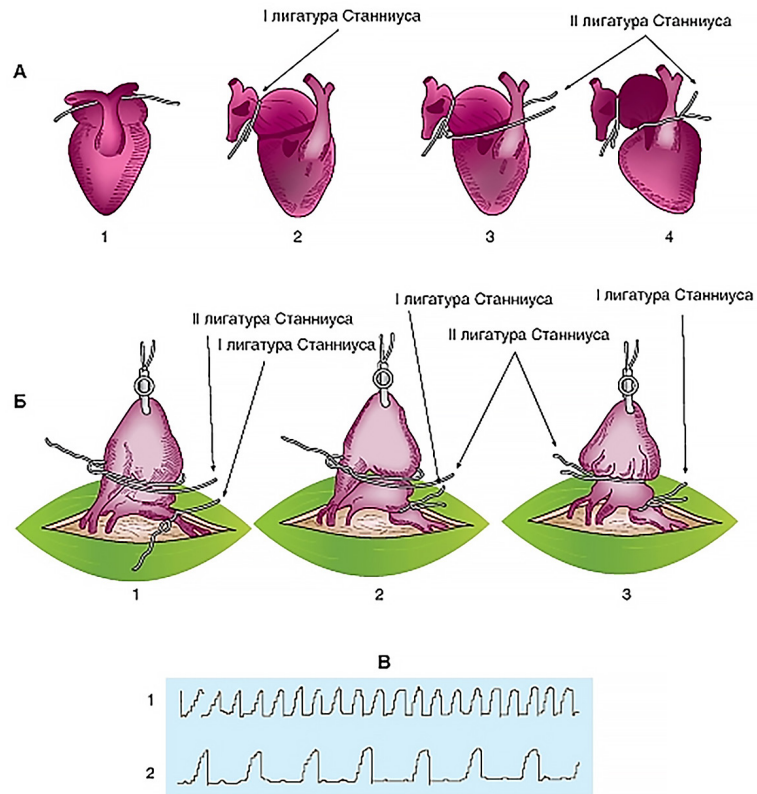


Рисунок 4.5 – Изучение автоматии различных отделов сердца лягушки – опыт Станниуса:

А – выключение отдельных узлов проводящей системы с помощью лигатур Станниуса:

- 1 – подведение лигатуры для перевязки венозного синуса;
- 2 – венозный синус отделен лигатурой от предсердий;
- 3 – подведена вторая лигатура для отделения предсердий от желудочков; 4 – предсердия отделены от желудочков;

Б – схема наложения лигатур Станниуса на сердце лягушки. Принцип наложения лигатур Станниуса с целью получения искусственного блока сердца (I – первая лигатура Станниуса; II – вторая лигатура Станниуса): 1 – подведение первой и второй лигатур Станниуса; 2 – затягивание первой лигатуры Станниуса; 3 – затягивание второй лигатуры Станниуса;

В – механограмма сердца лягушки:

- 1 – механограмма сердца лягушки в норме;
- 2 – механограмма после искусственного поперечного блока

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

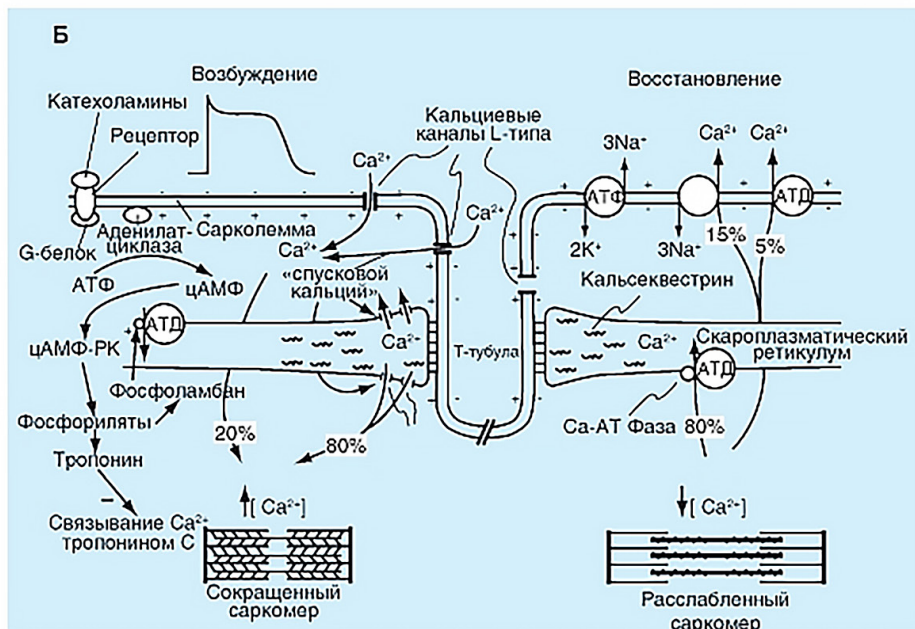
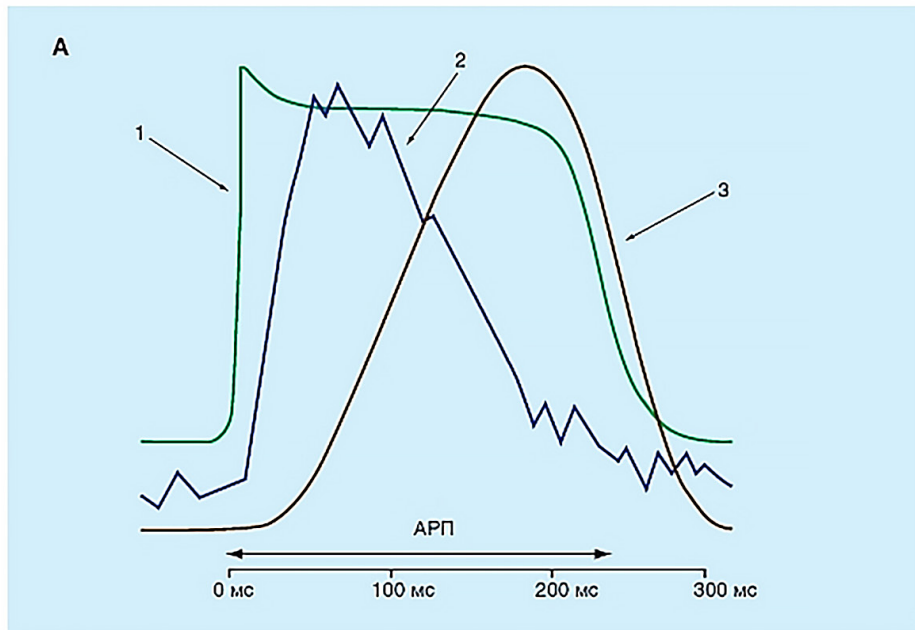


Рисунок 4.6 – Электромеханическое сопряжение в сердце:

А – кривая, отражающая процесс сопряжения возбуждения и сокращения в миокарде желудочка: 1 – потенциал действия; 2 – внутриклеточное содержание свободных ионов кальция; 3 – сократительная активность; АРП – абсолютный рефрактерный период;

Б – механизм электромеханического сопряжения в сердце

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

**Внешние проявления деятельности сердца.
Методы исследования сердца**

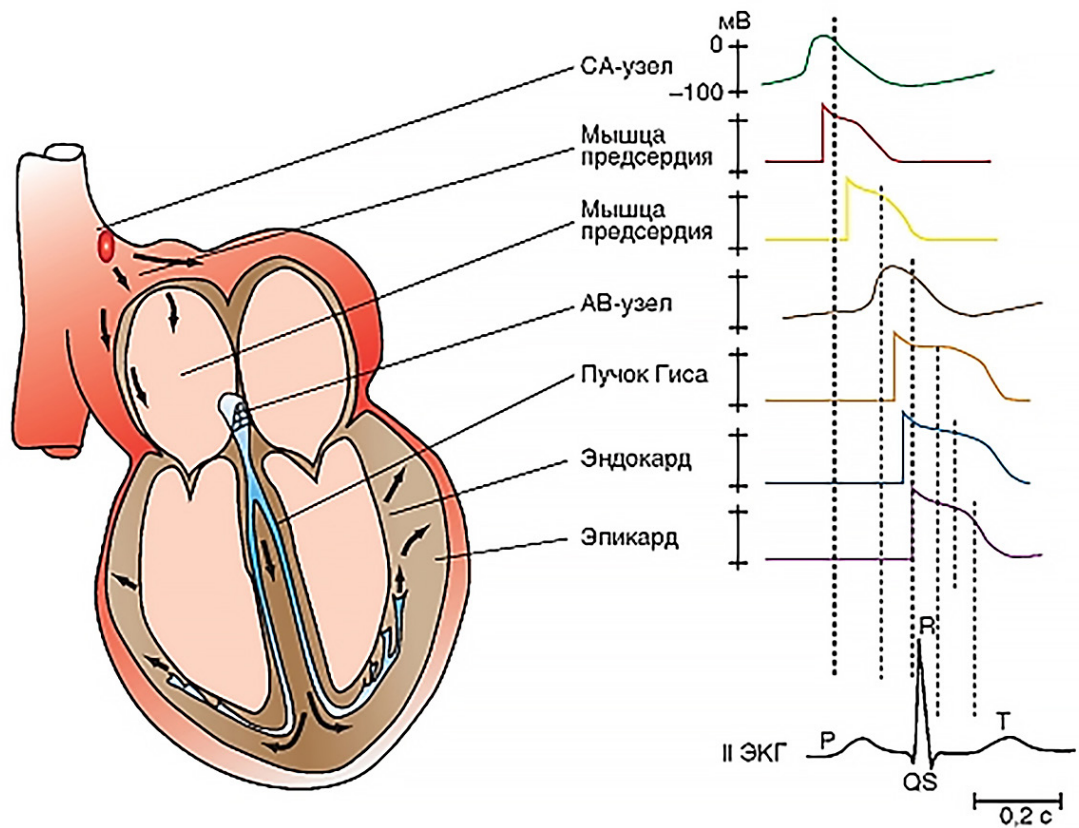


Рисунок 5.1 – Последовательная регистрация потенциалов действия от различных участков сердечной мышцы и сопоставление их с электрокардиограммой, зарегистрированной во втором стандартном отведении

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

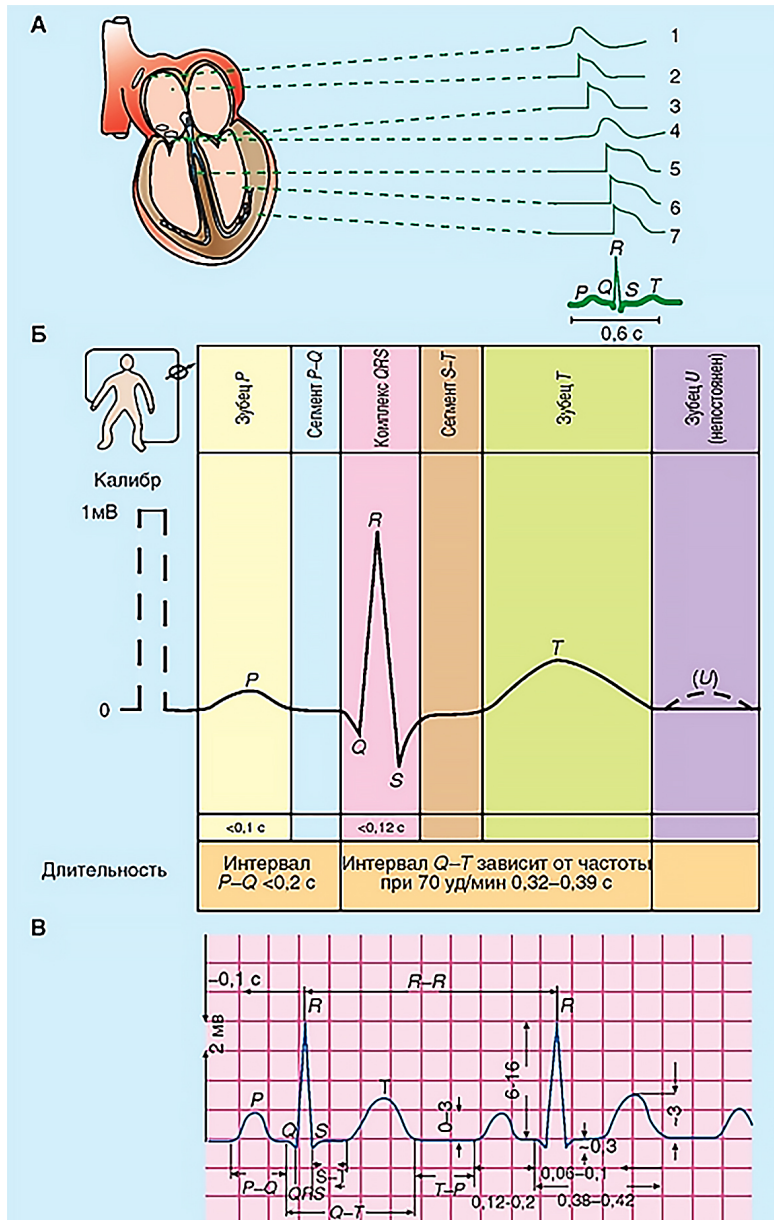


Рисунок 5.2 – Электрокардиография:

А – потенциалы действия, характерные для основных частей сердца, и их соответствие во времени фазам электрокардиограммы (ЭКГ):
 1 – синусный узел; 2 – правое предсердие; 3 – атриовентрикулярный узел; 4 – пучок Гиса; 5 – ножки пучка Гиса; 6 – конечные волокна Пуркинье; 7 – сократительный миокард левого желудочка;

Б – образец электрокардиограммы человека во II стандартном отведении;

В – амплитудно-временные характеристики зубцов, сегментов и интервалов нормальной электрокардиограммы

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

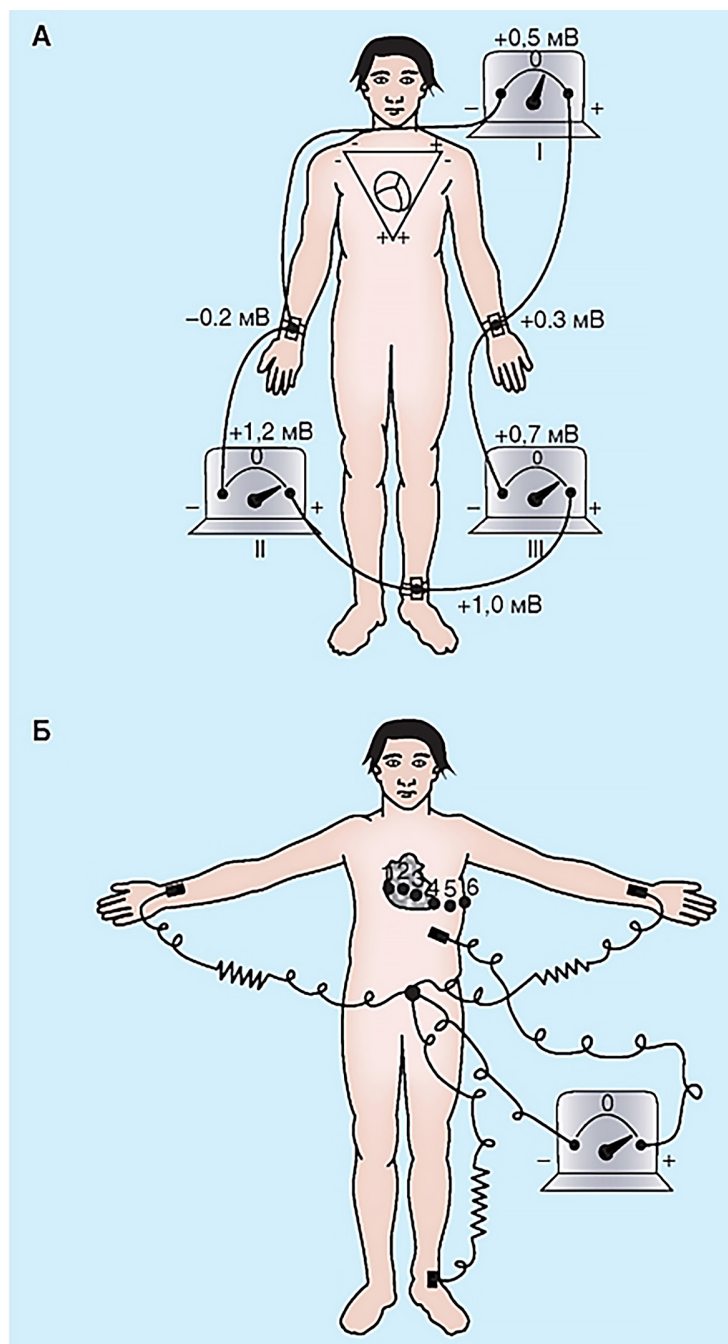


Рисунок 5.3 – Расположение электродов на поверхности тела для записи стандартных (I, II и III) электрокардиографических отведений по Эйнтховену (А) и грудных отведений ($V_1 - V_6$) по Вильсону (Б)

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

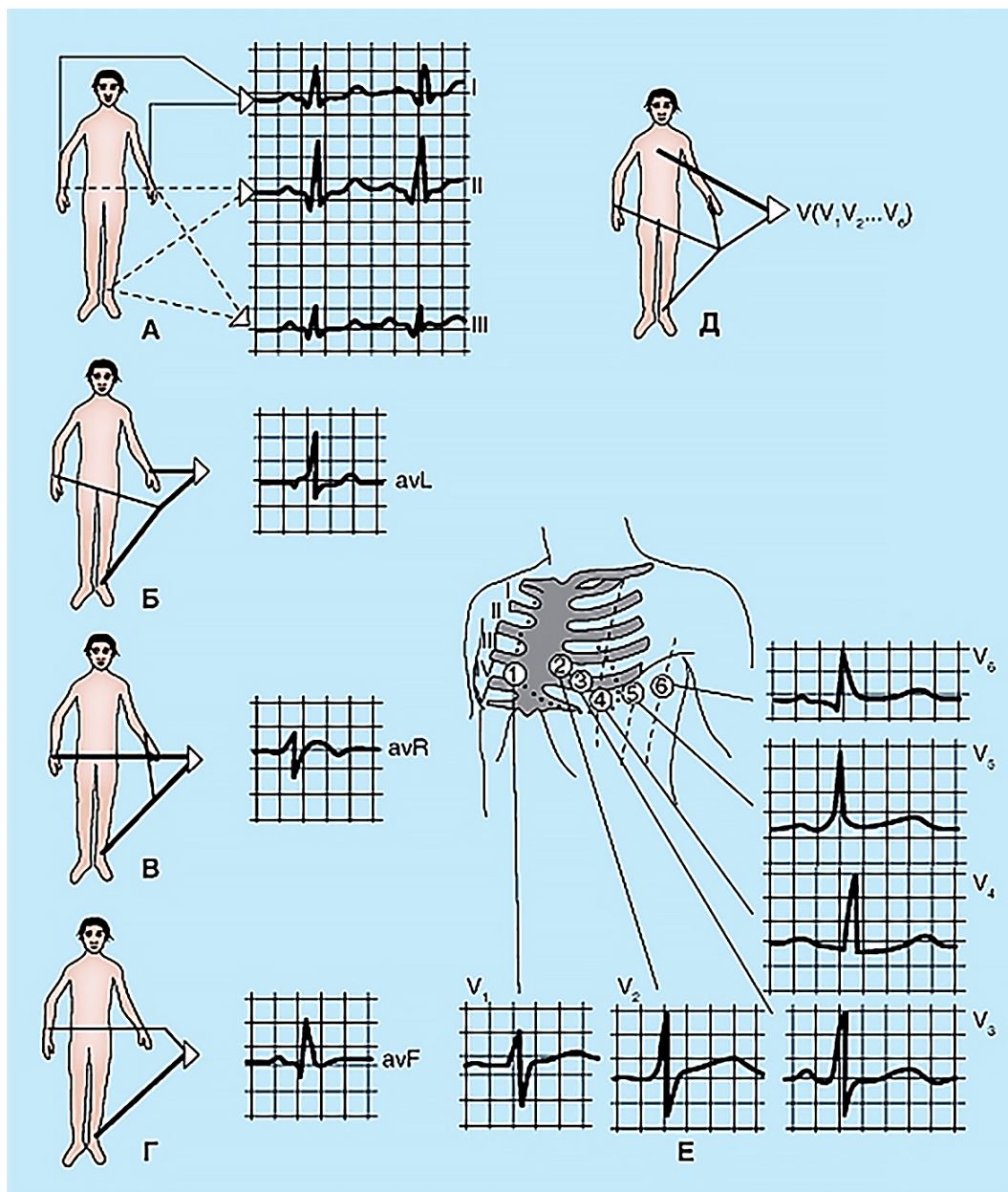


Рисунок 5.4 – Основные виды электрокардиографических отведений:

- А** – стандартные двухполюсные отведения от конечностей:
I, II, III – первое, второе и третье стандартные отведения;
- Б, В, Г** – однополюсные отведения от конечностей **avL, avR, avF**;
- Д** – однополюсные грудные **V₁ – V₆**;
- Е** – точки наложения электродов на грудную клетку при грудных отведениях.

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

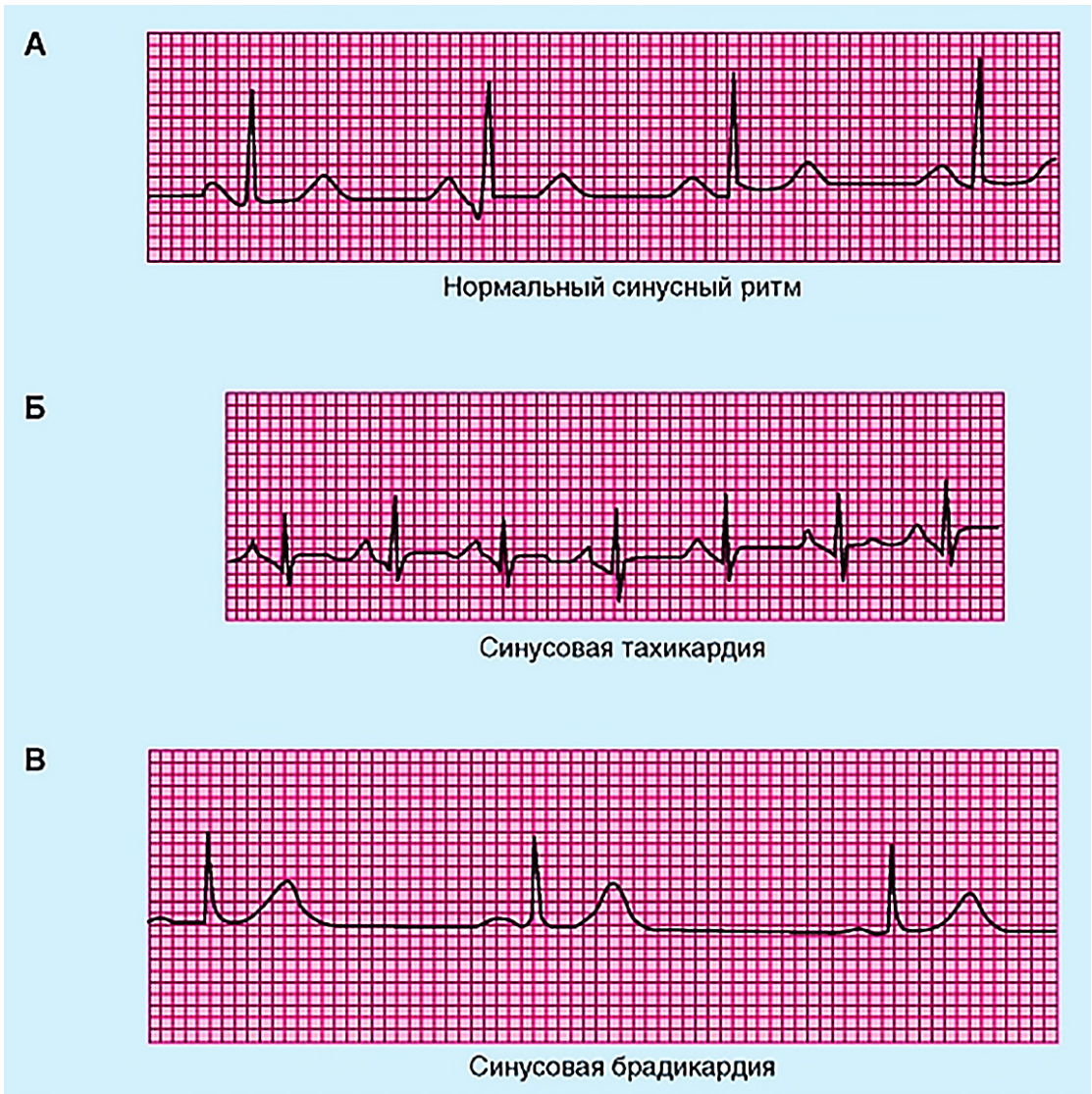
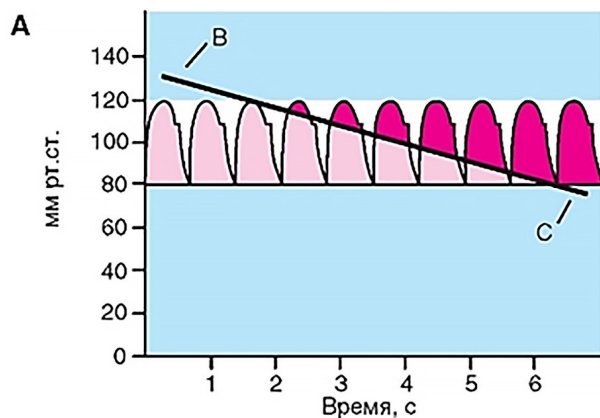


Рисунок 5.5 – Синоатриальные ритмы:

А – нормальный синусный ритм; **Б** – синусовая тахикардия;

В – синусовая брадикардия

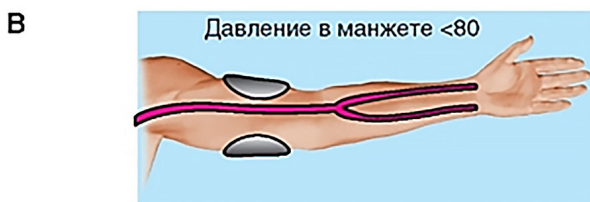
[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]



Предположим, что артериальное кровяное давление измеряется у пациента, чье кровяное давление равно 120/80 мм рт.ст. Изменение давления в манжете, охватывающей плечо выше локтевого сгиба, представлено на рисунке наклонной линией. Давление в манжете снижают от значений, превышающих 120 мм рт.ст. (точка В), до значения ниже 80 мм рт.ст. (точка С) примерно за 6 с



Когда давление в манжете превосходит систолическое артериальное давление (120 мм рт.ст.), кровь не поступает через участок артерии под манжетой и никаких звуков нельзя услышать с помощью фонендоскопа, расположенного на руке ниже манжеты

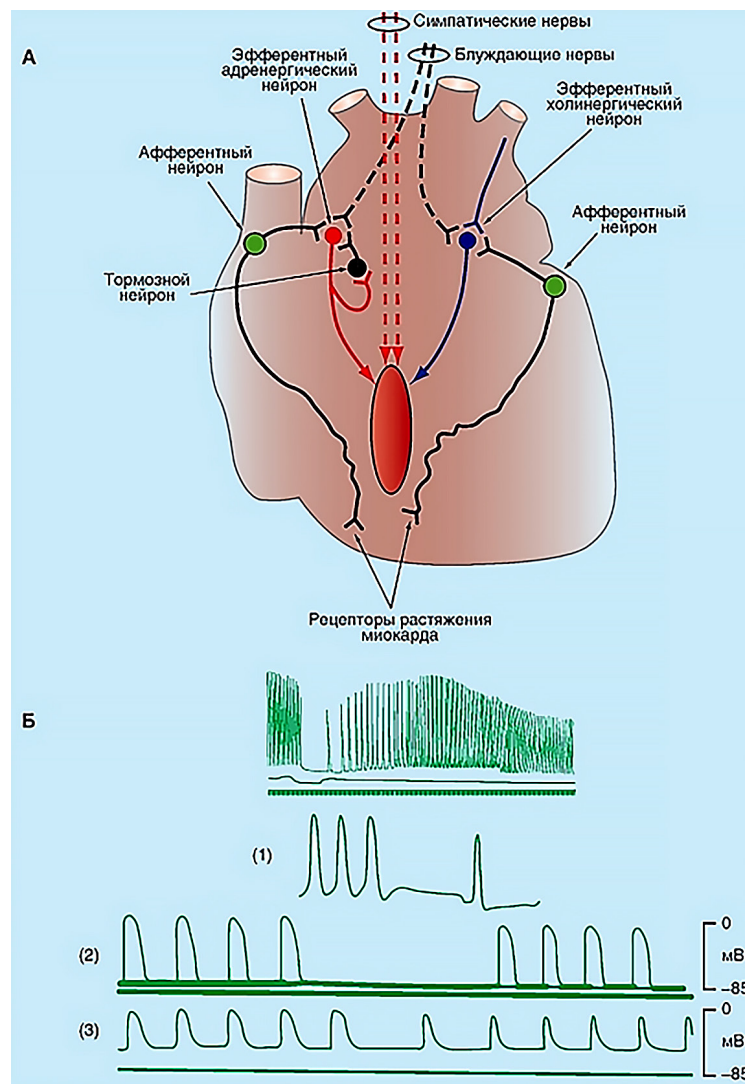


Когда давление в манжете опускается ниже систолического артериального давления, артериальный кровоток под ней становится непрерывным и никаких звуков не слышно. Когда давление в манжете принимает значение между 120 и 80 мм рт.ст., порции крови при каждом сокращении сердца проходят через участок артерии, лежащий под манжетой, и с помощью фонендоскопа прослушиваются тоны Короткова

Рисунок 5.6 – Измерение артериального кровяного давления при помощи сфигмоманометра

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

Регуляция деятельности сердца и сосудов



**Рисунок 6.1 – Внутрисердечные механизмы регуляции работы сердца.
Внутрисердечная нервная система:**

А – принципиальная схема организации внутрисердечной нервной системы по Г.И. Косицкому. Б – внутрисердечные рефлекторные эффекты, вызванные стимуляцией центрального конца внутрисердечного нерва межпредсердной перегородки сердца лягушки. Верхняя запись – механограмма сердца: хронотропные и инотропные эффекты. Нижние кривые – изменения потенциалов действия в пейсмекере (1), предсердии (2) и желудочке (3) соответственно

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

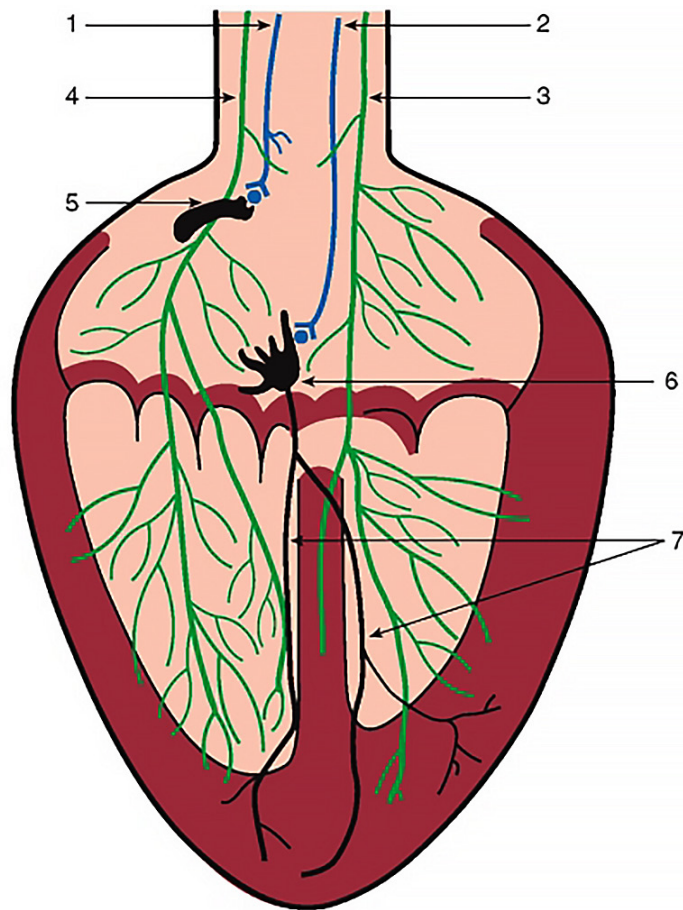


Рисунок 6.2 – Симпатическая и парасимпатическая иннервация сердца:

- 1 – правый блуждающий нерв; 2 – левый блуждающий нерв;
3 – левый симпатический нерв; 4 – правый симпатический нерв;
5 – синусный узел; 6 – атриовентрикулярный узел; 7 – ножки пучка Гиса

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

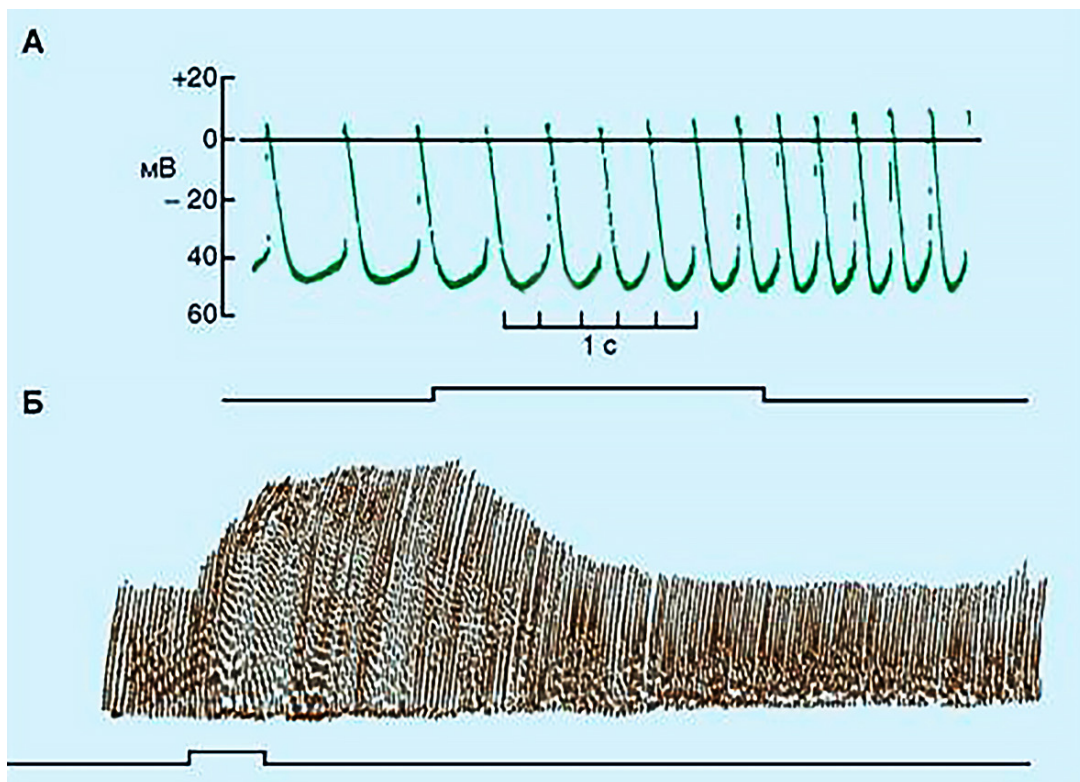


Рисунок 6.3 – Внесердечная регуляция работы сердца – влияние симпатической нервной системы:

А – регистрация электрической активности;
 Б – регистрация механической активности

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

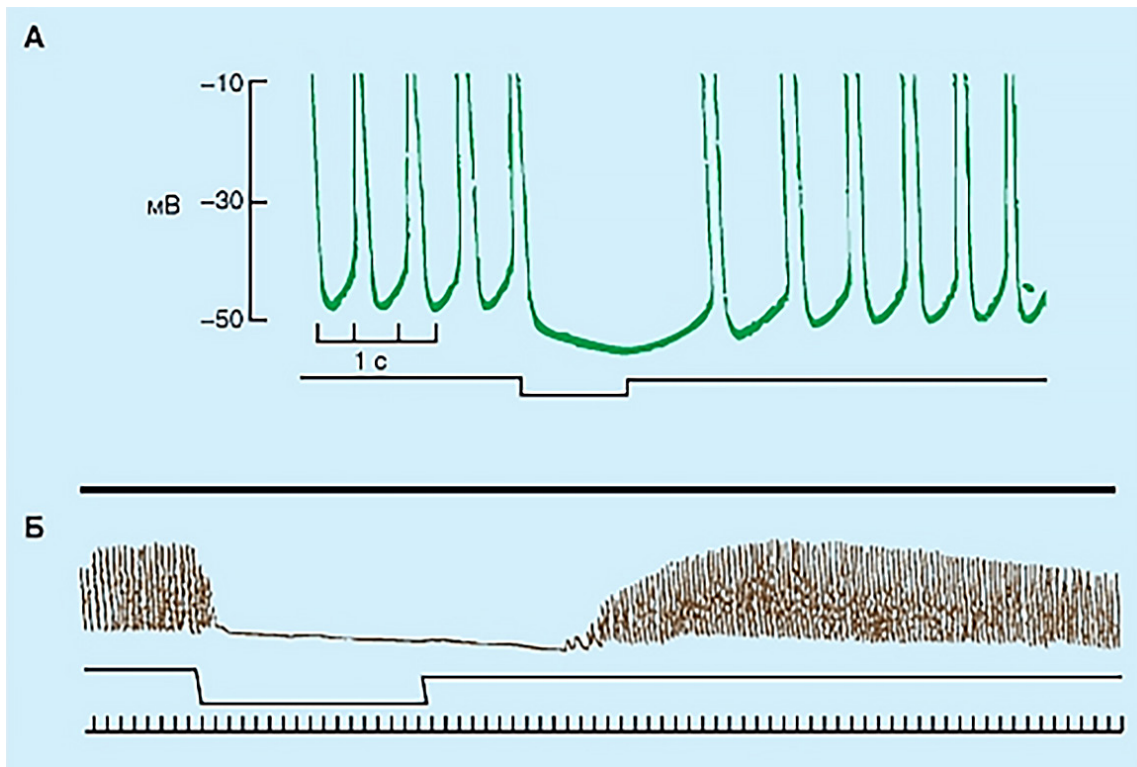


Рисунок 6.4 – Внесердечная регуляция работы сердца – влияние парасимпатической нервной системы:

А – электрическая активность кардиомиоцитов.

Б – механическая деятельность сердца

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

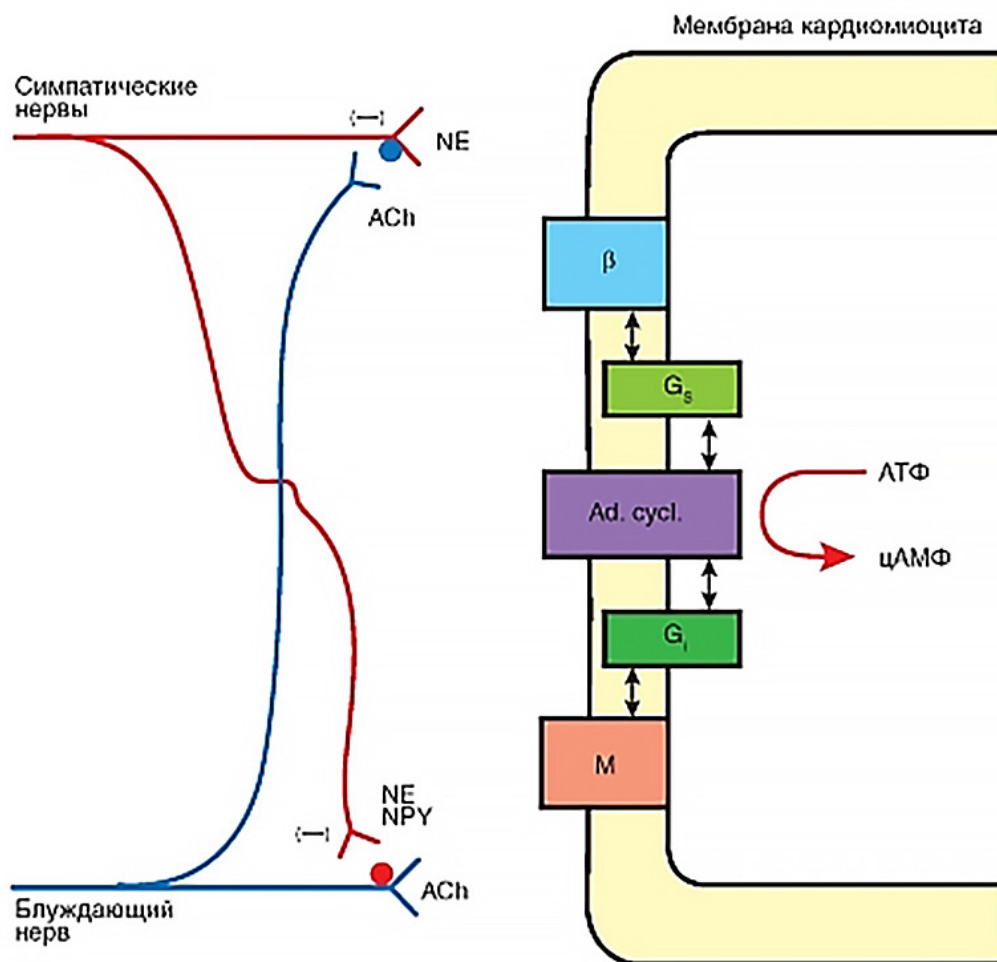


Рисунок 6.5 – Взаимодействие в пределах вегетативной (симпатической и парасимпатической) нервной систем и внутриклеточные механизмы, ответственные за взаимодействие между симпатической и парасимпатической системами при контроле сердечной деятельности:

NE – норэпинефрин (норадреналин); *ACh* – ацетилхолин;
NPY – нейропептид Y;

β – β -адренергический рецептор; *M* – мускариновый рецептор;

G_s и *G_i* – стимулирующий и угнетающий G-белки;

Ad. cycl. – аденилатциклаза; *ATФ* – аденозинтрифосфат;

цАМФ – циклический аденозинмонофосфат

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

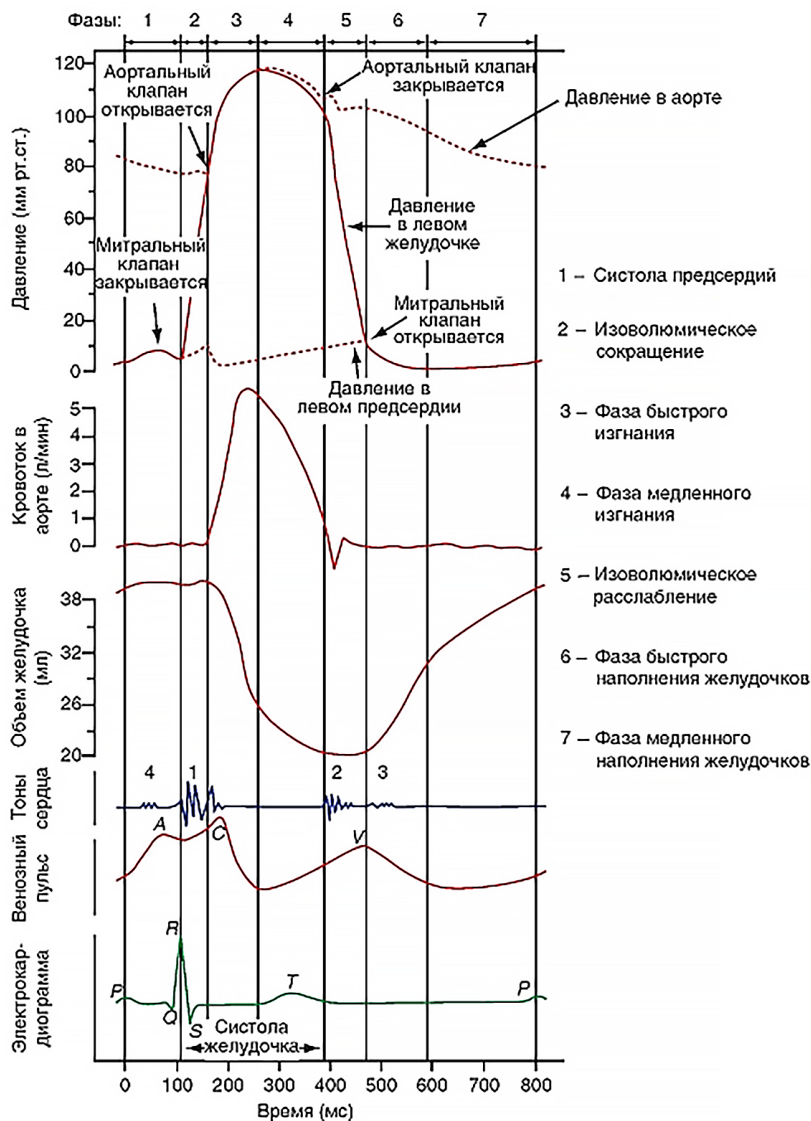


Рисунок 6.6 – Пульсации давлений в левом предсердии, аорте и левом желудочке, соотнесенные по времени с аортальным кровотоком, желудочковым объемом, тонами сердца, венозным пульсом и электрокардиограммой в течение полного сердечного цикла у собаки

На рисунке представлены давление в левом желудочке, давление в аорте, объем желудочка, тоны сердца, венозный пульс, электрокардиограмма на фоне фаз – систола предсердий, изометрическое (изоволюмическое) сокращение, фазы быстрого изгнания, фаза медленного изгнания, изоволюмического расслабления, фазы быстрого наполнения желудочков, фазы медленного наполнения желудочков

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

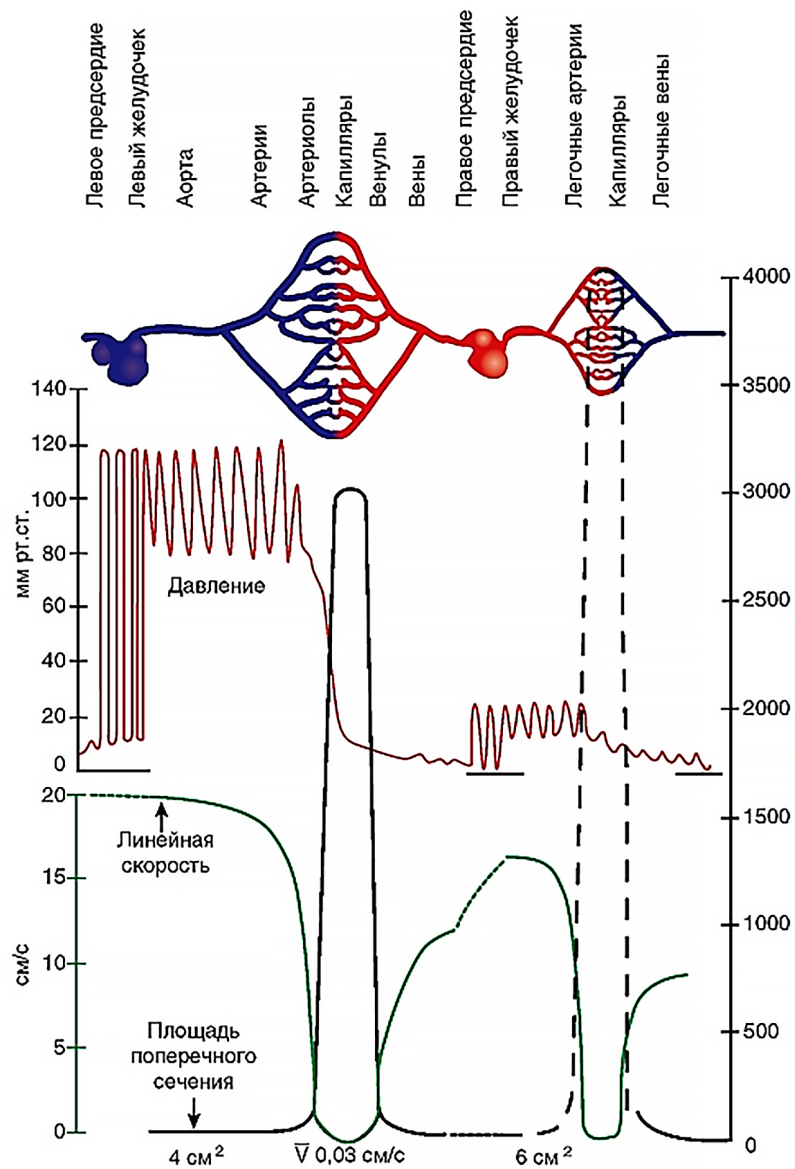


Рисунок 6.7 – Общие представления о сосудах и давлении крови в них. Величина кровяного давления в различных участках сердечно-сосудистой системы:

- 1 – левый желудочек, 2 – артерии, 3 – артериолы, 4 – капилляры,
 5 – вены, 6 – системное кровообращение большого круга,
 7 – левое сердце, 8 – правое сердце, 9 – кровообращение
 в малом круге, 10 – правый желудочек

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

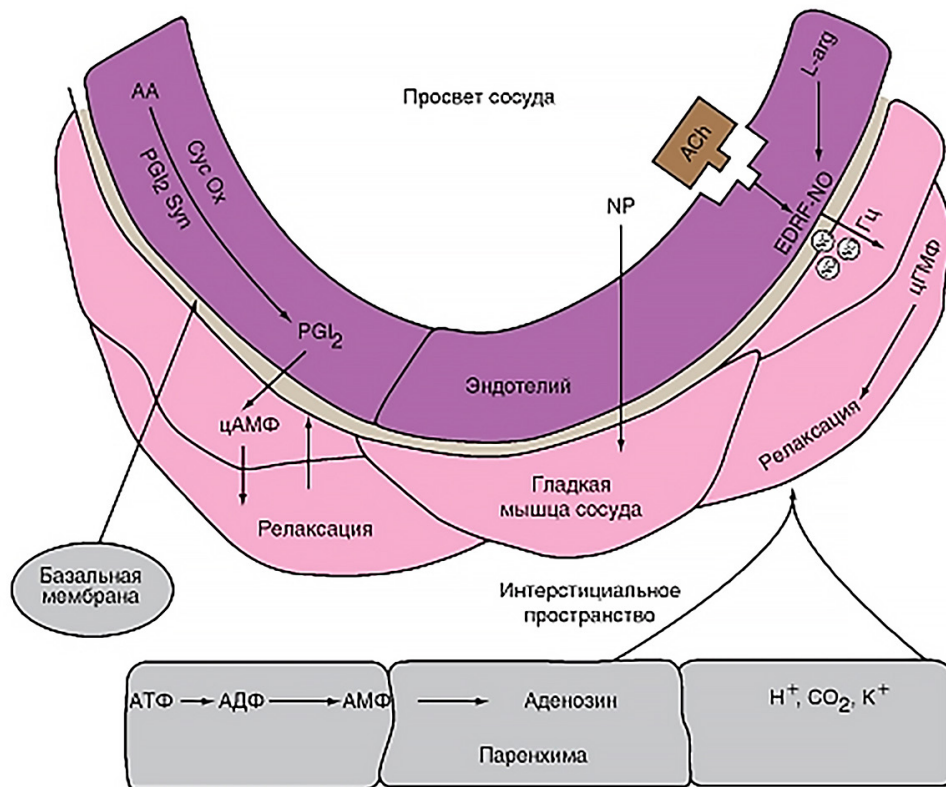


Рисунок 6.8 – Опосредованная эндотелием и не опосредованная эндотелием вазодилатация

Простаглицин (PGI_2) образуется в эндотелии из арахидоновой кислоты (AA) при действии циклооксигеназы (*Cyc Ox*) и простаглицин синтазы (*PGI₂Syn*) и вызывает релаксацию расположенной рядом васкулярной гладкой мышцы посредством увеличения циклического аденозинмонофосфата (цАМФ). Стимуляция эндотелиальных клеток ацетилхолином (*ACh*) или другими соединениями (смотрите в тексте) приводит к образованию и высвобождению выделенного из эндотелия фактора релаксации (*EDRF*), идентифицированного как окись азота (*NO*). *NO* стимулирует гуанилатциклазу (ГЦ), что приводит к увеличению циклического гуанозинмонофосфата (цГМФ) в гладкой мышце сосуда, и вызывает релаксацию. Сосудорасширяющее вещество нитропруссид (*NP*) действует непосредственно на гладкую мышцу сосуда. Такие вещества, как аденозин, водородные ионы (H^+), CO_2 , и ионы калия (K^+) могут появляться в паренхиматозной ткани и вызывать вазодилатацию путем непосредственного воздействия на гладкую мышцу сосуда

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

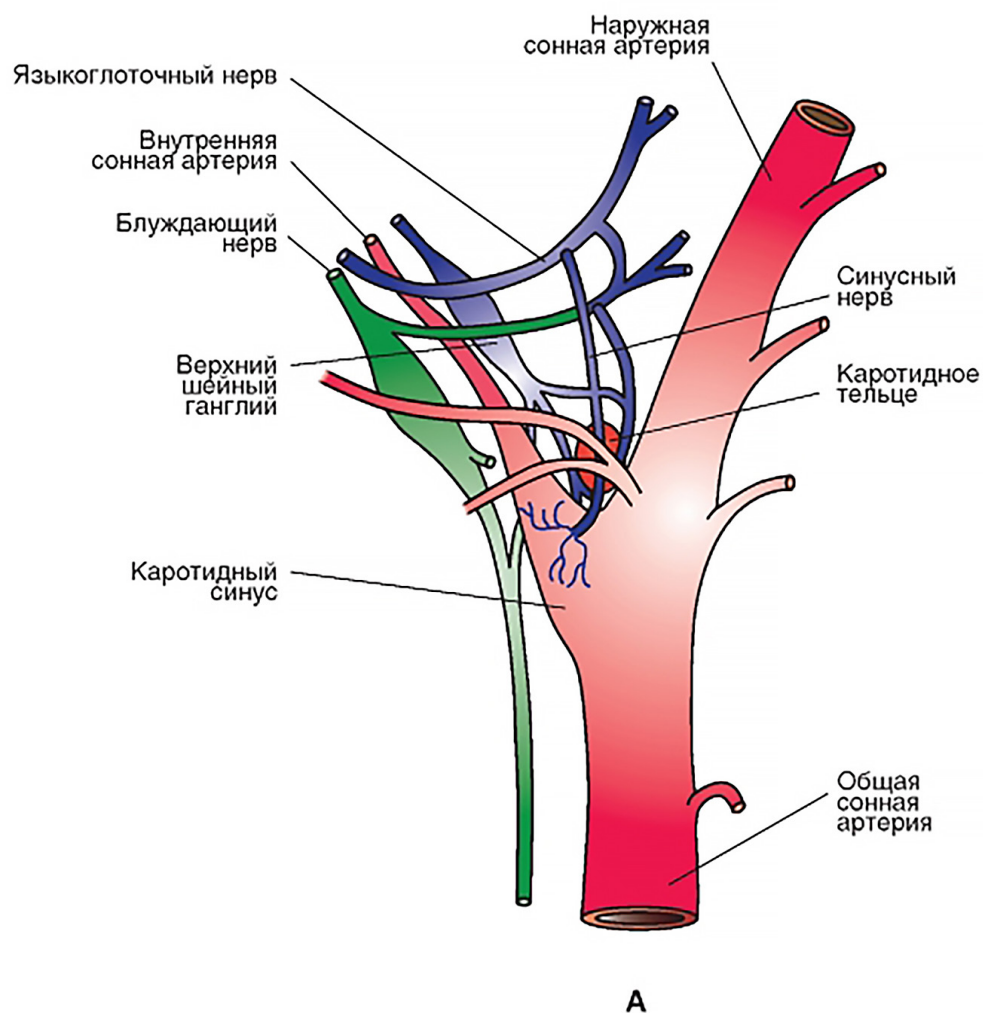


Рисунок 6.9 – Артериальные барорецепторы. Схематическое изображение каротидного синуса и каротидного тельца и их иннервации у собаки

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

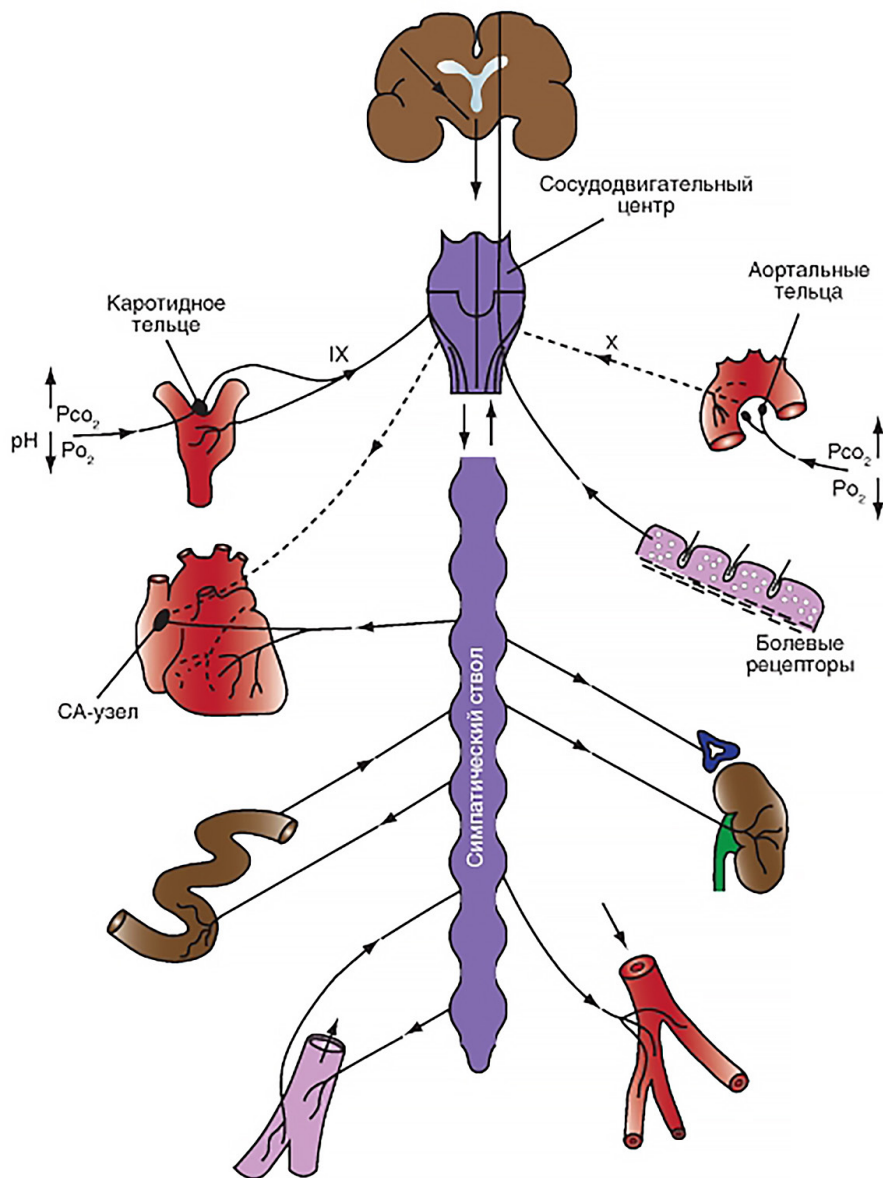


Рисунок 6.10 – Схема, иллюстрирующая афферентные и эфферентные связи сосудодвигательного центра:

IX – языкоглоточный нерв; X – блуждающий нерв

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

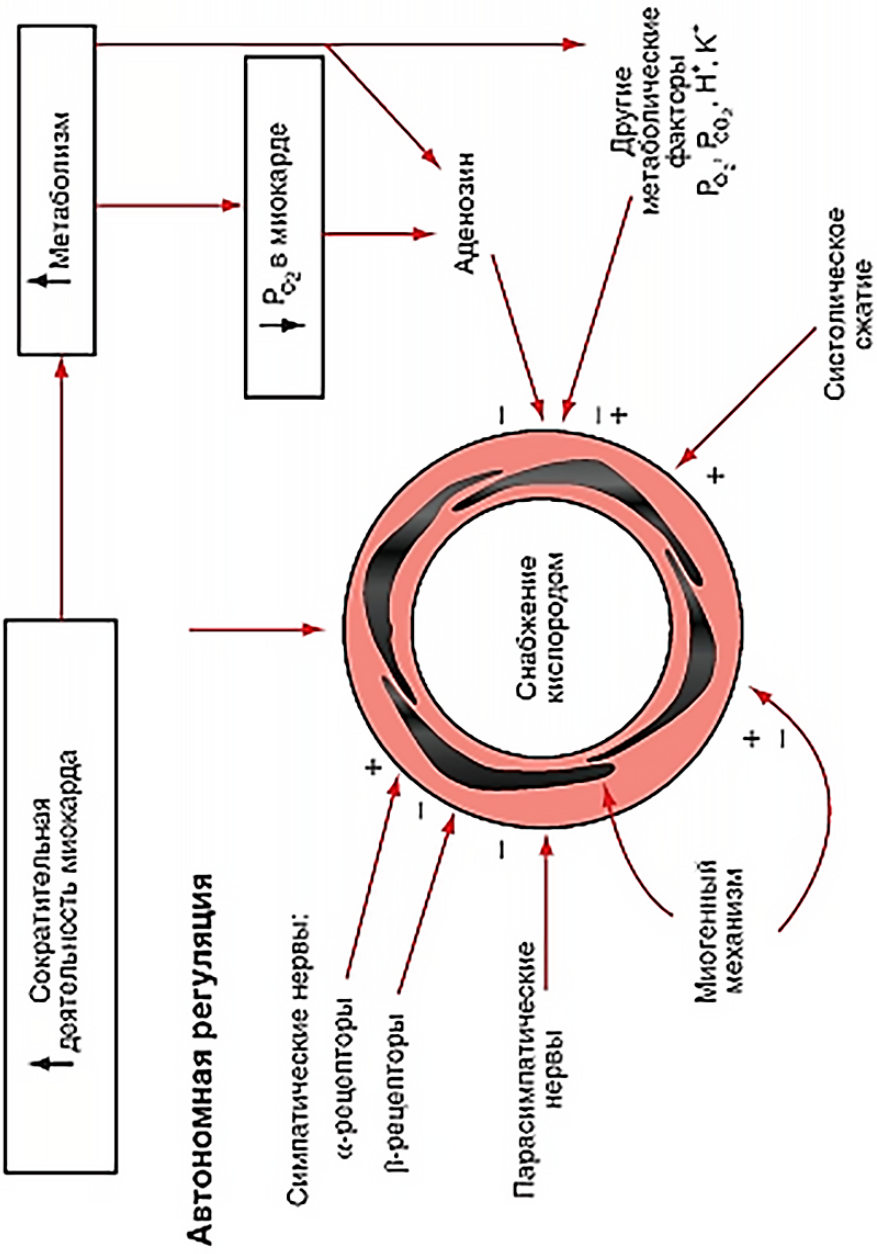


Рисунок 6.11 – Схематическое представление факторов, которые увеличивают (+) или уменьшают (-) коронарное сосудистое сопротивление. Внутрисосудистое давление (артериальное кровяное давление) растягивает стенку сосуда

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

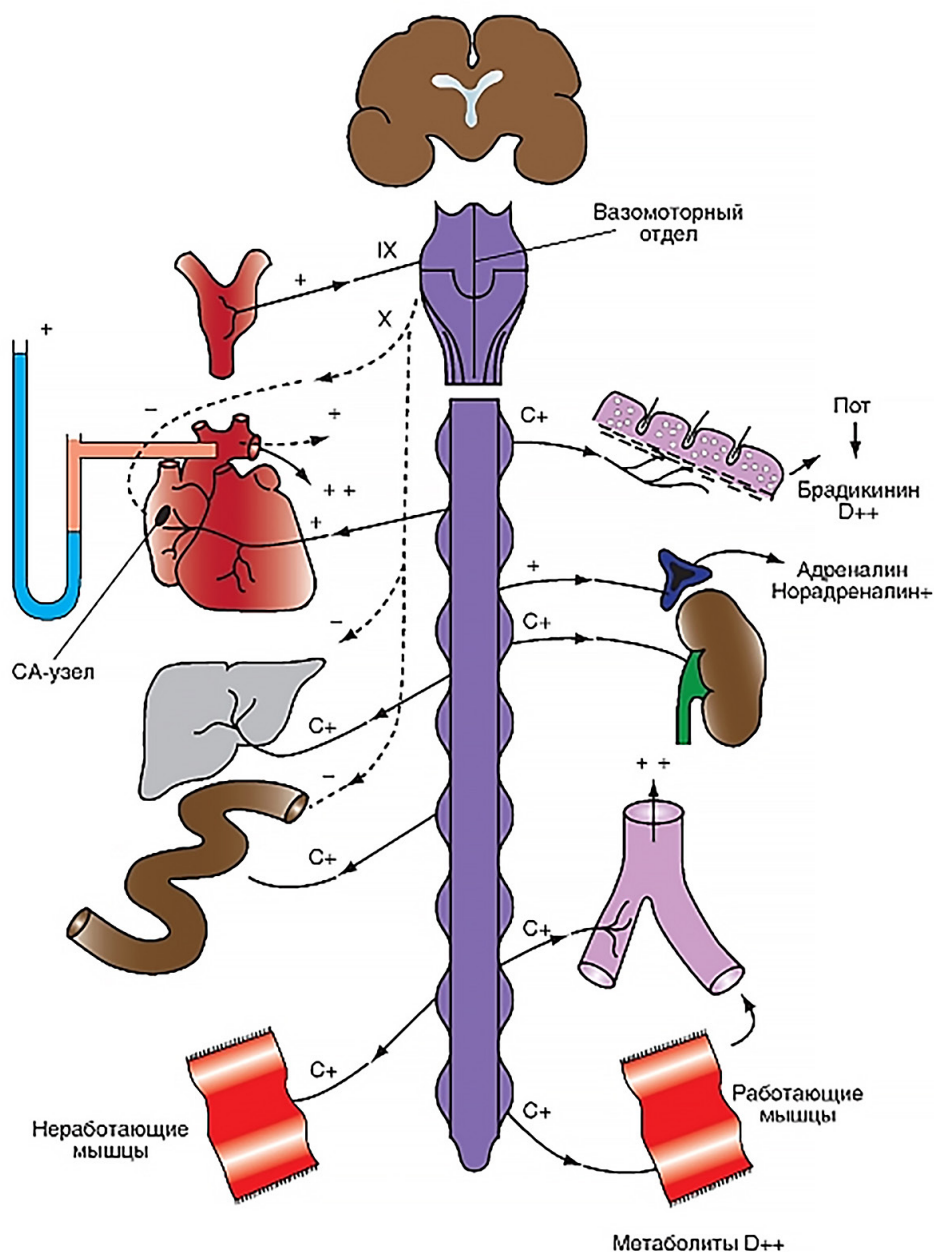


Рисунок 6.12 – Изменения деятельности сердечно-сосудистой системы во время физической нагрузки:

VR – вазомоторный отдел; C – сосудосуживающая активность; D – сосудорасширяющая активность; IX – языкоглоточный нерв; X – блуждающий нерв; + – увеличение активности; - - снижение активности

[http://vmede.org/sait/?id=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&menu=Fiziologiya_atlas_kamakin_2012_t2&page=2]

Учебное издание

ШИЛКОВА Татьяна Викторовна

ЕФИМОВА Наталья Владимировна

**АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА:
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА**

Учебное пособие

ISBN ISBN 978-5-907869-70-7

Работа рекомендована РИС ЮУрГГПУ

Протокол № 32, п. 4, 2025

Издательство ЮУрГГПУ

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69

Редактор Карпенко Ольга Эдуардовна

Дизайн обложки Садкова Муза Владимировна

Подписано в печать 17.02.2025

Формат 80×100¹/₁₆. Бумага офсетная

Уч.-изд. л. 7,0 . Усл. п. л. 22,39

Тираж 100 экз. Заказ № 45

Отпечатано на ризографе в типографии ЮУрГГПУ

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69

