

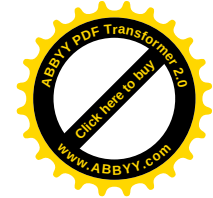
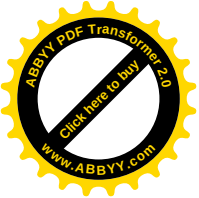
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕРДЦА В ПЕРИОД ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА

(вариативная часть по выбору)

Учебно-методическое пособие для
студентов педиатрического факультета

Казань, 2019



ББК 28.707.3
УДК 612 (078.8)
Ф50

Печатается по решению Центрального координационного методического совета Казанского государственного медицинского университета

Составитель:

профессор кафедры нормальной физиологии, д.б.н
Нигматуллина Р.Р.,
доцент кафедры нормальной физиологии, к.б.н.
Земскова С.Н.,
зав. кафедрой нормальной физиологии, д.м.н.
Зефиров А.Л.

Рецензенты:

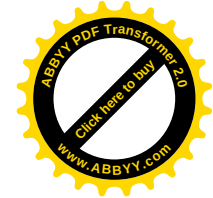
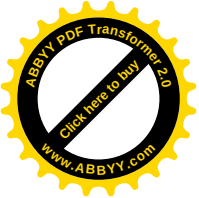
Заведующий кафедрой физиологии человека и животных ИФМиБ Казанского
Федерального Университета, д.б.н., профессор Ситдикова Г.Ф.

Доцент кафедры медико-биологических дисциплин Поволжской
государственной академии физической культуры, спорта и туризма,
к.м.н., доцент Давлетова Н.Х.

Особенности функционирования сердца в период эмбрионального развития человека (вариативная часть по выбору). Учебно-методическое пособие для студентов педиатрического факультета / Нигматуллина Р.Р., Земскова С.Н.. - Казань: КГМУ, 2019. – 173 с.

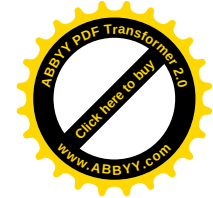
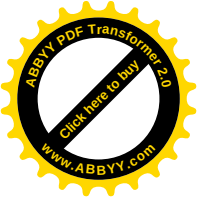
Учебно-методическое пособие “Особенности функционирования сердца в период эмбрионального развития человека” предназначено для студентов, которые обучаются по специальности 31.05.02 “Педиатрия”. Пособие содержит описание целей и задач освоения дисциплины, перечень компетенций, формируемых в процессе обучения и критерии оценки, краткое содержание курса Особенности функционирования сердца в период эмбрионального развития человека, структурированное по темам, контрольные тестовые задания в конце каждого раздела, примеры ситуационных задач, темы реферативных работ, важнейшие физиологические константы, экзаменационные вопросы. Приведены перечни основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно телекоммуникационной сети «Интернет» для самостоятельной работы обучающихся.

© Казанский государственный медицинский университет, 2019



СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	4
2. Планируемые результаты обучения	4
3. Перечень компетенций	7
4. Основные требования по освоению дисциплины	10
4.1. Полезная информация	10
4.2. Критерии оценки знаний, умений, навыков	12
4.3. Промежуточная аттестация – экзамен	13
4.4. Научно-исследовательская деятельность студентов	14
5. Организация самостоятельной работы обучающихся	15
6. Структура и содержание дисциплины	17
6.1. Основные этапы развития человека	20
6.2. Развитие сердца и кардиомиогенез	32
6.3. Строение сердца	40
6.4. Свойства сердечной мышцы	49
6.5. Насосная функция сердца	83
6.6. Электрокардиография	94
6.7. Регуляция работы сердца	111
6.8. Особенности строения и регуляции сердца в эмбриональном и раннем постнатальном периодах развития	145
6.9. Патология развития сердца	149
7. Тестовые вопросы для самостоятельной работы	155
8. Критерии оценки формирования компетенций	170
9. Рекомендуемая литература	172

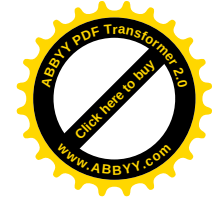
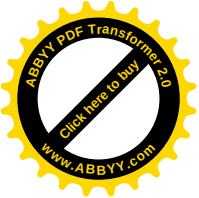


ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие «Особенности функционирования сердца в период эмбрионального развития человека» составлено согласно требованиям, предъявляемым ФГОСЗ⁺ к образовательной программе по специальности «Педиатрия». В пособии представлены необходимые сведения, полезные студентам 2 курса педиатрического факультета. В пособии имеется информация о целях и задачах дисциплины, о формируемых компетенциях и критериях их оценки. Пособие содержит дополнительную ценную информацию, которая поможет студенту успешно освоить курс «Особенности функционирования сердца в период эмбрионального развития человека». В пособии с аналитических и современных позиций рассмотрены вопросы функционирования отдельных органов, систем и организма в целом и регуляции физиологических процессов. Приобретенные знания позволят учащимся сформировать фундаментальные понятия, успешно применять полученные умения и навыки для решения теоретических, исследовательских и практических задач.

2.ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Цель освоения дисциплины – сформировать у студентов системные знания о жизнедеятельности целостного организма на различных этапах онтогенетического развития, о периодизации онтогенеза человека, об основах функционирования сердца в эмбриональном периоде развития организма человека, о влиянии факторов внешней среды на эмбриогенез сердца, механизмах регуляции кардиогенеза, о физиологических основах клинико-физиологических методов исследования, применяемых в функциональной диагностике сердечно-сосудистой системы в эмбриональном периоде развития человека и при изучении интерактивной деятельности человека.



Задачи освоения дисциплины

профилактическая деятельность:

- осуществление мероприятий по формированию здоровья детей и подростков;
- проведение профилактики заболеваний среди детей и подростков;
- формирование у детей, подростков и их родителей мотивации к сохранению и укреплению здоровья;
- проведение санитарно-просветительной работы среди детей, подростков, их родителей и медицинского персонала с целью формирования здорового образа жизни.

диагностическая деятельность:

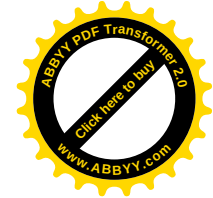
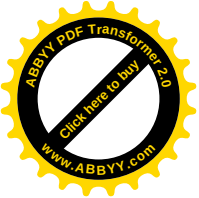
- диагностика заболеваний и патологических состояний у детей и подростков на основе клинических и лабораторно-инструментальных методов исследования;
- диагностика неотложных состояний у детей и подростков, диагностика беременности.

лечебная деятельность:

- лечение детей и подростков с использованием терапевтических и хирургических методов;
- ведение физиологической беременности;
- оказание врачебной помощи детям и подросткам при неотложных состояниях.

реабилитационная деятельность:

- проведение реабилитационных мероприятий среди детей и подростков, перенесших соматическое заболевание, травму или оперативное вмешательство;
- использование средств лечебной физкультуры, физиотерапии, нетрадиционных методов терапии (рефлексотерапии, фитотерапии, гомеопатии) у детей и подростков, нуждающихся в реабилитации.

***психолого-педагогическая деятельность:***

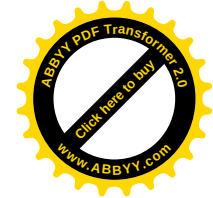
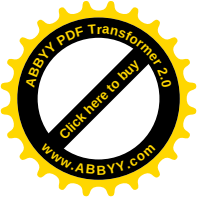
- формирование у детей, подростков и членов их семей позитивного медицинского поведения, направленного на сохранение и повышение уровня здоровья;
- формирование у детей, подростков и членов их семей мотивации к внедрению элементов здорового образа жизни, в том числе к устранению вредных привычек, неблагоприятно влияющих на состояние здоровья подрастающего поколения;
- обучение детей, подростков и членов их семей основным гигиеническим мероприятиям оздоровительного характера, способствующим профилактике возникновения заболеваний и укреплению здоровья.

организационно-управленческая деятельность:

- организация труда медицинского персонала в медицинских организациях педиатрического профиля, определение функциональных обязанностей и оптимального алгоритма их осуществления;
- ведение учетно-отчетной медицинской документации в медицинских организациях педиатрического профиля;
- ведение деловой переписки (служебные записки, докладные, письма).

научно-исследовательская деятельность:

- анализ научной литературы и официальных статистических обзоров;
- подготовка рефератов по современным научным проблемам;
- участие в решении отдельных научно-исследовательских и научно-прикладных задач по разработке новых методов и технологий в области педиатрии;
- участие в проведении статистического анализа и подготовка доклада по выполненному исследованию;
- участие в оценке эффективности инновационно-технологических рисков при внедрении новых медико-организационных технологий в деятельность медицинских организаций.



3. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ

В результате изучения дисциплины «Особенности функционирования сердца в период эмбрионального развития человека (вариативная часть по выбору)» обучающийся должен освоить следующие компетенции, в том числе ОБЩЕКУЛЬТУРНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ (ОК):

ОК–5 готовность к саморазвитию, самореализации, самообразованию, использованию творческого потенциала

В результате освоения ОК–5 обучающийся должен:

Знать:

- содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности.

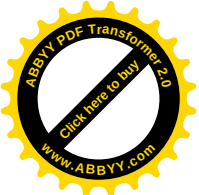
Уметь:

- планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности.
- самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности.

Владеть:

- технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.
- приемами саморазвития и самореализации в профессиональной и других сферах деятельности.

Обучающийся должен освоить ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ, в том числе:



ОПК – 5 способностью и готовностью анализировать результаты собственной деятельности для предотвращения профессиональных ошибок

В результате освоения ОПК–5 обучающийся должен:

Знать:

- физиологические явления и закономерности, лежащие в основе процессов, протекающих в организме человека.

Уметь:

- анализировать результаты собственной деятельности;
- пользоваться необходимой медицинской аппаратурой.

Владеть:

- способностью анализировать последствия принимаемых решений.

ОПК-7 готовностью использовать основных физико-химических, математических и иных естественно-научных понятий и методов при решении профессиональных задач

В результате освоения ОПК–7 обучающийся должен:

Знать:

- физико-химическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом уровнях.

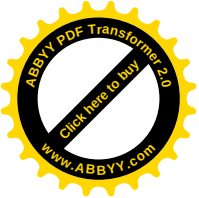
Уметь:

- производить расчеты по результатам эксперимента, проводить элементарную статистическую обработку экспериментальных данных.;
- пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности.

Владеть:

- навыками статистической обработки результатов.

ОПК–9 способностью к оценке морфофункциональных,



физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач

В результате освоения ОПК–9 обучающийся должен:

Знать:

- физико-химическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях.

Уметь:

- интерпретировать результаты наиболее распространенных методов функциональной диагностики, применяемых для выявления патологии крови, сердца и сосудов.

Владеть:

- простейшими медицинскими инструментами (фонендоскоп, неврологический молоточек, скальпель, пинцет);
- медико-анатомическим понятийным аппаратом.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ:

ПК–22 (готовностью к участию во внедрении новых методов и методик, направленных на охрану здоровья граждан)

В результате освоения ПК–22 обучающийся должен:

Знать:

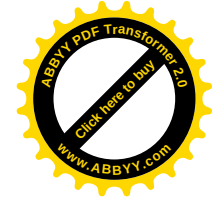
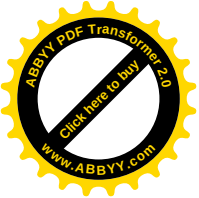
- основные методы научных исследований организма на основе структурной организации клеток, тканей и органов.

Уметь:

- проводить анализ научных исследований с описанием полученных результатов и обоснованием выводов.

Владеть:

- методами сбора, анализа и обработки, публичного представления результатов научных исследований (на основании изучения оригинальных научных статей).



4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Особенности функционирования сердца в период эмбрионального развития человека (вариативная часть по выбору)

Код и наименование специальности: 31.05.02 Педиатрия

Квалификация: врач-педиатр

Уровень специалитет

Форма обучения: очная

Факультет: педиатрический

Кафедра: нормальной физиологии

Курс: 2

Семестр: 4

Лекции 10 час.

Практические (семинарские занятия) занятия 30 часов

Самостоятельная работа 32 часа

Зачет 4 семестр

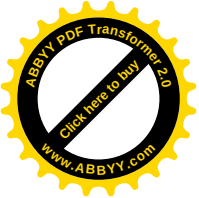
Всего 72 часа.

Зачетных единиц трудоемкости (ЗЕТ) 2

4.1. Полезная информация

Учебный процесс по дисциплине «Особенности функционирования сердца в период эмбрионального развития человека» продолжается 1 семестр и состоит из цикла лекций (10 ч), практических занятий (30 часов), самостоятельной работы (32 ч) и завершается сдачей зачета. В процессе обучения студенты выполняют две обязательные самостоятельные работы, выступают с презентацией по одной из предложенных тем, в соответствии с учебным планом.

Студент обязан посещать все лекционные и практические (семинарские) занятия. Необходимо иметь лекционную тетрадь, в которой конспектируются основные положения лекции. Эти конспекты весьма пригодятся при



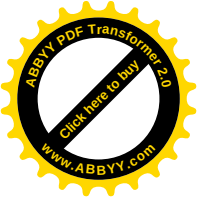
подготовке к зачету! Для практических занятий также нужна тетрадь, в которую должны быть записаны протоколы работ. Протоколы оформляются по общей схеме: тема, цель, задачи, ход работы, результаты, выводы. В конце практического занятия студенты обсуждают с преподавателем полученные результаты и выводы, после чего преподаватель проверяет и подписывает оформленную в соответствии с правилами работу. Студент на практическом занятии должен иметь медицинский халат.

Преподаватель может рекомендовать студенту выполнить реферативный доклад или подготовить презентацию на выбранную тему. Список тем имеется на кафедре либо студент сам может предложить интересующую его тему для обсуждения с группой и преподавателем. Подготовленный доклад оценивается и учитывается в общем рейтинге студента.

При подготовке к занятиям студентам рекомендуются учебники, учебно-методические пособия и ресурсы Интернет. Студентам предлагаются темы для реферативных докладов и презентаций. В конце семестра организуются отработки пропущенных занятий и лекций в виде выполнения практических работ и написания рефератов.

Студенту, пропустившему лекцию или практическое занятие, необходимо их отработать. Пропущенные лекции отрабатываются либо устно, либо письменно (реферат, презентация и пр.) на усмотрение лектора. Пропущенные практические занятия отрабатываются в группах, в специально установленные дни, обычно в конце семестра. Семинарские занятия отрабатываются устно, или с помощью тестов или рефератов, на усмотрение преподавателя. Преподаватель обязательно ставит отметку об отработке занятия в специальный журнал для отработок (с оценкой или без оценки).

Требования к проведению индивидуального собеседования. Собеседование проводится по заранее известному студентам перечню вопросов, индивидуально с каждым студентом. Последний должен, получив



вопросы, раскрыть сущность и механизмы физиологических явлений. На подготовку студент получает около 10-15 минут.

Требования к письменным ответам на вопросы. Целью данного типа заданий является определение глубины знаний студента и правильности использования физиологических терминов. Работы сдаются в письменном варианте, на них выделяется не более 30 минут. Работы должны носить индивидуальный характер, в случае совпадения нескольких работ, преподаватель имеет право их аннулировать.

Требования к заданиям на оценку умений и навыков (ситуационные задачи). Задания выполняются аудиторно, на практических занятиях. Задания носят индивидуальный характер, преподаватель вправе решать, давать их в устной или письменной форме.

При проведении промежуточной аттестации (зачет) учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра и применяется балльно-рейтинговая система, утвержденная Положением Казанского ГМУ о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Итоговая (рейтинговая) оценка складывается из оценок по модулям (максимум 100 баллов за модуль), текущей оценки (максимум 10 баллов), посещаемости практических занятий и лекций, а также оценки, полученной на зачете (максимум 100 баллов).

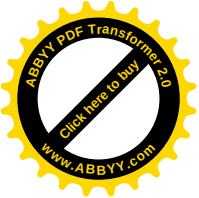
4.2. Критерии оценки знаний, умений, навыков,

которые формируются в результате освоения дисциплины «Особенности функционирования сердца в период эмбрионального развития человека»

Лекции

Оценивается **посещаемость, активность**, умение выделить **главную мысль**: (0-6 баллов – результат не достигнут, 7 – результат минимальный, 8 – результат средний, 9-10 – результат высокий).

Практические занятия



Оценивается **самостоятельность** при выполнении экспериментальной практической работы, **активность** работы в аудитории, **правильность** выполнения заданий, **уровень теоретической подготовки** к занятиям (компьютерное тестирование): (0-6 баллов – результат не достигнут, 7 – результат минимальный, 8 – результат средний, 9-10 – результат высокий).

Самостоятельная работа

Оценивается качество и количество выполненных **реферативных докладов** и подготовленных **презентаций**, грамотность в оформлении, правильность выполнения: (0-70 баллов – результат не достигнут, 70-79 – результат минимальный, 80-89 – результат средний, 90-100 – результат высокий).

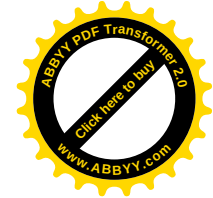
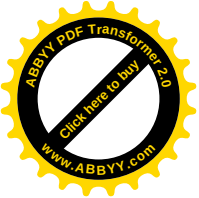
Другие виды учебной деятельности.

Оцениваются решение **ситуационных задач**: (0-70 баллов – результат не достигнут, 70-79 – результат минимальный, 80-89 – результат средний, 90-100 – результат высокий).

4.3. Промежуточная аттестация – зачет

Зачет по элективу «Особенности функционирования сердца в период эмбрионального развития человека» проводится по вопросам. Обязательным требованием является выполнение двух самостоятельных работ на оценку и выступление с презентацией на семинаре. Оценка, полученная на зачете, вносится в суммарный рейтинг студента, в который также включаются посещение аудиторных занятий, текущие оценки и оценки по самостоятельным работам (модулям), дополнительные оценки по реферативным докладам, активность учащегося на практическом занятии, и пр.

Секрет успешной сдачи зачета по любому предмету прост: нужно посещать лекции и практические (семинарские) занятия, постоянно готовиться к занятиям, задавать вопросы преподавателю. Всё это позволит Вам своевременно сдавать зачеты и модули и максимально эффективно использовать время, выделенное для подготовки к зачету.



Критерии оценки:

48 баллов – Обучающийся имеет разрозненные знания с существенными ошибками в физиологических процессах и механизмах, допускает ошибки в терминологии, не может проанализировать значимость физиологических процессов. Ответ неправильный или отсутствует.

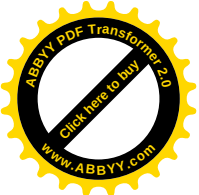
70-79 баллов – Обучающийся частично владеет материалом, допускает ошибки в терминологии, в логических последовательностях, физиологических механизмах, значимости физиологических процессов и их взаимосвязи с другими органами и системами.

80-89 баллов – Обучающийся знает основной материал, но не в полной мере владеет дополнительной информацией. Ответ содержит незначительные ошибки в логических последовательностях.

90-100 баллов – Обучающийся в полном объеме владеет основным материалом, владеет дополнительной информацией, способен проанализировать физиологические процессы и механизмы, раскрыть из значимость и взаимосвязь с другими органами и системами.

4.4. Научно-исследовательская деятельность студентов

На кафедре нормальной физиологии КГМУ созданы необходимые условия для научно-исследовательской деятельности студентов: студенты принимают участие в деятельности студенческого научного общества (СНО), а также в научных исследованиях, проводимых в рамках работы научно-образовательного центра КГМУ «Фундаментальная и прикладная нейрофизиология» (руководитель – профессор Зефилов А.Л.). Центр осуществляет научно-исследовательскую, научно-внедренческую (инновационную) и научно-образовательную деятельность, ежегодно проводит конференции. Основными научными направлениями кафедры являются исследования механизмов синаптической передачи и пластичности синапса, механизмов регуляции сердечной деятельности и фундаментальных основ патогенеза нейродегенеративных заболеваний. Проводятся

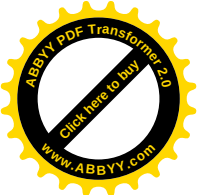


исследования, посвященные вовлеченности серотонина в патогенез врожденных пороков сердца, легочной артериальной гипертензии у детей, выявлению маркеров ранних стадий указанных заболеваний.

На кафедре ежегодно проводится Всероссийская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых. Участвуя в работе секции «Физиология и экспериментальная медицина», студенты имеют возможность доложить и обсудить результаты своих научных исследований. Студенты принимают активное участие в организации и в работе конференций, проводимых кафедрой на базе КГМУ, а также в работе других Всероссийских и международных конференций. Студенты имеют возможность регулярно посещать лекции и семинары приглашенных ведущих ученых. Студенты, активно участвующие в научных исследованиях, ежегодно публикуются в зарубежных журналах и в российских журналах, рекомендованных ВАК.

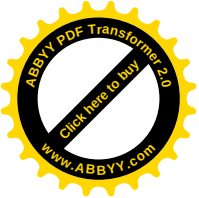
5.ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Самостоятельная работа студента с рекомендуемой обязательной, дополнительной литературой и методическими пособиями, в том числе разработанными сотрудниками кафедры:
 - Нейрофизиология эмоций: механизмы вознаграждения и пристрастия: учеб. пособие (гриф УМО). / А.М.Петров, С.Н.Земскова.- Казань: КГМУ, 2015.- 196с. (сайт кафедры нормальной физиологии КГМУ).
 - Учебное пособие «Нейробиология сна: современный взгляд» / Петров А.М., Гиниатуллин А.Р. – Казань: КГМУ, 2012 -109с. (сайт кафедры нормальной физиологии КГМУ).
 - Учебно-методическое пособие по составлению «Паспорта здоровья» Ахтямова Д.А., Мухамедьяров М.А., Земскова С.Н., Телина Э.Н., Усманова А.Р., Казань:. КГМУ.2011.-20с. (сайт кафедры нормальной физиологии КГМУ).



- Автономная нервная система (учебно-методическое пособие для студентов). Мухамедзянов Р.Д., Григорьев П.Н., Казань: КГМУ – 2011.- 91. (сайт кафедры нормальной физиологии КГМУ).
 - Физиология мозжечка (учебно-методическое пособие для студентов). Гиниатуллин А.Р., Петров А.М. Казань: КГМУ. 2011-33. (сайт кафедры нормальной физиологии КГМУ).
 - «Паспорт здоровья студента». Ахтямова Д.А., Мухамедьяров М.А., Усманова А.Р., Казань: КГМУ. 2011.-25с. (сайт кафедры нормальной физиологии КГМУ).
 - Ионные каналы возбудимой клетки (структура, функция, патология) – Зефиров А.Л., Ситдикова Г.Ф., Казань, Арт-кафе, 2010.-271с. (сайт кафедры нормальной физиологии КГМУ).
 - Синаптическая везикула и механизм освобождения медиатора (экзо-эндоцитозный везикулярный цикл) – Зефиров А.Л., Петров А.М., Арт-кафе, 2010, 324с., ил. (сайт кафедры нормальной физиологии КГМУ).
 - Учебное пособие по курсу нормальной физиологии для самостоятельной работы студентов лечебного факультета. Ахтямова Д.А., Земскова С.Н., Телина Э.Н., Зефиров А.Л., Казань: КГМУ. 2010. – 100с. (сайт кафедры нормальной физиологии КГМУ).
 - Электрические сигналы возбудимых клеток (гриф УМО). Зефиров М.А., Мухамедьяров М.А., Казань. КГМУ. 2008.-111с (сайт кафедры нормальной физиологии КГМУ).
2. Работа с компьютерными обучающими программами по физиологии (на кафедре). Перечень см. после таблицы.
3. Выполнение научно-исследовательской работы. Подготовка публикаций, докладов на конференциях.

Требования к выполнению реферативного доклада или презентации. При подготовке к каждому практическому (семинарскому)



занятию студенты могут подготовить реферативный доклад или презентацию по выбору из рекомендованных к практическому (семинарскому) занятию тем. Продолжительность доклада на семинарском занятии – до 10 мин. В докладе должна быть четко раскрыта суть обсуждаемой проблемы. Язык и способ изложения доклада должны быть доступными для понимания студентами учебной группы. Реферат излагается устно, недопустимо дословное зачитывание текста. Презентация должна быть оформлена с широким применением схем, иллюстраций, текст в слайдах должен содержать наиболее важные сведения, должен быть кратким, современным и интересным для студентов и раскрывать сущность физиологических механизмов.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

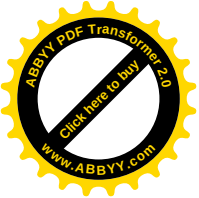
Раздел 1. Основные этапы развития человека (ОК-5, ПК-22, ОПК-7, ОПК-5, ОПК-9)

Содержание лекций:

Классификация основных этапов развития человека. Периоды постнатального онтогенеза человека. Особенности каждого периода, динамика адаптационных возможностей организма в разные периоды, риск развития различных заболеваний. Окончательное формирование органов человека в постнатальном периоде. Пренатальный онтогенез. Критические периоды в пренатальном развитии человека. Повышение риска различных патологий.

Содержание практических занятий:

Составить таблицу этапов онтогенеза человека. Онтогенез, основные этапы, периоды, стадии. В таблице дать описание этапов пренатального онтогенеза. Написать критические периоды развития сердца, сосудов, их иннервации у человека.



Раздел 2. Развитие сердца и кардиомиогенез (ОК-5, ПК-22, ОПК-7, ОПК-5, ОПК-9)

Содержание лекций:

Развитие сердца и кардиомиогенез. Закладка сердца. Формирование эндокарда, перикарда и эпикарда, проводящей системы, опорного скелета.

Содержание практических занятий:

Просмотр видеофильма развитие сердца и кардиомиогенез. Графическое изображение этапов развития сердца. На рисунке отразить расположение эндо, пери- и эпикарда человека. Зарисовать схему проводящей системы сердца человека

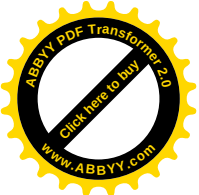
Раздел 3 Физиология сердца (ОК-5, ПК-22, ОПК-7, ОПК-5, ОПК-9)

Содержание лекций:

Физиология сердца. Функции сердца. Морфо-функциональные особенности организации сердца. Типичные и атипичные кардиомиоциты, проводящая система сердца, клапанный аппарат, полости сердца. Физиологические свойства сердечной мышцы. Автоматия, возбудимость, проводимость, сократимость, их механизмы. Методы исследования сердца. Понятие функционального синцития для сердца. Автоматия, её природа, центры и градиент. Становление нервных и гуморальных механизмов внутри- и внесердечной регуляции. Возрастные изменения сердечной деятельности.

Содержание практических занятий:

Видеофильм «Функции сердца». Обсуждение фильма. Заполнить в таблице различия рабочих и атипических кардиомиоцитов. Электрокардиография. Регистрация и анализ ЭКГ. Анализ ЭКГ в покое и физической нагрузке (человек). Аускультация тонов сердца. Эхокардиография. Особенности возбудимости сердца. Экстрасистола. Нексусы, строение и функция. Автоматия, её природа, центры и градиент. Эндогенные рефлексy на сердце (рефлексy Гольца, Данини-Ашнера). Ортостатическая проба. Возрастные



изменения ударного и минутного объемов крови, частоты сердечных сокращений.

Раздел 4 Патология развития сердца (ОК-5, ПК-22, ОПК-7, ОПК-5, ОПК-9)

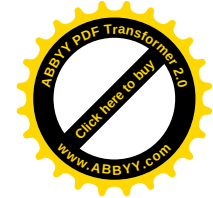
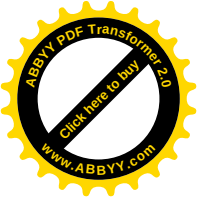
Содержание лекций:

Регенерация сердечной мышечной ткани. Регенераторная гипертрофия. Гиперплазия и гипертрофия. Роль фибробластов. Патология развития сердечной мышечной ткани. Врождённые пороки развития, наследственные и ненаследственные, фенкопии. Классификация пороков по стадиям онтогенеза, на которых они возникли. Внутриутробное программирование заболеваний детей и взрослых. Механизмы внутриутробного программирования. Роль гормонов во внутриутробном программировании. Пути профилактики внутриутробно программируемых заболеваний.

Содержание практических занятий:

Внутриклеточная регенерация, полиплоидизация ядер и кардиомиоцитов. Синтез эмбриональных миокардиальных белков и белков, синтезирующихся во время клеточного цикла. Врожденные пороки развития сердца: причины, классификация, нарушения гемодинамики. Критические периоды в пренатальном и постнатальном онтогенезе человека. Тератогенные факторы, их влияние на развитие зародыша. Гуморальная регуляция онтогенеза. Влияние гормонов матери, плаценты и зародыша на эмбриональное развитие. Роль эндокринной системы в регуляции постэмбрионального онтогенеза. Поддержание функции плаценты, обеспечение адекватного питания матери. Феномен «догонного» роста и раннего ожирения у детей.

Контрольное занятие: Аттестационное занятие.



КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕРДЦА В ПЕРИОД ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА

(вариативная часть по выбору)

6.1. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА

Основные этапы индивидуального развития человеческого организма – онтогенеза. В зависимости от среды, в которой совершается развитие индивида, весь онтогенез распадается на 2 больших периода, отделенных друг от друга моментом рождения:

1. Внутриутробный, когда вновь зародившийся организм развивается в утробе матери; этот период длится от момента зарождения до рождения.

2. Внеутробный, или постнатальный, когда новая особь продолжает свое развитие вне тела матери; этот период длится от момента рождения до смерти.

Внутриутробный период в свою очередь делится на 2 фазы: 1) эмбриональную (первые 2 месяца), когда происходит начальное развитие зародыша (эмбриона) и когда совершается основная закладка органов; 2) фетальную (3-9 месяцы), когда идет дальнейшее развитие плода (fetus, лат. - плод).

Эмбриональное развитие человека изучается в Курсе общей эмбриологии, здесь же мы ограничимся самыми краткими первоначальными сведениями, необходимыми для понимания строения тела взрослого человека.

ВНУТРИУТРОБНЫЙ ПЕРИОД

Развитие зародыша человека в яйцевом и матке условно подразделяется на пять периодов (А. Г. Кнорре, 1959).

1. Оплодотворение, образование зиготы. Мужская половая клетка - спермий (spermium, лат.) проникает в женскую - яйцо (ovium, лат.), и они, сливаясь, образуют новый организм - зиготу.

2. Дробление. Зигота дробится на клетки - бластомеры (blastos, греч. - зародыш, meros, греч. - часть), из которых одни группируются в узелок - эмбриобласт, а другие обрастают его по поверхности, образуя трофобласт. Ворсинки трофобласта врастают в слизистую оболочку матки и создают вместе с ней детское место, или плаценту (plax, греч. - плоское тело, пирог). Этот орган называется также последом, так как он следует после рождения ребенка.

3. Гастрюляция состоит в превращении однослойного зародыша в трехслойный - гастролу (gaster, греч. - желудок). Наружный слой называется эктодерма, внутренний - энтодерма и средний между ними - мезодерма. Другим важным результатом гастрюляции является возникновение осевого комплекса зачатков, который состоит из следующих закладок: Выделяющаяся из эктодермы и лежащая по средней линии дорсальной стороны нервная пластинка (нейроэктодерма) или желобок, который позднее превращается в нервную трубку - зачаток нервной системы. Лежащая под ней хорда (chorde, греч. - струна). Располагающаяся латерально от нее, справа и слева - мезодерма (рис. 1).

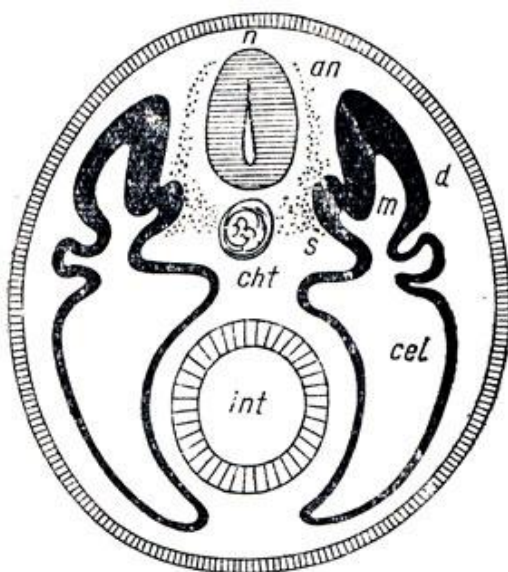
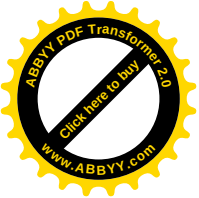


Рис. 1. Поперечный схематический разрез туловища зародыша. п - нервная трубка; cht - хорда; s - склеротом; т - миотом; an - ме-зенхимная закладка дорсальной дуги позвонка; d - дерматом; cel - целом; int - первичная кишка.



Местоположение осевого комплекса зачатков на дорсальной стороне и их взаиморасположение очень характерны для всех хордовых, включая и человека, и являются самым древним и общим для них признаком. Появлением этого признака в строении зародыша завершается период гастрюляции.

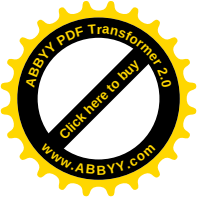
4. Обособление тела зародыша. Зародыш обособляется от внезародышевых частей, растет в длину и превращается в цилиндрическое образование с головным (краниальным) и хвостовым (каудальным) концами; при этом происходит преобразование зародышевых листков.

Наружный зародышевый листок, или эктодерма, дает начало кожной эктодерме, из которой развиваются: эпителий (покровная ткань) кожи, или эпидермис, и его производные - волосы, ногти, сальные, потовые и молочные железы; часть покровного эпителия слизистой оболочки и железы ротовой полости; эмаль зубов; многослойный эпителий ануса прямой кишки; эпителий мочеотводящих и семявыносящих путей.

Из нейроэктодермы развиваются все части центральной и периферической нервной системы и различные вспомогательные эпендимоглиальные элементы, входящие у взрослого в состав нервной системы и органов чувств (например, сократительные элементы радужной оболочки глаза, пигментный эпителий и др.).

Внутренний зародышевый листок, или энтодерма, неоднороден: передняя его часть представлена материалом эктодермы, вторично входящим в состав энтодермы и образующим прехордальную пластинку, а вся остальная часть - кишечной энтодермой.

Из прехордальной пластинки развиваются: эпителий воздухоносных путей и легкого, значительная часть слизистой оболочки ротовой полости и глотки, железистые ткани гипофиза, щитовидной и парашитовидной желез, вилочковой железы, а также покровный эпителий и железы пищевода.



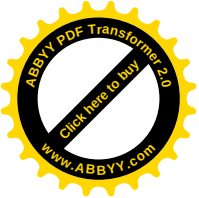
Из кишечной энтодермы образуются покровный эпителий и железы желудка, кишечника и желчеотводящих путей, а также печень и железистые ткани поджелудочной железы.

Средний зародышевый листок, или мезодерма, вначале представлен метамерно расположенными справа и слева от хорды спинными сегментами, или сомитами (*soma*, греч. - тело), которые посредством сегментных ножек (нефротомов) связаны с вентральными несегментированными отделами мезодермы, получившими название спланхнотомов (*splanchna*, греч. - внутренности) или боковых пластинок (см. рис. 1). Предельное число сомитов - 43-44 пары к концу пятой недели развития, когда длина зародыша равна 11 мм.

Каждый сомит, за исключением первых двух, дифференцируется на три участка: 1) дорсолатеральный участок, представляющий мезенхимный зачаток соединительной ткани кожи, - дерматом; 2) медиовентральный участок, дающий начало хрящевой и костной тканям скелета, - склеротом (*scleros*, греч. - твердый) и 3) участок, расположенный между дерматомом и склеротомом и являющийся зачатком скелетной мускулатуры, - миотом (*mys*, греч. - мышь; *myo*, греч. - мышечный).

В дальнейшем из миотомов развивается мускулатура тела. Кожная пластинка подстилает кожную эктодерму и развивается в соединительнотканый слой кожи. Из склеротомов возникают мезенхимные скелетогенные клетки, скопляющиеся вокруг нервной трубки и хорды и дающие позвонки, ребра и межпозвонковые диски. Последние заключают в себе весьма поучительные в филогенетическом отношении остатки хорды в виде так называемых студенистых ядер. Склеротомы идут на образование и других отделов скелета.

В эмбриональном развитии сегментных ножек, или нефротомов (*nephros*, греч. - почка), находит яркое отражение исторический путь развития выделительных органов у позвоночных животных и человека (см. стр. 353).



Нефротомы располагаются от головного к хвостовому концу тела зародыша в головной, туловищной и тазовой областях, давая начало различным образованиям.

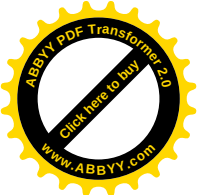
Спланхнотомы, или боковые пластинки (несегментированная часть мезодермы), образуют вторичную полость тела - или целом (celom, греч. - полость), вследствие чего каждый спланхнотом (правый и левый) подразделяется на два листка: 1) пристеночный, или париетальный, листок (paries, лат. - стенка), который выстилает стенку тела и прилежит к эктодерме (со стороны брюшной полости), и внутренностный, или висцеральный, листок (viscera, лат. - внутренности), который образует серозную оболочку внутренностей. Целом дает начало перикардальной, плевральным и брюшинной полостям.

Из эмбриональной целомической выстилки обоих листков выселяются отростчатые клетки, которые заполняют все промежутки между зародышевыми листками и эмбриональными зачатками в теле зародыша и во внеэмбриональных его частях. В совокупности они составляют особый, распространяющийся по всему телу зародыша и вне его эмбриональный зачаток, получивший название - мезенхима.

Так как вначале мезенхима проводит питательные вещества к различным частям зародыша, выполняя трофическую функцию, то впоследствии из нее развиваются кровь и кроветворные ткани, лимфа, кровеносные сосуды, лимфатические узлы, селезенка.

Помимо ранее отмеченных производных склеротомов и кожных пластинок, из мезенхимы также происходят: а) волокнистые соединительные ткани, отличающиеся характером и количеством межклеточного вещества и клеток (связки, суставные сумки, сухожилия, фасции и др.); б) хрящи и кости, гладкая мускулатура.

5. Развитие органов (органогенез) и тканей (гистогенез). Органогенез – это анатомическое формирование органов. Приобретение развивающимися клетками и тканями морфологических, физиологических и биохимических



специфических свойств называется гистологической дифференцировкой, а процесс развития свойств, характерных для ткани взрослого организма, принято обозначать термином гистогенез.

Параллельно с дифференцировкой (или дифференциацией) зародыша, т.е. возникновением из сравнительно однородного клеточного материала зародышевых листков все более разнородных зачатков органов и тканей, развивается и усиливается интеграция, т. е. объединение частей в одно гармонично развивающееся целое.

Вначале это взаимодействие осуществляется примитивными способами (биохимическое воздействие клеток), а позднее интегрирующую функцию берут на себя нервная система и подчиненные ей железы внутренней секреции.

Чем дальше идет развитие, тем все более, но в общем весьма медленно, изменения, происходящие в зародыше, приближают соотношение его частей к дефинитивному состоянию.

Зародыш в конце второго месяца внутриутробного развития имеет непропорционально большую голову (в связи с мощным развитием головного мозга): несоразмерно малы его таз и короткие нижние конечности. На 5-м месяце развития голова составляет $\frac{1}{3}$, а на 10-м месяце $\frac{1}{4}$ общей длины тела плода.

Темпы роста во внутриутробном периоде несравнимо больше, чем после рождения. Если сопоставить массы зиготы, тела новорожденного и взрослого, то оказывается, что новорожденный ребенок в 32000000 раз больше зиготы, а тело взрослого всего лишь в 20-25 раз превосходит вес новорожденного. И при этом следует еще учесть, что от зачатия до рождения проходит 9 месяцев, а от рождения до зрелости примерно 20 лет, если не более.

Возникающие из эмбриональных зачатков ткани и органы зародыша начинают специфически функционировать с наступлением в них гистологической дифференцировки. Это происходит в неодинаковые сроки

для различных органов: в общем опережают те органы, функционирование которых необходимо в данный момент для дальнейшего развития зародыша (сердечно-сосудистая система, кроветворные ткани, некоторые железы внутренней секреции и др.).

Наряду с органами, формирующимися в самом зародыше, для его развития огромную роль играют вспомогательные внезародышевые органы (рис. 2, 3): 1) хорион, 2) амнион, 3) аллантаис и 4) желточный мешок.

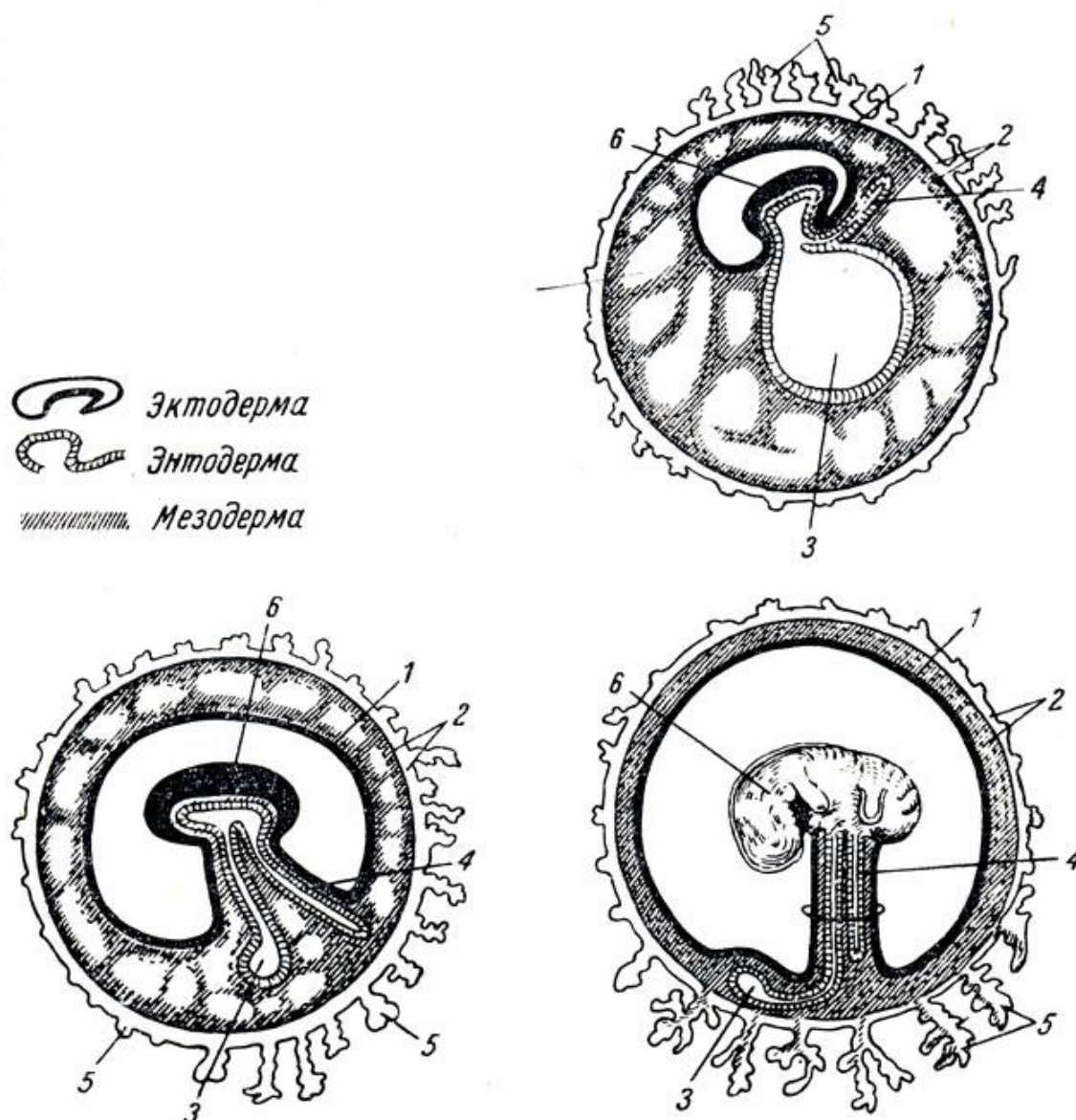


Рис. 2. Развитие зародыша и внезародышевых частей. 1 - амнион; 2 - хорион; 3 - желточный мешок; 4 - аллантаис; 5 - ворсинки хориона; 6 - зародыш

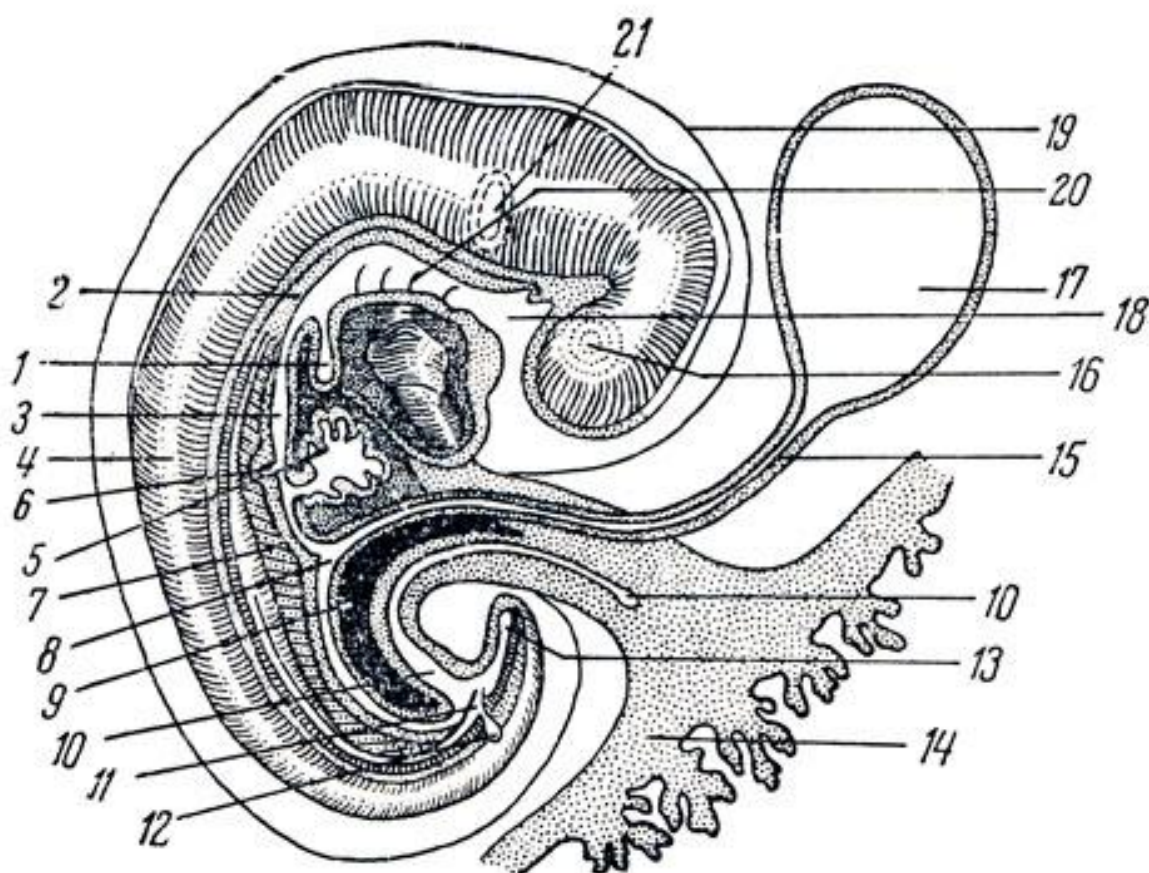
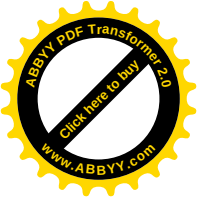


Рис. 3. Человеческий эмбрион (начало 5-й недели). 1 - закладка легких; 2 - *chorda dorsalis*; 3 - желудок; 4 - спинной мозг; 5 - печень; 6 - задний зачаток поджелудочной железы; 7 - первичная брыжейка; 8 - средняя кишка; 9 - плевроперитонеальная полость; 10 - *allantois*, мочевого мешок; 11 - клоака; 12 - закладка мочеточника; 13 - задняя кишка; 14 - *chorion*; 15 - *ductus omphaloentericus*; 16 - глаз; 17 - желточный мешок; 18 - передняя (головная) кишка; 19 - оболочка водного пузыря; 20 - жаберные карманы; 21 - закладка внутреннего уха.

Хорион образует наружную оболочку плода и окружает его вместе с амниотическим и желточным мешками.

В плаценте человека ворсинки хориона врастают в широкие кровеносные сосуды - лакуны, находящиеся в слизистой оболочке матки. Такая плацента



называется гемохориальной (haima, греч. - кровь), чем подчеркивается гемотрофный характер плаценты человека. Плацента связана с плодом пупочным канатиком, содержащим пупочные (плацентарные) сосуды, по которым течет кровь от плаценты в тело плода и обратно.

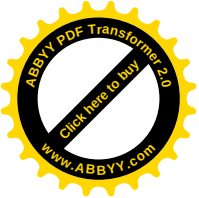
Человек и млекопитающие, обладающие плацентой, объединяются по этому признаку в подкласс *placentalia* в отличие от низших живородящих (сумчатые, однопроходные), не имеющих плаценты и составляющих группу *aplacentalia*.

Амнион (*amnion*, греч. - чаша) - внутренняя оболочка плода, представляет собой пузырь, наполненный жидкостью (амниотической), в которой развивается зародыш, отчего эту оболочку называют водной; плод находится в ней до самого рождения. Амнион имеется у всех высших позвоночных. По этому признаку они объединяются в группу *amniota*; соответственно низшие позвоночные составляют группу *anamniä* (т. е. животных, не образующих амнион).

Амниотическая жидкость участвует в обмене веществ, предохраняет плод от неблагоприятных механических воздействий и способствует правильному ходу родового акта.

Аллантоис, или мочевого мешок, напоминающий по форме колбасу, откуда и название (*alias*, родит, *allantos*, греч. - колбаса), - у высших позвоночных и у человека играет важную роль. Он связан с функцией выделения, в нем скопляются продукты обмена - мочекислые соли (откуда он и получил свое название мочевого мешка).

У человека энтодермальная закладка этого внеэмбрионального органа редуцирована, но во внеэмбриональной мезенхиме, окружающей редуцированную закладку, мощно развиваются кровеносные сосуды, превращающиеся затем в сосуды пупочного канатика. Более поздний по филогенетическому происхождению аллантоидный круг кровообращения обеспечивает зародышу возможность обмена веществ, и в этом заключается новое значение, приобретаемое аллантоисом.



Желточный мешок у всех животных, яйцеклетки которых не имеют запаса питательных материалов в виде желтка, утрачивает свое значение источника питательных ресурсов зародыша. В мезенхиме стенки желточного мешка возникают первые кровеносные сосуды, однако желточный круг кровообращения у плацентарных животных и у человека оказывается значительно редуцированным.

Появление желточного мешка у человека имеет филогенетическое значение. Как уже указывалось, характерным признаком для человека и человекообразных обезьян является весьма раннее и мощное развитие внезародышевых частей - амниона, желточного мешка, а также трофобласта. У человека в отличие от всех животных наиболее интенсивно развивается внезародышевая мезодерма. Благодаря этому еще до начала формирования самого зародыша возникают внезародышевые приспособления, создающие условия для развития эмбриона как такового.

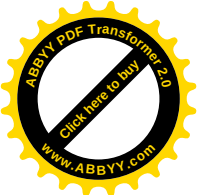
ВНЕУТРОБНЫЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ

Акт рождения можно рассматривать как диалектический скачок в развитии данной особи, которая из одной среды с ее постоянными условиями, свойственными утробе матери, попадает в другую среду с ее постоянно меняющимися факторами внешнего мира.

Меняются и качество обмена веществ и органы, его осуществляющие. В утробном периоде питание и дыхание происходит через кровь матери и плаценты (плацентарное кровообращение). Во внеутробном периоде эти процессы совершаются с помощью органов пищеварения и дыхания новорожденного. Благодаря включению легких плацентарное кровообращение сменяется легочным.

В жизни человека после рождения различают следующие возрастные периоды (из В. В. Гинзбурга, 1963, и Л. Ф. Иваницкого, 1962).

I. Период новорожденности (первые 3-4 недели после рождения), когда организм должен приспособиться к новым условиям внеутробной жизни.



Тело новорожденного резко отличается от тела взрослого своей формой и размерами. Рост его в среднем 50 см, вес 3250-3500 г. Голова (главным образом мозговой отдел) очень велика и составляет $\frac{1}{4}$ роста (у взрослого $\frac{1}{7}$ - $\frac{1}{8}$ всего роста), ноги, наоборот, коротки ($\frac{1}{3}$ роста). Живот больше груди и выдается вперед вследствие узости таза. Верхние и нижние конечности приблизительно равны. Преобладание верхней половины тела над нижней обусловлено лучшим снабжением ее артериальной кровью в утробе матери (см. "Кровообращение плода").

II. Период вскармливания грудью (грудной возраст) - от 4 недель до 1 года.

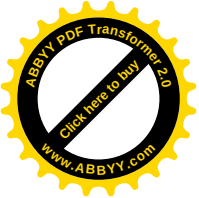
III. Период молочных зубов (нейтральное детство) охватывает возраст от 1 до 7 лет, т. е. от начала прорезывания молочных зубов до начала прорезывания постоянных. Вторичные половые признаки как у девочек, так и у мальчиков выражены слабо.

IV. Период отрочества (бисексуальное детство) охватывает возраст от 7 до 15-16 лет, от начала прорезывания постоянных зубов до конца прорезывания всех вторых моляров, до начала полового созревания. В конце этого периода усиливается формирование половых желез и происходит развитие вторичных половых признаков по линии обоих полов, отчего этот период называют также предпубертатным (pubertas - возмужалость).

V. Период полового созревания - пубертатный период, или юношеский возраст (juvenilitas). Он начинается от конца прорезывания вторых моляров до окончания роста и достижения зрелости тела.

Этот период длится у девочек с 13-14 лет до 18, а у мальчиков с 15-16 до 19-23 лет. В течение пубертатного периода развиваются вторичные половые признаки, в результате чего мальчики превращаются в юношей, а девочки - в девушек.

При этом рост и пропорции тела приближаются к взрослым. Отмечаются 2 периода усиленного роста: в конце нейтрального детства (5-7 лет) и в



предпубертатном периоде (у девочек в 11-14 лет, у мальчиков - в 13-16 лет).

Рост продолжается и после наступления половой зрелости.

VI. Переход организма из юношеского возраста во взрослое состояние не означает прекращения развития, которое продолжается, но отличается малой изменчивостью формы и строения тела.

В развитии взрослого организма различают три стадии:

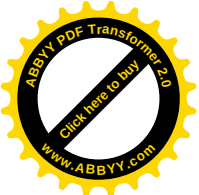
1. Стадия возмужалого возраста (virilitas) или взрослый возраст (adolescentia). Он длится у мужчин от 25 до 45 лет, у женщин - от 20 до 40 лет.

2. Возраст зрелости (maturitas), продолжающийся до появления старческих изменений (стирание и выпадение зубов, облитерация черепных швов).

3. Возраст старости (senium), или преклонный, характеризуется нарастающей инволюцией органов и систем тела, приводящей к смерти.

По новейшей классификации (Всемирная организация здравоохранения, 1964) различают 3 стадии старения: 1) люди среднего возраста (от 45 до 59 лет); 2) люди пожилого возраста (от 60 до 74 лет); 3) старики или старые люди (75 и старше лет). Людей в возрасте 90 лет и старше выделяют в отдельную группу долгожителей.

Наибольший процент смертности или патологий развития зародышей и плодов человека приходится на так называемые **критические периоды развития**, которые соответствуют переходу от одной стадии развития к другой. В критические периоды развития зародыш или плод уязвимы к действию внешних факторов. Очень уязвимы ранние стадии развития зародыша, когда происходят процессы имплантации, плацентации, закладки органов. Гипоксия, недостаток витаминов, воздействие радиации, инфекционные болезни являются причинами гибели или аномального развития зародыша. Однако не следует думать, что в любой критический период зародыш одинаково чувствителен ко всем факторам, поскольку в каждом из них происходят различные процессы развития.



Различают критические периоды в развитии отдельных органов и общие для всего организма.

К критическим периодам пренатального развития организма человека отнесены: 1 — имплантация (6-7 сутки после зачатия) 2 — плацентация (конец второй недели беременности) 3 — перинатальный период (роды).

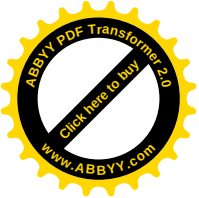
В постнатальном онтогенезе к критическим периодам развития относятся период новорожденности (первый год жизни ребенка), период полового созревания (11-16 лет).

6.2. РАЗВИТИЕ СЕРДЦА И КАРДИОМИОГЕНЕЗ

Развитие. Сердце начинает развиваться на 17-е сутки из двух зачатков: 1) мезенхимы и 2) миоэпикардиальных пластинок висцерального листка спланхнотома в краниальном конце эмбриона.

Из мезенхимы справа и слева образуются трубочки, которые впячиваются в висцеральные листки спланхнотомов. Та часть висцеральных листков, которая прилежит к мезенхимным трубочкам, превращается в миоэпикардиальную пластинку. В дальнейшем с участием туловищной складки происходит сближение правого и левого зачатков сердца и затем соединение этих зачатков впереди передней кишки. Из слившихся мезенхимных трубочек формируется эндокард сердца. Клетки миоэпикардиальных пластинок дифференцируются в 2 направлениях: из наружной части образуется мезотелий, выстилающий эпикард, а клетки внутренней части дифференцируются в трех направлениях. Из них образуются: 1) сократительные кардиомиоциты; 2) проводящие кардиомиоциты; 3) эндокринные кардиомиоциты.

В процессе дифференцировки сократительных кардиомиоцитов клетки приобретают цилиндрическую форму, соединяются своими концами при помощи десмосом, где в дальнейшем формируются вставочные диски. В формирующихся кардиомиоцитах появляются миофибриллы,



расположенные продольно, каналы гладкого эндоплазматического ретикулума, за счет впячивания сарколеммы образуются Т-каналы, формируются митохондрии.

Проводящая система сердца начинает развиваться на 2-м месяце эмбриогенеза и заканчивается на 4-м месяце.

Клапаны сердца развиваются из эндокарда. Левый атриовентрикулярный клапан закладывается на 2-м месяце эмбриогенеза в виде складки, которая называется эндокардиальным валиком. В валик врастает соединительная ткань из эпикарда, из которой образуется соединительнотканная основа створок клапана, прикрепляющаяся к фиброзному кольцу.

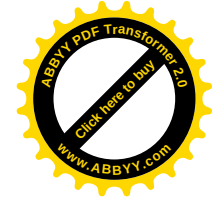
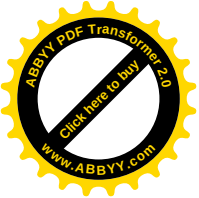
Правый клапан закладывается в виде миоэндокардиального валика, в состав которого входит гладкая мышечная ткань. В створки клапана врастает соединительная ткань миокарда и эпикарда, при этом количество гладких миоцитов уменьшается, они сохраняются лишь у основания створок клапана.

На 7-й неделе эмбриогенеза формируются интрамуральные ганглии, включающие мультиполярные нейроны, между которыми устанавливаются синапсы.

Стенка сердца состоит из 3 оболочек: 1) эндокарда, 2) миокарда и 3) эпикарда.

Эндокард выстилает предсердия и желудочки, в разных местах имеет различную толщину, состоит из 4 слоев: 1) эндотелия; 2) субэндотелия; 3) мышечно-эластического слоя; 4) наружного соединительнотканного слоя (соответствует строению вены мышечного типа).

Левый атриовентрикулярный клапан включает две створки. Основой створки клапана является соединительнотканная пластинка, состоящая из коллагеновых и эластических волокон, незначительного количества клеток и основного межклеточного вещества. Пластинка прикрепляется к фиброзному кольцу, окружающему клапан, и покрыта эндотелиоцитами, под которыми находится субэндотелий.



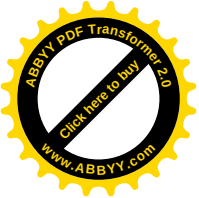
СТРОЕНИЕ ОБОЛОЧЕК СЕРДЦА

ЭНДОКАРД <i>(полость сердца)</i> 1. эндотелий (на толстой базальной мембране) 2. подэнтотелиальный слой 3. мышечно-эластический слой 4. наружный соединительно-тканый слой <i>(миокард)</i>	ЭПИКАРД <i>(полость перикарда)</i> 1. мезотелий на базальной мембране 2. поверхностный слой коллагеновых волокон 3. слой эластических волокон 4. глубокий слой коллагеновых волокон 5. глубокий коллагеново-эластический слой <i>(миокард)</i>
МИОКАРД сократительные кардиомиоциты, проводящие (атипичные) кардиомиоциты + межмышечная рыхлая соединительная ткань	

Правый атриовентрикулярный клапан состоит из 3 створок. Поверхность клапанов, обращенных к предсердию, гладкая, к желудочку — неровная, так как к этой поверхности прикрепляются сухожилия сосочковых мышц.

Клапаны аорты и легочной артерии называются полулунными. Они состоят из 3 слоев: 1) внутреннего; 2) среднего и 3) наружного.

Внутренний слой сформирован за счет эндокарда, включает эндотелий, субэндотелий, содержащий фибробласты с консолями, поддерживающими



эндотелиальные клетки. Глубже располагаются слои коллагеновых и эластических волокон.

Средний слой представлен рыхлой соединительной тканью.

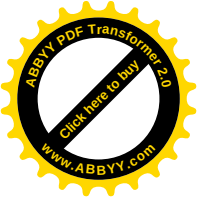
Наружный слой состоит из эндотелия, сформированного за счет эндотелия сосуда, и коллагеновых волокон, проникающих в субэндотелий клапана из фиброзного кольца.

Миокард состоит из функциональных волокон, которые образуются при соединении концов кардиомиоцитов. Кардиомиоциты имеют цилиндрическую форму, их длина — до 120 мкм, диаметр 15-20 мкм. Места соединения концов кардиомиоцитов называются вставочными дисками. В состав дисков входят десмосомы, места прикрепления актиновых филаментов, интердигитации и нексусы. В центре кардиомиоцита располагается 1-2 овальных, обычно полиплоидных, ядра.

В кардиомиоцитах хорошо развиты митохондрии, гладкий эндоплазматический ретикулум, миофибриллы, слабо развиты гранулярный эндоплазматический ретикулум, комплекс Гольджи, лизосомы. В оксифильной цитоплазме имеются включения гликогена, липидов и миоглобина.

Миофибриллы состоят из актиновых и миозиновых филаментов. За счет актиновых филаментов образуются светлые (изотропные) диски, разделенные телофрагмами. За счет миозиновых филаментов и заходящих между ними концов актиновых филаментов образуются анизотропные диски (диски А), разделенные мезофрагмой. Между двумя телофрагмами располагается саркомер, являющийся структурной и функциональной единицей миофибриллы.

Напротив каждого диска имеется система L-каналцев, включающих 2 латеральные цистерны (каналца), соединенные продольными каналцами. Система L-каналцев окружает миофибриллы. На границе между дисками со стороны сарколеммы отходит впячивание — Т-канал, который располагается между латеральными цистернами двух соседних L-систем. Структура,



состоящая из Т-канала и двух латеральных цистерн, между которыми проходит этот канал, называется триадой.

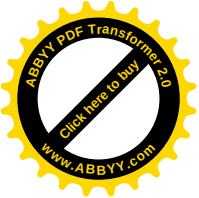
От боковой поверхности кардиомиоцитов отходят отростки — мышечные анастомозы, которые соединяются с боковыми поверхностями кардиомиоцитов соседнего функционального волокна. Благодаря мышечным анастомозам сердечная мышца представляет собой единое целое. Сердечная мышца прикрепляется к скелету сердца. Скелетом сердца являются фиброзные кольца вокруг атриовентрикулярных клапанов и клапанов легочной артерии и аорты.

Секреторные кардиомиоциты (эндокриноциты) находятся в предсердии, содержат много отростков. В этих клетках слабо развиты миофибриллы, гладкий эндоплазматический ретикулум, Т-каналы, вставочные диски; хорошо развиты комплекс Гольджи, гранулярный эндоплазматический ретикулум и митохондрии, в цитоплазме содержатся секреторные гранулы. Функция: вырабатывают гормон предсердный натрийуретический гормон, который воздействует на те клетки, которые имеют специальные рецепторы к нему. Такие рецепторы имеются на поверхности сократительных кардиомиоцитов, миоцитов кровеносных сосудов, эндокриноцитах клубочковой зоны коры надпочечников, клетках эндокринной системы почек. Таким образом, натрийуретический гормон стимулирует сокращение сердечной мышцы, регулирует артериальное давление, водно-солевой обмен, мочевыделение.

Проводящая система сердца — мышечные клетки, формирующие и проводящие импульсы к сократительным клеткам сердца.

Проводящая система сердца представлена синусно-предсердным узлом, атриовентрикулярным узлом, предсердно-желудочковым пучком (пучком Гиса) и ножками пучка Гиса.

Синусно-предсердный узел представлен пейсмекерными клетками (Р-клетками), расположенными в центре узла, диаметр которых 8-10 мкм. Форма Р-клеток овальная, их миофибриллы развиты слабо, имеют различное



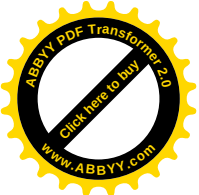
направление. Гладкий эндоплазматический ретикулум Р-клеток развит слабо, в цитоплазме имеется включение гликогена, митохондрии, отсутствуют вставочные диски и Т-каналы. В цитоплазме Р-клеток много свободного кальция, благодаря чему они способны ритмично вырабатывать сократительные импульсы.

Снаружи от пейсмекерных клеток располагаются проводящие кардиомиоциты II типа. Это узкие, удлинённые клетки, малочисленные миофибриллы которых расположены чаще всего параллельно. В клетках слабо развиты вставочные диски и Т-каналы. Функция — проведение импульса к проводящим кардиомиоцитам III типа или к сократительным кардиомиоцитам. Проводящие кардиомиоциты II типа иначе называются переходными.

Атриовентрикулярный узел состоит из небольшого количества пейсмекерных клеток, расположенных в центре узла, и многочисленных проводящих кардиомиоцитов II типа. Функции атриовентрикулярного узла: 1) вырабатывает импульс с частотой 30-40 в минуту; 2) кратковременно задерживает прохождение импульса, идущего от синусно-предсердного узла на желудочки, благодаря чему сначала сокращаются предсердия, потом желудочки.

В том случае, если прекращается поступление импульсов от синусно-предсердного узла к атриовентрикулярному (поперечная блокада сердца), то предсердия сокращаются в обычном ритме (60-80 сокращений в минуту), а желудочки — в 2 раза реже. Это опасное для жизни состояние.

Проводящие кардиомиоциты III типа расположены в пучке Гиса и его ножках. Их длина 50-120 мкм, ширина около 50 мкм. Цитоплазма этих кардиомиоцитов светлая, разнонаправленные миофибриллы, вставочные диски и Т-каналы развиты слабо. Их функцией является передача импульса от кардиомиоцитов II типа на сократительные кардиомиоциты. Кардиомиоциты III типа образуют пучки (волокна Пуркинье), которые чаще всего располагаются между эндокардом и миокардом, встречаются в



миокарде. Волокна Пуркинье подходят и к сосочковым мышцам, благодаря чему к моменту сокращения желудочков напрягаются сосочковые мышцы, что препятствует выворачиванию клапанов в предсердия.

Иннервация сердца. Сердце иннервируется и чувствительными, и эфферентными нервными волокнами. Чувствительные (сенсорные) нервные волокна поступают из 3 источников: 1) дендриты нейронов спинномозговых (спинальных) ганглиев верхнегрудного отдела спинного мозга; 2) дендриты чувствительных нейронов узла блуждающего нерва; 3) дендриты чувствительных нейронов интрамуральных ганглиев.

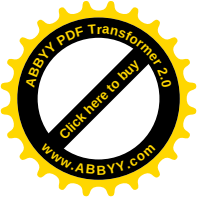
Эфферентными волокнами являются симпатические и парасимпатические нервные волокна, относящиеся к вегетативной (автономной) нервной системе.

Симпатическая рефлекторная дуга сердца включает цепь, состоящую из 3 нейронов. 1-й нейрон заложен в спинальном ганглии, 2-й — в латерально-промежуточном ядре спинного мозга, 3-й — в периферическом симпатическом ганглии (верхнем шейном или звездчатом).

Ход импульса по симпатической рефлекторной дуге: рецептор, дендрит 1-го нейрона, аксон 1-го нейрона, дендрит 2-го нейрона, аксон 2-го нейрона образует преганглионарное, миелиновое, холинергическое волокно, контактирующее с дендритом 3-го нейрона, аксон 3-го нейрона в виде постганглионарного, безмиелинового адренергического нервного волокна направляется в сердце и заканчивается эффектором, который непосредственно на сократительные кардиомиоциты не воздействует. При возбуждении симпатических волокон частота сокращений увеличивается.

Парасимпатическая рефлекторная дуга состоит из цепи 3 нейронов. 1-й нейрон заложен в чувствительном ганглии блуждающего нерва, 2-й — в ядре блуждающего нерва, 3-й — в интрамуральном ганглии.

Ход импульса по парасимпатической рефлекторной дуге: рецептор 1-го нейрона, дендрит 1-го нейрона, аксон 1-го нейрона, дендрит 2-го нейрона, аксон 2-го нейрона образует преганглионарное, миелиновое,



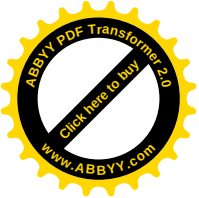
холинергическое нервное волокно, которое передает импульс на дендрит 3-го нейрона, аксон 3-го нейрона в виде постганглионарного безмиелинового, холинергического нервного волокна направляется к проводящей системе сердца. При возбуждении парасимпатических нервных волокон частота и сила сердечных сокращений уменьшаются (брадикардия).

Эпикард представлен соединительнотканной основой, покрытой мезотелием (однослойный плоский эпителий целомического типа) — это висцеральный листок, который переходит в париетальный листок — перикард. Перикард тоже выстлан мезотелием. Между эпикардом и перикардом имеется щелевидная полость, заполненная небольшим количеством жидкости, выполняющей смазывающую функцию. Перикард развивается из париетального листка спланхнотома. В соединительной ткани эпикарда и перикарда имеются жировые клетки (адипоциты).

Возрастные изменения сердца. В процессе развития сердца имеют место 3 этапа: 1) дифференцировка; 2) стадия стабилизации; 3) стадия инволюции (обратного развития).

Дифференцировка начинается уже в эмбриогенезе и продолжается сразу после рождения, так как изменяется характер кровообращения. Сразу после рождения закрывается овальное окно между левым и правым предсердием, закрывается проток между аортой и легочной артерией. Это приводит к снижению нагрузки на правый желудочек, который подвергается физиологической атрофии, и к повышению нагрузки на левый желудочек, что сопровождается его физиологической гипертрофией. В это время происходит дифференцировка сократительных кардиомиоцитов, сопровождаемая гипертрофией их саркоплазмы за счет увеличения количества и толщины миофибрилл. Вокруг функциональных волокон сердечной мышцы есть тонкие прослойки рыхлой соединительной ткани.

Период стабилизации начинается примерно в 20-летнем возрасте и заканчивается в 40 лет. После этого начинается стадия инволюции, сопровождаемая уменьшением толщины кардиомиоцитов вследствие



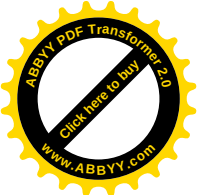
уменьшения толщины миофибрилл. Прослойки соединительной ткани утолщаются. Уменьшается количество симпатических нервных волокон, в то время как число парасимпатических практически не изменяется. Это приводит к снижению частоты и силы сокращений сердечной мышцы. К старости (70 лет) уменьшается и количество парасимпатических нервных волокон. Кровеносные сосуды сердца подвергаются склеротическим изменениям, что затрудняет кровоснабжение миокарда (мускулатуры сердца). Это называется ишемической болезнью. Ишемическая болезнь может привести к омертвлению (некрозу) сердечной мышцы, что называется инфарктом миокарда.

Кровоснабжение сердца обеспечивается венечными артериями, которые отходят от аорты. Венечные артерии — это типичные артерии мышечного типа. Особенность этих артерий заключается в том, что в субэндотелии и в наружной оболочке имеются пучки гладких миоцитов, расположенных продольно. Артерии разветвляются на более мелкие сосуды и капилляры, которые затем собираются в венулы и коронарные вены. Коронарные вены впадают в правое предсердие или венозный синус. Следует отметить, что в эндокарде капилляры отсутствуют, так как его трофика осуществляется за счет крови камер сердца.

Репаративная регенерация возможна только в грудном или в раннем детском возрасте, когда кардиомиоциты способны к митотическому делению. При гибели мышечных волокон они не восстанавливаются, а замещаются соединительной тканью.

6.3. СТРОЕНИЕ СЕРДЦА

Одной из важнейших физиологических систем нашего организма является система кровообращения, представленная сердцем и сосудами. Для выполнения своих функций кровь должна двигаться по сосудам непрерывно и под определенным давлением. Такое движение возможно благодаря

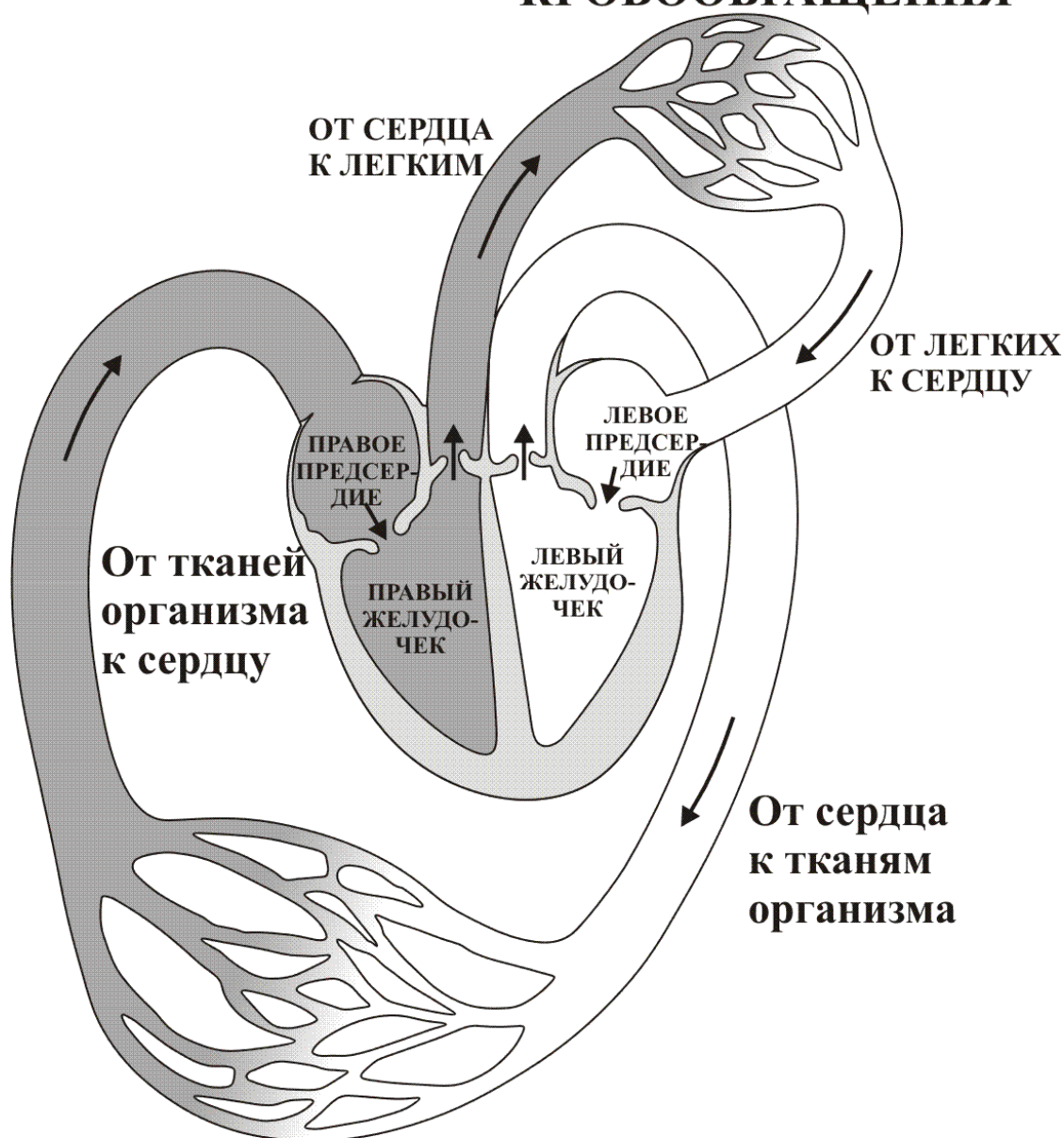


ритмическим сокращениям сердца и эластичности стенок аорты и крупных артерий. Прежде всего кровообращение необходимо для доставки кислорода и питательных веществ к тканям и транспорта продуктов метаболизма (включая CO_2 и тепло) к местам их выделения из организма.

Сердце человека весит примерно 300 г и расположено в средостении; оно имеет конусовидную форму и наклонено вперед и влево. Из-за особенностей эмбрионального развития верхушка сердца расположена внизу, а основание – вверху. Сердце состоит из четырех камер – двух предсердий – в основании сердца, и двух желудочков, составляющих верхушку сердца (рис. 4). Между предсердиями и желудочками располагаются клапаны, состоящие, главным образом, из соединительной ткани, а правое и левое предсердие (также как правый и левый желудочек) разделены мышечными перегородками. С функциональной точки зрения сердце представляет собой два насоса, которые работают в определенной последовательности.

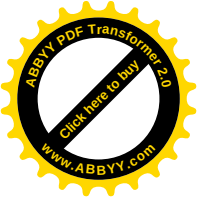
Правое предсердие и правый желудочек обеспечивают движение бедной кислородом крови по легочному кругу кровообращения; левое предсердие и левый желудочек обеспечивают кровообращение в остальной части тела, то есть движение насыщенной кислородом крови по большому кругу кровообращения, так называемое системное кровообращение. В покое каждая половина сердца перекачивает примерно 5000 мл крови в минуту (*минутный объем* или *сердечный выброс*). Частота сердечных сокращений (ЧСС) в среднем составляет 75 ударов в минуту и при каждом сокращении сердце выбрасывает в артериальную систему 70 мл крови (*ударный* или *систолический объем*). Соответственно, минутный объем равен произведению частоты сердечных сокращений на ударный объем. Поэтому при физической нагрузке сердечный выброс может увеличиваться в 5 раз как за счет увеличения ЧСС (в основном у нетренированных людей), так и за счет увеличения ударного объема (у спортсменов).

МАЛЫЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ



БОЛЬШОЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ

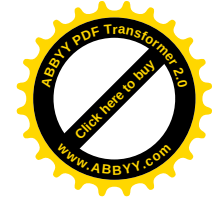
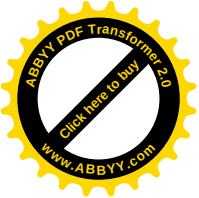
Рис. 4. Функции сердца. В периферических капиллярах кислород крови диффундирует в межклеточную жидкость и затем в клетки, а из клеток в кровь переходит углекислый газ. Дезоксигенированная кровь возвращается в правое предсердие, и правый желудочек изгоняет кровь в сосуды легких, где углекислый газ обменивается на кислород. Оксигенированная кровь из



легких возвращается в левое предсердие, а левый желудочек изгоняет кровь в системное кровообращение.

Таблица 1. Строение сердца и функции его отделов

Отдел сердца	Функция
Перикард	Двухслойный мешочек, выполняющий защитную функцию.
Предсердия: правое предсердие левое предсердие	<i>Верхние, принимающие камеры сердца.</i> Получает дезоксигенированную кровь из сосудов системного кровообращения через верхнюю и нижнюю полые вены и нагнетает ее в правый желудочек. Получает оксигенированную кровь из легочного круга, после чего кровь поступает в левый желудочек.
Желудочки: правый желудочек левый желудочек	<i>Нижние камеры сердца, выполняющие насосные функции.</i> Получает кровь из предсердия через трехстворчатый клапан и нагнетает ее в легочной круг кровообращения. Получает кровь из предсердия через двухстворчатый (митральный) клапан и нагнетает ее в большой круг системного кровообращения.
Клапаны сердца: трехстворчатый и двухстворчатый полулунные клапаны	<i>Препятствуют обратному току крови.</i> Препятствуют обратному току крови из правого желудочка в правое предсердие и из левого желудочка в левое предсердие. Препятствуют обратному току крови из легочной артерии в правый желудочек (легочной клапан) и из аорты в левый желудочек (аортальный клапан).
Коронарные артерии: правая коронарная артерия левая коронарная артерия левая передняя нисходящая артерия огибающая артерия	<i>Обеспечивают кровоснабжение самого сердца.</i> Снабжает кровью правое предсердие, правый желудочек, нижнюю часть левого желудочка, заднюю часть перегородки, сино-атриальный и атрио-вентрикулярный узлы. Снабжает кровью переднюю стенку левого желудочка, переднюю часть межжелудочковой перегородки и верхушку левого желудочка. Снабжает кровью левое предсердие, боковую и заднюю поверхности левого желудочка, и иногда сино-атриальный и атрио-вентрикулярный узлы.
Синоатриальный узел	“Пейсмекерный” узел, генерирует электрические импульсы, обеспечивая нормальный ритм сердечных сокращений.
Атриовентрикулярный узел	Через этот узел в норме проводятся импульсы из предсердия в желудочки. Может генерировать импульсы при выключении сино-атриального узла и является водителем ритма второго порядка.
Пучок Гиса	Обеспечивает проведение потенциалов действия.
Волокна Пуркинье	Осуществляют быстрое проведение потенциалов действия от пучка Гиса, синхронизируют сокращения желудочков.



1.1. ОБОЛОЧКИ СЕРДЦА

Стенка сердца состоит из трех слоев или оболочек: *эндокарда*, *миокарда* и *эпикарда* (рис. 5.). Эндокард – внутренний слой, представлен эндотелиальными клетками, выстилающими внутреннюю поверхность камер сердца и клапаны. Миокард – средний слой, представляет собой поперечно-полосатую мускулатуру и выполняет сократительную функцию. Эпикард или висцеральный перикард покрывает наружную поверхность сердца, плотно прилегает к сердцу, к легочной артерии и аорте.

Париетальный листок перикарда это упругая соединительнотканная мембрана, которая прикреплена спереди к нижней части грудины, сзади – к грудному отделу позвоночника и внутри – к диафрагме. Между париетальным и висцеральным листками перикарда имеется *перикардialное пространство*, содержащее 5-20 мл перикардialной жидкости. Эта жидкость является смазкой для перикардialных поверхностей, облегчая их скольжение при каждом ударе сердца. Скопление жидкости в перикардialном пространстве уменьшает степень наполнение желудочков, что называется *сердечной тампонадой*.

1.2. КАМЕРЫ СЕРДЦА

Сердце состоит из четырех камер – две верхние – собирающие (*предсердия* - atria) и две нижние – выполняющие насосную функцию (*желудочки* - ventricles) (рис. 5). Мышечная стенка отделяет камеры правой половины сердца от камер левой половины. Правое предсердие получает дезоксигенированную – венозную кровь, которая нагнетается в правый желудочек. Затем кровь поступает в легочный круг кровообращения, преодолевая очень низкое сопротивление. Левое предсердие получает оксигенированную кровь из легких, затем она поступает в левый желудочек (самую большую камеру сердца с большой мышечной массой), который нагнетает кровь в большой круг кровообращения, преодолевая очень высокое сопротивление.

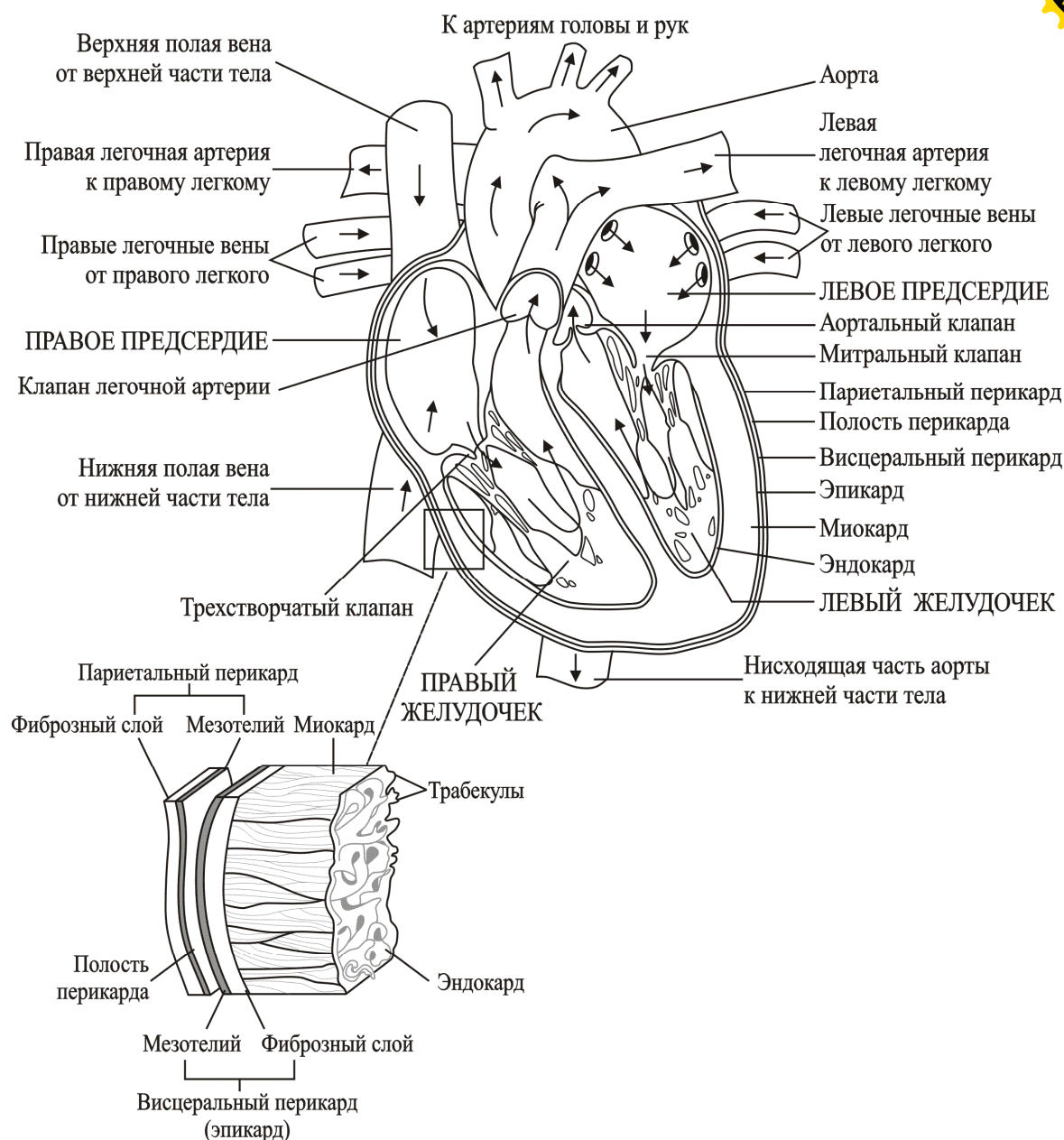


Рис. 5. Строение сердца и циркуляция крови в сердце. Кровь поступает в левое предсердие из правой и левой легочных вен, после чего она нагнетается в левый желудочек. Левый желудочек изгоняет кровь в аорту и сосуды системного кровообращения. Из сосудов системного кровообращения кровь возвращается в правое предсердие по верхней и нижней полым венам и нагнетается в правый желудочек. Из правого желудочка кровь поступает в сосуды легочного круга кровообращения по правой и левой легочным артериям.