Г.В. Попова
автор-составитель

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине "Анатомия и физиология человека"

для специальностей

1-60-02-01 техническое обеспечение спортивных технологий
1-60-02-02 проектирование и производство спортивной техники

Минск 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

1 Введение в предмет 4

1.1 Анатомия и физиология как предмет и характеризующие их понятия ... 4

1.2 Уровни структурно-функциональной организации организма ... 10

2 Структурно-функциональные основы базисных физиологических процессов 16

2.1 Основные функциональные характеристики возбудимых тканей ... 16

2.2 Структурно-функциональная организация нервной системы ... 21

2.3 Структуры отделов ЦНС и их функции ... 29

2.4 Общие принципы строения и функции сенсорных систем ... 36

2.5 Высшая нервная деятельность ... 46

2.6 Эндокринная регуляция физиологических функций ... 50

3 Система опоры и перемещения. Морфологическая харатеристика 55

3.1 Учение о костях и их соединениях ... 55

3.2 Учение о мышцах ... 65

3.3 Конституциональная морфология ... 80

3.4 Возрастная спортивная морфология ... 88

3.5 Морфокинезиология ... 95

3.6 Адаптация к физическим нагрузкам систем исполнения движения ... 101

4 Нервно-мышечный аппарат 105

4.1 Морфофункциональные элементы нервно-мышечного аппарата и их свойства ... 105

4.2 Режимы, формы, типы мышечных сокращений. Сила скелетных мышц ... 108

4.3 Регуляция мышечного тонуса, поддержания позы ... 111

4.4 Основные принципы организации произвольных движений ... 114

5 Системные механизмы гомеостазиса 119

5.1 Сердечно-сосудистая система ... 119

5.2 Система крови ... 127

5.3 Система дыхания ... 136

5.4 Система пищеварения и выделения ... 142

Примеры тестовых заданий 156

Программа курса 158

Список использованных источников 180

Предисловие

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Анатомия и физиология человека» предназначен для реализации требований программ и образовательных стандартов высшего образования первой ступени для специальностей 1-60 02 01 «Техническое обеспечение спортивных технологий» и 1-60 02 02 «Проектирование и производство спортивной техники» и составлен в соответствии с рекомендациями и требованиями Положения об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденного постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 26.07.11 № 167.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) разработан с целью формирования у студентов знаний, необходимых для понимания взаимодействия функциональных систем организма человека при занятиях физической культурой, а также для выполнения работ, связанных с проектированием и конструированием спортивной техники.

Основными задачами ЭУМК являются формирование у студентов знаний о строении, функциях и процессах жизнедеятельности целостного организма, его структурных элементов, а также о механизмах регуляции под влиянием различных средовых факторов, включая двигательную активность; умений применить эти знания в техническом обеспечении тренировочного, соревновательного, реабилитационного процессов в физической культуре и спорте.

Структура ЭУМК включает в себя учебно-программный блок, блок контроля знаний, список литературы.

Учебно-программный блок включает сведения, раскрывающие учебно-тематический план и содержание учебного материала в объеме, установленном учебными программами обеих специальностей. В содержательной части комплекса последовательно отражается анатомическое строение и топография органов человека во взаимосвязи с физиологическими закономерностями функционирования организма с учетом возрастных изменений и под влиянием мышечной деятельности.

Блок контроля знаний содержит критерии оценивания и тестирования студентов в области теоретических знаний и практических умений, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов. Тестовые задания способствуют закреплению базовых понятий научно-ориентированной деятельности студентов.

Приведенный список рекомендуемой и используемой при подготовке данного ЭУМК литературы, куда вошли работы известных отечественных и зарубежных специалистов, позволит студентам данных специальностей более углубленно изучить интересующие вопросы по дисциплине «Анатомия и физиология человека».

Изучение интегрированного курса способствует повышению уровня фундаментальной подготовки специалистов, способных в ходе профессиональной деятельности осуществлять инженерное обеспечение конструирования технических средств для спортивной тренировки и диагностики подготовленности спортсменов.

1 Введение в предмет

1.1 Анатомия и физиология как предмет и характеризующие их понятия

Краткая история становления науки

Истоки изучения анатомии уходят в древние времена. Наскальные рисунки свидетельствуют о том, что уже первобытные охотники знали о жизненно важных органах животных.

Первые упоминания о строении человеческого тела встречаются в Древнем Египте. В XXVII веке до н.э. египетский врач Имхотеп описал некоторые органы и их функции, в частности, головной мозг, деятельность сердца, распространение крови по сосудам.

В индийской книге "Аюрведа" ("Знание жизни", IX-III вв. до н. э.) содержится большой объём анатомических данных о мышцах, нервах, типах телосложения и темперамента, головном и спинном мозге.

Первым греческим анатомом считают врача и философа Алкмеона Кротонского, владевшего прекрасной техникой препарирования.

Гиппократ (460-377 гг. до н.э.) ввёл понятие темперамента человека и его видов: сангвиник, флегматик, холерик и меланхолик.

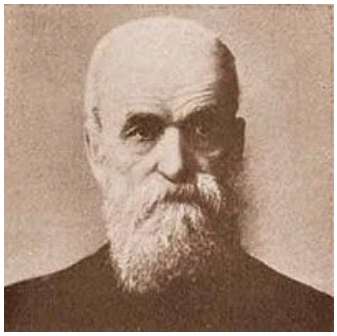
Аристотель (384-323 гг. до н.э.) сделал первую попытку сравнения тела животных и изучения зародыша и явился зачинателем сравнительной анатомии и эмбриологии.

Леонардо да Винчи (1452-1519), заинтересовавшись анатомией как художник, первым правильно изобразил различные органы человеческого тела, явился основоположником пластической анатомии.

Андреас Везалий (1514-1564) использовал объективный метод наблюдения при описании строения человеческого тела, впервые систематически изучил строение тела человека, написал обширный и богато иллюстрированный труд "De humani corporis fabrica" ("О строении человеческого тела") (1543).

Абу Али Хусейн ибн Абдаллах ибн Сина (Авиценна) (980-1037 гг.). Персидский врач, написал "Канон врачебной науки" (около 1000 года), содержащий сведения о причине болезней, их симптомах и способах лечения. Описал 785 средств растительного, животного, минерального происхождения.

Урок анатомии доктора Тульпа, 1632, Рембрандт.



Лесгафт Пётр Францевич (1837-1909) – выдающийся биолог, анатом, антрополог, врач, педагог, создатель научной системы физического воспитания.

Белорусские учёные-анатомы

Давид Моисеевич Голуб (1901 -2001) разработал проблему эмбрионального развития периферической нервной системы и как ее продолжение – экспериментальное обоснование возможности реиннервации внутренних органов.

Петр Иосифович Лобко – доктор медицинских наук, профессор кафедры нормальной анатомии БГМУ. Его работы посвящены изучению вегетативной нервной системы, развитию опорно-двигательного аппарата под воздействием ионизирующей радиации и др.

Анатолий Сергеевич Леонтюк – доктор медицинских наук, профессор кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии БГМУ. Изучал проблемы возрастной эмбриологии, закономерности морфогенеза грудной клетки и её иннервации у человека и животных и др.

Анатомия человека (anatemno – рассекаю) – раздел биологии, изучающий морфологию человеческого организма, его систем и органов, обеспечивающих все процессы жизнедеятельности организма

Основной объект изучения анатомии человека – организм человека.

Предмет изучения анатомии человека: форма и строение, происхождение и развитие человеческого организма.

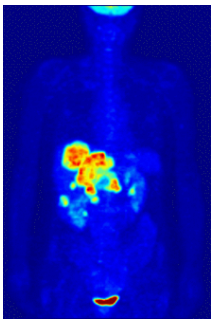
Основные задачи изучения анатомии человека:

- познание основных этапов развития человека в процессе эволюции;
- изучение строения тела человека, его частей, систем, органов и их функции;
- изучение особенностей строения тела человека (отдельных органов) в различные возрастные периоды;
- определение влияния внешней и внутренней среды на формирование человеческого организма .

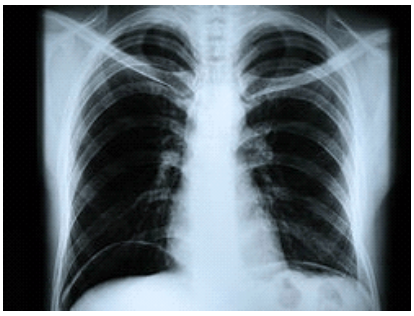
Основные структурные понятия: клетка (cytos, cellula), ткань (hystos), орган (organon), система органов, организм (organismus).

Методы исследования в анатомии

- ***Микроскопические*** изучают ткани и клетки организма человека и клеточные органеллы (гистологическое и цитологическое исследование с использованием специальных методов окраски препаратов, исследование хромосом, электронная микроскопия и др).
- ***Макроскопические*** изучают весь организм целиком, системы органов, отдельные органы или их части (аутопсия, биопсия, эксперимент, наблюдение, антропометрия, перкуссия, пальпация, аускультация, инструментальные методы и др.)



Позитронно-эмиссионная томография



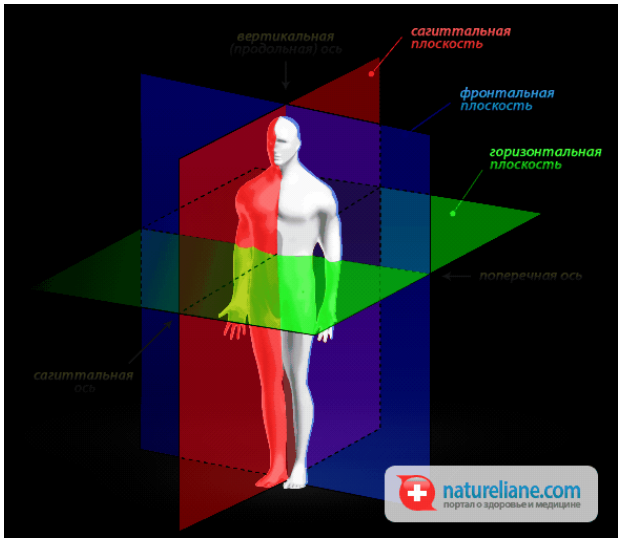
Рентгенография

МРТ-изображение головы человека

Анатомическая номенклатура

(nomina anatomica: лат. nomenclatura перечень, список) систематический перечень анатомических терминов; различают национальные А. н. (русскую, английскую, немецкую и др.) и международную – на латинском языке. Анатоми́ческая номенклату́ра Пари́жская (Parisiana Nomina Anatomica; PNA) – действующая международная

Анатомическая номенклатура, принятая в 1955 г. на VI Международном конгрессе анатомов в Париже.



Плоскости и оси тела человека

Анатоми́ческая терминология – совокупность терминов, используемых в анатомии. В анатомии при определении положения органов или их частей в пространстве пользуются общепринятыми обозначениями взаимно перпендикулярных плоскостей. Таких плоскостей три: сагиттальная, фронтальная, горизонтальная. Исходным принято считать такое положение тела, когда человек стоит, ноги вместе, ладони обращены вперед. Человек, как и другие позвоночные, построен по принципу двусторонней (билатеральной) симметрии, тело его делят на две половины – правую и левую. Границей между ними является срединная (медианная) плоскость, расположенная вертикально и ориентированная спереди назад в сагиттальном направлении (от лат. sagitta – стрела). Оси тела человека: сагиттальная, фронтальная, горизонтальная.

Физиология (от греч. physis природа и logos – учение) – медико-биологическая наука, которая изучает функции живого организма, физиологических систем, органов, клеток и отдельных клеточных структур; механизмы их регуляции; закономерности жизнедеятельности организма; взаимодействие его с окружающей средой.

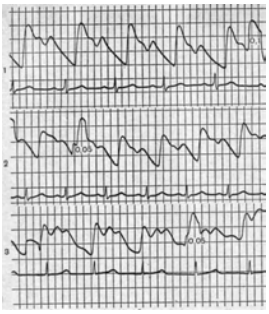
Предмет изучения физиологии – функции живого организма, их связь между собой, регуляция и приспособление к внешней среде, происхождение и становление в процессе эволюции и индивидуального развития особи.

Задачи:

- обучение специалистов пониманию механизма функционирования каждого органа и систем организма в целом;
- оценка состояния, как отдельных систем, так и организма в целом на базе полученной информации;
- оценка и рациональная подготовка человека к различным видам труда, разработка принципов профессионального отбора

Методы изучения физиологии: наблюдение; графическая регистрация физиологических процессов; методы электрического раздражения органов и тканей; химические методы исследования; радионуклидные методы; электрическая запись

неэлектрических величин; метод эксперимента; метод объективного изучения поведенческих реакций; математическое моделирование.



РВГ указательного пальца кисти, калибровка 0,1 Ом

Метод реографии (реовазографии)

Физиологическая функция (functio – деятельность) – проявления жизнедеятельности организма и его частей, имеющие приспособительное значение и направленные на достижение полезного результата. В основе функции лежит обмен веществ, энергии и информации.

Физиологическая система – постоянная совокупность различных органов и тканей, объединенных общей функцией (например, система пищеварения, дыхания, кровообращения).

Функциональная система организма – это постоянно изменяющаяся совокупность органов и тканей, относящихся к различным анатомо-физиологическим структурам и объединенных для достижения определенных форм приспособительной деятельности, направленной на выполнение конкретных функций.

Физиологическая регуляция – это активное управление функциями организма и его поведением для поддержания оптимального уровня жизнедеятельности, постоянства внутренней среды и обменных процессов с целью приспособления организма к меняющимся условиям среды.

Механизмы физиологической регуляции: нервный, гуморальный.

Внутренняя среда организма – совокупность жидкостей (кровь, лимфа, тканевая и цереброспинальная жидкость), принимающих участие в процессах обмена веществ и поддержании гомеостаза организма.

Гомеостаз – это относительное постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций. Гомеостаз характеризуется рядом биологических констант. Биологические константы – это устойчивые количественные показатели, которые характеризуют нормальную жизнедеятельность организма (pH крови, содержание сахара в крови, величина осмотического, артериального давления, температура тела и т.д.).

Гомеостаз обеспечивается обменом веществ и адаптацией.

Адаптация – способность организма приспосабливаться к воздействиям окружающей среды. Адаптация бывает физиологической и патологической.

Анатомия и физиология тесно связана с другими науками: биохимией, биофизикой, биомеханикой, фармакологией, медициной, математикой, теорией и методикой физической культуры, спортивной морфологией и др.

Контрольные вопросы

1. Предмет анатомии человека, его значение для специалистов, работающих в области конструирования спортивного оборудования.
2. Задачи изучения анатомии человека.
3. Методы исследований в анатомии человека.
4. Предмет физиологии человека, его значение для специалистов, работающих в области конструирования спортивного оборудования.
5. Задачи изучения физиологии человека.
6. Методы физиологических исследований.
7. Основные понятия: физиологическая функция, физиологический процесс, физиологическая система, механизмы регуляции, внутренняя среда организма.
8. Анатомическая терминология. Анатомическая номенклатура, её значение.
9. Плоскости и оси тела человека: сагиттальная, фронтальная, горизонтальная.
10. Учёные, внёсшие вклад в развитие анатомии человека как науки. Связь анатомии и физиологии с другими науками.

1.2 Уровни структурно-функциональной организации организма

Организм – это целостная, динамичная система. Клетки образуют ткани, из тканей формируются органы, из органов на функциональной основе – системы органов, а из них – целостный организм.

Основные структурные понятия: клетка (cytos, cellula), ткань (hystos), орган (organon), система органов, организм (organismus).

Изучение структурных основ организма проводится на следующих уровнях: организменном, системном, органном, тканевом, клеточном, субклеточном, молекулярном уровне.

Структурные компонеты клетки

Кле́тка – элементарная единица строения и жизнедеятельности всех организмов (кроме вирусов, о которых нередко говорят как о неклеточных формах жизни), обладающая собственным обменом веществ, способная к самостоятельному существованию, самовоспроизведению и развитию (смотреть видео 1.2.1).

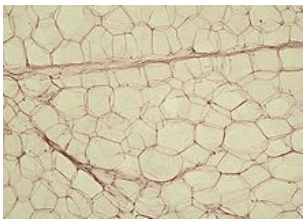
Ткань – исторически сложившаяся общность клеток и внеклеточного вещества, объединённых единством происхождения, строения и функции. В организме человека выделяют 4 типа тканей: соединительную, эпителиальную, мышечную и нервную.

•

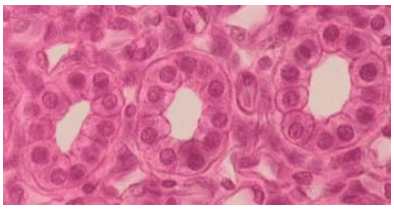
Соедини́тельная ткань – это ткань живого организма, не отвечающая непосредственно за работу какого-либо органа или системы органов, но играющая вспомогательную роль во всех органах, составляя 60-90% от их массы. Это единственная ткань, которая присутствует в организме в 4-х видах – волокнистом (связки), твёрдом (кости), гелеобразном (хрящи) и жидком (кровь, лимфа, а также межклеточная, спинномозговая и синовиальная и прочие жидкости).

Функции: опорная, защитная и трофическая.

Соединительная ткань подразделяется на: **собственно соединительную** ткань; **скелетную** ткань – костную и хрящевую; **со специфическими свойствами** – жировую, слизистую, пигментную, ретикулярную.



Срез жировой ткани в парафине



Однослойный кубический эпителий выстилает канальцы нефронов почек, мелкие разветвления выводных протоков многих желез (печени, поджелудочной железы и пр.)

Эпителиальные ткани – это совокупность полярно дифференцированных клеток, тесно расположенных в виде пласта на базальной мембране, на границе с внешней или внутренней средой, а также образующих большинство желёз организма. Различают две группы эпителиальных тканей: поверхностные эпителии (покровные и выстилающие) и железистые эпителии.

Функции: защитная, барьерная, обменная, секреторная, способствует работе внутренних органов.

Мышечная ткань – это особенная ткань тела человека, выполняющая двигательную функцию.

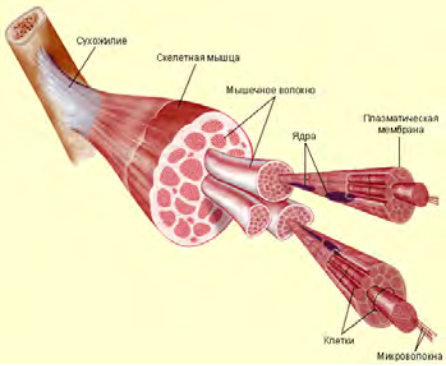
Свойства мышечной ткани: возбудимость, проводимость, сократимость, лабильность, автоматизм (для сердечной мышцы)

Функции мышечной ткани: двигательная, защитная, теплообменная, социальная (мимическая).

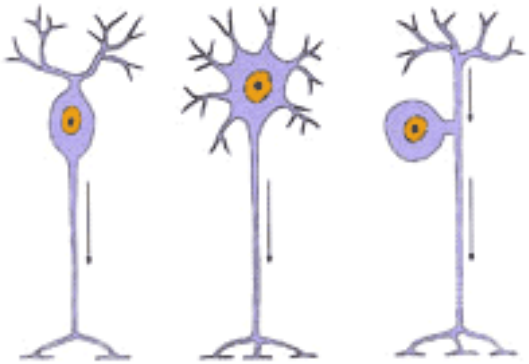
По своему строению все мышечные ткани делятся на поперечнополосатые и гладкие. Кроме того, существует и промежуточный вариант – это сердечная поперечнополосатая мышечная ткань.

В каждом мышечном волокне различают:

- сократительный аппарат, состоящий из миофибрилл, включающих актиновые и миозиновые миофиламенты;
- трофический аппарат, в который входит саркоплазма с ядрами и органеллами;
- опорный аппарат, включающий сарколемму и мембранные структуры;
- нервный аппарат, представленный двигательными нервно-мышечными окончаниями.



Строение скелетной мышцы



Виды нейронов

Нервная ткань состоит из нейронов, отличающихся строением и функцией, и нейроглии. Функции нейроглии: опорная, трофическая, разграничительная, поддержание постоянства среды вокруг нейронов, защитная, секреторная.

Нейроны – структурно-функциональные единицы нервной системы.

По количеству отростков различают три типа нейронов: биполярные, мультиполярные (большинство), униполярные нейроны.

С учетом строения оболочек нервные волокна делятся на

- **миелиновые** (шванновские клетки спирально закручены на аксонах нервных клеток); скорость проведения нервных импульсов по миелиновым волокнам составляет 5-120 м/с.
- **безмиелиновые** (дендриты вегетативных нейронов) скорость проведения нервных импульсов по безмиелиновым волокнам составляет 1-2 м/с.

Функции нервной ткани: связь организма с окружающей средой, восприятие и преобразование раздражителей в нервный импульс и передачу его к эффектору, обеспечение взаимодействия тканей, органов и систем организма и их регуляции.

В зависимости от функции в рефлекторной дуге различают три типа нейронов: афферентные, ассоциативные, эфферентные.

Свойствами организма являются: обмен веществ, раздражимость и возбудимость, адаптация, саморегуляция, изменчивость и наследственность, репродуктивная функция, рост, развитие, старение, смерть, движение.

Обмен веществ – набор химических реакций, которые возникают в живом организме для поддержания жизни.

Состояние относительного функционального покоя характеризуется отсутствием выраженных проявлений какой-либо активности (движения, выделения того или иного вещества специальным органом и т.п.). При этом протекают процессы обмена веществ на уровне, необходимом для поддержания жизнедеятельности и готовности реагировать в нужный момент.

Раздражимость – это способность клеток, тканей, организма в целом переходить под воздействием факторов внешней или внутренней среды из состояния физиологического покоя в состояние активности. Состояние активности проявляется изменением физиологических параметров клетки, ткани, организма, например, изменением метаболизма.

Возбудимость – это способность живой ткани отвечать на раздражение активной специфической реакцией – возбуждением, т.е. генерацией нервного импульса, сокращением, секрецией. Т.е. возбудимость характеризует специализированные ткани – нервную, мышечные, железистые, которые называются возбудимыми.

Возбуждение – ответ ткани на ее раздражение, проявляющийся в специфической для нее функции (проведение возбуждения нервной тканью, сокращение мышцы, секреция железы) и неспецифических реакциях (генерация потенциала действия, метаболические изменения).

Возбудимые ткани обладают проводимостью, способностью ткани проводить возбуждение. Наибольшей проводимостью обладают нервы и скелетные мышцы.

Раздражение – процесс воздействия раздражителя на клетку, ткань, организм.

Порог раздражения (в физиологии нервных и мышечных клеток) – наименьшая сила раздражителя (обычно электрического тока), способная вызвать распространяющийся потенциал действия; мера возбудимости клетки.

Раздражитель – это фактор внешней или внутренней среды, действующий на живую ткань.

Реакция клеток, тканей на раздражитель определяется законами раздражения:

1. Закон "все или ничего".
2. Закон силы.
3. Закон силы-длительности.
4. Закон градиента или аккомодации.

Торможение в центральной нервной системе – активный процесс, проявляющийся

внешне в подавлении или в ослаблении процесса возбуждения и характеризующийся определенной интенсивностью и длительностью.

Различают несколько видов торможения: постсинаптическое, пресинаптическое, пессимальное.

Саморегуляция – это основное свойство живых систем, необходимое для создания оптимальных условий взаимодействия всех элементов, составляющих организм, обеспечения его целостности.

Выделяют четыре основных принципа саморегуляции: принцип неравновесности или градиента; принцип замкнутости контура регулирования; принцип прогнозирования; принцип целостности.

Управление в живых системах – функция организованных систем, обеспечивающая выполнение следующих задач:

- сохранение определенной структуры системы;
- поддержание режима деятельности системы;
- реализацию цели деятельности системы по определенному правилу (алгоритму).

Управление организмом имеет многоуровневый "иерархический" характер.

Уровни управления:

- Внутриклеточный механизм регуляции
- Механизм тканевой регуляции
- Гормональный уровень регуляции
- Уровень центральной нервной системы

Основой для процессов управления и регуляции является обмен информацией благодаря наличию информационных связей (гормональных, нервных, генетических).

Виды подходов к изучению биологических систем:

– ***количественно-кибернетический*** **"системный"** подход, рассматривающий биологические системы с позиций теории управления и широко использующий математическое моделирование физиологических функций в попытках выявления общих закономерностей;

– ***иерархический "системный"*** (или "системно-структурный") подход, рассматривающий процессы взаимодействия отдельных частей в организме в плане их усложнения: от молекул – к клеткам, от клеток – к тканям, от тканей – к органам и т. д.

– ***анатомо-физиологический "системный"*** подход, отражающий объединение органов по их физиологическим функциям: "сердечно-сосудистая система", "пищеварительная система", "нервная система" и проч.

Контрольные вопросы

1. Уровни изучения структурных основ организма.
2. Характеристика структурных компонентов клетки.
3. Соединительная ткань, её функции, особенности строения.
4. Основные свойства живых организмов, их характеристика.
5. Мышечная ткань, её функции, особенности строения.
6. Нервная ткань, её функции. Нейрон – основная структурная и функциональная

единица нервной системы. Нейроглия и ее функции.

7. Строение и функции нервных волокон. Закономерности проведения возбуждения по нервам. Сальтаторное проведение возбуждения.
8. Торможение в работе нервной системы. Его значение. Различные виды торможения в центральной нервной системе.
9. Задачи управления в живых системах, уровни управления.
10. Информационные связи как основа процессов управления и регуляции в живых системах, их классификация.

2 Структурно-функциональные основы базисных физиологических процессов

2.1 Основные функциональные характеристики возбудимых тканей

Свойства возбудимых тканей: возбудимость, проводимость, рефрактерность, лабильность. Для мышечной ткани характерна также сократимость.

Возбудимость – это способность живой ткани отвечать на раздражение активной специфической реакцией – возбуждением.

Параметры возбудимости:

а) порог раздражения – это минимальная сила раздражителя, при которой возникает возбуждение;

б) реобаза – это минимальная сила раздражителя, вызывающая возбуждение при его действии в течение неограниченно долгого времени. На практике порог и реобаза имеют одинаковый смысл. Чем ниже порог раздражения или меньше реобаза, тем выше возбудимость ткани;

в) полезное время – это минимальное время действия раздражителя силой в одну реобазу, за которое возникает возбуждение;

г) хронаксия – это минимальное время действия раздражителя силой в две реобазы, необходимое для возникновения возбуждения. Чем короче полезное время или хронаксия, тем выше возбудимость, и наоборот.

Возбуждение – это активный процесс, представляющий собой ответную реакцию ткани на раздражение и характеризующийся повышением функций ткани. Возбуждение характеризуется двумя группами признаков: неспецифическими и специфическими.

Проводимость – способность ткани проводить возбуждение по всей своей длине. Показатель проводимости – скорость проведения возбуждения.

Рефрактерность – способность ткани терять или снижать возбудимость в процессе возбуждения. При этом в ходе ответной реакции ткань перестает воспринимать раздражитель.

Лабильность – способность ткани генерировать определенное число волн возбуждения в единицу времени в точном соответствии с ритмом наносимого раздражения. Ввел понятие ***лабильности, или функциональной подвижности***, возбудимых тканей Н.Е.Введенский. Лабильность определяется продолжительностью рефрактерного периода (чем короче рефрактерный период, тем больше лабильность). Мерой лабильности является количество потенциалов действия, которое способна генерировать возбудимая ткань в единицу времени. Наиболее лабильными являются волокна слухового нерва, в которых частота генерации потенциалов действия достигает 1000 Гц.

Сократимость – способность мышцы отвечать сокращением на раздражение.

Раздражитель – фактор, способный вызвать ответную реакцию возбудимых тканей. В условиях физиологического эксперимента в качестве раздражителя чаще всего

используют электрический ток.

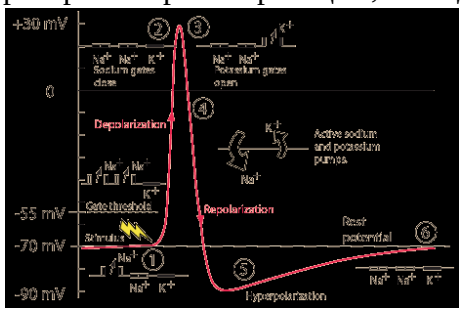
Ультраструктура биологических мембран. Биологическая мембрана представляет собой плоскую структуру, основой которой является двойной слой фосфолипидов, с встроенными в неё мембранными белками. **(**смотреть видео 2.1.1 **)**

Функции биологических мембран: пограничная, биотрансформирующая, транспортная, рецепторная, образование межклеточных контактов, генерация биоэлектрических потенциалов.

Биопотенциал покоя – это разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностью мембраны клетки в покое и составляет у теплокровных от -55 до -100 мВ; у нейронов и нервных волокон обычно составляет -70 мВ. Биопотенциал покоя регистрируется внутриклеточным методом – с помощью микроэлектродов, один из которых вводится внутрь клетки. В состоянии покоя наружная поверхность клетки всегда электроположительна по отношению к внутренней, т.е. поляризована. Эта разность потенциалов называется потенциалом покоя, или мембранным потенциалом (МП). В образовании потенциала принимают участие 4 вида ионов: катионы натрия (положительный заряд), катионы калия (положительный заряд), анионы хлора (отрицательный заряд), анионы органических соединений (отрицательный заряд). В нервной системе электрические заряды создаются ионами – химическими частицами, имеющими электрический заряд. Биопотенциал покоя достигается поведением мембраны, ионов K^+ и Na^+, соотношением химической и электрической силы.

Биопотенциал действия – разность потенциалов между двумя точками живой ткани, отражающая ее биоэлектрическую активность; кратковременные высокоамплитудные изменения МПП, которые возникают при возбуждении.

ПД состоит из пикового потенциала, который образуется фазой деполяризации, реверсии и реполяризации, и следовых потенциалов.



Три стороны процесса:

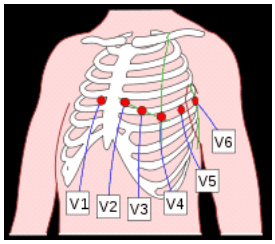
- Электрические явления – развитие потенциала действия.
- Химические явления – движение ионных потоков.
- Структурные явления – поведение ионных каналов.

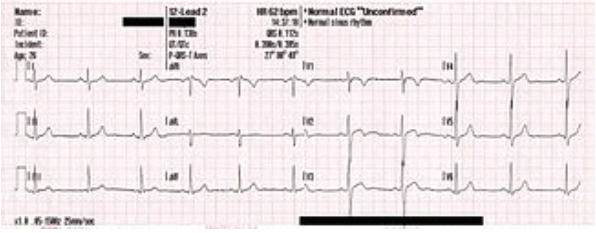
Таким образом, под потенциалом действия понимают быстрое колебание потенциала покоя, сопровождающееся, как правило, перезарядкой мембраны.

смотреть видео 2.1.2

Регистрация биопотенциалов

Электрокардиография (ЭКГ) – методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца.





Детектор лжи: регистрируется изменение разности потенциалов и снижение электрического сопротивления между двумя участками поверхности кожи (например, ладонь и тыльная сторона кисти), возникающее при раздражениях, вызывающих эмоциональную реакцию (кожногальванический рефлекс).

Электронистагмография (ЭНГ) – метод исследования нистагма, основанный на графической регистрации изменений биопотенциалов глазного яблока.

Электромиография (ЭМГ) – метод исследования биоэлектрических потенциалов, возникающих в скелетных мышцах человека и животных при возбуждении мышечных волокон; регистрация электрической активности мышц.

Единство структуры и функции. Структура первична, функция вторична. Нет функции без структуры, в свою очередь нарушения функции ведут к изменению структуры.

Гомеостаз – это относительное постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций. Гомеостаз характеризуется рядом биологических констант. Биологические константы – это устойчивые количественные показатели, которые характеризуют нормальную жизнедеятельность организма (pH крови, содержание сахара в крови, величина осмотического, артериального давления, температура тела и т.д.). Гомеостаз обеспечивается обменом веществ, адаптацией,

компенсацией.

Теппинг-тест, или методика экспресс-диагностики свойств нервной системы по психомоторным показателям Е.П.Ильина, позволяет определить тип силы-слабости нервной системы. Данный тест позволяет выявить устойчивость и выносливость личности к разнообразным продолжительным раздражителям.

Определение основных свойств нервной системы имеет большое значение в теоретических и прикладных исследованиях. Многие из лабораторных методов диагностики основных свойств нервной системы требуют специальных условий проведения и аппаратуры. Они трудоемки. Этих недостатков лишены экспресс-методики, в частности, теппинг-тест.

Оборудование. Стандартные бланки, представляющие собой листы бумаги (203×283), разделенные на шесть расположенных по три в ряд равных прямоугольника, секундомер, карандаш.

Инструкция: "По сигналу экспериментатора Вы должны начать проставлять точки в каждом квадрате бланка. В течение 5 секунд необходимо поставить как можно больше точек. Переход с одного квадрата на другой осуществляется по команде экспериментатора, не прерывая работу и только по направлению часовой стрелки. Все время работайте в максимальном для себя темпе. Возьмите в правую (или левую руку) карандаш и поставьте его перед первым квадратом стандартного бланка".

Экспериментатор подает сигнал: "Начали", а затем через каждые 5 секунд дает команду: "Перейти на другой квадрат". По истечении 5 секунд работы в 6-м квадрате экспериментатор подает команду: "Стоп".

Обработка результатов включает следующие процедуры:

1) подсчитать количество точек в каждом квадрате;

2) построить график работоспособности, для чего отложить на оси абсцисс 5-секундные промежутки времени, а на оси ординат – количество точек в каждом квадрате.

Анализ результатов. Сила нервных процессов является показателем работоспособности нервных клеток и нервной системы в целом. Сильная нервная система выдерживает большую по величине и длительности нагрузку, чем слабая. Методика основана на определении динамики максимального темпа движения рук. Опыт проводится последовательно сначала правой, а затем левой рукой. Полученные в результате варианты динамики максимального темпа могут быть условно разделены на пять типов:

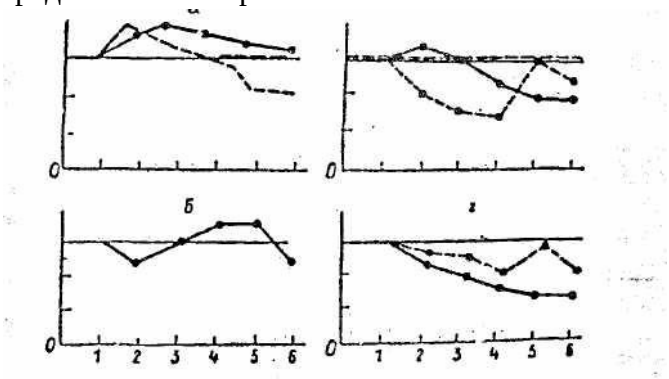
– выпуклый тип: темп нарастает до максимального в первые 10-15 секунд работы; в последующем, к 25-30 секункдам, он может снизиться ниже исходного уровня (т.е. наблюдавшегося в первые 5 секунд работы). Этот тип кривой свидетельствует о наличии у испытуемого сильной нервной системы;

– ровный тип: максимальный темп удерживается примерно на одном уровне в течение всего времени работы. Этот тип кривой характеризует нервную систему испытуемого как нервную систему средней силы;

– нисходящий тип: максимальный темп снижается уже со второго 5-секундного отрезка и остается на сниженном уровне в течение всей работы. Этот тип кривой свидетельствует о слабости нервной системы испытуемого;

– промежуточный тип: темп работы снижается после первых 10-15 секунд. Этот тип расценивается как промежуточный между средней и слабой нервной системой – средне-слабая нервная система;

– вогнутый тип: первоначальное снижение максимального темпа сменяется затем кратковременным возрастанием темпа до исходного уровня. Вследствие способности к кратковременной мобилизации такие испытуемые также относятся к группе лиц со средне-слабой нервной системой.



Графики: а — выпуклого типа; б — ровного типа; в — промежуточного и вогнутого типов; г — нисходящего типа. Горизонтальная линия — линия, отмечающая уровень начального темпа работы в первые 5 секунд

Тест используется обычно в комплексе с другими, измеряющими разноуровневые характеристики личности. Особенно полезен при профориентации и для психологического консультирования по совершенствованию индивидуального стиля деятельности. Тестирование проводится индивидуально, занимает не более 2 минут.

Контрольные вопросы

1. Ионные каналы мембраны, их виды. Натриевые и калиевые каналы, их блокаторы.
2. Описание работы калий-натриевого насоса, его значение.
3. Возникновение мембранного потенциала покоя. Процессы, формирующие и поддерживающие потенциал покоя, его графическое выражение.
4. Потенциал действия, характеристика его компонентов.
5. Протекание потенциала действия и его графическое выражение.
6. Изменение возбудимости в процессе развития потенциала действия. Следовые явления.
7. Ионные процессы, обеспечивающие распространяющееся возбуждение.
8. Механизмы проведения возбуждения. Изменение концентрации ионов калия и натрия в процессе распространения возбуждения.
9. Характеристика параметров возбудимости.
10. Значение теппинг-теста для экспресс-диагностики свойств нервной системы, его практическое применение.
11. Значение регистрации биопотенциалов, их практическое применение.

2.2 Структурно-функциональная организация нервной системы

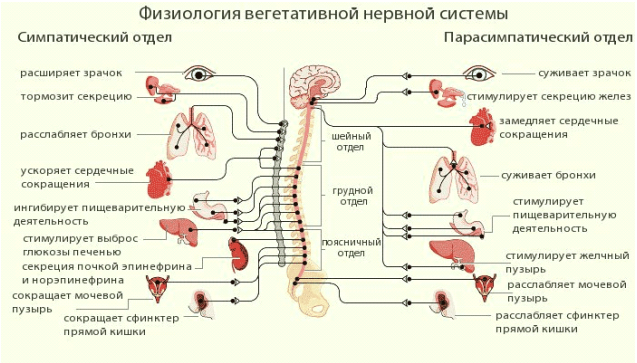
Функциями нервной системы являются: 1) регуляция жизнедеятельности тканей, органов и их систем; 2) объединение (интеграция) организма в единое целое; 3) осуществление взаимосвязи организма с внешней средой и приспособления его к меняющимся условиям среды; 4) определение психической деятельности человека как основы его социального существования.

Нервную систему условно подразделяют на центральную и периферическую части. К центральной нервной системе (ЦНС) относят головной и спинной мозг, к периферической – образования, лежащие за пределами ЦНС (нервы, узлы (ганглии), нервные сплетения и рецепторные аппараты (смотреть видео 2.2.1).

В зависимости от структурных и функциональных особенностей иннервируемых органов выделяют соматический и вегетативный отделы нервной системы.

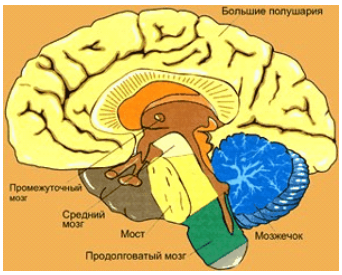
Соматическая нервная система – часть нервной системы, регулирующая деятельность скелетной (произвольной) мускулатуры.

Вегетативная нервная система – часть нервной системы, регулирующая деятельность гладкой (непроизвольной) мускулатуры внутренних органов, сосудов, кожи, мышцы сердца и желез. В свою очередь, в зависимости от анатомических и функциональных особенностей вегетативная нервная система подразделяется на два отдела: симпатический и парасимпатический.



Головной мозг человека (лат. encephalon) является органом центральной нервной системы, состоящей из множества взаимосвязанных между собой нервных клеток и их отростков.

Оболочки головного мозга: мягкая, паутинная, твёрдая.



В головном мозге различают пять отделов:

- продолговатый мозг
- задний мозг *(мост и мозжечок)*
- средний *(четверохолмие, красное ядро, нигростриарный путь)*

Функции среднего мозга:

- центр ориентировочного рефлекса
- центр позы
- центр обработки первичной информации (зрение, слух)
- **промежуточный** мозг (таламический мозг, заталамическая область,

подталамическую область или гипоталамус).

Функции гипоталамуса:
1. Нейровегетативные.
2. Нейроэндокринные.
3. Нейрогуморальные.

Гипоталамус выделяет 7 видов стимуляторов (либерины) и 3 вида ингибиторов (статины), управляющих секрецией гормонов гипофизом.
4. Нейроиммунные.
5. Генорегуляторные.
6. Хронобиологические.

Основные центры промежуточного мозга:

- Центр боли и удовольствия
- Центр нейро-гуморальной регуляции
- Центр жажды, голода, насыщения
- Центр сна и бодрствования
- Центр терморегуляции

Передний мозг, представленный большими полушариями – каждое полушарие большого мозга разделяется на четыре большие доли: лобную, теменную, затылочную и височную. Полушарие поделено на доли бороздами (сильвиева борозда, борозда Роланда, теменно-затылочная борозда).

Полушария большого мозга извне покрыты серым веществом, образующим кору большого мозга, или плащ. В коре насчитывается 15 млрд клеток, каждая из них имеет от 7 до 10 тыс. связей с соседними клетками.

Основные центры коры головного мозга

Двигательные функции

Корковый отдел двигательного анализатора расположен главным образом в передней центральной извилине, кпереди от центральной борозды. В этой области находятся нервные клетки, с деятельностью которых связаны все движения организма.

Функции кожной и проприоцептивной чувствительности.

Область кожной и проприоцептивной чувствительности у человека находится преимущественно позади центральной (роландовой) борозды в задней центральной извилине.

Слуховые функции

Слуховая область расположена в височной доле коры. При удалении височных долей нарушаются сложные звуковые восприятия, так как нарушается возможность анализа и синтеза звуковых восприятий.

Зрительные функции

Зрительная область находится в затылочной доле коры головного мозга.

Желудочки головного мозга (лат. ventriculi laterales) – полости в головном мозге,

содержащие ликвор, наиболее крупные в желудочковой системе головного мозга.

Боковые желудочки – ventriculi laterales (telencephalon): левый боковой желудочек считается первым, правый – вторым. Боковые желудочки сообщаются с третьим желудочком посредством межжелудочковых (монроевых) отверстий. Третий желудочек – ventriculus tertius – находится между зрительными буграми. В стенках желудочка находится центральное серое мозговое вещество – substantia grisea centralis – в нем располагаются подкорковые вегетативные центры. Третий желудочек сообщается с мозговым водопроводом среднего мозга.

Четвёртый желудочек – ventriculus quartus (mesencephalon). Помещается между мозжечком и продолговатым мозгом. В желудочках головного мозга синтезируется спинномозговая жидкость (ликвор), которая затем поступает в субарахноидальное пространство.

Желудочки головного мозга заполнены спинномозговой жидкостью.

Спинномозговая́ жидкость, цереброспина́льная жидкость (лат. liquor cerebrospinalis), ли́квор – жидкость, постоянно циркулирующая в желудочках головного мозга, ликворопроводящих путях, субарахноидальном (подпаутинном) пространстве головного и спинного мозга.

Функции. Предохраняет головной и спинной мозг от механических воздействий, обеспечивает поддержание постоянного внутричерепного давления и водно-электролитного гомеостаза. Поддерживает трофические и обменные процессы между кровью и мозгом, выделение продуктов его метаболизма. Флуктуация ликвора оказывает влияние на вегетативную нервную систему.

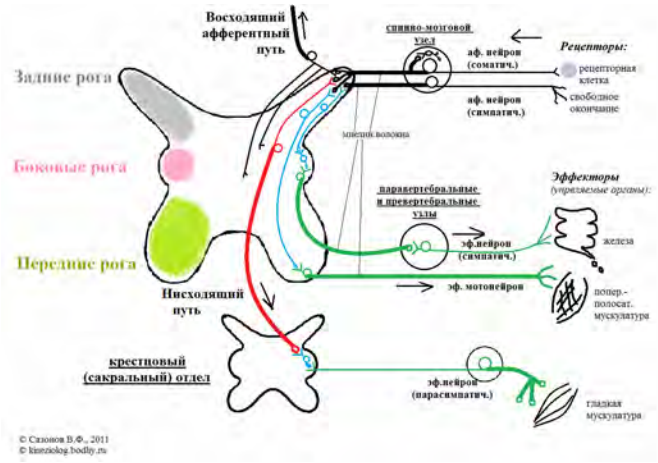
Образование. Основной объём цереброспинальной жидкости образуется путём активной секреции железистыми клетками сосудистых сплетений в желудочках головного мозга. Другим механизмом образования цереброспинальной жидкости является пропотевание плазмы крови через стенки кровеносных сосудов и эпендиму желудочков.

Спинной мозг (по латыни Medulla spinalis) – это самая древняя хвостовая часть мозга, протянувшаяся в позвоночном канале вдоль тела и обеспечивающая связь центральной нервной системы с мышцами и внутренними органами.

Спинной мозг имеет форму длинного тяжа и располагается вдоль позвоночника. На поперечном срезе он похож на бабочку. "Крылья" этой бабочки называются "рогами" спинного мозга, и их насчитывается 3 пары: передние ("моторные"), задние ("сенсорные") и маленькие боковые ("вегетативные"). Его длина составляет 42-45 см, далее идёт "конский хвост" – пучок нервов.

Особенности строения спинного мозга: имеет сегментарное строение; серое вещество (тела нейронов) находится в его внутренней части, а на поверхности располагается белое вещество (отростки нейронов).

Отделы спинного мозга: шейный, грудной, поясничный, крестцовый, копчиковый.



Нервные центры парасимпатической ВНС располагаются в крестцовом отделе спинного мозга. Они обеспечивают поддержание тонуса самого спинного мозга.

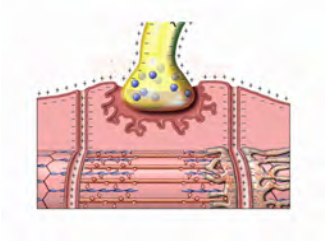
Нейрон (от др.-греч. νεῦρον – волокно, нерв) – это структурно-функциональная единица нервной системы. Эта клетка имеет сложное строение, высокоспециализирована и по структуре содержит ядро, тело клетки и отростки.

Структурная классификация: выделяют два вида отростков: дендриты и аксоны.

Функциональная классификация. По положению в рефлекторной дуге различают афферентные нейроны (чувствительные нейроны), эфферентные нейроны (часть из них называется двигательными нейронами, иногда это не очень точное название распространяется на всю группу эфферентов) и интернейроны (вставочные нейроны).

Функции нейронов:

1. Формирование и поддержание мембранного потенциала покоя.
2. Формирование локальных потенциалов.
3. Генерация потенциала действия и нервного импульса.
4. Секреция нейротрансмиттеров (медиаторов и модуляторов).
5. Изменение своего внутриклеточного обмена и биосинтеза.
6. Изменение своих клеточных структур и свойств.
7. Формирование новых структур, например, новых синапсов.
8. Проведение возбуждения.



Мионевральный синапс

Си́напс (греч. σύναψις, от συνάπτειν – обнимать, обхватывать, пожимать руку) – место контакта между двумя нейронами или между нейроном и получающей сигнал эффекторной клеткой.

Свойства синапсов

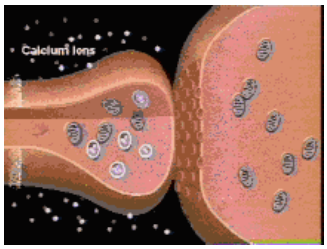
1. Одностороннее проведение возбуждения.
2. Задержка в передаче возбуждения (синаптическая задержка)
3. Повышенная утомляемость.
4. Чувствительность к условиям среды.
4. Передача возбуждения в виде локального потенциала

5. Наведение торможения на воспринимающий нейрон в виде локального тормозного постсинаптического потенциала (ТПСП) в виде гиперполяризации.

6. Суммация возбуждения, а также торможения.

7. Пластичность.

Строение синапса: в его состав входят две мембраны – пресинаптическая (от передающего возбуждение нейрона) и постсинаптическая (от воспринимающего возбуждение нейрона). Между ними есть синаптическая щель с межклеточной жидкостью.



Химическим путём передаётся возбуждение (или наводится торможение) с одного нейрона на другой. Слева аксон передающего нейрона образует пресинаптическое окончание. Справа дендрит воспринимающего нейрона образует постсинаптическое окончание.

Работа тормозного синапса

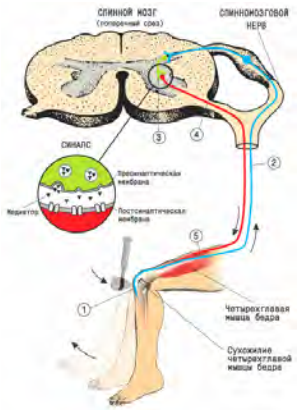
Тормозной синапс на своей постсинаптической мембране имеет рецепторы к тормозному медиатору – гамма-аминомасляной кислоте (ГАМК или GABA). В отличие от возбуждающего синапса в тормозном синапсе на постсинаптической мембране ГАМК открывает ионные каналы не для натрия, а для хлора.

Рефлекс (от лат. reflexus – отражённый) – стереотипная реакция живого организма на раздражитель, проходящая с участием нервной системы. Рефлексы существуют у многоклеточных живых организмов, обладающих нервной системой, осуществляются посредством рефлекторной дуги.

5 признаков рефлекса: 1) это ответная реакция, а не самопроизвольная, 2) необходимо раздражение, без которого рефлекс не возникает, 3) в основе рефлекса лежит нервное возбуждение, 4) необходимо участие центральной нервной системы, чтобы превратить сенсорное возбуждение в эффекторное, 5) рефлекс нужен для приспособления (адаптации) к меняющимся условиям внешней среды.

Рефлексы разделяются на 2 большие группы: безусловные и условные.

Условный рефлекс – это ответная реакция организма, сформированная на несвойственный (неадекватный) для неё изначально раздражитель, полученная за счет временной связи между нервными центрами двух безусловных рефлексов, которые возбуждались одновременно или последовательно с коротким временным интервалом. Условный рефлекс имеет приспособительное значение.



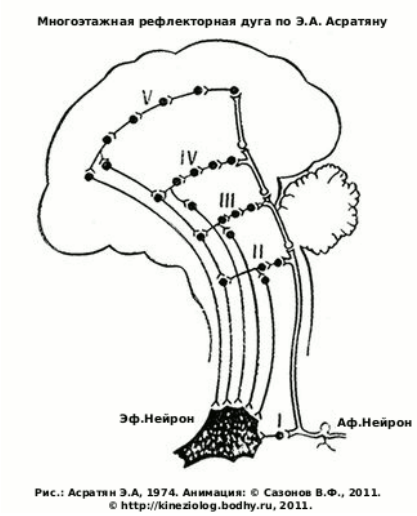
Условный рефлекс

Рецептивные поля – это совокупность рядом расположенных рецепторов, совместно реагирующих на раздражитель и посылающих возбуждение на определённую воспринимающую структуру.

Рефлекторная дуга (нервная дуга) – путь, проходимый нервными импульсами при осуществлении рефлекса (смотреть видео 2.2.2).

Рефлекторная дуга состоит из:

- рецептора – нервное звено, воспринимающее раздражение;
- афферентного звена – отростки рецепторных нейронов, осуществляющие передачу импульсов от чувствительных нервных окончаний в центральную нервную систему;
- центрального звена – нервный центр (необязательный элемент, например, для аксон-рефлекса);
- эфферентного звена – осуществляют передачу от нервного центра к эффектору;
- эффектора – исполнительный орган, деятельность которого изменяется в результате рефлекса.



Различают:

– моносинаптические, двухнейронные рефлекторные дуги;

– полисинаптические рефлекторные дуги (включают три и более нейронов).

В центральной нервной системе, кроме процесса возбуждения, одновременно возникает процесс торможения.

Возбуждение – нервный процесс, который либо вызывает деятельность органа, либо усиливает существующую.

Торможение – нервный процесс, который ослабляет либо прекращает деятельность или препятствует ее возникновению. Взаимодействие этих двух активных процессов лежит в основе нервной деятельности.

Нервные центры – это система взаимосвязанных клеток, которые объединяются для выполнения определённой функции, а физически могут находиться в различных местах нервной системы.

Свойства нервных центров:

- полисинаптические связи;
- наличие входов и выходов для возбуждения;
- одностороннее проведение возбуждения;
- суммация возбуждения;
- трансформация (преобразование) входящего возбуждения в выходящее.

Исследование рефлексов

В клинической практике различают глубокие рефлексы и поверхностные рефлексы (кожные, со слизистых оболочек). Каждый рефлекс исследуется по очереди с двух сторон; это дает возможность сравнить правую и левую стороны и обнаружить асимметрию выраженности рефлексов.

Исследование рефлексов позволяет судить не только о том, поражен ли центральный или периферический мотонейрон, но также и об уровне поражения головного и спинного мозга. По типу рецепторов, с которых вызывается рефлекс, различают поверхностные рефлексы (с рецепторов кожных покровов и слизистых оболочек) и глубокие (с рецепторов мышц, сухожилий, надкостницы, суставов).

Исследование рефлексов в неврологии имеет целью определение их повышения (гиперрефлексия), снижения (гипорефлексия) или полного отсутствия (арефлексия).

Исследование рефлексов производят "сверху вниз", начиная с рефлексов, замыкающихся на верхних сегментах мозга (зрачковый – передние отделы среднего мозга, надбровный, корнеальный, конъюнктивальный – варолиев мост, глоточный, нёбный – продолговатый мозг) и заканчивая рефлексами с нижних сегментов спинного мозга.

Врожденные рефлексы новорождённых – это специфическая ответная реакция малыша на определенный внешний раздражитель. Исследование рефлексов в основном используют для оценки состояния нервной системы ребёнка, а также для укрепления определённых групп мышц.

Хватательный рефлекс состоит в схватывании и прочном удерживании пальцев, вложенных в ладони ребенка. Иногда при этом удается приподнять ребенка над опорой. Такой же рефлекс можно вызвать и с нижних конечностей, если надавить на подошву у основания II-III пальца, что приведет к сгибанию пальцев. Рефлекс постепенно ослабевает к 3-4 месяцам.

Рефлекс автоматической ходьбы. Этот рефлекс является продолжением рефлекса опоры. Ребенка наклоняют чуть вперед, при этом он делает шаговые движения по поверхности, не сопровождая их движениями рук. Иногда при этом ноги перекрещиваются на уровне нижней трети голеней.

Рефлекс ползания Бауэра. Ребенка выкладывают на живот. В таком положении ребенок несколько секунд поднимает голову и совершает ползающие движения (спонтанное ползание). Если подставить под подошвы ребенка ладонь, то эти движения оживятся, в "ползание" включаются руки, и он начинает активно отталкиваться ногами от опоры. Рефлекс сохраняется до 4-х месяцев.

Глубокие рефлексы

На руке чаще всего исследуют бицепс-, трицепс- и лучевой рефлексы, на ноге – коленный и ахиллов рефлексы. Лучше всего рефлексы вызываются при расслаблении конечности. Чтобы вызвать бицепс-, лучевой и коленный рефлексы, часто бывает достаточно просто уронить молоточек с расстояния в несколько сантиметров на соответствующее сухожилие. Рефлексы оцениваются в баллах:

0 – отсутствует;

1 – снижен;

2 – в норме;

3 – повышен;

4 – клонус.

Клонус – ритмичные сокращения мышцы в ответ на ее растяжение. Лучше всего клонус определяется при растяжении ахиллова сухожилия. В норме в ответ на это растяжение могут возникать 2-3 ритмичных подергивания стопы.

Поверхностные рефлексы

Рефлексы со слизистых оболочек

Роговичный и конъюнктивальный рефлексы вызываются осторожным прикосновением тонкой полоски бумажки к роговице над радужной оболочкой глаза или к конъюнктиве. Двигательная реакция заключается в закрывании глаз. Рефлекторную дугу образуют глазной и лицевой нервы, рефлексы замыкаются на уровне моста.

Глоточный и нёбный рефлексы вызывают раздражением шпателем соответственно слизистой оболочки задней стенки глотки и мягкого нёба: при вызывании глоточного рефлекса возникают глотательные, кашлевые движения в результате сокращения мышц глотки и гортани; в случае нёбного рефлекса поднимается мягкое нёбо и нёбный язычок. Рефлекторную дугу образуют языкоглоточный и блуждающий нервы, замыкаются рефлексы на уровне продолговатого мозга.

Кожные рефлексы

Кожные рефлексы вызываются штриховыми раздражениями кожи тупой иголкой или рукояткой перкуторного молоточка.

Брюшные рефлексы верхний, средний и нижний вызываются быстрым штриховым раздражением кожи живота от периферии к средней линии ниже реберной дуги, на уровне пупка, параллельно паховой складке. Больной в это время лежит на спине с расслабленной брюшной стенкой. В ответ возникает сокращение мышц брюшной стенки. Дуги брюшных рефлексов образуют межреберные нервы и грудные сегменты спинного мозга (верхний – Т7-Т8, средний – Т9-Т10, нижний – Т11-Т12). Брюшные рефлексы эволюционно молодые, появление их стимулируется корой большого мозга и вызываются они только после миелинизации пирамидного пути.

Подошвенный рефлекс возникает в ответ на штриховое раздражение наружного края подошвы и состоит в подошвенном сгибании всех пальцев стопы. Рефлекторную дугу образуют седалищный нерв, поясничный и крестцовый сегменты спинного мозга (L5-S1).

Контрольные вопросы

1. Роль нервной системы в приспособительной деятельности организма. Классификация нервной системы в связи с функциональным значением в организме.
2. Головной мозг: отделы, положение, функции.
3. Функции и строение продолговатого, заднего, среднего, промежуточного и конечного мозга.
4. Желудочки мозга, образование и отток спинномозговой жидкости.
5. Спинной мозг: строение, положение, функция, сегмент спинного мозга, образование спинномозгового нерва.
6. Вегетативная нервная система, ее роль в поддержании гомеостазиса. Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы.
7. Участие вегетативной нервной системы в интеграции функций при формировании целостных поведенческих актов.
8. Синапсы, их строение, классификация. Свойства синапсов.
9. Функциональное значение нервных волокон, особенности строения и физиологические свойства. Скорость распространения нервного импульса в разных нервных волокнах.
10. Рефлекторная дуга как структурная основа рефлекса. Рефлекторная теория.
11. Нервные центры, особенности их деятельности. Взаимодействие нейронов в нервных центрах.
12. Основные формы центрального торможения (пресинаптическое и постсинаптическое).
13. Современное представление об интегративной деятельности нервной системы.
14. Экспериментальные условно-рефлекторные и электрофизические методы изучения функций ЦНС.

2.3 Структуры отделов ЦНС и их функции

Строение и функции спинного мозга

Сегмент спинного мозга – это поперечный отрезок спинного мозга, который состоит из горизонтального слоя белого и серого вещества (задние, передние и боковые рога), содержащего нейроны, отростки которых проходят в одном парном (правом и левом) спинномозговом нерве и его корешках. В спинном мозге различают 31 сегмент, которые топографически делятся на 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчиковый. В пределах нервного сегмента замыкается короткая рефлекторная дуга. Его функция – это осуществление тех реакций в ответ на внешнее и внутреннее раздражения, которые в процессе эволюции возникли раньше, т. е. врожденных реакций. Благодаря проводниковому аппарату собственный аппарат спинного мозга связан с аппаратом головного мозга, который объединяет работу всей нервной системы.

Спинной мозг делится на две симметричные половины – правую и левую. На той и другой стороне из спинного мозга выходят двумя продольными рядами корешки спинномозговых нервов. На некотором расстоянии от спинного мозга двигательный корешок прилегает к чувствительному и они вместе образуют ствол спинномозгового нерва. Задний корешок имеет утолщение – спинномозговой узел (ganglion spinale), содержащий ложноуниполярные нервные клетки (афферентные нейроны) с одним отростком, который делится затем на две ветви: одна из них, центральная, идет в составе заднего корешка в спинной мозг, другая, периферическая, продолжается в спинномозговой нерв.

Клетки задних рогов образуют отдельные группы или ядра, воспринимающие из тела различные виды чувствительности.

Передние рога содержат третьи, двигательные, нейроны, аксоны которых, выходя из спинного мозга, составляют передние, двигательные, корешки, иннервирующие скелетную мускулатуру.

В *боковых рогах* заложены клетки, иннервирующие вегетативные органы.

Задние канатики содержат волокна задних корешков спинномозговых нервов, проводят от соответствующих частей тела к коре головного мозга сознательную проприоцептивную (мышечно-суставное чувство) и кожную (чувство стереогноза – узнавание предметов на ощупь) чувствительность, имеющую отношение к определению положения тела в пространстве, а также тактильную чувствительность.

Боковые канатики содержат следующие пучки:

А. Восходящие.

К заднему мозгу: передний и задний спинно-мозжечковые тракты проводят бессознательные проприоцептивные импульсы (бессознательная координация движений).

К среднему мозгу: температурные, болевые раздражения, импульсы осязания, прикосновения (тактильная чувствительность).

Б. Нисходящие.

От коры большого мозга: пирамидный путь – сознательный эфферентный двигательный путь.

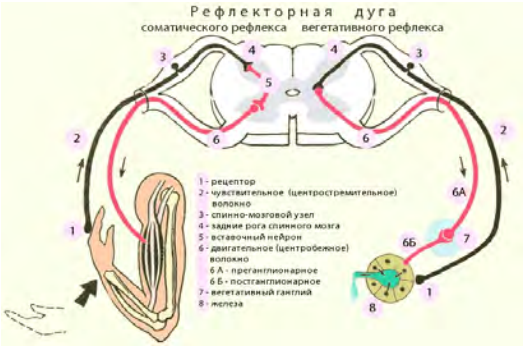
От среднего мозга: бессознательный эфферентный двигательный путь, зрительно-слуховой рефлекторный тракт, осуществляющий рефлекторные защитные движения при зрительных и слуховых раздражениях (смотреть видео 2.3.1).

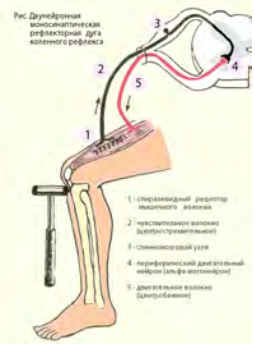
Виды спинальных рефлексов: тонические, защитные, ритмические, рефлексы положения (позные).

Большинство двигательных рефлексов осуществляется с участием мотонейронов спинного мозга.

Ствол мозга включает продолговатый мозг, мост, средний мозг, промежуточный мозг и мозжечок. Ствол мозга выполняет следующие функции:

1) организует рефлексы, обеспечивающие подготовку и реализацию различных форм поведения; 2) осуществляет проводниковую функцию: через ствол мозга проходят в восходящем и нисходящем направлении пути, связывающие между собой структуры ЦНС; 3) при организации поведения обеспечивает взаимодействие своих структур между собой, со спинным мозгом, базальными ганглиями и корой большого мозга, т. е. обеспечивает ассоциативную функцию.





Продолговатый мозг

Особенности функциональной организации. Продолговатый мозг (medulla oblongata) у человека имеет длину около **25 мм**. Он является продолжением спинного мозга. В продолговатом мозге находятся перекресты нисходящих пирамидных путей и восходящих путей, образованных тонким и клиновидным пучками (Голля и Бурдаха), ретикулярная формация. Продолговатый мозг за счет своих ядерных образований и ретикулярной формации участвует в реализации вегетативных, соматических, вкусовых, слуховых, вестибулярных рефлексов. Особенностью продолговатого мозга является то, что его ядра, возбуждаясь последовательно, обеспечивают выполнение сложных рефлексов, требующих последовательного включения разных мышечных групп, что наблюдается, например, при глотании.

Сенсорные функции. Продолговатый мозг регулирует ряд сенсорных функций: рецепцию кожной чувствительности лица, первичный анализ рецепции, рецепцию слуховых раздражений, рецепцию вестибулярных раздражений. В задневерхних отделах продолговатого мозга проходят пути кожной, глубокой, висцеральной чувствительности. На уровне продолговатого мозга перечисленные сенсорные функции реализуют первичный анализ силы и качества раздражения, далее обработанная информация передается в подкорковые структуры для определения биологической значимости данного раздражения.

Проводниковые функции. Через продолговатый мозг проходят все восходящие и нисходящие пути спинного мозга: спино-таламический, кортикоспинальный, руброспинальный. В нем берут начало вестибулоспинальный, оливоспинальный и ретикулоспинальный тракты, обеспечивающие тонус и координацию мышечных реакций. В продолговатом мозге заканчиваются пути из коры большого мозга – корковоретикулярные пути. Здесь заканчиваются восходящие пути проприоцептивной чувствительности из спинного мозга: тонкого и клиновидного. Такие образования

головного мозга, как мост, средний мозг, мозжечок, таламус, гипоталамус и кора большого мозга, имеют двусторонние связи с продолговатым мозгом. Наличие этих связей свидетельствует об участии продолговатого мозга в регуляции тонуса скелетной мускулатуры, вегетативных и высших интегративных функций, анализе сенсорных раздражений.

Рефлекторные функции: дыхательные и сосудодвигательные центры продолговатого мозга можно отнести к жизненно важным центрам, так как в них замыкается ряд сердечных и дыхательных рефлексов. Продолговатый мозг организует и реализует ряд защитных рефлексов: рвоты, чиханья, кашля, слезоотделения, смыкания век. Кроме того, продолговатый мозг организует рефлексы поддержания позы.

Таламус, гипоталамус – относятся к промежуточному мозгу (diencephalon), где интегрируются сенсорные, двигательные и вегетативные реакции, необходимые для целостной деятельности организма.

В гипоталамусе расположены центры регуляции всех видов обмена веществ – белкового, жирового, углеводного, центры голода и насыщения. Среди групп ядер гипоталамуса находятся центры регуляции водно-солевого обмена, связанные с центром жажды, формирующего мотивацию поиска и потребления воды. Раздражение гипоталамуса приводит к формированию целенаправленного поведения – пищевого, питьевого, полового, агрессивного и т.п. Гипоталамусу принадлежит главная роль в формировании основных влечений организма.

Таламус (thalamus, зрительный бугор) – структура, в которой происходит обработка и интеграция практически всех сигналов, идущих в кору большого мозга от спинного, среднего мозга, мозжечка, базальных ганглиев головного мозга.

Средний мозг (mesencephalon) представлен четверохолмием и ножками мозга. Наиболее крупными ядрами среднего мозга являются красное ядро, черное вещество и ядра черепных (глазодвигательного и блокового) нервов, а также ядра ретикулярной формации.

Сенсорные функции реализуются за счет поступления в него зрительной, слуховой информации.

Проводниковая функция заключается в том, что через него проходят все восходящие пути к вышележащим таламусу (медиальная петля, спино-таламический путь), большому мозгу и мозжечку. Нисходящие пути идут через средний мозг к продолговатому и спинному мозгу. Это пирамидный путь, корково-мостовые волокна, руброретикулоспинальный путь.

Двигательная функция реализуется за счет ядра блокового нерва (n. trochlearis), ядер глазодвигательного нерва (п. oculomotorius), красного ядра (nucleus ruber), черного вещества (substantia nigra).

Рефлекторные функции: четверохолмие организует ориентировочные зрительные и слуховые рефлексы.

Мозжечок (cerebellum, малый мозг) – одна из интегративных структур головного мозга, принимающая участие в координации и регуляции произвольных, непроизвольных движений, в регуляции вегетативных и поведенческих функций.

Кора большого мозга – высший отдел ЦНС, обеспечивающий совершенную

организацию поведения животных на основе врожденных и приобретенных в онтогенезе функций.

Кора большого мозга имеет следующие морфофункциональные особенности:

– многослойность расположения нейронов;
– модульный принцип организации;
– соматотопическая локализация рецептирующих систем;
– экранность, т.е. распределение внешней рецепции на плоскости нейронального поля коркового конца анализатора;
– зависимость уровня активности от влияния подкорковых структур и ретикулярной формации;
– наличие представительства всех функций нижележащих структур ЦНС;
– цитоархитектоническое распределение на поля;
– наличие в специфических проекционных сенсорных и моторной системах вторичных и третичных полей с ассоциативными функциями;
– наличие специализированных ассоциативных областей;
– динамическая локализация функций, выражающаяся в возможности компенсаций функций утраченных структур;
– перекрытие в коре большого мозга зон соседних периферических рецептивных полей;
– возможность длительного сохранения следов раздражения;
– реципрокная функциональная взаимосвязь возбудительных и тормозных состояний;
– способность к иррадиации возбуждения и торможения;
– наличие специфической электрической активности.

Глубокие борозды делят каждое полушарие большого мозга на лобную, височную, теменную, затылочную доли и островок. Общая площадь коры большого мозга человека около 2200 см^2, число нейронов коры превышает 10 млрд. В составе коры имеются пирамидные, звездчатые, веретенообразные нейроны.

Кора большого мозга имеет преимущественно шестислойное строение. Нейронный состав, распределение нейронов по слоям в разных областях коры различны, что позволило выделить в мозге человека 53 цитоархитектонических поля.

Для всех анализаторов характерен соматотопический принцип организации проекции на кору большого мозга периферических рецептирующих систем.

Особенностью корковых полей является экранный принцип их функционирования. Этот принцип заключается в том, что рецептор проецирует свой сигнал не на один нейрон коры, а на поле нейронов, которое образуется их коллатералями и связями.

Сенсорные области

Корковые концы анализаторов имеют свою топографию и на них проецируются определенные афференты проводящих систем. Корковые концы анализаторов разных сенсорных систем перекрываются. Помимо этого, в каждой сенсорной системе коры

имеются полисенсорные нейроны, которые реагируют не только на "свой" адекватный стимул, но и на сигналы других сенсорных систем.

Важной особенностью коры большого мозга является ее способность длительно сохранять следы возбуждения (смотреть видео 2.3.2).

Следовые процессы в спинном мозге после его раздражения сохраняются в течение секунды; в подкорково-стволовых отделах (в форме сложных двигательно-координаторных актов, доминантных установок, эмоциональных состояний) длятся часами; в коре мозга следовые процессы могут сохраняться по принципу обратной связи в течение всей жизни. Это свойство придает коре исключительное значение в механизмах ассоциативной переработки и хранения информации, накопления базы знаний.

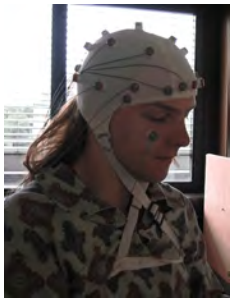
Пирамидная система, пирамидный путь – система нервных структур, поддерживающая сложную и тонкую координацию движений.

Пирамидный путь осуществляется нервными волокнами, которые исходят от клеток Беца и спускаются в спинной мозг, не прерываясь.

Экстрапирамидная система (лат.: extra – вне, снаружи, в стороне + pyramis, греч.: πῦραμίς – пирамида) – совокупность структур (образований) головного мозга, участвующих в управлении движениями, поддержании мышечного тонуса и позы, минуя кортикоспинальную (пирамидную) систему. Структура расположена в больших полушариях и стволе головного мозга. От пирамидной системы экстрапирамидная система отличается локализацией ядер в подкорковой области полушарий и стволе головного мозга и многозвенностью проводящих путей. Экстрапирамидная система осуществляет непроизвольную регуляцию и координацию движений, регуляцию мышечного тонуса, поддержание позы, организацию двигательных проявлений эмоций (смех, плач). Обеспечивает плавность движений, устанавливает исходную позу для их выполнения.

Методы исследования ЦНС

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) – графическая запись электрической активности головного мозга. При выполнении этого исследования на голову пациента надевается специальная силиконовая или тканевая шапочка с присоединенными к ней электродами, регистрирующими электрическую активность в разных точках головы.



Регистрация ЭЭГ

Для выделения на ЭЭГ значимых признаков её подвергают анализу. Основными понятиями, на которые опирается характеристика ЭЭГ, являются:

– средняя частота колебаний;

– их максимальная амплитуда;

– их фаза;

– различия кривых ЭЭГ на разных каналах и их временная динамика.

Все виды активности мозга в динамике подвержены усилению и ослаблению и сопровождаются определенными ритмами электрических колебаний. У человека в

покое при отсутствии внешних раздражений преобладают медленные ритмы изменения состояния коры мозга, что на ЭЭГ находит отражение в форме так называемого альфа-ритма, частота колебаний которого составляет 8-13 в секунду, а амплитуда – приблизительно 50 мкВ.

Переход человека к активной деятельности приводит к смене альфа-ритма на более быстрый бета-ритм, имеющий частоту колебаний 14-30 в секунду, амплитуда которых составляет 25 мкВ.

Переход от состояния покоя к состоянию сосредоточенного внимания или ко сну сопровождается развитием более медленного тета-ритма (4-8 колебаний в секунду) или дельта-ритма (0,5-3,5 колебаний в секунду). Амплитуда медленных ритмов составляет 100-300 мкВ.

Измерение критической частоты световых мельканий

Критическая частота слияния мельканий – (КЧСМ) минимальная частота вспышек света, при которой у человека возникает ощущение непрерывности светового потока; используется как показатель функциональной лабильности сетчатки и ЦНС.

Методика основана на определении разрешающей способности зрения. Испытуемому предъявляется мерцающий световой сигнал, частота мерцаний сигнала возрастает с шагом по частоте 0,1-0,2 Гц. Если мелькание происходит с малой частотой, человек видит отдельные вспышки света. При увеличении частоты мельканий создаётся ощущение мерцания. Увеличивая таким образом частоту вспышек можно получить картину, когда отдельные вспышки света воспринимаются глазом как непрерывный свет. Предлагается нажатием на клавишу "Пробел" зафиксировать частоту, при которой мерцания исчезнут, и возникнет ощущение постоянного горения света. После этого частота мельканий начнет уменьшаться. Испытуемому предлагается путем нажатия на "Пробел" зафиксировать момент, когда когда непрерывное свечение сменяется пульсирующим.

Для измерения критической частоты световых мельканий используют приборы, состоящие из генератора импульсов, регулятора их частоты и тубуса с вмонтированным источником света (например, светодиодом). Приборы для измерения критической частоты световых мельканий должны позволять регистрировать этот показатель с точностью не менее 0,1-0,2 Гц.

Для минимизации ошибки измерения процедуру определения КЧСМ повторяют, как правило, не менее 5 раз, хотя некоторые авторы рекомендуют делать повторные измерения не менее 10 раз (Е.П. Ильин, 1981). Затем вычисляют среднее значение и среднеквадратичное отклонение и рассчитывают показатель лабильности.

Норма КЧСМ для здорового человека – 40-46 Гц. Снижение КЧСМ происходит по мере старения организма, у пожилых показатель редко превышает 38-40 Гц. Величина КЧСМ в двух здоровых глазах обычно является величиной одинаковой, максимальное различие составляет 5-8 Гц. В пределах одного поля зрения показатели КЧСМ

неодинаковы: на периферии в носовой и височной областях они на 10-15 Гц выше, чем в области макулы. Чтобы провести детальную диагностику, результаты определения КЧСМ дополняют данными кинетической или статической периметрии (определении границ поля зрения). Показатель КЧСМ ниже 30 Гц – признак дефектов в поле зрения.

Экспериментальные исследований показали, что лабильность нервной системы, оцениваемая по критической частоте световых мельканий, коррелирует с особенностями целого ряда психических процессов, успешностью спортивной и профессиональной деятельности человека.

Контрольные вопросы

1. Строение и функции спинного мозга. Рефлекторные дуги спинальных рефлексов.
2. Виды спинальных рефлексов. Общие принципы координации нервных центров на уровне спинного мозга.
3. Продолговатый мозг, топография, структура, функция.
4. Значение ретикулярных механизмов в поддержании состояния бодрствования.
5. Участие гипоталамуса в регуляции вегетативных функций целого организма.
6. Роль гипоталамуса в формировании мотиваций и эмоций.
7. Средний мозг: структура, роль в локомоторных функциях организма, участие в осуществлении зрительных и слуховых рефлексов.
8. Участие мозжечка в регуляции двигательных и вегетативных функций. Мозжечково-спинальные и мозжечково-корковые взаимоотношения.
9. Особенности строения коры больших полушарий головного мозга Моторные, сенсорные и ассоциативные области коры мозга.
10. Функции коры больших полушарий.
11. Пирамидный контроль афферентного потока. Экстрапирамидная система и ее взаимодействие с пирамидной. Электроэнцефалограмма, характеристика ритмов.
12. Оценка функционального состояния ЦНС по значениям средней величины критической частоты слияния световых мельканий.

2.4 Общие принципы строения и функции сенсорных систем

Сенсорные системы – это специализированные подсистемы нервной системы, обеспечивающие ей восприятие и ввод информации за счёт формирования субъективных ощущений на основе объективных раздражений. Сенсорные системы включают в себя периферические сенсорные рецепторы вместе со вспомогательными структурам (органы чувств), отходящие от них нервные волокна (проводящие пути) и сенсорные нервные центры (низшие и высшие).

Рецепторы представляют собой специализированные образования, позволяющие организму дифференцированно воспринимать и анализировать внешние раздражения.

Каждый рецептор, в силу чрезвычайно высокой возбудимости к адекватным раздражителям, воспринимает свой определенный участок воздействия из внешнего мира, трансформируя эти воздействия в специфические комплексы нервных импульсов.

Высокая адаптационная способность. Под адаптацией, или аккомодацией, в физиологии понимается свойство живых образований повышать порог возбудимости под влиянием длящегося раздражения.

Восприятие – это перевод характеристик внешнего раздражения во внутренние нервные коды, доступные для обработки и анализа нервной системой (кодирование), и построение нервной модели раздражителя (сенсорного образа). К примеру, кубики на картинке слева образуют модель, близкую к реальности, но не способную в реальности существовать...

Анализаторы и сенсорные системы

Анализатор – это совокупность рецепторов и нейронов мозга, участвующих в обработке информации о сигналах внешнего или внутреннего мира.

Строение анализатора

- Периферическая часть (отдаленная) – это рецепторы, воспринимающие раздражение и превращающие его в нервное возбуждение.
- Проводниковый отдел – это проводящие пути, передающие сенсорное возбуждение, рождённое в рецепторах.
- Центральный отдел – это участок коры больших полушарий головного мозга, анализирующий поступившее к нему сенсорное возбуждение и строящий за счёт синтеза возбуждений сенсорный образ.

Адаптация – это процесс приспособления сенсорной системы и ее отдельных элементов к действию раздражителя.

Кодирование информации в ЦНС

Трансформация разнородных по природе сигналов (механических, химических, зрительных и др.) в единый по биофизической природе процесс импульсов: поступающая информация зашифровывается (кодируется). Кодированием называют процесс преобразования информации в условную форму – код.

ЦНС использует двоичный код: наличие или отсутствие импульса (0 или 1). Кодирование зависит от изменения частоты импульсов, количества импульсов в пачке, распределения в ней отдельных импульсов, интервалов между пачками, длительности пачки т.д.

Сенсорная система включает в себя анализатор и систему регуляции.

Виды сенсорных систем: слуховая, зрительная, вестибулярная, вкусовая, обонятельная, кинестетическая, проприоцептивная, двигательная, болевая, интероцептивная.

Общие принципы устройства сенсорных систем

1. *Принцип многоэтажности.*
2. *Принцип многоканальности.*
3. *Принцип конвергенции.*
4. *Принцип дивергенции.*
5. *Принцип обратной связи.*

Общие принципы работы сенсорных систем:

1. Преобразование силы раздражения в частотный код импульсов – универсальный принцип действия любого сенсорного рецептора.
2. Топическое соответствие – поток возбуждения (информационный поток) во всех передаточных структурах соответствует значимым характеристикам раздражителя.
3. Детекция – это выделение качественных признаков. Нейроны-детекторы реагируют на определенные признаки объекта и не реагируют на все остальное.

4. Искажение информации об исходном объекте на каждом уровне передачи возбуждения.
5. Специфичность рецепторов и органов чувств. Их чувствительность максимальна к определенному типу раздражителя с определенной интенсивностью.
6. Закон специфичности сенсорных энергий: ощущение определяется не стимулом, а раздражаемым сенсорным органом.
7. Обратная связь между последующими и предшествующими структурами.

Рецепция, трансдукция, перцепция – термины можно применять как синонимы понятия "восприятие".

Вторичночувствующий сенсорный рецептор – это специализированная клетка, способная в ответ на раздражение создавать локальный рецепторный потенциал и выделять медиатор, воздействующий на окончание связанного с ней афферентного нейрона.

Термин "трансдукция" означает "перенос". Он употребляется в этом значении не только в физиологии возбуждения, но и в других разделах биологии, где уже не связан с преобразованием раздражения в возбуждение.

Этапы восприятия раздражения (стимула)

Раздражение → сенсорные рецепторы: рецепция / трансдукция – трансформация раздражения в возбуждение / кодирование → поток сенсорного возбуждения → низшие нервные центры: детекция / перекодирование / трансформация / разделение / слияние / перенаправление потоков возбуждения → потоки сенсорного, эффекторного и модулирующего возбуждения → высшие нервные центры: создание сенсорного образа/ модели / детекция / анализ / синтез.

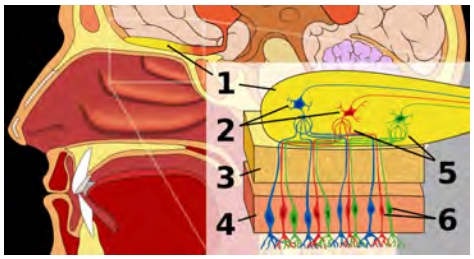
Закон Вебера-Фехнера – интенсивность ощущения пропорциональна логарифму интенсивности раздражителя.

Кожные рецепторы. Особые концевые нервные образования кожи – рецепторы – служат для восприятия ощущений: боли, зуда, температуры, давления.

Вкусовые рецепторы несут информацию о характере и концентрации веществ, поступающих в рот.

Болевая рецепция (ноцицепция): болевые ощущения – возникают при возбуждении неинкапсулированных нервных окончаний.

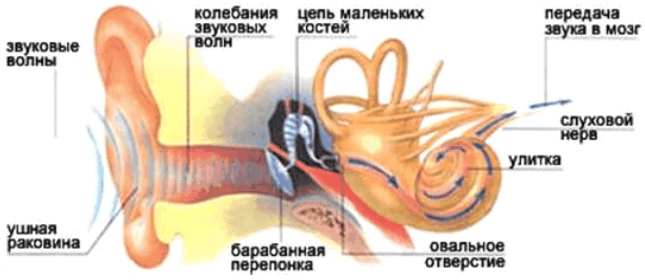
Обонятельные рецепторы: нейросистема для распознавания летучих и водорастворимых веществ по конфигурации их молекул, создающая субъективные сенсорные образы в виде запахов.



Структура периферического отдела обонятельного анализатора.
1 – обонятельная луковица, 2 – афферентные нейроны (митральные), 3 – решётчатая кость с проходящими через неё аксонами рецепторных клеток, 4 – обонятельный эпителий, содержащий рецепторные клетки, 5 – гломерулы с синаптическиами контактами, 6 – рецепторные обонятельные клетки .

Адекватным раздражителем для обонятельной сенсорной системы является запах, который издаётся пахучими веществами.

Слуховая сенсорная система обеспечивает восприятие звуков и построение слуховых образов, т.е. слух. Адекватным раздражителем для неё является звук – это продольное колебание частиц той среды, которая передает звук. Звуковые колебания передаются по воздуху, воде, костям черепа, т.е. по газообразным, жидким и твердым средам.



Главные параметры звуковых волн – это частота колебаний, их амплитуда и тембр (спектр частот). Частота – это тон звука. Диапазон восприятия звука человеком составляет примерно от 20 до 20000 Гц (Герц – одно колебание в секунду).

Звуки тоном ниже 20 Гц называются инфразвуком, сознание их не воспринимает, но могут быть подсознательные реакции (беспокойство, тревога, страх и даже необъяснимый ужас). Звуки тоном выше 20000 Гц называются ультразвуком, человек их не воспринимает.

Наибольшая чувствительность уха находится в диапазоне от 1000 до 3000 Гц – это как раз диапазон звуков человеческой речи.

Рецепция (трансдукция) звука – это восприятие звука на уровне слуховых рецепторов уха, т.е. превращение (трансформация) звуковых колебаний в нервное возбуждение (смотреть видео 2.4.1).

Зрительная сенсорная система

Глаз (лат. oculus) – сенсорный орган (орган зрительной системы) человека и животных, обладающий способностью воспринимать электромагнитное излучение в световом диапазоне длин волн и обеспечивающий функцию зрения. У человека через глаз поступает около 90% информации из окружающего мира.

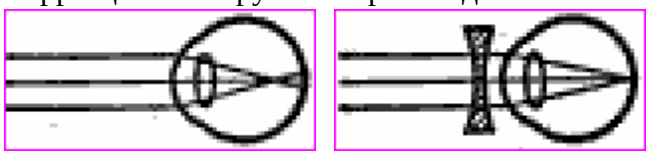
Строение и функции оптического аппарата глаза (смотреть видео 2.4.2)**.** Преломляющую силу любой оптической системы выражают в диоптриях (D). Одна диоптрия равна преломляющей силе линзы с фокусным расстоянием 100 см.

Аккомодацией называют приспособление глаза к ясному видению объектов, удаленных на разное расстояние. Для ясного видения объекта необходимо, чтобы он был сфокусирован на сетчатке, т. е. чтобы лучи от всех точек его поверхности проецировались на поверхность сетчатки. Механизмом аккомодации является сокращение ресничных мышц, которые изменяют выпуклость хрусталика.

Аномалии рефракции глаза.

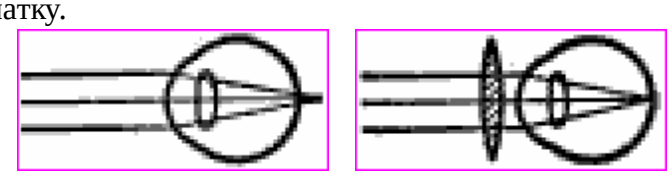
Близорукостью называется дефект зрения, при котором дальняя точка лежит на конечном расстоянии и в ненапряженном состоянии глаза изображение удаленного предмета получается не на сетчатке, а перед ней.

Коррекция близорукости производится с помощью очков с вогнутыми линзами.

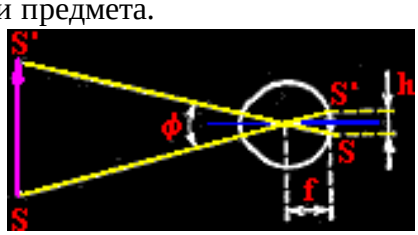


Дальнозоркость – дефект зрения, приводящий к удалению ближней точки от глаза.

Изображение предмета в ненапряженном состоянии глаза получается за сетчаткой. Очки с выпуклыми линзами исправляют этот дефект и возвращают изображение на сетчатку.



Величина изображения S'S' предмета на сетчатке определяется углом зрения f=h/f, вершина которого находится в оптическом центре глаза, а лучи направлены на крайние точки предмета.



Расстоянием наилучшего зрения D называется такое расстояние от предмета до глаза, при котором f оказывается максимальным при условии, что напряжение аккомодации невелико и глаз не устает. Нормальным считается глаз с хорошо сохранившейся способностью к аккомодации. С возрастом способность глаза к

аккомодации постепенно уменьшается.

Две точки изображения предмета считаются разрешенными, если они попадают на две разные светочувствительные клетки на сетчатке и воспринимаются глазом раздельно. Разрешающая способность глаза оценивается по минимальному углу зрения, под которым при хорошем освещении две точки предмета видны раздельно.

Цвет воспринимается лучше всего при действии света на центральную ямку сетчатки, где расположены почти исключительно колбочки. Здесь же и наибольшая острота зрения. По мере удаления от центра сетчатки восприятие цвета и пространственное разрешение становятся все хуже. Периферия сетчатки, где находятся исключительно палочки, не воспринимает цвета.

Цветовое зрение (синонимы: цветоощущение, хроматопсия) – способность человека различать цвет видимых объектов. В основе цветового восприятия лежит свойство света вызывать определенное зрительное ощущение в соответствии со спектральным составом отражаемого или испускаемого излучения. Видимая часть спектра светового излучения образована волнами различной длины, которые воспринимаются глазом в виде семи основных цветов, выделяемых в зависимости от длины волны света в три группы.

- длинноволновое световое излучение вызывает ощущение красного и оранжевого цвета,
- средневолновое – желтого и зеленого,
- коротковолновое – голубого, синего и фиолетового.

Цвета разделяют на хроматические и ахроматические.

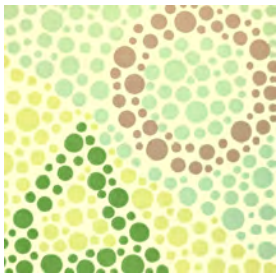
Хроматические цвета обладают тремя основными качествами: цветовым тоном, который зависит от длины волны светового излучения; насыщенностью, зависящей от доли основного цветового тона и примесей других цветовых тонов; яркостью цвета, т.е. степенью близости его к белому цвету.

Ахроматические цвета (белый, серый, черный) различаются лишь яркостью. Многообразие цветовых тонов и оттенков может быть получено оптическим смешением всего трех основных цветов – красного, зеленого и синего. Цвет оказывает воздействие на общее психофизиологическое состояние человека и в известной мере влияет на его трудоспособность. Наиболее благоприятное влияние на зрение оказывают малонасыщенные цвета средней части видимого спектра (желто-зелено-голубые). Одной из характеристик цветового зрения является *порог цветоощущения* – способность глаза воспринимать цветовой раздражитель определенной яркости.

Исследование цветового зрения проводят преимущественно лицам, профессия которых требует нормального цветоощущения, например, занятых на транспорте, в некоторых отраслях промышленности, военнослужащих отдельных родов войск. С этой целью применяют две группы методов – пигментные с использованием цветных (пигментных) таблиц и различных тест-объектов, например, кусочков картона разного цвета, и спектральные. Принцип исследования по таблицам основан на различении среди фоновых кружочков одного цвета цифр или фигур, составленных из кружков той же яркости, но другого цвета.

Наибольшим распространением пользуются полихроматические таблицы

Рабкина. В таблицах среди фоновых кружочков одного цвета имеются кружочки одинаковой яркости, но другого цвета, составляющие для нормально видящего какую-либо цифру или фигуру.



Светопреломляющий аппарат

Светопреломляющий аппарат глаза представляет собой сложную систему линз, формирующую на сетчатке уменьшенное и перевёрнутое изображение внешнего мира, включает в себя роговицу, камерную влагу – жидкости передней и задней камер глаза, хрусталик, а также стекловидное тело, позади которого лежит сетчатка, воспринимающая свет.

Аккомодационный аппарат

Аккомодационный аппарат глаза обеспечивает фокусировку изображения на сетчатке, а также приспособление глаза к интенсивности освещения. Он включает в себя радужку с отверстием в центре – зрачком – и ресничное тело с ресничным пояском хрусталика.

Фокусировка изображения обеспечивается за счёт изменения кривизны хрусталика, которая регулируется цилиарной мышцей.

Слепое пятно (оптический диск) – имеющаяся в каждом глазу здорового человека область на сетчатке, которая не чувствительна к свету. Нервные волокна от рецепторов к слепому пятну идут поверх сетчатки и собираются в зрительный нерв, который проходит сквозь сетчатку на другую её сторону и потому в этом месте отсутствуют световые рецепторы.

Обнаружение слепого пятна

Чтобы наблюдать у себя слепое пятно, закройте правый глаз и левым глазом посмотрите на правый крестик, который обведён кружочком. Держите лицо и монитор вертикально. Не сводя взгляда с правого крестика, приближайте (или отдаляйте) лицо

от монитора и одновременно следите за левым крестиком (не переводя на него взгляд). В определённый момент он исчезнет.

Этим способом можно также оценить приблизительный угловой размер слепого пятна. Слепые пятна в двух глазах находятся симметрично в разных местах, и при зрении они незаметны.

Диаметр слепого пятна около 2 мм, что соответствует полю зрения 6°. Это значит, что человек с расстояния 1 м может не увидеть предмета диаметром 10 см, если его изображение проектируется на слепое пятно.

Таким образом, в поле нашего зрения есть область, которую мы совершенно не видим.

Зрительная сенсорная система – это совокупность структур, обеспечивающих восприятие световой энергии и формирование зрительных ощущений (зрительных образов).

Зрительная система – оптикобиологическая бинокулярная (стереоскопическая) система, эволюционно возникшая у животных и способная воспринимать электромагнитное излучение видимого спектра (света), создавая изображение в виде ощущения (сенсо́рного чувства) положения предметов в пространстве. Зрительная система обеспечивает функцию зрения.

Зрительная система (зрительный анализатор) у млекопитающих включает следующие анатомические образования:

- периферический парный орган зрения – глаз (с его воспринимающими свет фоторецепторами – палочками и колбочками сетчатки);
- нервные структуры и образования ЦНС: зрительные нервы, хиазма, зрительный тракт, зрительные пути – II пара черепно-мозговых нервов, глазодвигательный нерв – III пара, блоковый нерв – IV пара и отводящий нерв – VI пара;
- латеральное коленчатое тело промежуточного мозга (с подкорковыми зрительными центрами), передние бугры четверохолмия среднего мозга (первичные зрительные центры);
- подкорковые (и стволовые) и корковые зрительные центры: латеральное коленчатое тело и подушки зрительного бугра, верхние холмики крыши среднего мозга (четверохолмия) и зрительная кора.

Определение остроты зрения – численное выражение способности глаза воспринимать раздельно две точки, расположенные друг от друга на определенном расстоянии.

Условно принято считать, что глаз с нормальной остротой зрения способен увидеть раздельно две далекие точки, если угловое расстояние между ними равно одной угловой минуте (1/60 градуса). При расстоянии 5 метров это соответствует 1,45 миллиметра.

Острота зрения выражается 2 способами:

1 способ.

В странах СНГ – долями единицы: 1,0 – нормальное зрение, 0,9; 0,8, и т.д. до 0,1 – определяется количеством строк начиная с верхней, которые видит человек по таблице Сивцева или Головина с расстояния 5 метров. Исследования проводят для каждого

глаза отдельно: сначала определяют остроту зрения правого, затем левого глаза.

При исследовании остроты зрения с другого расстояния (меньше 0,1 – если человек с 5 метров не распознает знаки верхнего ряда) проверяемого приближают к таблице и через каждые 0,5 метра спрашивают, пока он не назовет правильно знаки верхнего ряда. Величина рассчитывается по формуле:

V = d / D, где V – острота зрения;

d – расстояние, с которого проводится исследование;

D – расстояние, на котором нормальный глаз видит данный ряд.

Например, пациент видит первую строку таблицы с расстояния 2 м. В этом случае VIS= 2/50= 0.04.

Если острота зрения ниже 0.01, но обследуемый считает пальцы на расстоянии 10 см (или 20-30 см), тогда VIS равна счёту пальцев на расстоянии 10 см (или 20-30 см). При отсутствии светоощущения острота зрения равна нулю (VIS= 0) и глаз считается слепым.

2 способ.

Величина коррекции в диоптриях, то есть сила линзы (рассеивающей – для людей, страдающих близорукостью; собирающей лучи – для дальнозоркости), необходимая для того, чтобы человек:

– страдающий близорукостью (миопией), увидел десятую строку сверху (1,0) на таблице Сивцева или Головина с расстояния 5 метров (хотя могут быть отхождения от этого правила при высоких степенях миопии — указывается величина в диоптриях и величина откорректированного зрения в долях единицы, пример: -6,5D = 0,8). Так как для компенсации близорукости используются рассеивающие линзы, то и значение отрицательное.

– страдающий дальнозоркостью (гиперметропией), лучше всего видел. При этом степень дальнозоркости определяется наиболее сильной из собирательных линз. Так как для компенсации дальнозоркости используются собирающие лучи линзы, то значение положительное (смотреть видео 2.4.3).

Измерение поля зрения – это измерение пространства, которое человек видит неподвижным глазом.

Техника измерения полей зрения

Основной деталью наиболее распространенного и в настоящее время настольного периметра Форстера является дуга шириной 50 мм и радиусом кривизны 333 мм. В середине этой дуги расположен белый неподвижный объект, служащий для исследуемого глаза точкой фиксации. Центр дуги соединен с подставкой осью, вокруг которой дуга свободно вращается, что позволяет придать ей любой наклон для исследования поля зрения в разных меридианах. Меридиан исследования определяется по диску, разделенному на градусы и расположенному позади дуги. Внутренняя поверхность дуги покрыта черной матовой краской, а на наружной с интервалами 5° нанесены деления от 0 до 90°. В центре кривизны дуги расположена подставка для головы, где по обе стороны от центрального стержня имеются упоры для подбородка, позволяющие ставить исследуемый глаз в центр дуги. Для исследования используют белые или цветные объекты, укрепленные на длинных стержнях черного цвета, хорошо сливающихся с фоном дуги периметра.

Достоинствами являются простота в обращении и дешевизна прибора, а недостатком – непостоянство освещения дуги и объектов, контроль за фиксацией глаза.

Методика периметрии. Поле зрения исследуют поочередно для каждого глаза. Второй глаз выключают с помощью легкой повязки так, чтобы она не ограничивала поле зрения исследуемого глаза.

Периметр

Пациента в удобной позе усаживают у периметра спиной к свету. Исследование на проекционных периметрах проводят в затемненной комнате. Регулируя высоту подголовника, устанавливают исследуемый глаз в центре кривизны дуги периметра против фиксационной точки.

Определение границ поля зрения на белый цвет осуществляется объектами диаметром 3 мм, а измерение дефектов внутри поля зрения – объектами в 1 мм. При плохом зрении можно увеличить величину и яркость объектов. Периметрию на цвета проводят объектами диаметром 5 мм. Перемещая объект по дуге периметра от периферии к центру, отмечают по градусной шкале дуги момент, когда исследуемый констатирует появление объекта. При этом необходимо следить, чтобы исследуемый не двигал глазом и постоянно фиксировал неподвижную точку в центре дуги периметра.

Движение объекта следует проводить с постоянной скоростью 2-3 см в секунду.

Границы поля зрения подвержены колебаниям в зависимости от интеллекта исследуемого и индивидуальных особенностей строения его лица. В норме средние границы для белой метки 5 мм и периметра с радиусом дуги 33 см (333 мм) следующие: кнаружи – 90°, книзу кнаружи – 90°, книзу – 60°, книзу кнутри – 50°, кнутри – 60°, кверху кнутри – 55°, кверху – 50° и кверху кнаружи – 70°.

Патологические изменения поля зрения. Все многообразие патологических изменений (дефектов) поля зрения можно свести к двум основным видам:

1) сужение границ поля зрения (концентрическое или локальное);
2) очаговые выпадения зрительной функции – скотомы.

Контрольные вопросы

1. Понятие о рецепторах. Механизм возбуждения рецепторов. Закон Вебера-Фехнера.
2. Сенсорные системы: их структура и классификация.
3. Возбудимость рецепторов. Адекватный и неадекватный раздражители.
4. Кодирование сенсорной информации.
5. Строение и функция вестибулярного аппарата.
6. Орган слуха: его строение и функция. Механизмы восприятия высоты и силы звука.
7. Глаз, его строение и функция. Оптическая система глаза. Построение изображения на сетчатке. Аккомодация глаза.
8. Исследование цветового зрения.
9. Определение остроты зрения по таблицам Сивцева-Головина. Методика периметрии для определения границ поля зрения.

10. Корковое представительство рецепторных систем. Принцип анализа афферентных сигналов в коре на примере зрительного анализатора.
11. Физиологические изменения в нервной системе под влиянием мышечной деятельности.

2.5 Высшая нервная деятельность

Кора большого мозга и ближайшие к ней подкорковые структуры являются высшим отделом ЦНС человека и животных. Основная функция этого отдела – осуществление сложных поведенческих реакций организма (поведения), составляющих основу высшей нервной деятельности. Условно-рефлекторный механизм лежит в основе формирования любого приобретенного навыка, в основе процесса обучения. Структурно-функциональной базой условного рефлекса служат кора и подкорковые образования мозга.

Для образования условного рефлекса необходимо соблюдение следующих правил:

1) индифферентный раздражитель (который должен стать условным, сигнальным) должен иметь достаточную силу для возбуждения определенных рецепторов;

2) необходимо, чтобы индифферентный раздражитель подкреплялся безусловным стимулом, причем индифферентный раздражитель должен либо несколько предшествовать, либо предъявляться одновременно с безусловным;

3) необходимо, чтобы раздражитель, используемый в качестве условного, был слабее безусловного. Для выработки условного рефлекса необходимо также нормальное физиологическое состояние корковых и подкорковых структур, образующих центральное представительство соответствующего условного и безусловного стимулов, отсутствие сильных посторонних раздражителей, отсутствие значительных патологических процессов в организме.

При соблюдении указанных условий практически на любой стимул можно выработать условный рефлекс.

И.П.Павлов – автор учения об условных рефлексах как основе высшей нервной деятельности. Данные современной нейрофизиологии указывают на возможность разных уровней замыкания, формирования условно-рефлекторной связи (кора-кора, кора-подкорковые образования, подкорковые образования-подкорковые образования) при доминирующей роли в этом процессе корковых структур. Несмотря на определенные индивидуальные различия, условные рефлексы характеризуются следующими общими свойствами (признаками):

1. Все условные рефлексы представляют собой одну из форм приспособительных реакций организма к меняющимся условиям среды.

2. Условные рефлексы относятся к категории приобретаемых в ходе индивидуальной жизни рефлекторных реакций и отличаются индивидуальной специфичностью.

3. Все виды условно-рефлекторной деятельности носят сигнальный предупредительный характер.

4. Условно-рефлекторные реакции образуются на базе безусловных рефлексов; без подкрепления условные рефлексы со временем ослабляются, подавляются.

Виды условных рефлексов

По отношению условного раздражителя к сигнализируемой им реакции различают натуральные и искусственные условные рефлексы.

Натуральными называют условные рефлексы, которые образуются на раздражители, являющиеся естественными, обязательно сопутствующими признаками, свойствами безусловного стимула, на базе которого они вырабатываются (например, запах мяса при кормлении им). Натуральные условные рефлексы по сравнению с искусственными отличаются большей легкостью образования и большей прочностью.

Искусственными называют условные рефлексы, образующиеся на стимулы, которые обычно не имеют прямого отношения к подкрепляющему их безусловному стимулу (например, световой раздражитель, подкрепляемый пищей).

В зависимости от природы рецепторных структур, на которые действуют условные стимулы, ***различают экстероцептивные, интероцептивные и проприоцептивные*** условные рефлексы.

В зависимости от структуры применяемого условного стимула различают простые и сложные (комплексные) условные рефлексы.

Различают также условные рефлексы, вырабатываемые на одновременные и последовательные комплексы стимулов, на последовательную цепь условных раздражителей, разделенных определенным временным промежутком.

Наконец, различают условные рефлексы первого, второго, третьего и т. д. порядка. Если условный стимул (свет) подкрепляется безусловным (пища), образуется условный рефлекс первого порядка. Условный рефлекс второго порядка образуется, если условный стимул (например, свет) подкрепляется не безусловным, а условным раздражителем, на который ранее был образован условный рефлекс.

Отличительные признаки безусловных и условных рефлексов

1. **Безусловные** рефлексы имеют постоянные рецептивные поля и жесткие нервные связи между рецепторами и эффекторами.

2. **Условные** рефлексы имеют непостоянные рецептивные поля и гибкие нервные связи между рецепторами и эффекторами.

Рецептивные поля – это совокупность рядом расположенных рецепторов, совместно реагирующих на раздражитель и посылающих возбуждение на определённую воспринимающую структуру.

Торможение условных рефлексов

Функционирование условно-рефлекторного механизма базируется на двух основных нервных процессах: возбуждения и торможения. В зависимости от природы физиологического механизма, лежащего в основе тормозного эффекта на условно-рефлекторную деятельность организма, различают безусловное (внешнее и запредельное) и условное (внутреннее) торможение условных рефлексов.

Различают четыре вида внутреннего торможения: угасание, дифференцировка, условный тормоз, запаздывание.

Типы высшей нервной деятельности

Представление о типологических особенностях нервной системы человека и животных является одним из определяющих в павловском учении о высшей нервной деятельности. Соотношение силы, уравновешенности и подвижности основных нервных процессов определяет типологию высшей нервной деятельности индивида. Систематизация типов высшей нервной деятельности основана на оценке трех основных особенностей процессов возбуждения и торможения: силы, уравновешенности и подвижности.

Типы высшей нервной деятельности формируются на основе как генотипа, так и фенотипа.

Современные представления о типах высшей нервной деятельности в значительной степени могут отождествляться с четырьмя типами человеческого темперамента, выделенными еще древнегреческим врачом Гиппократом (IV в. до нашей эры) на основе наблюдения за поведением людей.

Сангвинический тип характеризуется достаточной силой и подвижностью возбудительного и тормозного процессов (сильный, уравновешенный, подвижный).

Флегматический тип отличается достаточной силой обоих нервных процессов при относительно низких показателях их подвижности, лабильности (сильный, уравновешенный, инертный).

Холерический тип характеризуется высокой силой возбудительного процесса с явным преобладанием его над тормозным и повышенной подвижностью, лабильностью основных нервных процессов (сильный, неуравновешенный, безудержный).

Меланхолический тип характеризуется явным преобладанием тормозного процесса над возбудительным и их низкой подвижностью (слабый, неуравновешенный, инертный).

Необходимо иметь в виду, что отмеченные типы высшей нервной деятельности представляют собой крайние классические типы, которые в чистом виде либо вообще не встречаются, либо встречаются крайне редко.

Существенные различия в типологии человека (в отличие даже от высших животных) обусловлены наличием у него второй сигнальной системы, его мыслительной творческой деятельностью. На это обстоятельство обратил внимание еще И.П. Павлов, который предложил применительно к человеку различать два типа: художественный и мыслительный.

Сигнальная система – система условно- и безусловнорефлекторных связей высшей нервной системы животных (человека) и окружающего мира. Различают первую и вторую сигнальные системы. Термин введен академиком И.П. Павловым.

И.П. Павлов рассматривал поведение человека как высшую нервную деятельность, где общим для животных и человека являются анализ и синтез непосредственных сигналов окружающей среды, составляющих первую сигнальную систему действительности. По этому поводу Павлов писал: "Для животного действительность сигнализируется почти исключительно только раздражениями и следами их в больших полушариях, непосредственно приходящими в специальные клетки зрительных, слуховых и других рецепторов организма. Это то, что и мы имеем в себе как впечатления, ощущения и представления от окружающей внешней среды как

общеприродной, так и от нашей социальной, исключая слово, слышимое и видимое. Это – первая сигнальная система действительности, общая у нас с животными". Кроме системы конкретных сигналов у людей есть еще вторая, или словесная, сигнальная система, состоящая в том, что на рецепторы и, следовательно, на большие полушария действуют слова, слышимые (устная речь) и видимые (письменная речь).

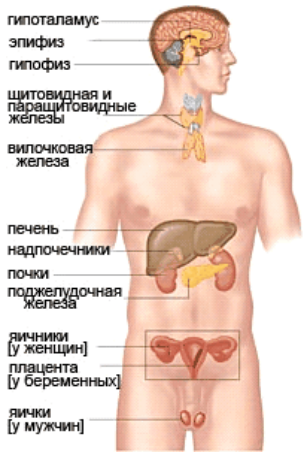
Одним из основных принципов функционирования полушарий большого мозга является асимметрия. Межполушарная асимметрия как одна из важных особенностей функционирования высших отделов мозга в основном определяется двумя моментами: асимметричной локализацией нервного аппарата второй сигнальной системы и доминированием правой руки как мощного средства адаптивного поведения человека. Полученные экспериментальные данные подтверждают представление о доминирующей роли левого полушария мозга в реализации функций второй сигнальной системы, в мыслительных операциях, в творческой деятельности с преобладанием форм абстрактного мышления. В общем виде можно считать, что люди с левополушарным доминированием относятся к мыслительному типу, а с правополушарным доминированием – к художественному. Левое полушарие большого мозга у человека специализируется на выполнении вербальных символических, правое – на обеспечении и реализации пространственных, образных функций. В этом проявляется важнейшая форма функциональной асимметрии мозга – асимметрия психической деятельности.

В процессах обучения, познания правое полушарие реализует процессы дедуктивного мышления (вначале осуществляются процессы синтеза, а затем анализа). Левое полушарие преимущественно обеспечивает процессы индуктивного мышления (вначале осуществляется процесс анализа, а затем синтеза).

Контрольные вопросы

1. Понятие о высшей нервной деятельности (ВНД).
2. Кора больших полушарий – структурная основа формирования приобретенных поведенческих реакций.
3. Условный рефлекс как форма приспособления организма к изменяющимся условиям существования.
4. Принципы рефлекторной теории (И.П.Павлов).
5. Условия выработки условных рефлексов. Сходства и отличия условных и безусловных рефлексов.
6. Условия и механизмы образования уловных рефлексов.
7. Торможение в высшей нервной деятельности, виды. Современное представление о механизмах торможения.
8. Учения И.П.Павлова о первой и второй сигнальной системах.
9. Типы ВНД человека и животных, классификация, характеристика.
10. Парность в деятельности коры больших полушарий, функциональная асимметрия полушарий головного мозга человека и ее роль в реализации психических функций (речь, мышление и др.).

2.6 Эндокринная регуляция физиологических функций



Эндокринная система человека – система желез внутренней секреции, локализованных в центральной нервной системе, различных органах и тканях; одна из основных систем регуляции организма. Регулирующее влияние эндокринная система осуществляет через гормоны, для которых характерны высокая биологическая активность (обеспечение процессов жизнедеятельности организма: роста, развития, размножения, адаптации, поведения).

Центральным звеном эндокринной системы является гипоталамус и гипофиз.

Периферическое звено эндокринной системы – щитовидная железа, кора надпочечников, а также яичники и яички, железы, паращитовидные железы, b-клетки островков поджелудочной железы.

Особое место в эндокринной системе занимает гипоталамо-гипофизарная система. Гипоталамус в ответ на нервные импульсы оказывает стимулирующее или тормозящее действие на переднюю долю гипофиза. Через гипофизарные гормоны гипоталамус регулирует функцию периферических желез внутренней секреции.

Гормоны – специфические регуляторы, которые секретируются эндокринными железами в кровь или лимфу, а затем попадают на клетки-мишени.

Виды действия гормонов:

1) собственно гормональное, или гемокринное, т.е. действие на значительном удалении от места образования, через кровь;

2) изокринное, или местное, когда гормон, синтезированный в одной клетке, оказывает действие на соседнюю клетку, находящуюся в тесном контакте с первой, и высвобождение гормона происходит в межтканевую жидкость и кровь;

3) нейрокринное, или нейроэндокринное (синаптическое и несинаптическое), действие, когда гормон, высвобождаясь из нервных окончаний, выполняет функцию нейромодулятора-комедиатора, т.е. вещества, изменяющего (обычно усиливающего) действие нейромедиатора;

4) паракринное – разновидность изокринного действия, но при этом гормон поступает в межклеточную жидкость и влияет на ряд клеток, расположенных в непосредственной близости;

5) юкстакринное – разновидность паракринного действия, когда гормон не попадает в межклеточную жидкость, а передается непосредственно через плазматическую мембрану рядом расположенной клетки-мишени;

6) аутокринное, когда высвобождающийся гормон оказывает влияние на ту же самую клетку, изменяя её состояние;

7) солинокринное, когда гормон поступает в просвет протока и достигает по нему другой клетки, оказывая на неё воздействие (например, некоторые желудочно-

кишечные гормоны).

По химическому строению известные гормоны позвоночных делят на основные классы:

- Стероиды.
- Производные полиеновых (полиненасыщенных) жирных кислот.
- Производные аминокислот.
- Белково-пептидные соединения.

Гормоны передней доли гипофиза.

АКТГ – адренокортикотропный гормон (кортикотропин).

Строение АКТГ человека (39 остатков аминокислот): стимулирует образование в корковом слое надпочечников глюкокортикоидов (гидрокортизон, кортизон, кортикостерон), слабо стимулирует образование минералокортикоидов (альдостерон) и половых гормонов (андрогены и эстрогены).

Вненадпочечниковое действие: усиливает расщепление жиров (мобилизует жиры из жировых депо и способствует окислению жиров), повышает секрецию инсулина и соматотропина, повышает усвоение аминокислот и глюкозы мышечными клетками и накопление гликогена в мышцах, вызывает гипогликемию (понижение уровня глюкозы в крови), усиливает пигментацию за счёт действия на пигментные клетки меланофоры.

Секреция АКТГ из гипофиза стимулируется кортиколиберином гипоталамуса, а также вазопрессином.

Период полувыведения АКТГ из крови короткий, измеряется минутами.

ТТГ – тиреоидный гормон (тиреотропный гормон, тиреотропин). Передняя доля гипофиза. Стимулирует образование тироксина щитовидной железой

СТГ (соматотропный гормон, соматотропин). Стимулирует рост.

Гипофункция:

у детей – карликовость, у взрослых – нарушение обмена веществ (либо ожирение, либо похудение).

Гиперфункция: у детей – гигантизм, у взрослых – акромегалия.

ФСГ – фолликулостимулирующий гормон (один из гонадотропных гормонов или гонадотропинов) У женщин совместно с ЛГ стимулирует развитие яйцеклетки в фолликулах яичников и секрецию эстрогена фолликулами на ранних стадиях менструального цикла; у мужчин вызывает образование спермы.

ЛГ – лютеинизирующий гормон (лютеотропин у женщин и ИКСГ – гормон, стимулирующий интерстициальные клетки – у мужчин). Стимулирует овуляцию, образование желтого тела, секрецию эстрогена и прогестерона, у мужчин вызывает образование андрогенов.

Пролактин (лактогенный гормон). Совместно с ЛГ вызывает секрецию гормонов желтым телом. Вызывает лактацию после родов (выделение молока). Выделяется в кровь при стрессе.

Гормоны промежуточной и задней доли гипофиза

Меланоцитостимулирующий гормон (меланотропин).

Участвует в образовании пигментов покровов и сетчатки глаза. Секреция МСГ регулируется гипоталамусом, который вырабатывает нейропептиды, стимулирующие

(либерины) или подавляющие (статины) выделение МСГ в кровь. Препараты МСГ (интермедин) назначают для повышения остроты зрения, улучшения адаптации к темноте, для лечения некоторых глазных болезней, например, пигментной дегенерации сетчатки.

Гормоны нейрогипофиза

Окситоцин – стимулирует сокращение гладкой мускулатуры матки при родах, выделение молока после родов.

Антидиуретический гормон, вазопрессин – увеличивает количество реабсорбированной воды в почечных канальцах.

Гипофункция: несахарное мочеизнурение – выделяется большое количество мочи, не содержащей сахара, и возникает сильная жажда.

Гормоны щитовидной железы

Тироксин – усиливает обмен веществ. Ускоряет расщепление питательных веществ, увеличивая производство энергии, повышает температуру тела, вместе с соматотропином контролирует скорость роста и развития, содержит йод.

Тиреокальцитонин – уменьшает содержание кальция и фосфора в крови за счет снижения их поступления из костей.

Паратиреоидный гормон – паратиреоидный гормон, паратирин и кальцитонин. Паратиреоидный гормон вызывает выход минеральных веществ из кости и стимулирует реабсорбцию кальция в почках и кишечнике, в результате чего возрастает концентрация кальция в плазме крови. Кальцитонин, напротив, стимулирует поступление кальция и фосфатов в костную ткань, в результате чего концентрация минеральных веществ в крови снижается. При высокой концентрации кальция в крови подавляется секреция паратиреоидного гормона и стимулируется секреция кальцитонина. В случае снижения концентрации кальция в крови секреция паратиреоидного гормона усиливается, а кальцитонина – ослабляется.

Гормоны мозгового слоя надпочечников

Адреналин (эпинефрин) – усиливает и учащает сердечные сокращения, повышает возбудимость сердечной мышцы, расширяет сосуды сердца и мозга, сокращает гладкую мускулатуру внутренних органов, мышцы, расширяющей зрачок, ослабляет моторную функцию желудка и кишечника, сужение сосудов брюшной полости и кожи (кроме кожи лица) и т.д.

Усиливает расщепление гликогена в печени и мышцах до глюкозы и дальнейшее ее окисление. Под влиянием адреналина повышается возбудимость рецепторов сетчатки глаза, слухового и вестибулярного аппарата. Адреналин вызывает экстренное изменение состояния организма, направленное на повышение работоспособности

Норадреналин – предшествует образованию самого адреналина. Сходен по физиологическому влиянию и свойствам с адреналином, но пороги их различны. Так, норадреналин вызывает сужение всех кровеносных сосудов.

Гормоны коркового слоя надпочечников

Альдостерон – увеличивает количество натрия и воды за счет реабсорбции из

почечных канальцев.

Кортизон – стимулирует распад пищи для энергетических потребностей и таким образом повышает устойчивость к стрессу; уменьшает воспаление.

Женские половые гормоны

Эстрогены стимулируют развитие вторичных половых признаков при половом созревании.

Прогестерон преобладает в конце менструального цикла и при беременности поддерживает тонус матки. Оба гормона подготавливают молочные железы к для образования молока и вместе с ЛГ вызывают увеличение матки.

Мужские половые гормоны

Андрогены – это группа стероидных мужских половых гормонов, вызывающих маскулинизацию (омужествление) организма животных и человека. Активируют развитие вторичных половых признаков при половом созревании.

Андрогены оказывают сильное анаболическое и антикатаболическое действие, усиливают синтез белков и тормозят их распад.

Повышают использование глюкозы клетками за счёт повышения активности гексокиназы и других гликолитических ферментов. Понижают уровень глюкозы в крови.

Увеличивают мышечную массу и силу.

Способствуют снижению общего количества подкожного жира и уменьшению жировой массы по отношению к мышечной массе, но могут увеличить отложения жира по мужскому типу (на животе) при одновременном уменьшении отложений жира в типично женских местах (ягодицы и бедра, грудь).

Нормальный уровень тестостерона в крови мужчин – 0,5-0,6 мкг/100 мл, у женщин – 0,12 мкг/100 мл. За сутки в организме зрелого мужчины вырабатывается около 15 мг тестостерона. Под действием тестостерона усиливается развитие мужских половых органов, а также вторичных половых признаков. В период внутриутробного развития тестостерон влияет на дифференцировку развивающихся половых органов и структур тела. Главные мишени тестостерона в это время – половая система, опорно-двигательная система и мозг. Под влиянием тестостерона их развитие отклоняется в мужскую сторону.

Гормоны отделов желудочно-кишечного тракта.

Гастрин – стимулирует образование желудочного сока. При переходе к кишечной фазе пищеварения секреция гастрина тормозится, что в свою очередь тормозит активность работы желудка и он переходит в состояние покоя.

Избыточная секреция гастрина может спровоцировать повышенную кислотность, развитие гиперацидного гастрита или язвенной болезни желудка либо двенадцатиперстной кишки.

Секреция гастрина повышается при стрессе (вследствие усиления симпатической стимуляции желудка), при высоком уровне глюкокортикоидов или при приёме экзогенных глюкокортикоидов, ингибиторов биосинтеза простагландинов. Это объясняет появление "стрессовых" и "стероидных" язв желудка, а также гастритов и язв

желудка при приёме нестероидных противовоспалительных.

Гормоны поджелудочной железы

Инсулин – способствует превращению глюкозы в гликоген, ускоряет транспорт глюкозы в клетки.

Глюкагон – стимулирует быстрое превращение гликогена в глюкозу в печени и превращение жиров и белков в глюкозу.

Контрольные вопросы

1. Эндокринная система: ее структурные и регуляторные физиологические функции.
2. Формы взаимодействия нервной и эндокринной систем. Понятия "внутренняя секреция" и "гормон".
3. Основные свойства гормонов. Химическая структура гормонов и ее связь с функцией.
4. Гипофиз: анатомо-функциональные особенности, гормоны, их функции, морфологические и функциональные связи с гипоталамусом.
5. Щитовидная железа: тиреоидные гормоны, механизм их действия и вызываемые ими эффекты. Проявления избыточного или недостаточного выделения гормонов.
6. Паращитовидные железы и выделяемые ими гормоны, их роль в регуляции обмена кальция и фосфора.
7. Надпочечники: строение. Гормоны коркового и мозгового вещества, их физиологические и метаболические эффекты.
8. Островковый аппарат поджелудочной железы, гормоны, их влияние на обменные процессы в организме.
9. Гормоны половых желез.
10. Роль эндокринной системы в регуляции процессов роста, развития, размножения, разных форм адаптации, поведения.

3 Система опоры и перемещения. Морфологическая харатеристика

3.1 Учение о костях и их соединениях

Опорно-двигательная система человека – функциональная совокупность костей скелета, их соединений (суставов и синартрозов) и соматической мускулатуры со вспомогательными приспособлениями, осуществляющих посредством нервной регуляции локомоции, поддержание позы, мимики и других двигательных действиях, наряду с другими системами органов образует человеческое тело (смотреть видео 3.1.1).

Функции двигательного аппарата:

- опорная;
- защитная;
- двигательная;
- рессорная;
- биологическая.

Основной структурно-функциональной единицей скелета является кость. В состав скелета входит 206 костей, они составляют примерно 18% веса тела.

Химический состав костей. Кость состоит из двух видов химических веществ: неорганических и органических. К неорганическим веществам относятся вода и соли (главным образом соли кальция). Органическое вещество кости называется оссеином. В свежей кости около 50% воды, 22% солей, 12% оссеина и 16% жира.

Основные свойства костной ткани – упругость, эластичность, прочность и твердость.

Форма костей. Форма костей в скелете человека очень разнообразна. Различают длинные, короткие, плоские и смешанные кости. Кроме того, есть кости пневматические и сесамовидные. "Расположение костей в скелете связано с выполняемой ими функцией при общей закономерности: кости построены так, что при наименьшей затрате материала обладают наибольшей крепостью, легкостью, по возможности уменьшая влияние толчков и сотрясений" (П.Ф. Лесгафт).

Длинные кости расположены на конечностях, где они как рычаги обеспечивают значительный размах движений. В этих костях преобладает продольный размер. В каждой длинной или трубчатой кости различают среднюю часть – тело (диафиз) и 2 конца (эпифизы) – проксимальный и дистальный.

Внутри тела кости находится костномозговая полость, не уменьшающая ее прочности.

Короткие кости находятся там, где вместе с подвижностью и разнообразием движений необходима прочность (позвоночный столб, кости запястья). Размеры коротких костей одинаковы в трех плоскостях.

Плоские кости не содержат полости; между двумя пластинками компактного вещества в них располагается губчатое вещество. Плоские кости участвуют в

образовании полостей для защиты органов (кости черепа, таза и др.).

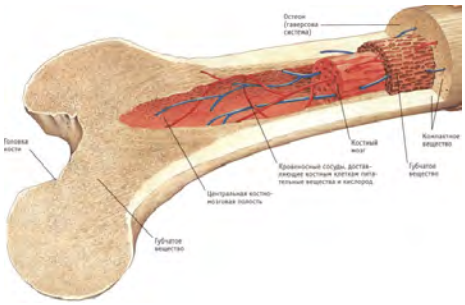
Смешанные кости – это такие, различные части которых имеют разную форму (височная кость).

Пневматические, или воздухоносные, кости имеют внутри полость, выстланную слизистой оболочкой и заполненную воздухом, что облегчает вес кости, не уменьшая ее прочности.

Сесамовидные кости – это кости, вставленные в сухожилия мышц и увеличивающие за счет этого плечо силы мышц, способствующие усилению их действия.

Строение костей.

Каждая кость снаружи покрыта соединительнотканной оболочкой – надкостницей, в которой различают два слоя: наружный и внутренний. Наружный слой надкостницы состоит из плотной волокнистой соединительной ткани, внутренний – из рыхлой соединительной ткани, в которой имеются клетки (остеобласты), продуцирующие костное вещество (в связи с чем этот слой называется остеогенным или костеобразующим). За счет внутреннего слоя происходит рост кости в толщину и срастание после нарушения целости. Надкостница богата сосудами и нервами.



Надкостница выполняет защитную функцию, питательную – сосуды из надкостницы проходят в кость – и костеобразовательную. Отделение надкостницы приводит к омертвению кости.

За надкостницей следует компактное (плотное) вещество кости, а затем губчатое вещество, состоящее из отдельных костных перекладин, расположенных в виде сетки так, что между ними образуются ячейки – полости (что напоминает губку).

Пространство внутри кости заполнено костным мозгом. Он бывает двух видов: красный и желтый. Красный костный мозг находится в ячейках губчатого вещества кости. В период внутриутробного развития все кости содержат только красный костный мозг, а после рождения в полости диафизов костей красный костный мозг постепенно к 12-15 годам замещается желтым. Общее количество красного костного мозга около 1500 $см^3$.

С возрастом компактное вещество утолщается, перекладины губчатого вещества становятся крупнее.

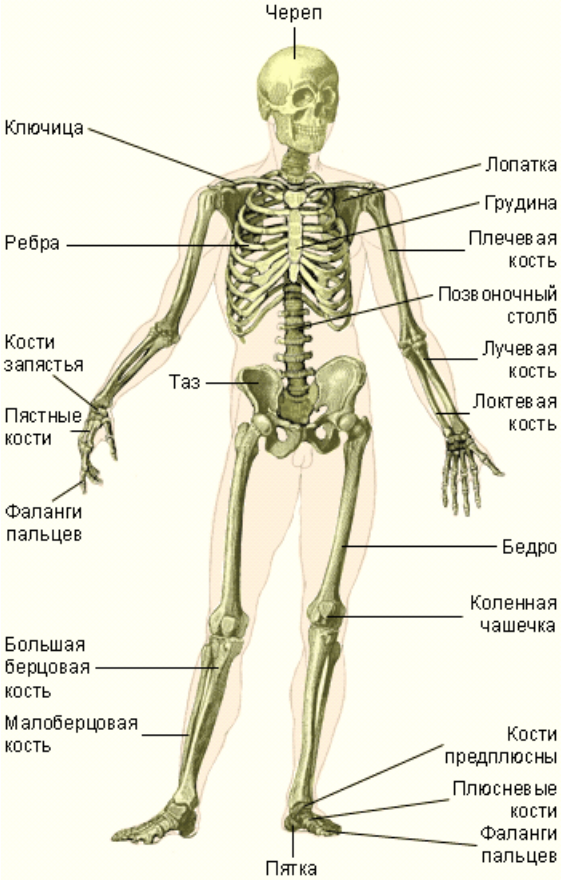
Микроскопически кость состоит из костных пластинок: пластинок остеона, вставочных пластинок и общих пластинок.

Прочность костям придают: плотная наружная поверхность, особое расположение костных перекладин, противодействующих линиям максимальной нагрузки, утолщения на концах костей. Снижают вес костей: трубчатая форма, губчатое строение и наличие полостей в трубчатых костях.

Скелет человека (др.-греч. σκελετος – "высушенный") – совокупность костей, пассивная часть опорно-двигательного аппарата. (смотреть видео 3.1.3).

Функции:

- опора мягким тканям,
- участвуют в образовании стенок полостей, в которых помещаются внутренние органы,
- точка приложения мышц (рычажная система),
- защита внутренних органов,
- кроветворение,
- обмен веществ.



Позвоночный столб, череп и грудную клетку относят к осевому скелету, кости верхних и нижних конечностей называют добавочным скелетом; почти все они соединяются в одно целое с помощью суставов, связок и других соединений.

В связи с прямохождением и образом жизни скелет человека претерпевал ряд изменений. Увеличился объём мозгового отдела черепа, уменьшились размеры лицевого отдела. Сформировались изгибы позвоночника и угол наклона таза, способствующий перенесению тяжести тела на свободные нижние конечности. Стопа приобрела сводчатое строение, что позволило выполнять роль гибкого рычага при перемещении тела. Длина пальцев стопы уменьшилась, большой палец расположен в одном ряду с другими пальцами. Вертикаль тяжести тела проходит впереди поперечной оси коленного сустава, механически способствуя удержанию колена в разогнутом положении. Выполнение трудовых операций привело к приспособительным изменениям в скелете кисти. Кости запястья уменьшились, соединения между ними стали подвижными. Удлинились фаланги пальцев, при этом большой палец противопоставлен остальным пальцам кисти, что обеспечивает функцию захвата.

В процессе онтогенеза скелет претерпевает изменения. У новорождённого ребенка в скелете почти 270 костей, что намного больше, чем у взрослого. Такое различие обусловлено тем, что детский скелет содержит большое количество мелких косточек, которые срастаются в крупные кости только к определённому возрасту. Это,

например, кости черепа, таза и позвоночника. Крестцовые позвонки, например, срастаются в единую кость (крестец) только в возрасте 18-25 лет. И остаётся 200-213 костей, в зависимости от особенностей организма.

Кости в организме человека расположены не изолированно друг от друга, а связаны между собой в одно единое целое. Причем характер их соединения определяется функциональными условиями: в одних частях скелета движения между костями выражены больше, в других – меньше. Еще П.Ф. Лесгафт писал, что "ни в одном другом отделе анатомии нельзя так "стройно" и последовательно выявить связь между формой и отправлением" (функцией). По форме соединяющихся костей можно определить характер движения, а по характеру движений – представить форму соединений.

Сустав – прерывистое, полостное соединение, позволяющее сочленяющимся костям совершать движения относительно друг друга с помощью мышц.

Строение сустава

Каждый сустав образован суставными поверхностями эпифизов костей, покрытыми гиалиновым хрящом, суставной полостью, содержащей небольшое количество синовиальной жидкости, суставной сумкой и синовиальной оболочкой. В полости коленного сустава присутствуют мениски – эти хрящевые образования увеличивают конгруэнтность (соответствие) суставных поверхностей и являются дополнительными амортизаторами, смягчающими действие толчков.

Основные элементы сустава:

- эпифизы костей, образующих сустав
- суставные хрящи
- суставная капсула
- синовиальная оболочка
- полость сустава
- синовиальная жидкость

Все многообразие соединения костей можно представить в виде трех основных типов. Различают непрерывные соединения – синартрозы, прерывные – диартрозы и полупрерывные – гемиартрозы (полусуставы).

Функциональная характеристика непрерывных соединений костей

В зависимости от характера ткани, расположенной между соединяющимися костями, различают соединения с помощью собственно соединительной ткани (синдесмозы), хрящевой (синхондрозы) и костной (синостозы).

Синдесмозы: примером могут служить желтые связки позвоночника, находящиеся между дугами позвонков.

Синхондрозы, в зависимости от строения хряща, подразделяют на соединения с помощью волокнистого хряща (между телами позвонков) и соединения с помощью гиалинового хряща (реберная дуга, между диафизом и эпифизом, между отдельными частями костей черепа и т. д.).

Синостозы. Это соединения костей костной тканью – окостенение эпифизарных хрящей, окостенение швов между костями черепа.

Непрерывные соединения костей (кроме синостозов) подвижны. Степень подвижности зависит от величины прослойки ткани и ее плотности. Более подвижными являются собственно-соединительнотканные соединения, менее подвижными – хрящевые. Непрерывные соединения также обладают хорошо выраженным свойством амортизации толчков и сотрясений.

Функциональная характеристика прерывных соединений костей

Прерывные соединения костей называют еще синовиальными соединениями, полостными соединениями или суставами. Сустав имеет свою специфическую конструкцию, расположение в организме и выполняет определенные функции.

В каждом суставе различают основные элементы и добавочные образования. К основным элементам сустава относятся: суставные поверхности соединяющихся костей, суставная сумка (капсула) и суставная полость.

Суставные поверхности соединяющихся костей должны в определенной мере соответствовать друг другу по форме. Если поверхность одной кости выпукла, то поверхность другой несколько вогнута. Суставные поверхности покрыты обычно гиалиновым хрящом, который уменьшает трение, облегчает скольжение костей при движениях, является амортизатором и предотвращает срастание костей.

Суставная сумка – это соединительнотканная оболочка, герметически окружающая суставные поверхности костей. Она имеет два слоя: наружный – фиброзный (очень плотный, крепкий) и внутренний – синовиальный (со стороны полости сустав покрыт слоем эндотелиальных клеток, которые вырабатывают синовиальную жидкость).

Суставная полость – небольшая щель между соединяющимися костями, заполненная синовиальной жидкостью, которая, смачивая поверхности соединяющихся костей, уменьшает трение, силой сцепления молекул с поверхностями костей укрепляет суставы, а также смягчает толчки.

К добавочным образованиям относятся внутрисуставные хрящи: диски, мениски, суставные губы, связки, выросты синовиальной оболочки в виде складок, ворсинок. Они являются амортизаторами, улучшают конгруэнтность поверхностей соединяющихся костей, увеличивают подвижность и разнообразие движений, способствуют более равномерному распределению давления одной кости на другую.

Суставы выполняют в основном три функции: содействуют сохранению положения тела и его отдельных звеньев, участвуют в перемещении частей тела по отношению друг к другу и, наконец, участвуют в локомоциях – перемещениях всего тела в пространстве.

Классификация суставов

По количеству соединяющихся костей суставы разделяются на простые и сложные. В простых суставах соединяются только две кости, в сложных – три и более.

По форме суставных поверхностей различают шаровидные (с разновидностью – ореховидным суставом), эллипсовидные, седловидные, цилиндрические, блоковидные и плоские суставы.

По количеству осей вращения – трехосные с тремя осями вращения, двуосные – с двумя осями вращения и одноосные – с одной осью вращения. К трехосным суставам относятся шаровидные и ореховидные, к двуосным – эллипсовидные и седловидные, к односным – блоковидные и цилиндрические. Плоские суставы осей вращения не имеют, в них возможно лишь небольшое скольжение костей по отношению друг к другу. Чем больше осей вращения в суставе, тем больше в нем подвижность и разнообразнее движения, но крепость и прочность меньше.

Осью вращения называется линия, мысленно проводимая через центр сустава, вокруг которой одна кость вращается по отношению к другой. Различают три взаимно перпендикулярные оси: **поперечную, или фронтальную, передне-заднюю, или сагиттальную**, и **вертикальную**. Все движения в суставах рассматриваются исходя из анатомического положения тела. Вокруг поперечной оси в области конечностей возможны сгибание (когда угол между соединяющимися костями уменьшается) и разгибание (когда угол между ними увеличивается); в области головы и туловища – наклоны вперед и назад. Вокруг передне-задней оси в области конечностей возможны отведение (движение от срединной линии тела) и приведение (движение к срединной линии тела); в области головы и туловища – наклоны в стороны. Вокруг вертикальной оси в области конечностей возможны поворот наружу – супинация и поворот внутрь – пронация, а в области головы и шеи – повороты в стороны (скручивание).

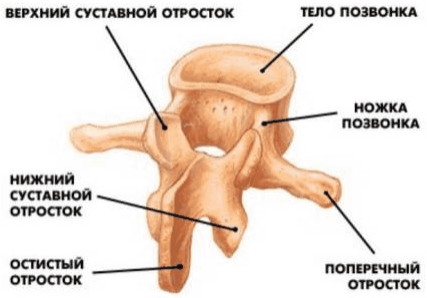
Факторы, влияющие на форму суставов: генетические факторы, тонус мышц, состояние костей и хряща, условия работы, наличие патологических процессов в суставе и др.

Позвоно́чник или позвоно́чный столб – основная часть осевого скелета человека. Состоит из 32-34 позвонков, соединённых между собой хрящами, суставами и связками, или сросшихся (смотреть видео 3.1.2).

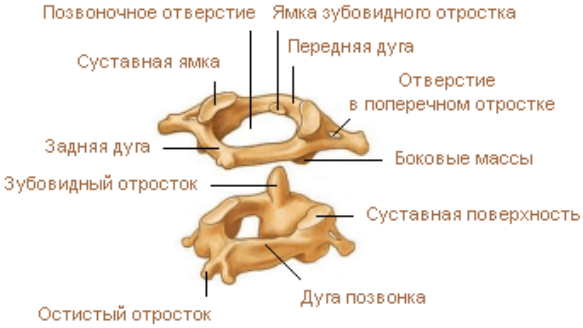
Различают 5 отделов позвоночника:
Шейный (7 позвонков, C1-C7);
Грудной (12 позвонков, Th1-Th12);
Поясничный (5 позвонков, L1-L5);
Крестцовый (5 позвонков, S1-S5);
Копчиковый (3-5 позвонков, Co1-Co5).

Есть 2 вида изгиба позвоночника: **лордоз** и **кифоз**. Лордоз – изгиб позвоночника вперед (шейный и поясничный отделы). Кифоз – изгиб позвоночника назад (грудной и крестцовый). Изгибы позвоночника способствуют амортизации при ходьбе.

Величина позвонков увеличивается сверху вниз до верхних крестцовых, а затем резко уменьшается. У шейных позвонков имеются отверстия в поперечных отростках, через которые проходят позвоночные артерия и вена. У I шейного позвонка – атланта – нет тела. Он имеет переднюю и заднюю дуги с суставными площадками сверху и снизу для сочленения с затылочной костью и II шейным позвонком. II шейный позвонок – осевой, – имеет отросток, направленный кверху (зуб), который сочленяется с I шейным позвонком. Тела позвонков (кроме I и II шейных) соединяются друг с другом посредством хрящевых межпозвонковых дисков и связок.



Строение позвонка



Шейные позвонки

Суставные отростки образуют межпозвонковые суставы.

Тела позвонков соединяются между собой и с крестцом посредством межпозвонковых дисков. Последние состоят из фиброзного кольца и желатинозного ядра, представляющего собой замкнутую полость со студенистым, стекловидным содержимым.

Межпозвонковые диски составляют у взрослого человека 20-25% длины позвоночного столба. В сегментах позвоночника, где подвижность его более выражена (поясничный, шейный отделы), высота дисков больше.

Суточное колебание длины позвоночника достигает 2 см.

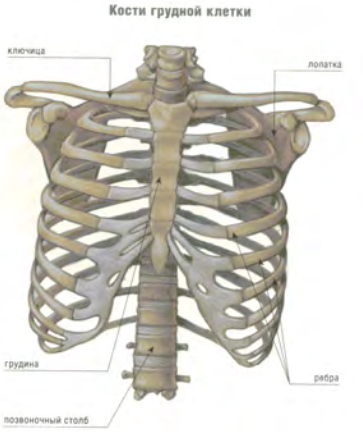
Движения позвоночника могут происходить вокруг трех осей: поперечной (сгибание и разгибание), сагиттальной (наклон в стороны) и вертикальной (круговые движения). Наиболее подвижны шейный и поясничный отделы позвоночника. Степень и характер подвижности позвоночника связаны с рядом условий, в частности, с формой и положением суставных отростков, высотой межпозвонковых дисков, наличием ребер, которые ограничивают движения грудного отдела

Кровоснабжение позвоночника осуществляется из крупных артерий, проходящих либо непосредственно по телам позвонков, либо вблизи их, причем эти сосуды отходят

непосредственно от аорты или от подключичной артерии.

Отток венозной крови от позвоночника осуществляется в систему верхней и нижней полых вен по позвоночной, межреберным, поясничным и крестцовым венам.

Грудная клетка (thorax) образуется за счет 12 пар ребер, грудины, хрящей и связочного аппарата для сочленения с грудиной и с 12 грудными позвонками. Все эти образования формируют грудную клетку, которая в различные возрастные периоды имеет свои особенности строения. Истинные ребра (с 1-й до 7-й пары) посредством хрящей соединяются с грудиной, из остальных 5 ложных ребер хрящевые концы 8-й, 9-й и 10-й пар соединяются с хрящом вышележащего ребра, а 11-я и 12-я пары не имеют реберных хрящей и обладают наибольшей подвижностью, так как оканчиваются свободно. Со 2-й по-7-ю пары ребер соединены с грудиной небольшими суставами. Грудина – непарная кость, в которой различают 3 части: рукоятку, тело и мечевидный отросток.



Форма грудной клетки зависит от возраста и пола. Она изменяется и вследствие перераспределения силы тяжести тела при стоянии и ходьбе, а также в зависимости от развития мускулатуры плечевого пояса. Грудная клетка сплющена спереди назад и расширена в поперечном направлении.

Первое ребро, рукоятка грудины и I грудной позвонок ограничивают верхнюю апертуру грудной клетки, имеющее размер 5×10 см. Границы нижней апертуры грудной клетки составляют мечевидный отросток грудины, хрящевая дуга, XII позвонок и последнее ребро.

Во время вдоха и выдоха размеры грудной клетки изменяются.

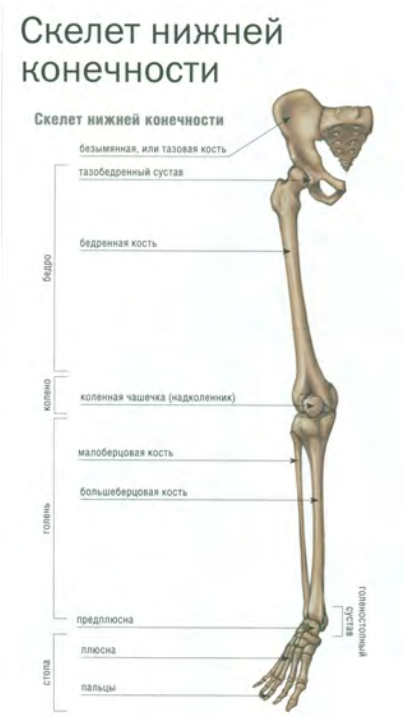
Возрастные особенности. У новорожденного грудная клетка напоминает по форме грудную клетку животных, у которых, как известно, сагиттальный размер преобладает над фронтальным. В тех случаях, когда при рахите нарушается минеральный обмен и наступает задержка отложения солей в костях, грудная клетка приобретает килевидную форму – "куриная грудь".

Подгрудинный угол у новорожденного достигает 45°, у взрослого – 15°. С 15 лет отмечаются половые различия в строении грудной клетки. У мужчин грудная клетка больше, но имеется более крутой изгиб ребра в области угла, они имеют брюшной тип дыхания. Эта особенность сказывается также на форме грудной клетки и характере дыхания. У женщин форма грудной клетки более плоская, преобладает грудной тип дыхания.

В росте окружности грудной клетки также наблюдаются половые различия. Окружность грудной клетки у мальчиков с 8 до 10 лет увеличивается на 1-2 см в год, а к периоду полового созревания, с 11 лет – на 2-5 см. Величина окружности грудной клетки превосходит половину величины роста у девочек до 7-8 лет, а у мальчиков – до 9-10, и с этого возраста половина величины роста становится больше размера окружности грудной клетки. У мальчиков с 11 лет ее прирост меньше, чем у девочек.

У пожилых значительно понижается эластичность реберных хрящей, что уменьшает и экскурсию ребер при дыхании. Физические упражнения оказывают значительное формирующее влияние на форму грудной клетки. Они не только укрепляют мускулатуру, но и увеличивают объём движений в суставах ребер, что приводит к увеличению объема грудной клетки и жизненной емкости легких при вдохе.

Кости верхней конечности представлены поясом верхней конечности (кости лопатки и ключицы) и скелетом свободной части верхней конечности (плечевая, локтевая, лучевая, кости запястья, пястья и фаланги пальцев).



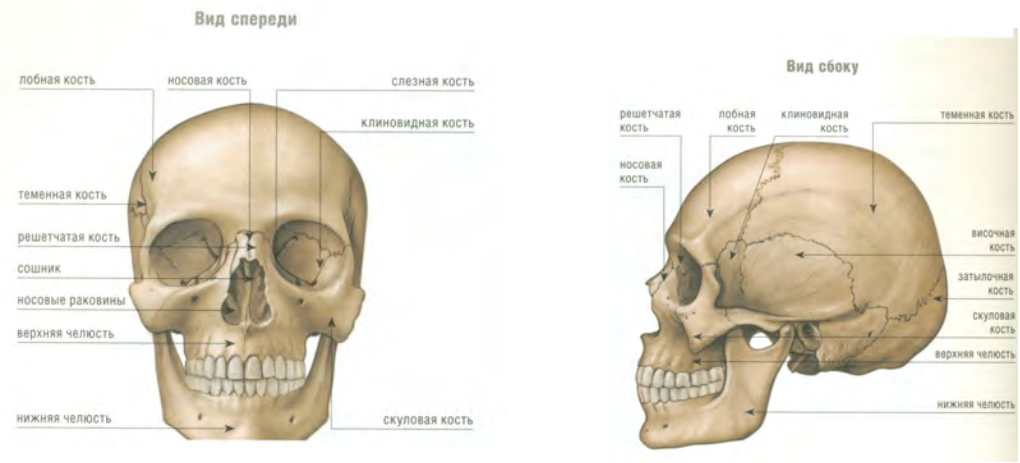
В скелете **нижней конечности** выделяют пояс нижней конечности (тазовые кости) и свободную часть нижней конечности (бедренная кость, надколенник, кости голени — большеберцовая и малоберцовая — и кости стопы: предплюсневые, плюсневые, кости и фаланги пальцев).

Череп человека (cranium) – костный каркас головы, совокупность костей. Череп человека сформирован 23 костями, помимо которых в полости среднего уха присутствует ещё три парные слуховые косточки – молоточек, наковальня и стремя.

Череп представляет собой комплекс костей, прочно соединенных швами, служащих опорой и защитой различным по происхождению и функциям органам. В полостях черепа расположены головной мозг, органы зрения, слуха, обоняния, вкуса и начальные отделы пищеварительной и дыхательной систем.

Череп подразделяют на два отдела. Отдел, в котором помещается головной мозг, называют мозговым черепом. К этому отделу относятся непарные кости: лобная, клиновидная, затылочная, решетчатая и парные кости: теменная и височная. Второй отдел, образующий костную основу лица и начала пищеварительной и дыхательной трубок, – это лицевой (висцеральный) череп. Значительную часть лицевого черепа занимает скелет жевательного аппарата, представленный парной верхнечелюстной костью и непарной нижней челюстью, подвижно сочлененной с черепом. Парные кости: нижняя носовая раковина, небная, носовая, слезная, скуловая, а также непарные

кости: сошник и подъязычная, которые входят в состав стенок глазниц, носовой и ротовой полостей и определяют конфигурацию лицевого отдела черепа.



Швы черепа

Кости черепа соединяются при помощи швов. Кости лица, прилегая друг к другу ровными краями, образуют плоские (гармоничные) швы: чешуйчатый, венечный, зубчатый. На пересечении сагиттального и лямбдовидного швов образуется малый родничок. Следует отметить, что у детей швы более эластичны, а у взрослых, особенно у стариков, большинство швов окостеневает.

Контрольные вопросы

1. Анатомо-функциональные особенности строения кости. Классификация костей: трубчатые, губчатые, плоские, смешанные и воздухоносные кости.
2. Строение кости: органическая и неорганическая части. Строение остеона.
3. Понятие о скелете и его функциях. Особенности строения скелета человека в связи с выполняемыми функциями.
4. Функциональная анатомия соединения костей: непрерывные соединения (синдесмозы, синхондрозы, синостозы) и суставы. Факторы, влияющие на форму суставов.
5. Осевой скелет: позвоночный столб (строение позвонков), грудная клетка (ребра и грудина).
6. Череп: кости мозгового и лицевого отделов; отверстия в черепе и их назначение.
7. Скелет туловища (соединения позвонков, ребер с позвонками, грудиной). Грудная клетка в целом.
8. Скелет верхней конечности, соединения костей пояса верхней конечности и костей свободной верхней конечности.
9. Скелет нижней конечности, соединения костей пояса нижней конечности и костей свободной верхней конечности.
10. Особенности опорно-двигательного аппарата человека в связи с прямохождением, трудовой деятельностью и развитием головного мозга.

3.2 Учение о мышцах

Мышцы – органы тела животных и человека, состоящие из мышечной ткани, способной сокращаться под влиянием нервных импульсов.

Функции мышц:

- перемещение тела в пространстве, смещение одних его частей относительно других (динамическая функция);
- активная фиксация их положения относительно друг друга (статическая функция);
- изменение объёма полости тела или просвета сосуда, движение кожи и др. ;
- защитная;
- теплообменная;
- социальная (мимическая).

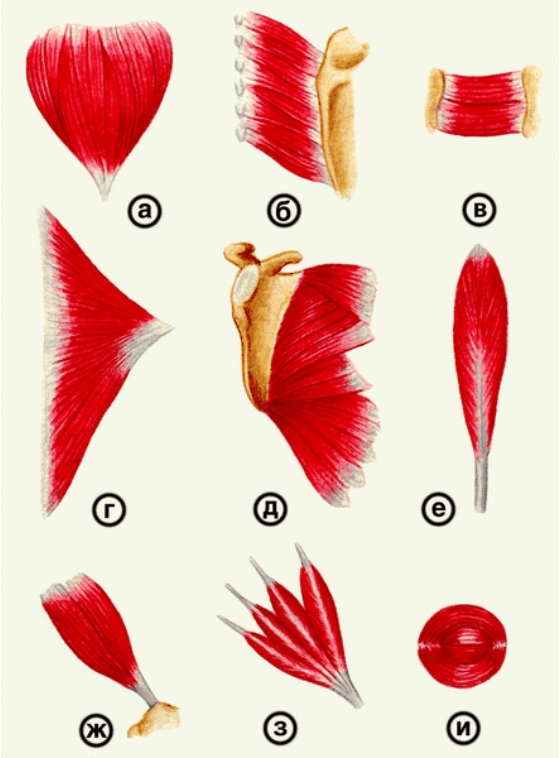
Классификация мышц.

1. По форме различают длинные, короткие, широкие, круглые, веретенообразные, ромбовидные, квадратные, трапециевидные мышцы.
2. По архитектонике мышечных пучков – простые (мышечные волокна параллельные), перистые (косые волокна присоединяются к сухожилию с одной или двух сторон), поперечные, круговые.
3. По положению – мышцы головы, шеи, туловища, верхних и нижних конечностей.
4. По топографическому признаку – поверхностные и глубокие, наружные и внутренние, латеральные и медиальные.
5. По числу вовлекаемых в движение суставов – одно-, дву- или многосуставные мышцы.
6. По характеру выполняемых движений и по действию на сустав различают сгибатели, или флексоры, и разгибатели, или экстензоры; приводящие – аддукторы и отводящие – абдукторы; вращающие – ротаторы (супинаторы вращают конечность наружу, пронаторы – внутрь); поднимающие – леваторы, опускающие – депрессоры; сжимающие – сфинктеры, или констрикторы, расширяющие – дилататоры; напрягающие – тензоры и выпрямляющие – эректоры. Выделяют также мимические, жевательные и дыхательные мышцы.

По своему строению мышечные ткани делятся на поперечнополосатые и гладкие. Кроме того, существует и промежуточный вариант – это сердечная поперечнополосатая мышечная ткань.

Каждая мышца обильно снабжена нервными волокнами и капиллярами. Совместная работа мышц организована по принципам синергизма и антагонизма. Мышцы-синергисты действуют вместе в одном направлении, вызывая сходный эффект (например, сгибание). Мышцы-антагонисты совершают противоположно

направленные движения (например, одни – сгибание, другие – разгибание). Антагонизм и синергизм мышц представляют собой их временное функциональное объединение. Координация работы мышц находится под контролем нервной системы.



Скелетные мышцы различной формы:
а – дельтовидная; б – ромбовидная;
в – квадратная; г – трапециевидная;
д – зубчатая (передняя зубчатая);
е – камбаловидная; ж – грушевидная;
з – червеобразные; и – круговая мышца глаза

Функционально различают непроизвольную и произвольную мускулатуру. Непроизвольная мускулатура образована гладкой (неисчерченной) мышечной тканью. Она формирует мышечные оболочки полых органов, стенок кровеносных и лимфатических сосудов. Структурной единицей гладкой мышечной ткани является миоцит, в цитоплазме которого находятся тонкие волокна – миофибриллы. Гладкая мышечная ткань обеспечивает перистальтику полых органов, тонус кровеносных и лимфатических сосудов.

Произвольная мускулатура образована поперечнополосатой (исчерченной) мышечной тканью, которая составляет активную часть двигательного аппарата и обеспечивает перемещение тела в пространстве. Особое место занимает миокард, состоящий из поперечнополосатой мышечной ткани, но сокращающийся непроизвольно. Структурной и функциональной единицей скелетной мышечной ткани служит поперечнополосатое мышечное волокно, представляющее собой многоядерное симпластическое образование. Каждое мышечное волокно (миоцит) включает множество субъединиц – миофибрилл, которые построены из повторяющихся в продольном направлении блоков (саркомеров). Саркомер является функциональной единицей сократительного аппарата скелетной мышцы. поперечной исчерченности, которая определяется особым строением миофибрилл, в которых чередуются участки с различными физико-химическими и оптическими свойствами – так называемые анизотропные и изотропные диски. Различные оптические свойства этих дисков обусловлены разным сочетанием в них тонких и толстых миофиламентов – тончайших белковых нитей, входящих в состав миофибрилл. Тонкие миофиламенты построены из белка актина, а толстые – из миозина. При взаимодействии этих белков происходит укорочение миофибриллы, и, как следствие этого процесса, синхронно протекающего почти во всех миофибриллах, возникает сокращение мышечного волокна.

В мышечных волокнах содержится специфический белок миоглобин, который

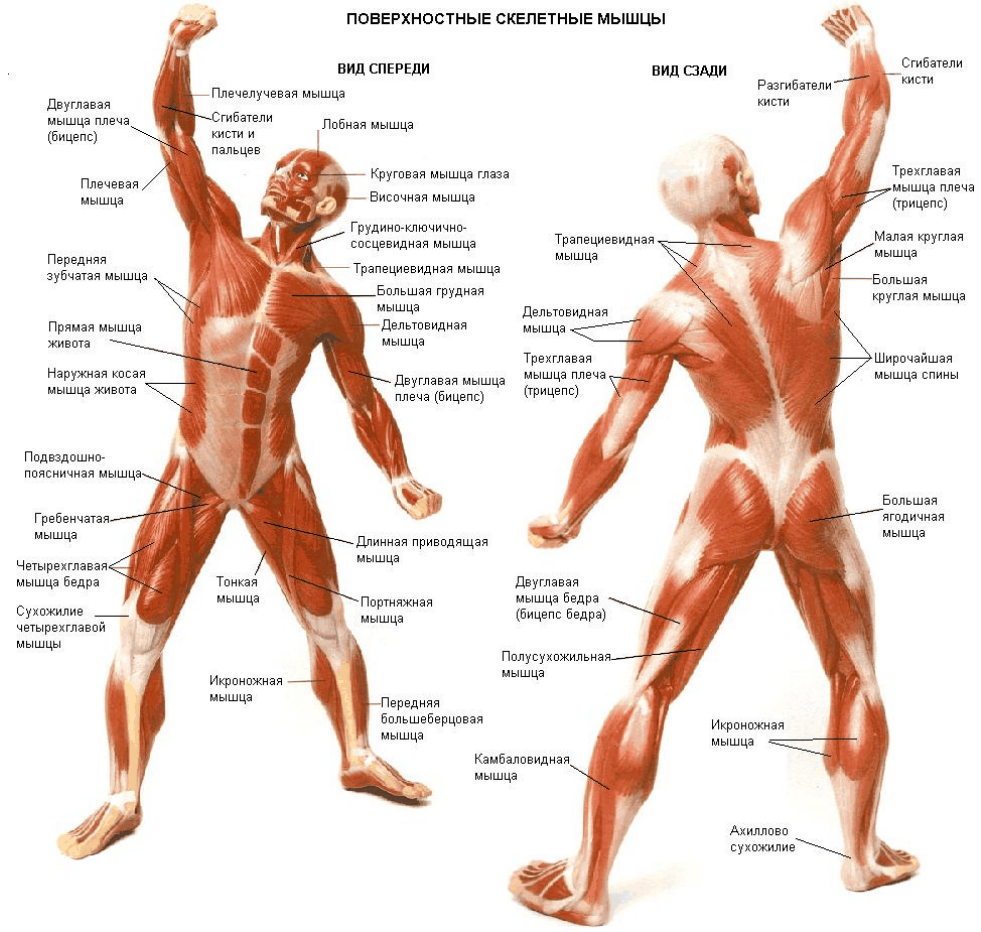
осуществляет накопление кислорода, поступающего в процессе дыхания в мышцы, и отдает его по мере необходимости при сокращении мышц.

Мышечные волокна объединяются в пучки различных порядков. Рыхлая соединительная ткань внутри мышечных пучков называется эндомизием. Между собой пучки мышечных волокон соединяются рыхлой волокнистой соединительной тканью (внутренний перимизий). Снаружи мышцы покрыты более плотной соединительной тканью (наружный перимизий).

В местах прикрепления скелетных мышцы к костям они нередко переходят в сухожилия, особенно хорошо выраженные у длинных мышц. Все сухожилия построены из плотной соединительной ткани и отличаются большой сопротивляемостью растяжению.

Снаружи мышцы окружены фасциями, представляющими собой плотные фиброзные оболочки. Наряду с фасциями к вспомогательным аппаратам мышцы относят синовиальные влагалища, синовиальные сумки, мышечные блоки и сесамовидные кости.

У человека насчитывают около 600 скелетных мышц, которые составляют в среднем до 40% массы тела.



Мышцы сокращаются под влиянием нервных импульсов, поступающих из центральной нервной системы. На каждом поперечнополосатом мышечном волокне

имеется специальное двигательное нервное окончание (концевая моторная бляшка), посредством которого нервный импульс передается с нервного волокна на мышечное. Один мотонейрон иннервирует до нескольких десятков мышечных волокон, расположенных в разных частях мышцы. В связи с этим мотонейрон и иннервируемые им мышечные волокна принято называть нейромоторной единицей.

Сила мышц зависит от сократительной силы входящих в ее состав отдельных мышечных волокон, исходной длины мышц, площади ее прикрепления к костям, физиологического поперечника, соотношения быстрых и медленных волокон, частоты поступающих в мышцы нервных импульсов, тренированности испытуемых, степени утомления.

Функциональная анатомия мышц

Мышцы пояса верхней конечности

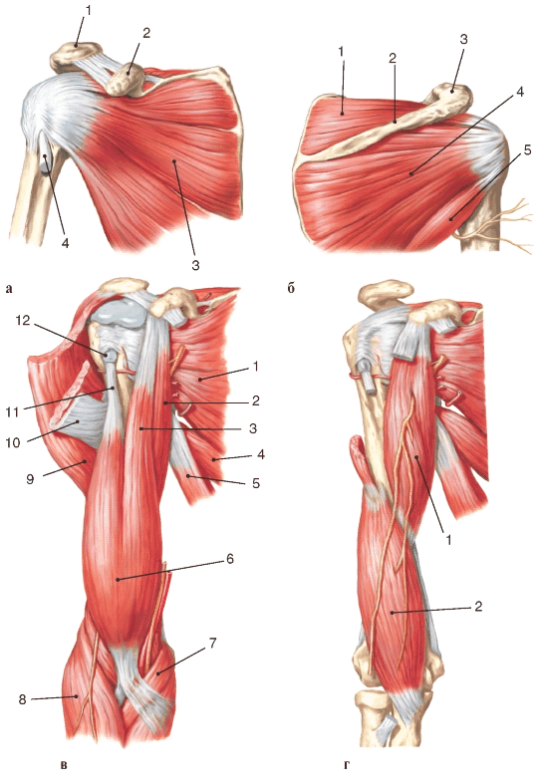


Рис. Мышцы пояса верхней конечности:

а - вид спереди: 1 - акромиальный отросток; 2 - клювовидный отросток; 3 - подлопаточная мышца; 4 - сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча;

б - вид сзади: 1 - надостная мышца; 2 - ость лопатки; 3 - акромиальный отросток; 4 - подостная мышца; 5 - малая круглая мышца;

в - мышцы плеча (поверхностный слой): 1 - подлопаточная мышца; 2 - клювовидно-плечевая мышца; 3 - короткая головка двуглавой мышцы плеча; 4 - большая круглая мышца; 5 - широчайшая мышца спины; 6 - брюшко двуглавой мышцы плеча; 7 - круглый пронатор; 8 - плечелучевая мышца; 9 - дельтовидная мышца; 10 - большая грудная мышца; 11 - длинная головка двуглавой мышца плеча; 12 - синовиальное влагалище длинной головки в полости плечевого сустава;

г - мышцы плеча (глубокий слой): 1 - клювовидно-плечевая мышца; 2 - плечевая мышца.

Функциональные группы мышц, производящие движения пояса верхней конечности:

• вперед – большая грудная мышца, малая грудная мышца, передняя зубчатая мышца;

• назад – трапециевидная мышца, ромбовидные мышцы (большая и малая), широчайшая мышца спины;

• вверх (поднимание пояса) – трапециевидная мышца (верхние пучки), мышца-подниматель лопатки, ромбовидные мышцы, грудино-ключично-сосцевидная мышца;

• вниз – малая грудная мышца, подключичная мышца, трапециевидная мышца (нижние пучки), передняя зубчатая мышца (нижние зубцы).

Функциональные группы мышц, производящие вращения лопатки (вокруг переднезадней оси):

• вращение лопатки нижним углом внутрь (к позвоночному столбу) – малая грудная мышца, большая ромбовидная мышца (нижняя часть);

• вращение лопатки нижним углом кнаружи (от позвоночного столба) – трапециевидная мышца (верхняя и нижняя части), передняя зубчатая (нижние и средние пучки), большая круглая мышца.

Мышцы свободной верхней конечности

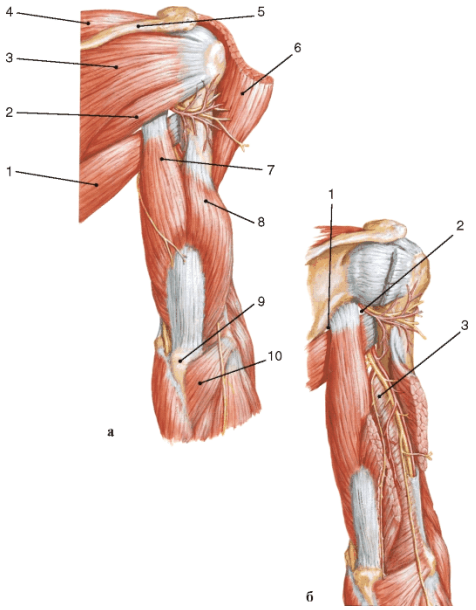


Рис. Мышцы плеча, вид сзади:

а: 1 - большая круглая мышца; 2 - малая круглая мышца; 3 - подостная мышца; 4 - надостная мышца; 5 - лопаточная ость; 6 - дельтовидная мышца; 7 - длинная головка трехглавой мышцы плеча; 8 - латеральная головка трехглавой мышцы плеча; 9 - локтевой отросток; 10 - локтевая мышца;

б: 1 - трехстороннее отверстие; 2 - четырехстороннее отверстие; 3 - медиальная головка трехглавой мышцы плеча.

Функциональные группы мышц, производящие движения плеча в плечевом суставе:

• сгибание плеча – дельтовидная мышца (передняя часть), большая грудная мышца, клювовидно-плечевая мышца, двуглавая мышца плеча;

• разгибание плеча – дельтовидная мышца (задняя часть), широчайшая мышца спины, подостная мышца, малая круглая мышца, большая круглая мышца;

• отведение плеча – дельтовидная мышца, надостная мышца;

• приведение плеча – большая грудная мышца, широчайшая мышца спины (одновременное сокращение), подостная мышца, малая круглая мышца, большая круглая мышца, подлопаточная мышца, длинная головка трехглавой мышцы плеча, клювовидно-плечевая мышца;

• супинация плеча – дельтовидная мышца (задняя часть), подостная мышца, малая круглая мышца;

• ротация плеча – дельтовидная мышца (передняя часть), большая грудная мышца, широчайшая мышца спины, большая круглая мышца, подлопаточная мышца, клювовидно-плечевая мышца.

Функиионалные группы мышц, производящие движения в локтевом и лучелоктевом суставах (проксимальном, дистальном):

• сгибание предплечья – двуглавая мышца плеча, плечевая мышца, плечелучевая мышца, мышца круглый пронатор;

• разгибание предплечья – трехглавая мышца плеча, локтевая мышца;

• супинация предплечья – двуглавая мышца плеча, плечелучевая мышца, мышца-супинатор;

• ротация предплечья – мышца-круглый пронатор, мышца-квадратный пронатор, плечелучевая мышца.

Функциональные группы мышц, производящие движения кисти:

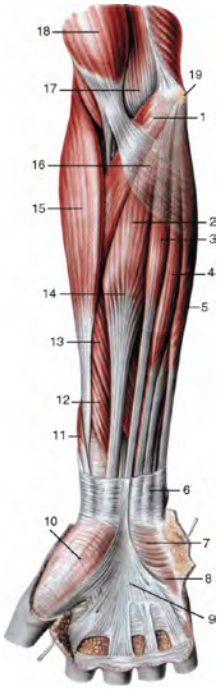
• сгибание кисти – лучевой сгибатель запястья, локтевой сгибатель запястья, длинная ладонная мышца, поверхностный сгибатель пальцев, глубокий сгибатель пальцев, длинный сгибатель большого пальца;

• разгибание кисти – длинный лучевой разгибатель запястья, короткий лучевой разгибатель запястья, длинный разгибатель большого пальца, локтевой разгибатель запястья, разгибатель пальцев, разгибатель мизинца, разгибатель указательного пальца;

• отведение кисти – лучевой сгибатель запястья, длинный и короткий лучевые разгибатели запястья (при одновременном сокращении), длинный и короткий разгибатель большого пальца, длинная отводящая мышца большого пальца;

• приведение кисти – локтевой сгибатель запястья, локтевой разгибатель запястья (одновременное сокращение).

Мышцы передней стороны предплечья. Поверхностный слой, вид спереди.



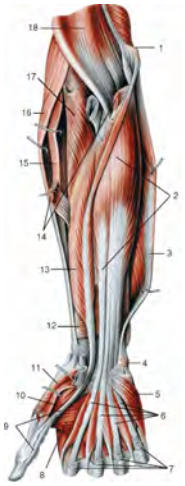
Поверхностный сгибатель пальцев, вид спереди. Круглый пронатор, лучевой сгибатель запястья и длинная ладонная мышца удалены

Рис. Мышцы передней стороны предплечья. Поверхностный слой, вид спереди:

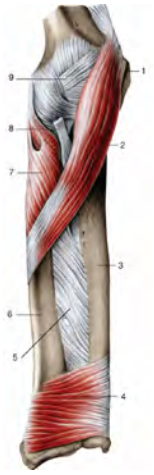
1 – круглый пронатор; 2 – лучевой сгибатель запястья; 3 – длинная ладонная мышца; 4 – поверхностный сгибатель пальцев; 5 – локтевой сгибатель запястья; 6 – удерживатель сгибателей; 7 – короткая ладонная мышца; 8 – возвышение мизинца; 9 – ладонный апоневроз; 10 – возвышение большого пальца; 11 – сухожилие длинной мышцы, отводящей большой палец кисти; 12 – длинный сгибатель большого пальца кисти; 13 – поверхностный сгибатель пальцев; 14 – лучевой сгибатель запястья; 15 – плечелучевая мышца; 16 – апоневроз двуглавой мышцы плеча; 17 – плечевая мышца; 18 – двуглавая мышца плеча; 19 – медиальный надмыщелок.

Рис. Поверхностный сгибатель пальцев, вид спереди. Круглый пронатор, лучевой сгибатель запястья и длинная ладонная мышца удалены:

1 – медиальный надмыщелок плечевой кости; 2 – плечелоктевая головка поверхностного сгибателя пальцев; 3 – поверхностный сгибатель пальцев; 4 – квадратный пронатор; 5 – фасция предплечья; 6 – сухожилие длинной ладонной мышцы; 7 – сухожилие лучевого сгибателя запястья; 8 – длинный сгибатель большого пальца кисти; 9 – лучевая головка поверхностного сгибателя пальцев; 10 – супинатор; 11 – плечелучевая мышца; 12 – плечевая мышца.



Глубокий сгибатель пальцев, вид спереди. Поверхностные мышцы предплечья удалены



Квадратный пронатор и круглый пронатор, вид спереди. Другие мышцы передней стороны предплечья удалены

Мышцы задней стороны предплечья, вид сзади

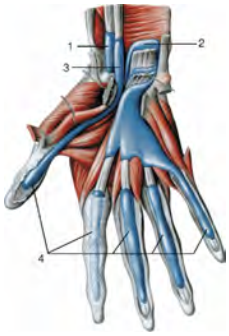
Рис. Глубокий сгибатель пальцев, вид спереди. Поверхностные мышцы предплечья удалены:

1 – медиальный надмыщелок плечевой кости; 2 – глубокий сгибатель пальцев; 3 – локтевой сгибатель запястья; 4 – гороховидная кость; 5 – мышца, противопоставляющая мизинец; 6 – сухожилия глубокого сгибателя пальцев; 7 – сухожилия поверхностного сгибателя пальцев (отрезаны); 8 – мышца, приводящая большой палец кисти; 9 – сухожилие длинного сгибателя большого пальца кисти; 10 – короткий сгибатель большого пальца кисти; 11 – мышца, противопоставляющая большой палец кисти; 12 – квадратный пронатор; 13 – длинный сгибатель большого пальца руки; 14 – круглый пронатор; 15 – длинный лучевой разгибатель запястья; 16 – плечелучевая мышца; 17 – супинатор; 18 – плечевая мышца.

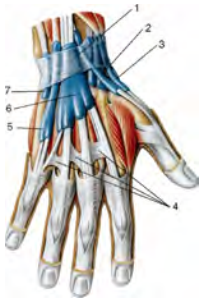
Рис. Квадратный пронатор и круглый пронатор, вид спереди. Другие мышцы передней стороны предплечья удалены:

1 – медиальный надмыщелок; 2 – круглый пронатор; 3 – локтевая кость; 4 – квадратный пронатор; 5 – межкостная перепонка предплечья; 6 – лучевая кость; 7 – супинатор; 8 – сухожилие двуглавой мышцы плеча; 9 – суставная капсула.

Рис. Мышцы задней стороны предплечья, вид сзади: 1 – латеральный надмыщелок; 2 – длинный лучевой разгибатель запястья; 3 – короткий лучевой разгибатель запястья; 4 – разгибатель пальцев; 5 – длинная мышца, отводящая большой палец кисти; 6 – короткий разгибатель большого пальца кисти; 7 – удерживатель разгибателей; 8 – сухожилие мышцы- длинного разгибателя большого пальца кисти; 9 – сухожилие разгибателя указательного пальца; 10 – сухожилия разгибателя пальцев; 11 – межсухожильные соединения; 12 – сухожилие разгибателя мизинца; 13 – локтевой разгибатель запястья; 14 – разгибатель мизинца; 15 – локтевой разгибатель запястья; 16 – локтевая мышца; 17 – локтевой отросток; 18 – трехглавая мышца плеча.



Синовиальные влагалища кисти



Синовиальные влагалища сухожилий мышц-разгибателей пальцев правой кисти, вид сзади

Рис. Синовиальные влагалища кисти:

1 – влагалище сухожилий лучевого сгибателя кисти; 2 – общее синовиальное влагалище сгибателей пальцев; 3 – влагалище сухожилий длинного сгибателя большого пальца кисти; 4 – синовиальные и фиброзные влагалища сухожилий пальцев кисти.

Рис. Синовиальные влагалища сухожилий мышц-разгибателей пальцев правой кисти, вид сзади:

1 – удерживатель разгибателей; 2 – влагалище сухожилий лучевых разгибателей запястья; 3 – влагалища сухожилий длинной мышцы, отводящей большой палец кисти, и короткого разгибателя большого пальца кисти; 4 – межсухожильные соединения; 5 – влагалище сухожилия разгибателя мизинца; 6 – влагалище сухожилий разгибателей пальцев и разгибателя указательного пальца; 7 – влагалище сухожилий локтевого разгибателя запястья.

Функциональные группы мышц, производящие движения пальцев:

• сгибание пальцев – поверхностный сгибатель пальцев, глубокий сгибатель пальцев, длинный сгибатель большого пальца, короткий сгибатель большого пальца, короткий сгибатель мизинца, межкостные мышцы, червеобразные мышцы;

• разгибание пальцев – разгибатель пальцев, разгибатель указательного пальца, разгибатель мизинца, длинный разгибатель большого пальца, короткий разгибатель большого пальца;

• отведение пальцев – тыльные межкостные мышцы, длинная отводящая мышца большого пальца, короткая отводящая мышца большого пальца, отводящая мышца мизинца;

• приведение пальцев – ладонные межкостные мышцы, приводящая мышца большого пальца;

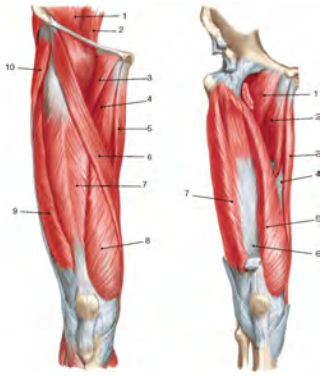
• противопоставление большого пальца – противопоставляющая мышца большого пальца;

• противопоставление мизинца – противопоставляющая мышца мизинца.

Фасциальные образования верхней конечности: межмышечные перегородки, апоневроз двуглавой мышцы плеча (фасция Пирогова), удерживатель сгибателей, удерживатель разгибателей.

Топографические образования верхней конечности: подмышечная ямка, подключичная ямка, дельтовидно-грудная борозда, локтевая ямка, внутренняя двуглавая борозда, наружная двуглавая борозда, лучевая борозда, локтевая борозда.

Мышцы нижней конечности

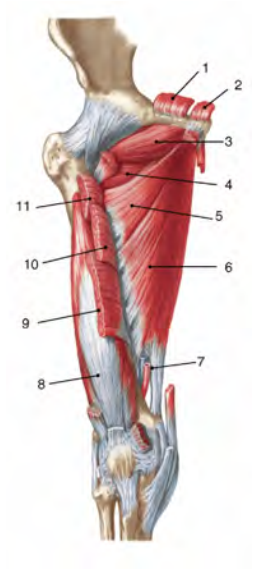


Мышцы бедра, вид спереди

Рис. Мышцы бедра, вид спереди:

а – поверхностный слой: 1 – подвздошная мышца; 2 – большая поясничная мышца; 3 – гребенчатая мышца; 4 – длинная приводящая мышца; 5 – тонкая мышца; 6 – портняжная мышца; 7 – прямая мышца бедра; 8 и 9 – медиальная и латеральная широкие мышцы бедра; 10 – напрягатель широкой фасции;

б – часть мышц удалена: 1 – гребенчатая мышца; 2 – длинная приводящая мышца; 3 – тонкая мышца; 4 – приводящий канал; 5 – медиальная широкая мышца бедра; 6 – промежуточная широкая мышца бедра; 7 – латеральная широкая мышца бедра.



Мышцы бедра, вид спереди (часть мышцы удалена, другие перерезаны и отвернуты)

Рис. Мышцы бедра, вид спереди (часть мышцы удалена, другие перерезаны и отвернуты):

1, 11 – гребенчатые мышцы; 2 – длинная приводящая мышца; 3 – наружная запирательная мышца; 4 – квадратная мышца бедра; 5 – малая приводящая мышца; 6 – большая приводящая мышца; 7 – сосуды в приводящем канале; 8 – промежуточная широкая мышца бедра; 9 – длинная приводящая мышца; 10 – короткая приводящая мышца.

Функциональные группы мышц, производящие движения бедра:

• сгибание бедра – подвздошно-поясничная мышца, портняжная мышца, мышца-натягиватель широкой фасции бедра, гребешковая мышца, прямая мышца бедра;

• разгибание бедра – большая ягодичная мышца, двуглавая мышца бедра, полусухожильная мышца, полуперепончатая мышца, большая приводящая мышца;

• отведение бедра – мышца-натягиватель широкой фасции бедра, средняя ягодичная мышца, малая ягодичная мышца, грушевидная мышца, внутренняя запирательная мышца, мышцы-близнецы;

• приведение бедра – гребешковая мышца, длинная, короткая, большая, приводящие мышцы, нежная мышца;

• супинация бедра – подвздошно-поясничная мышца, портняжная мышца, большая ягодичная мышца, средняя и малая ягодичные мышцы (задние пучки), грушевидная мышца, внутренняя запирательная мышца, мышцы-близнецы, квадратная мышца бедра, наружная запирательная мышца;

• пронация бедра – мышца-натягиватель широкой фасции бедра, средняя и малая ягодичные мышцы (передние пучки), полусухожильная мышца, полуперепончатая мышца, нежная мышца.

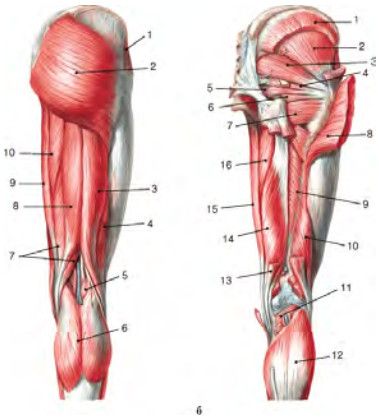
Функциональные группы мышц, производящие движения голени:

• сгибание голени – двуглавая мышца бедра, полусухожильная мышца, полуперепончатая мышца, портняжная мышца, нежная мышца, подколенная мышца, икроножная мышца, подошвенная мышца;

• разгибание голени – четырехглавая мышца бедра (4 головки – прямая мышца бедра, широкая наружная мышца, широкая внутренняя мышца, широкая промежуточная мышца);

• супинация голени – двуглавая мышца бедра, наружная головка икроножной мышцы;

• пронация голени – портняжная мышца, нежная мышца, полусухожильная мышца, полуперепончатая мышца, внутренняя головка икроножной мышцы, подколенная мышца.



Мышцы нижней конечности, вид сзади

Мышцы голени, вид спереди

Рис. Мышцы нижней конечности, вид сзади:

а – поверхностный слой: 1 – напрягатель широкой фасции бедра; 2 – большая ягодичная мышца; 3 – двуглавая мышца бедра (длинная головка); 4 – двуглавая мышца бедра (короткая головка); 5 – подошвенная мышца (рядом проходят сосуды в надколенной ямке); 6 – икроножная мышца; 7 – полуперепончатая мышца; 8 – полусухожильная мышца; 9 – тонкая мышца; 10 – большая приводящая мышца;

б – часть мышц удалена: 1 – средняя ягодичная мышца; 2 – малая ягодичная мышца; 3 – грушевидная мышца; 4 – верхняя близнецовая мышца; 5 – внутренняя запирательная мышца; 6 – нижняя близнецовая мышца; 7 – квадратная мышца бедра; 8 – большая ягодичная мышца; 9 – большая приводящая мышца; 10 – короткая головка двуглавой мышцы бедра; 11 – подколенная мышца; 12 – камбаловидная мышца; 13 – полусухожильная мышца; 14 – полуперепончатая мышца; 15 – тонкая мышца; 16 – большая приводящая мышца.

Рис. Мышцы голени, вид спереди:

1 – икроножная мышца; 2 – передняя большеберцовая мышца; 3 – камбаловидная мышца; 4 – длинный разгибатель большого пальца; 5 – короткий разгибатель большого пальца; 6 – короткий разгибатель пальцев; 7 – длинный разгибатель пальцев; 8 – короткая малоберцовая мышца; 9 – длинная малоберцовая мышца.

Мышцы стопы, подошвенная сторона

Приводящие мышцы бедра, правого, вид с медиальной стороны

Рис. Мышцы стопы, подошвенная сторона:

1 – мышца, отводящая мизинец стопы; 2 – подошвенные межкостные мышцы; 3 – короткий сгибатель мизинца стопы; 4 – сухожилия длинного сгибателя пальцев; 5 – сухожилия короткого сгибателя пальцев; 6 – фиброзные влагалища пальцев стопы; 7 – червеобразные мышцы; 8 – короткий сгибатель большого пальца стопы; 9 – сухожилие длинного сгибателя большого пальца стопы; 10 – короткий сгибатель пальцев; 11 – мышца, отводящая большой палец стопы; 12 – подошвенный апоневроз (отрезан); 13 – пяточный бугор.

Рис. Приводящие мышцы бедра, правого, вид с медиальной стороны:

1 – большая приводящая мышца; 2 – полусухожильная мышца; 3 – приводящий канал; 4 – полуперепончатая мышца; 5 – медиальная широкая мышца бедра; 6 – межмышечная перегородка; 7 – прямая мышца бедра; 8 – длинная приводящая мышца; 9 – короткая приводящая мышца; 10 – гребенчатая мышца; 11 – запирательная мембрана; 12 – подвздошная мышца; 13 – большая поясничная мышца; 14 – грушевидная мышца; 15 – крестцово-остистая связка.

Функциональные группы мышц, производящие движения стопы:

• сгибание стопы – трехглавая мышца голени, подошвенная мышца, задняя большеберцовая мышца, длинный сгибатель пальцев, длинный сгибатель большого пальца, длинная малоберцовая мышца, короткая малоберцовая мышца;

• разгибание стопы – передняя большеберцовая мышца, длинный разгибатель пальцев, длинный разгибатель большого пальца;

• отведение стопы – длинная малоберцовая мышца, короткая малоберцовая мышца;

• приведение стопы – передняя большеберцовая мышца, задняя большеберцовая мышца (при одновременном сокращении);

• супинация стопы – передняя большеберцовая мышца, длинный разгибатель большого пальца;

• пронация стопы – длинная малоберцовая мышца, короткая малоберцовая мышца, третья малоберцовая мышца.

Функциональные группы мышц, производящие движения пальцев:

• сгибание пальцев – длинный сгибатель пальцев, длинный сгибатель большого пальца, квадратная мышца подошвы, короткий сгибатель пальцев, короткий сгибатель большого пальца, короткий сгибатель мизинца, червеобразные мышцы;

• разгибание пальцев – длинный разгибатель пальцев, длинный разгибатель большого пальца, короткий разгибатель пальцев, короткий разгибатель большого пальца;

• отведение пальцев – межкостные тыльные мышцы, отводящая мышца большого пальца, отводящая мышца мизинца;

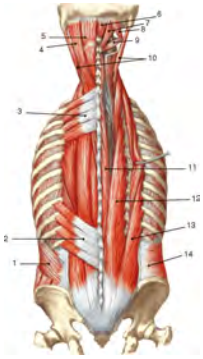
• приведение пальцев – межкостные подошвенные мышцы, приводящая мышца большого пальца.

Фасциальные образования нижней конечности: широкая фасция бедра, межмышечные перегородки, верхний удерживатель мышц-разгибателей, нижний удерживатель мышц-разгибателей, удерживатель мышц-сгибателей, удерживатель малоберцовых мышц, подошвенный апоневроз, фасциальные влагалища стопы.

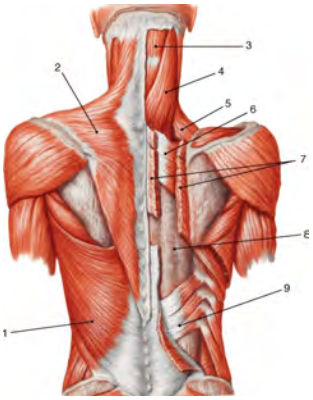
Топографические образования нижней конечности: сосудистая и мышечная лакуны, бедренный треугольник, передняя бедренная борозда, приводящий канал, подколенная ямка, голеноподколенный канал.

Мышцы туловища

Функции мышц туловища: обеспечение вертикального положения тела, участие в движениях позвоночного столба и головы, выполнение дыхательных движений, поддержание внутренних органов и внутрибрюшного давления.



Глубокие мышцы спины



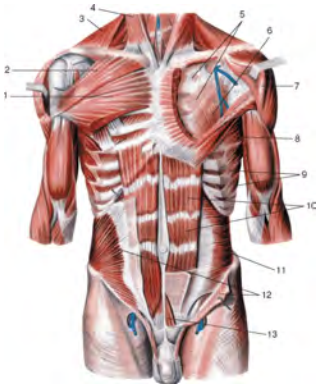
Мышцы спины

Рис. Глубокие мышцы спины:

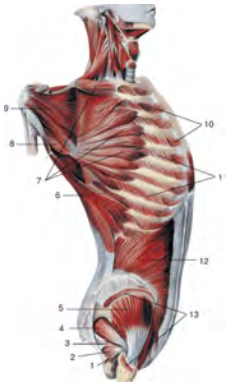
1 – внутренняя косая мышца живота; 2 – нижняя задняя зубчатая мышца; 3 – верхняя задняя зубчатая мышца; 4 – ременная мышца головы; 5 – полуостистая мышца головы; 6 –малая задняя прямая мышца головы; 7 – большая задняя прямая мышца головы; 8 и 9 – верхняя и нижняя косые мышцы головы; 10 – длиннейшие мышцы головы; 11 – остистая мышца головы; 12 – длиннейшая мышца; 13 – подвздошнореберная мышца; 14 – поперечная мышца живота.

Рис. Мышцы спины:

1 – широчайшая мышца спины; 2 – трапециевидная мышца; 3 – полуостистая мышца головы; 4 – ременная мышца головы; 5 – мышца, поднимающая лопатку; 6 – верхняя задняя зубчатая мышца; 7 – большая ромбовидная мышца; 8 – мышца, выпрямляющая позвоночник; 9 – нижняя задняя зубчатая мышца.



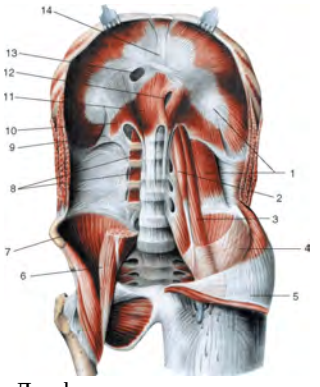
Поверхностные и глубокие мышцы груди и живота, вид спереди



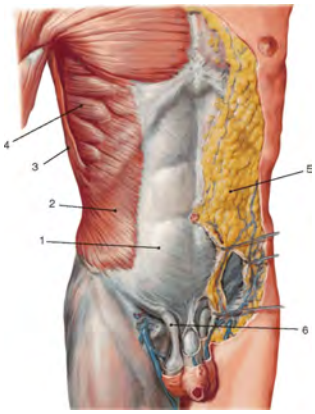
Мышцы туловища, вид справа. Лопатка оттянута кзади, большая и малая грудные мышцы, наружная косая мышца живота и большая ягодичная мышца удалены; средняя ягодичная мышца перерезана и частично удалена

Рис. Поверхностные и глубокие мышцы груди и живота, вид спереди: 1 – большая грудная мышца (грудино-реберная часть); 2 – большая грудная мышца (ключичная часть); 3 – трапециевидная мышца; 4 – грудиноключично-сосцевидная мышца; 5 – грудная фасция (глубокая пластинка); 6 – малая грудная мышца; 7 – дельтовидная мышца; 8 – передняя зубчатая мышца; 9 – наружные косые мышцы; 10 – прямая мышца живота; 11 – поперечная мышца живота; 12 – внутренняя косая мышца живота; 13 – пирамидальная мышца.

Рис. Мышцы туловища, вид справа. Лопатка оттянута кзади, большая и малая грудные мышцы, наружная косая мышца живота и большая ягодичная мышца удалены; средняя ягодичная мышца перерезана и частично удалена: 1 – нижняя близнецовая мышца; 2 – внутренняя запирательная мышца; 3 – верхняя близнецовая мышца; 4 – грушевидная мышца; 5 – малая ягодичная мышца; 6 – широчайчая мышца спины; 7 – передняя зубчатая мышца; 8 – большая круглая мышца; 9 – подлопаточная мышца; 10 – внутренние межреберные мышцы; 11 – наружные межреберные мышцы; 12 – внутренняя косая мышца живота; 13 – средняя ягодичная мышца.



Диафрагма, вид снизу, со стороны брюшной полости



Поверхностные мышцы живота

Рис. Диафрагма, вид снизу, со стороны брюшной полости: 1 – квадратная мышца поясницы; 2 – малая поясничная мышца; 3 – большая поясничная мышца; 4 – подвздошная фасция; 5 – поперечная фасция; 6 – большая поясничная мышца (частично удалена); 7 – подвздошная мышца; 8 – межпоперечные мышцы; 9 – латеральная дугообразная связка; 10 – медиальная дугообразная связка; 11 – поясничная часть диафрагмы; 12 – пищеводное отверстие; 13 – отверстие нижней полой вены; 14 – сухожильный центр.

Рис. Поверхностные мышцы живота:

1 – апоневроз наружной косой мышцы живота; 2 – мышечная часть наружной косой мышцы

живота; 3 – широчайшая мышца спины; 4 – передняя зубчатая мышца; 5 – подкожная жировая ткань и поверхностные сосуды; 6 – семенной канатик, входящий в паховый канал.

Функциональные группы мышц, производящие сгибание позвоночного столба:

• в шейном отделе – грудино-ключично-сосцевидная мышца, передняя, средняя и задняя лестничные мышцы, длинная мышца головы, длинная мышца шеи;

• в поясничном отделе – прямая мышца живота, наружная косая мышца живота, внутренняя косая мышца живота, подвздошно-поясничная мышца.

Мышцы, производящие разгибание позвоночного столба:

• трапециевидная мышца, ромбовидные мышцы (большая и малая), подниматель лопатки и широчайшая мышца спины (при фиксированной верхней конечности), задняя верхняя зубчатая мышца, пластырная мышца, мышца-выпрямитель позвоночника, поперечноостистая мышца, короткие мышцы спины.

Наклон позвоночного столба в сторону в шейном и поясничном отделах:

одновременное сокращение мышц-сгибателей и разгибателей той стороны, в которую происходит движение, квадратная мышца поясницы, межпоперечные мышцы.

Мышцы, производящие скручивание позвоночного столба:

• в шейном отделе – грудино-ключично-сосцевидная мышца, трапециевидная мышца, пластырная мышца, лестничные мышцы, мышца-подниматель лопатки, мышцы-ротаторы;

• в поясничном отделе – внутренняя косая мышца живота, наружная косая мышца живота (противоположной стороны), подвздошно-поясничная мышца, мышцы-ротаторы.

Основные мышцы, производящие вдох:

диафрагма, межреберные мышцы, задние зубчатые мышцы, мышцы-подниматели ребер, лестничные мышцы, подвздошно-реберная мышца, квадратная мышца поясницы (фиксирует места начала диафрагмы).

Мышцы, производящие выдох:

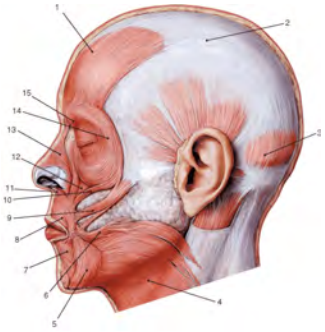
прямая мышца живота, наружная и внутренняя косые мышцы живота, поперечная мышца живота, межреберные мышцы (наружные и внутренние), поперечная мышца груди, подреберные мышцы, квадратная мышца поясницы, задняя нижняя зубчатая мышца.

Мышцы брюшного пресса: диафрагма, мышцы живота, квадратная мышца поясницы, мышцы дна таза.

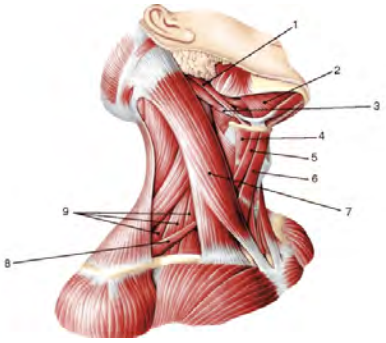
Мышцы шеи и головы

Топографо-анатомические образования шеи:

передний и наружный треугольники шеи; лопаточно-трапециевидный, подчелюстной, сонный и лопаточно-трахейный треугольники; яремная ямка, малая надключичная ямка, большая надключичная ямка.



Мышцы лица



Мышцы шеи

Рис. Мышцы лица:

1 – лобное брюшко надчерепной мышцы; 2 – сухожильный шлем; 3 – затылочное брюшко надчерепной мышцы; 4 – подкожная мышца шеи; 5 – мышца, опускающая угол рта; 6 – мышца смеха; 7 – мышца, опускающая нижнюю губу; 8 – круговая мышца рта; 9 – большая скуловая мышца; 10 – малая скуловая мышца; 11 – мышца, опускающая перегородку носа; 12 – мышца, поднимающая верхнюю губу; 13 – носовая мышца; 14 – круговая мышца глаза; 15 – мышца гордецов.

Рис. Мышцы шеи:

1 – шило-подъязычная мышца; 2 – челюстно-подъязычная мышца; 3 – двубрюшная мышца; 4 – щито-подъязычная мышца; 5, 8 – лопаточно-подъязычная мышца; 6 – грудино-подъязычная мышца; 7 – грудино-ключично-сосцевидная мышца; 9 – лестничные мышцы.

Функциональные группы мышц, производящие движение головы:

• сгибание головы – длинная мышца головы, передняя прямая мышца головы, боковая прямая мышца головы;

• разгибание головы – трапециевидная мышца (верхняя часть), пластырная мышца, длиннейшая мышца, грудино-ключично-сосцевидная мышца, большая и малая прямые мышцы головы, верхняя и нижняя косые мышцы головы.

• наклоны головы в сторону – одновременное сокращение мышц-сгибателей и разгибателей с одной стороны.

• повороты головы – грудино-ключично-сосцевидная, трапециевидная, верхняя и нижняя косые мышцы головы.

Контрольные вопросы

1. Виды мышечных тканей. Функциональная анатомия скелетных мышц.
2. Классификация мышц по форме, положению, функциям. Мышцы синергисты, агонисты, антагонисты.
3. Вспомогательный аппарат мышц: фасции, синовиальные сумки, влагалища.
4. Функциональные группы мышц, производящие движения пояса верхней конечности.
5. Функциональные группы мышц, производящие движения плеча в плечевом суставе.

6. Функциональные группы мышц, производящие движения в локтевом и лучелоктевом суставах.
7. Функциональные группы мышц, производящие движения кисти.
8. Функциональные группы мышц, производящие движения пальцев.
9. Функциональные группы мышц, производящие движения бедра.
10. Функциональные группы мышц, производящие движения голени.
11. Функциональные группы мышц, производящие движения стопы.
12. Функциональные группы мышц, производящие сгибание позвоночного столба.
13. Мышцы, производящие разгибание позвоночного столба.

3.3 Конституциональная морфология

Основные принципы строения тела человека:

– полярность (различное строение и функция полюсов),
– сегментарность (более четко сохранилась у человека лишь в области туловища),
– двусторонняя симметрия (сходство сторон, однако не абсолютное)
– корреляция (соотношение между отдельными частями).

Конституция – означает состояние, сложение или свойство; комплекс индивидуальных морфофункциональных особенностей индивида.

Общая конституция – интегральная характеристика организма человека, его "суммарное свойство" определенным образом реагировать на средовые воздействия, не нарушая при этом связи отдельных признаков организма как целого. Это качественная характеристика всех индивидуальных особенностей субъекта, генетически закрепленных и способных меняться в процессе роста и развития под воздействием факторов среды.

Частная конституция – отдельные морфологические и (или) функциональные комплексы организма, способствующие его благополучному существованию. В это понятие входят габитус (внешний облик), соматический тип, тип телосложения, особенности функционирования гуморальной и эндокринной систем, показатели обменных процессов и др.

Реакция на изменение окружающих условий заключается во взаимодействии двух противоположных явлений:

• сопротивление этим воздействиям – резистентность организма;

• стремление приспособиться к ним – реактивность организма. Именно эта мера способности к адекватной реакции на изменения внешних условий в процессе роста и развития организма называется конституцией в самом общем понимании.

Комплекс конституциональных признаков:

• морфологические характеристики организма (телосложение);

• физиологические показатели;

• психические свойства личности.

Соматотип – тип телосложения, определяемый на основании антропометрических измерений (соматотипирования), генотипически обусловленный конституционный тип, характеризующийся уровнем и особенностью обмена веществ (преимущественным развитием мышечной, жировой или костной ткани), склонностью к определенным заболеваниям, а также психофизиологическими отличиями.

Это не только собственно телосложение, но и программа его будущего физического развития. Соматотип обусловлен генетически и является постоянной характеристикой от рождения и до смерти, тогда как телосложение человека изменяется на протяжении его жизни (возрастные изменения, болезни, усиленная физическая нагрузка).

В настоящее время насчитывается более ста классификаций конституции человека, основанных на различных признаках.

Для обозначения **конституциональных типов** традиционно применяется в медицинской практике классификация М.В.Черноруцкого.

При этой схеме выделяют следующие три типа:

– **нормостенический тип**, характеризующийся пропорциональными размерами тела и гармоничным развитием костно-мышечной системы;

– **астенический тип**, который отличается стройным телом, слабым развитием мышечной системы, преобладанием (по сравнению с нормостеническим) продольных размеров тела и размеров грудной клетки над размерами живота; длины конечностей – над длиной туловища;

– **гиперстенический тип**, отличающийся от нормостенического хорошей упитанностью, длинным туловищем и короткими конечностями, относительным преобладанием поперечных размеров тела, размеров живота над размерами грудной клетки.

Выделяют **три основных типа телосложения** (или соматотипа):

− мезоморфный,

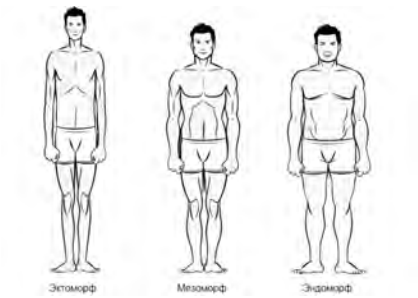
− брахиморфный

− долихоморфный.

К мезоморфному типу телосложения относятся люди, чьи анатомические пропорции приближаются к средним параметрам нормы (их называют также нормостениками).

К брахиморфному типу относятся люди обычно невысокого роста, у которых преобладают переднезадние размеры (гиперстеники). Они отличаются круглой головой, большим животом, относительно слабыми руками и ногами.

Люди, относящиеся к третьему – долихоморфному типу, отличаются стройностью, легкостью, относительно более длинными конечностями, слабо развитыми мышцами и тонкими костями (астеники). Подкожный жировой слой почти отсутствует.



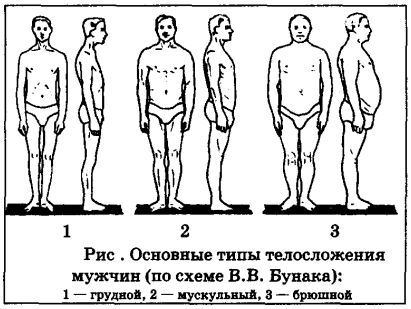


Рис . Основные типы телосложения мужчин (по схеме В.В. Бунака):
1 — грудной, 2 — мускульный, 3 — брюшной

Физическое развитие человека – комплекс функционально-морфологических свойств организма, который определяет его физическую дееспособность. В это комплексное понятие входят такие факторы, как здоровье, физическое развитие, состав тела, мышечная масса, обхватные, линейные размеры конечностей и туловища, жизненная емкость легких и другие показатели функции внешнего дыхания, показатели работоспособности и т.д. (у детей – еще осанка, вторичные половые признаки и др.), масса тела, уровень аэробной и анаэробной мощности, сила, мышечная выносливость, координация движений, мотивация и др.

На физическое развитие человека влияют наследственность, окружающая среда, социально-экономические факторы, условия труда и быта, питание, физическая активность, занятия спортом.

Согласно программе, разработанной Международным комитетом по стандартизации тестов физической готовности, определение работоспособности должно проходить по четырем направлениям:

1) медицинский осмотр;

2) определение физиологических реакций разных систем организма на физическую нагрузку;

3) определение телосложения и состав тела в корреляции с физической работоспособностью;

4) определение способности к выполнению физических нагрузок и движений в комплексе упражнений, совершение которых зависит от разных систем организма.

Основными методами исследования физического развития человека являются внешний осмотр (соматоскопия) и измерения – антропометрия (соматометрия).

Антропометрия – метод исследования, который заключается в измерении тела человека и его частей с целью установления возрастных, половых, расовых и других особенностей физического строения, позволяющий дать количественную характеристику их изменчивости.

В зависимости от объекта исследования различают соматометрию (измерение живого человека), краниометрию (измерение черепа), остеометрию (измерение костей скелета). К антропометрии относят также антропоскопию – качественную (описательную) характеристику форм частей тела.

Размеры тела. Размеры тела определяются при антропометрических

обследованиях. Большинство антропометрических показателей имеет значительные индивидуальные колебания. Среди размеров тела выделяют тота́льные (от фр. total – целый) и парциа́льные (от лат. pars – часть).

Тотальные (общие) размеры тела – основные показатели физического развития человека. К ним относятся длина и масса тела, а также обхват груди.

Парциальные (частичные) размеры тела являются слагаемыми тотального размера и характеризуют величину отдельных частей тела.

Оценку физического развития индивидуума обычно проводят путем сравнения его показателей со средними показателями физического развития той возрастно-половой группы, к которой он относится. Для этого применяется или метод Мартина (метод стандартов) или метод оценки по шкале регрессии (метод корреляции). Метод стандартов более прост, но менее точен.

Метод индексов включает различные показатели, многие из которых получили распространение в практике врачебного контроля. Например, индекс массы тела:

ИМТ = Масса тела (в кг)/(длина тела)^2 в м^2.

Необходимо отметить, что для оценки физического развития инвалидов с поражением опорно-двигательной системы большинство из используемых индексов малопригодны или непригодны вовсе.

Метод стандартов. Для определения физического развития широко используется метод стандартов (средних величин), разработанный на большом числе антропометрических показателей однородных групп населения. При этом берутся стандарты по ростовым группам, учитывая, что ряд признаков – масса тела, окружность грудной клетки, показатели спирометрии и др. – зависят от роста.

На основе данных ростовых стандартов можно составить антропометрический профиль для индивидуальной оценки физического развития.

Оценка физического развития производится в зависимости от степени отклонения основных его признаков от средних (стандартных) величин. Этот метод также не может быть в полной мере использован для оценки физического развития инвалидов с поражением опорно-двигательной системы.

Метод корреляции (по шкале регрессии). Принцип метода основан на сравнении результатов антропометрического исследования, включающего те же данные (возраст, рост, масса тела, окружность грудной клетки в паузе, ЖЕЛ, силу правой кисти, становую силу) с табличными данными оценки физического развития (шкала регрессии по росту). Сравнение производится по величинам массы тела, окружности грудной клетки, ЖЕЛ, силовым показателям. По результатам сравнительного анализа и проведения расчетов (соотношения разницы фактических величин с табличными и средними квадратичными отклонениями) делается заключение о физическом развитии.

Модели и методы изучения состава тела человека. Состав тела тесно

взаимосвязан с показателями физической работоспособности чело века и его адаптации к среде обитания, особенно в условиях экстремальной профессиональной и спортивной деятельности. В зависимости от целей и задач исследования принято рассматривать двух-, трех-, четырех и многокомпонентные модели (Э.Г. Мартиросов, С.Г. Руднев).

В классической *двухкомпонентной модели* состава тела масса тела (МТ) представлена в виде суммы двух составляющих: жировой (ЖМТ) и безжировой массы тела (БМТ):

МТ = ЖМТ + БМТ.

Под ЖМТ понимается масса всех липидов в организме. Это наиболее лабильная компонента массы тела, ее содержание может меняться в широких пределах. В норме ЖМТ у мужчин составляет около 15% массы тела, а у больных ожирением этот показатель увеличен более чем вдвое.

Масса тела, свободного от жира, т.е. липидов, имеет название безжировой массы тела (БМТ). БМТ состоит из воды, мышечной массы, массы скелета и других составляющих.

Пятиуровневая многокомпонентная модель.

Уровни организации: элементный, молекулярный, клеточный, тканевой, организм в целом.

В настоящее время есть несколько групп методов для оценки состава тела:

1. Антропометрические методы:

– стандарты телосложения, индексы массы тела;

– калиперометрия.

2. Методы на основе плотности и объема тела:

– гидростатическая денситометрия;

– волюминометрия;

– воздушная плетизмография.

3. Биофизические методы:

– методы разведения индикаторов;

– биоимпедансный анализ;

– общий метод электрической проводимости;

– метод инфракрасного отражения;

– определение естественной радиактивности всего тела.

TRICARB 3100TR. Компьютеризированный настольный жидко-сцинтилляционный люминесцентный анализатор для обнаружения и исследования низких количеств альфа, бета-активных изотопов.

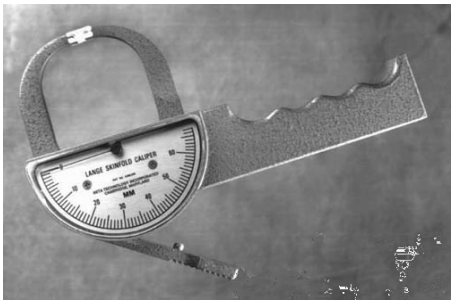
Воздушная плетизмография

Рентгеновский денситометр OsteoSys EXA-3000

Ультразвуковой денситометр

Денситометр BD2000

Биоимпедансный анализатор АВС 01 "Медасс"



Калипер Ланге (Beta Technology, США)

Осанка – привычное положение тела непринужденно стоящего человека, которое он принимает без излишнего мышечного напряжения.

Основные факторами, определяющими осанку человека: положение и форма позвоночника, угол наклона таза и степень развития мускулатуры, состояния нервно-мышечного аппарата человека, психики, функциональные возможности мышц к длительному статическому напряжению, эластические свойства межпозвоночных дисков, хрящевых и соединительнотканых образований суставов и полусуставов позвоночника, таза и нижних конечностей.

Различают четыре физиологических изгиба позвоночника в сагиттальной плоскости: два обращены выпуклостью кпереди – шейный и поясничный лордозы; два обращены кзади – грудной и пояснично-копчиковый кифозы. Благодаря изгибам позвоночный столб выполняет рессорную и защитную функции спинного и головного мозга, внутренних органов, увеличивается устойчивость и подвижность позвоночника.

Различают нарушения осанки в сагиттальной и фронтальной плоскостях. В сагиттальной плоскости различают 5 видов нарушений осанки, вызванных уменьшением (2 вида) или увеличением (3 вида) физиологических изгибов (по И.Д.Ловейко, М.И.Фонареву, 1988).

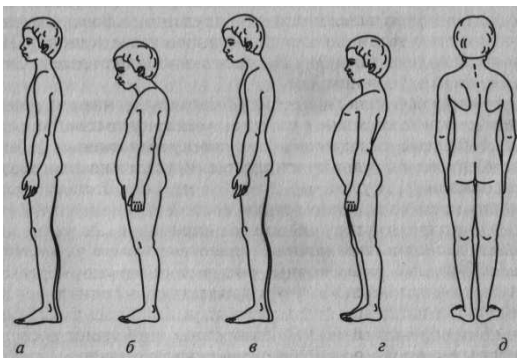
В различные возрастные периоды жизни ребенка осанка имеет свои особенности.

Правильная осанка дошкольников: голова немного наклонена вперед, плечевой пояс незначительно смещен кпереди, не выступая за уровень грудной клетки (в профиль), лопатки слегка выступают, линия грудной клетки плавно переходит в линию живота, который выступает на 1-2 см, физиологические изгибы позвоночника выражены слабо, угол наклона таза невелик и составляет 22-25° для мальчиков и девочек.

Правильная осанка школьников: голова незначительно наклонена вперед, плечи – на одном горизонтальном уровне, лопатки прижаты к спине, живот еще выпячен, но менее выражено, чем у детей 6-7 лет, физиологические изгибы позвоночника умеренно выражены. Угол наклона таза увеличивается, приближаясь к таковому у взрослого человека, у девочек и девушек он больше (31°), чем у юношей и мальчиков (28°).

Наиболее стабильная осанка отмечается у детей к 10 годам.

Правильная осанка юношей и девушек: вертикальное расположение головы и туловища при выпрямленных ногах, плечи опущены, лопатки прижаты к туловищу, грудная клетка симметрична. Молочные железы у девушек и околососковые кружки у юношей симметричны и находятся на одном уровне. Живот плоский, втянут по отношению к грудной клетке, у девушек подчеркнут лордоз, у юношей – кифоз. Остистые отростки расположены по средней линии. Треугольники талии также хорошо выражены и симметричны. При осмотре сбоку правильная осанка характеризуется несколько приподнятой грудной клеткой и подтянутым животом, выпрямленными нижними конечностями, умеренно выраженными физиологическими изгибами позвоночника. Ось тела проходит через ухо, плечевой и тазобедренный сустав и середину стопы.

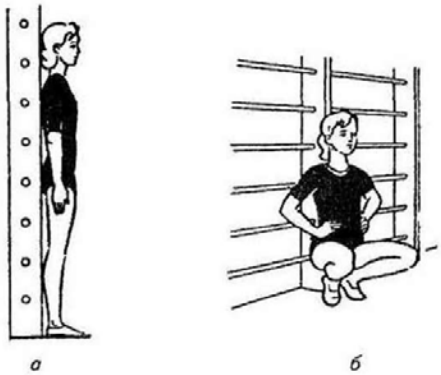


Виды нарушений осанки:
а – правильная осанка;
б – круглая спина;
в – плоская спина;
г – кругло-вогнутая спина;
д – нарушение осанки во фронтальной плоскости

При **увеличении** физиологических изгибов в сагиттальной плоскости различают сутуловатость, круглую спину и кругло-вогнутую спину.

При **уменьшении** физиологических изгибов определяют плоскую спину. Для плоской спины характерно сглаживание всех физиологических изгибов, особенно грудного кифоза.

Во **фронтальной плоскости** отсутствует видовое различие нарушений осанки. Такое нарушение осанки носит название "асимметричная осанка" и вызвано нарушением срединного расположения остистых отростков и смещением их от вертикальной оси. Для асимметричной осанки характерно отклонение головы вправо или влево, плечи установлены на разной высоте, лопатки на разных уровнях, отмечается неравенство треугольников талии, асимметрия мышечного тонуса, общая и силовая выносливость мышц снижена. В отличие от сколиоза не имеется торсии позвонков и при разгрузке позвоночника все виды асимметрии устраняются.



Проверка правильности осанки:
а – у стенки стоя; б – при приседании

Детям с нарушением осанки показана физическая активность. Целесообразно выполнять упражнения на тренажерах, корректирующих имеющиеся нарушения. Необходимо помнить, что не рекомендуется использовать в дошкольном возрасте и младшем школьном возрасте чистые висы, т. к. чрезмерное вытяжение позвоночника приводит к большему сокращению мышц. Ограничены прыжки и длительный бег, особенно в начале курса лечения.

Контрольные вопросы

1. Понятие "конституциональная морфология" и "конституция". Проблемы конституциональной морфологии.
2. Виды соматотипа как морфологическое отражение конституции, их классификация.
3. Антропометрия как метод изучения физического развития.
4. Парциальные и тотальные размеры тела, их характеристика.
5. Учение о физическом развитии. Пропорции тела: варианты, индексы пропорционального телосложения.
6. Методы оценки физического развития.
7. Состав массы тела. Оценка жирового компонента, его значение.
8. Осанка тела и ее анатомические основы. Значение правильной осанки.
9. Виды нарушения осанки, методы её коррекции.
10. Роль симметрии и асимметрии в строении тела.

3.4 Возрастная спортивная морфология

Спортивная морфология – наука, изучающая особенности строения тела спортсмена.

Зарождение спортивной морфологии как науки обусловлено существованием олимпийского движения. Ещё в III веке до н.э. Флавий-младший выделял особенности телосложения, которыми должен обладать атлет, претендующий на победу в Олимпийских играх. Известный советский анатом М.Ф. Иваницкий изучал технологию анатомического анализа движений и положений тела спортсмена в ходе выполнения обычных и спортивных движений. С 1980-х гг. проводятся исследования по спортивной генетике.

Для обеспечения морфологических основ спорта и физической культуры

спортивная морфология решает следующие задачи:

1. Выявление морфофункциональных признаков, которые могут быть использованы в качестве критериев спортивного отбора и спортивной ориентации.

2. Установление информативности морфофункциональных признаков как критериев контроля за состоянием тренированности спортсмена.

Критерии морфологического контроля включают:

1) описания соматического состояния спортсмена;

2) размеры тела в целом (тотальные) и его частей (парциальные);

3) соотношение линейных и обхватных размеров (пропорции тела);

4) соотношение компонентов массы тела (жирового, мышечного, костного).

3. Изучение морфофункциональных проявлений адаптации организма к действию физических нагрузок в соответствии с возрастно-половой, конституциональной и профессиональной принадлежностью, а также с учетом средств и методов физической культуры.

Методы спортивной морфологии. Методы антропометрии и антропоскопии позволяют охарактеризовать размеры тела в целом и отдельных его частей; оценить пропорции тела; соматотип; выраженность описательных признаков. Также применяют рентгенологический метод, метод ультразвуковой эхографии, метод биопсии, методы микроскопического исследования, методы педагогического эксперимента, методы эксперимента на животных и др.

Спортивная морфология подразделяется на общую и частную, а общая спортивная морфология, в свою очередь, – на основной и специальный разделы.

Основной раздел посвящен выяснению общих закономерностей адаптации организма к физическим нагрузкам. Специальный раздел посвящен изучению влияния спорта на организм.

Частная спортивная морфология изучает особенности строения тела спортсменов определенной специализации в связи с их стажем, уровнем достижений, особенностями спортивной техники, режимом тренировок, возрастом и полом.

Возрастная периодизация онтогенеза – это выделение периодов жизни человека по анатомо-физиологическим и социально-психическим признакам. Возрастные периоды – это сроки, необходимые для завершения определенного этапа онтогенеза.

- Период новорожденности: первый месяц жизни;
- Грудной возраст: 1 месяц – 1 год;
- Раннее детство: 1–3 года;
- Первое детство: 4–7 лет;
- Второе детство: 8–12 лет (мальчики), 8–11 лет (девочки);
- Подростковый возраст: 13–16 лет (мальчики), 12–15 лет (девочки);
- Юношеский возраст: 17–21 лет (юноши), 16–20 лет (девушки);
- Зрелый возраст, I период: 22–35 лет (мужчины), 21–35 лет (женщины);
- Зрелый возраст, II период: 36–60 лет (мужчины), 36–55 лет (женщины);

- Пожилой возраст: 61–74 лет (мужчины), 56–74 лет (женщины);
- Старческий возраст: 75–90 лет;
- Долгожители: 90 лет и старше.

Большое значение имеют критические периоды индивидуального развития. Особенностью этих периодов является высокая чувствительность организма к различным внешним раздражителям. В связи с этим их называют также чувствительными или сенситивными. Наиболее важным критическим периодом в индивидуальном развитии человека является период полового созревания (пубертация), что связано с морфологическими и функциональными перестройками.

Биологический возраст взрослого человека – степень подверженности организма, а также его органов и систем к действию процессов старения.

Среди морфологических показателей биологического возраста выделяют признаки общего (интегрального) и местного (локального) значения.

Общие признаки – тотальные размеры тела (длина, масса, окружность грудной клетки), особенности окостенения скелета, прорезывание зубов, их состояние и вторичные половые признаки. Локальные признаки – биологический возраст отдельной системы органов, органа или его компонента.

Двигательный возраст – степень совершенства в выполнении человеком естественных движений тела и той их сумме, которой он обладает на момент времени, оцениваемый хронологическим или паспортным возрастом.

Существуют критические периоды в развитии двигательных качеств, в течение которых средства избирательно направленного физического воспитания могут дать максимальный эффект. Если рассматривать школьный период жизни (7-17 лет), то у девочек критические периоды развития смещены в основном к более раннему возрасту (9-12 лет), а у мальчиков распределяются довольно равномерно. Критический период для развития скоростных качеств у детей обоего пола приходится на более ранний период жизни, чем для выносливости и силы.

Активный прирост двигательных качеств отмечается в период, предшествующий половому созреванию. Максимальный прирост мышечной силы (по разным группам мышц) у девочек происходит между 10-ю и 12-ю годами, а у мальчиков между 13-ю и 14-ю годами. Половые различия объясняются тем, что у девочек половое созревание наступает раньше, чем у мальчиков.

Двигательная активность и двигательные качества детей и подростков находятся в связи с биологическим возрастом. Скоростные качества находятся, как правило, в обратной связи с показателями биологического возраста, а силовые качества и выносливость – в прямой. В период роста и развития организма взаимосвязь показателей двигательного и биологического возраста обусловлена действием общих факторов онтогенеза – наследственности и среды. По завершении подросткового возраста эта взаимосвязь ослабевает и приобретает выборочный характер.

Принципиальные отличия детского организма от взрослого:

1) уменьшенные размеры тела, массы тела;
2) интенсивный процесс роста у детей;
3) пониженная устойчивость к вредным факторам внешней среды;
4) улучшенная адаптация (приспособление) к новой среде;
5) недоразвитая половая система.

Возрастные особенности детей дошкольного и школьного возраста. Для развития организма детей 5-7 лет характерна гетерохронность: длина туловища и размеры головы увеличиваются в меньшей степени, чем длина конечностей рук и ног. Значительного развития достигают мышцы кисти. Более интенсивно развиваются крупные мышцы, что затрудняет выполнение мелких точных движений. Поэтому именно в этом возрасте детям с трудом дается правописание. В течение первого года обучения продолжается морфологическое и функциональное развитие нервной системы. К началу обучения в школе мозг ребенка в значительной мере структурно зрел, однако связи коры больших полушарий продолжают еще развиваться. В возрасте 6-7 лет претерпевает изменения и костная система: происходит рост ребер, изменяется их положение. Для детей этого возраста характерны высокая частота дыхания, составляющая 24-26 дыхательных циклов в минуту, небольшая глубина дыхания 140-150 мл. Частота сердечных сокращений – 95-98 уд/мин. Относительная объемная скорость кровотока (в расчете на единицу массы тела) у детей в 2 раза больше, чем у взрослых, что и является причиной обеспечения кислородом тканевых метаболических процессов. В 7-10 лет происходит плавное изменение структур и функций организма. Несмотря на замедление темпов роста, длина тела увеличивается интенсивнее, чем масса. Постепенно происходит процесс окостенения скелета, формируются изгибы позвоночника. Эти особенности формирования скелета необходимо учитывать при проведении тренировочных процессов. Чрезмерные нагрузки на нижние конечности, резкие толчки при прыжках, особенно на одной ноге, могут вызвать смещение костей таза, привести к плоскостопию. Большие по интенсивности и объему физические нагрузки в этом возрасте приводят к значительным энергозатратам, что может повлечь за собой задержку роста. В младшем школьном возрасте мышцы имеют тонкие волокна, бедны белком и жирами, содержат много воды, поэтому развивать их надо постепенно. Меняется соотношение типов мышечных волокон: увеличивается количество и относительная площадь красных и промежуточных волокон по сравнению с белыми, что позволяет развивать выносливость. Несмотря на завершение морфологического развития нервной системы, все еще преобладает процесс возбуждения, что приводит к быстрому утомлению. Развитие сердечно-сосудистой системы в младшем школьном возрасте характеризуется равномерностью, относительно более медленными темпами увеличения объема сердца по сравнению с суммарным просветом сосудов. У детей 7-10 лет сократительная способность миокарда еще недостаточна и невелик его функциональный резерв, что связано с преобладанием симпатических влияний на сердце. Вследствие этого у детей могут возникать различные нарушения сердечного ритма и резкие изменения АД. Увеличиваются показатели дыхательной системы. Глубина дыхания в 7 лет составляет 165 мл, а в 10 лет – 255 мл. К 10 годам происходит уменьшение частоты дыхания до 18-20 циклов в минуту. До 8 лет минутный объем дыхания (МОД) у мальчиков и девочек имеет равные абсолютные величины, а в

дальнейшем у мальчиков становится выше. Это объясняется препубертатной дифференцией типов дыхания – брюшной у мальчиков и грудной – у девочек.

Подростковый возраст характеризуется максимальным темпом роста всего организма, увеличением скорости метаболических процессов, нарастанием функциональных резервов организма, ускорением процессов морфологической и функциональной дифференцировки головного мозга и внутренних органов. Эти изменения в значительной степени определяются процессом полового созревания. Усиленная выработка андрогенов обеспечивает появление и развитие вторичных половых признаков, рост и развитие мускулатуры, процесс формирования скелета. Под влиянием гормонов гипофиза усиливается активность щитовидной железы и изменяется обмен веществ. Деятельность сердца отличается малой экономичностью, недостаточным функциональным резервом и снижением адаптационных возможностей к физическим нагрузкам. Повышение МОК при физической нагрузке происходит главным образом за счет учащения ЧСС при незначительном увеличении СО (меньше, чем при соответствии размеров сердца массе и тотальным размерам тела). Повышенная возбудимость и недостаточная уравновешенность основных нервных процессов способствуют снижению эффективности адаптивных реакций дыхания и кровообращения, что требует строгого врачебного контроля за объемом и интенсивностью нагрузок с целью профилактики переутомления и перенапряжения организма во время занятий спортом детей школьного возраста.

Возрастные особенности взрослого организма. Функциональные возможности взрослого организма во многом зависят от размеров, состава и формы тела. Средняя длина тела женщины около 161 см, у мужчин – 172 см. Конечности у первых относительно короче, чем у вторых. Межсуставные щели и межпозвоночные диски женского позвоночника шире, а грудная клетка короче и шире, что обусловливает более высокое расположение диафрагмы. У женщин ширина плеч меньше, чем у мужчин, зато ширина и глубина таза больше. Это обусловливает большие вращательные движения тазом при беге у женщин, и поэтому эффективность бега у них меньше. Центр тяжести у женщин располагается ниже. В целом, женский скелет более легкий, эластичный, подвижный и менее прочный. Средний вес тела женщины около 61 кг, у мужчин – 72 кг. Жировой компонент тела составляет в среднем 30% у женщин и около 20% – у мужчин. Жир у женщин откладывается в основном в области бедер, живота и задней поверхности плеч, у мужчин – в области бедер, голеней, под лопатками и на животе. Мышечная масса у взрослых женщин в среднем составляет около 30-35% веса тела (в среднем 18 кг), а у мужчин – 40-45% (в среднем 30 кг). У женщин слабее мышцы верхних конечностей, плечевого пояса и туловища. Процентное соотношение быстрых и медленных волокон в мышцах нетренированных мужчин и женщин одинаковое, а толщина мышечных клеток у последних в среднем меньше. Силовая тренировка вызывает у мужчин более выраженную рабочую гипертрофию за счёт большей концентрации андрогенов. У женщин наблюдается грудной тип дыхания, а у мужчин – брюшной. ЖЕЛ у первых ниже, минутный объем дыхания (МОД) равен 3-5 л в покое, а у мужчин – 6-8 л. Максимальное количество кислорода, транспортируемого артериальной кровью, у мужчин больше, чем у женщин. Способность мышц утилизировать кислород из крови и распределение МОК при максимальной работе

одинаково у обоих полов. Средний вес сердца, объем его полостей и систолический объем у женщин меньше, частота пульса на 6-8 ударов в минуту выше, величина систолического давления, объем циркулирующей крови и МОК ниже. Работа максимальной мощности вызывает меньшую реакцию сердечно–сосудистой системы спортсменок по сравнению с реакцией мужчин–спортсменов одинакового возраста и уровня подготовленности. По мере роста спортивного мастерства эти различия сглаживаются. Работа умеренной мощности (глобальные циклические упражнения) вызывает менее экономичное приспособление к ней у женщин. Период восстановления ЧСС и артериального давления у женщин несколько продолжительнее.

Аэробная работоспособность (выносливость) и скорость двигательной реакции у спортсменок ниже, чем у спортсменов, но выше, чем у нетренированных мужчин. Способность тонко дифференцировать мышечные усилия развита несколько больше у женщин.

Адаптационные изменения костной системы при физических нагрузках

Костная система обладает большой пластичностью и способностью к перестройке при изменяющихся условиях как внешней, так и внутренней среды организма человека.

Ежедневно обновляется от 10 до 20% минеральных веществ костной ткани. Под влиянием физических нагрузок могут происходить патологические изменения, свидетельствующие о перетренированности организма. Зная их, можно избежать проблемы путем корректировки тренировочного процесса.

Адаптационные изменения костной системы при действии спортивных нагрузок происходят на разных уровнях ее организации: молекулярном, субклеточном, клеточном, тканевом, органном и системном. Физические нагрузки динамического характера стимулируют процессы роста костей в длину, а статические нагрузки снижают интенсивность продольного роста костей.

Адаптационные изменения скелета могут иметь тотальный и локальный характер. На его состояние оказывают влияние и другие факторы, связанные с занятиями спортом: характерное положение тела (велосипед, коньки, гребля); сила давления на скелет (тяжелая атлетика); сила растягивания при висах и скручивании (гимнастика, акробатика, фигурное катание).

Таким образом, адаптационные изменения в костной системе у спортсменов отражают морфологическую перестройку, обусловленную прогрессивными сдвигами в строении опорного аппарата при действии специфических спортивных нагрузок.

Схема анатомического анализа положений и движений тела (Капилевич Л.В., Дьякова Е.Ю.):

1. Описание морфологии положения или движения.
2. Характеристика с позиции законов механики (силы).
3. Характеристика работы мышц.
4. Состояние регуляторных и обеспечивающих систем.
5. Влияние движений (упражнений) на организм (спортивная морфология).

Действующие силы:

а) внешние – приложены к человеку извне.

Сила тяжести равна массе тела, приложенной к общему центру тяжести (ОЦТ) и направлена вертикально вниз.

Сила реакции опоры – противодействие опорной поверхности при давлении на нее. Приложена в точке опоры, при вертикальном положении тела равна силе тяжести и противоположно направлена, в других случаях она направлена под углом к опорной поверхности и может быть разложена на две составляющие: вертикальная (сила нормального давления, нормаль в математике – перпендикуляр) направлена вверх параллельно силе тяжести; горизонтальная (сила трения) – перпендикулярна силе тяжести.

Сила сопротивления среды действует при движении (трение о воздух или воду), зависит от площади лобовой поверхности, вязкости среды и скорости. Площадь лобовой поверхности можно уменьшить, изменяя посадку велосипедиста, например.

б) внутренние силы, возникающие внутри тела человека при взаимодействии частей тела, могут быть:

– пассивными (эластическая тяга мягких тканей; сила сопротивления костей; молекулярная сила сцепления синовиальной жидкости в суставах);

– активными (сила сокращения мышц. Величина зависит от анатомического и физиологического поперечников мышцы, угла и рычага).

Каждая сила может быть движущей или тормозящей. Сила тяжести при падении – движущая, при прыжке – тормозящая, если перпендикулярна – нейтральная.

Общий центр тяжести (ОЦТ) тела

ОЦТ – точка приложения всех равнодействующих сил тяжести составляющих частей тела.

ОЦТ – показатель распределения массы тела в организме. Чем выше расположен ОЦТ, тем масса верхней половины тела больше (у гимнастов). У легкоатлетов ОЦТ ниже, так как больше развиты мышцы нижних конечностей. Он постоянно перемещается из–за дыхания и движения крови, описывая сферу диаметром 5–10 мм.

Соответствует 1–5–му крестцовым позвонкам.

Зависит от телосложения.

У детей: новорожденный – 5-6-й грудной позвонок, 2 года – 1-й поясничный позвонок, до 16-18 лет опускается вниз и кзади.

Центр объема (ЦО)

Имеет особое значение в плавании: если ОЦТ совпадает с ЦО – тело в воде неподвижно, иначе возникает момент вращения.

ЦО – точка равнодействующих всех сил давления воды на поверхность тела.

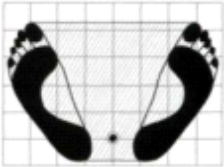
Для определения ЦО используют метод вытеснения воды.

Обычно ЦО на 2–6 см выше ОЦТ, при вдохе – еще выше.

Удельный вес (плотность) тела

В среднем 1,044. При отложении жира уменьшается, при развитии мышц увеличивается. У женщин плотность тела меньше, чем у мужчин. С возрастом она увеличивается у мужчин до 17 лет, у женщин – до 13, затем несколько уменьшается.

Площадь опоры включает площадь опорных поверхностей и пространство между ними. Чем больше площадь опоры, тем больше устойчивость.



Площадь опоры в положении стоя

Виды равновесия определяются по соотношению опоры и ОЦТ. Если ОЦТ выше опоры – равновесие неустойчивое (стоя). Если ОЦТ ниже опоры – устойчивое (вис).

Условия сохранения равновесия. Равновесие сохраняется, если вертикаль ОЦТ проходит внутри площади опоры. Степень устойчивости зависит от высоты ОЦТ и величины площади опоры.

Контрольные вопросы

1. Спортивная морфология, её роль и значение в построении тренировочного процесса.
2. Возрастная периодизация. Возрастные особенности детей дошкольного и школьного возраста.
3. Базовые показатели: длина, масса тела; факторы, влияющие на их развитие.
4. Динамика базовых показателей в онтогенезе.
5. Изменения в опорно-двигательном аппарате во время мышечной работы и под влиянием систематической интенсивной тренировки.
6. Схема анатомического анализа положения тела и движения тела.
7. Характеристика положения или движении тела с позиций законов механики: действующие силы, положение центра тяжести тела или его отдельных звеньев, положение центра объема, вид равновесия, состояние площади опоры.
8. Методы определения положения общего центра тяжести тела по принципу рычага первого и второго рода.
9. Виды равновесия, условия его сохранения и степень устойчивости.

3.5 Морфокинезиология

Анатомическая характеристика положений тела

Положения тела характеризуются его ориентацией в пространстве (вертикальное, горизонтальное, наклонное, головой вниз и т.д.), позой (расположением отдельных звеньев тела по отношению друг к другу) и отношением к опоре.

Статическое положение тела характеризуется взаимной уравновешенностью внешних сил (сила тяжести и сила реакции опоры) и зависит от взаимного расположения звеньев тела и площади опоры. Сохранение любого положения требует напряжения мышц, так как звенья тела находятся в различных плоскостях, и возникают моменты сил. При симметричных положениях тела работа двигательного аппарата на правой и левой половинах тела одинакова.

По отношению к опорной поверхности различают положения тела с нижней

опорой (положения стоя, "мост", шпагат), с верхней опорой (висы, за исключением виса прогнувшись) и со смешанной опорой (упор на параллельных брусьях).

По виду равновесия положения тела разделяются на положения равновесия и ограниченно устойчивого равновесия.

В зависимости от характера опоры внешние силы могут действовать на сжатие, на разрыв, на изгиб и на скручивание, что обуславливает определенные особенности в работе различных систем организма. Подвижность тем меньше, чем меньше расстояние от ОЦТ до опоры и чем больше площадь опоры. Перемещения звеньев тела при положениях, как с нижней, так и с верхней опорой сопровождаются дополнительными (компенсаторными) движениями в других звеньях, в других суставах.

При положениях с нижней опорой сила тяжести действует сдавливающим образом на нижележащие звенья тела, на которых уравновешиваются вышележащие. При положениях тела с верхней опорой, наоборот, мышцы нижележащих звеньев тела напрягаются меньше, чем мышцы вышележащих.

Анатомический анализ положений и движений человека способствует совершенствованию спортивной техники, оптимизации методов физического воздействия на организм человека, содействуя экономичному использованию резервных возможностей организма.

Морфокинезиологический анализ верхней конечности

Основными движениями верхней конечности во время занятий физической культурой и спортом являются следующие:

1. Приближение к туловищу какого-либо предмета (например, весла в гребле).
2. Отталкивание от туловища какого-либо предмета (при толкании ядра, выжимании штанги и пр.).
3. Выполнение ударов (например, по противнику в боксе).
4. Маховые движения для увеличения радиуса вращения и скорости движения предмета (при метании диска, гранаты).
5. Движения, связанные с опорной функцией (в стойке на кистях, упоре на параллельных брусьях).
6. Приближение туловища к площади опоры или отдаление от нее (при подтягивании и опускании на перекладине, на кольцах, при сгибании и разгибании рук в упоре лежа).
7. Локомоторные движения (в плавании, когда верхняя конечность используется для отталкивания тела от окружающей среды, в ходьбе, беге и прыжках при поступательном движении всего тела).

В работе верхней конечности различают два возможных места опоры.

В первом случае верхняя конечность может быть фиксирована своей проксимальной частью при подвижной дистальной части; при этом мышцы работают при проксимальной, или верхней, опоре. Во втором случае может быть фиксирована кисть, в то время, как туловище относительно нее подвижно (подтягивание и некоторые другие движения); при этом мышцы работают при дистальной, или нижней, опоре.

Во время приближения предмета к туловищу мышцы верхней конечности

работают при верхней опоре. При сгибании в локтевом суставе, сгибании либо разгибании и отведении в лучезапястном суставе и в разгибании и приведении плеча работающими являются мышцы, сгибающие предплечье и кисть, разгибающие и приводящие плечо.

При отталкивании предмета от туловища увеличивается расстояние по прямой между проксимальным и дистальным концами верхней конечности; происходят разгибание в локтевом, сгибание в плечевом и лучезапястном суставах. Мышцами, работающими при этом движении, являются сгибатели плеча, разгибатели предплечья, а также сгибатели кисти и пальцев. При этом одновременно происходит движение пояса верхней конечности вперед или вверх. При выполнении ударов движения верхней конечности могут быть разнообразными. Большую роль при этих движениях играют трехглавая мышца плеча и большая грудная, мышца пояса верхней конечности, передняя зубчатая мышца. При маховых движениях (в различных видах метания) рука удерживается в выпрямленном положении. Мышцами, работающими при метании, являются те, которые приводят в движение по направлению вперед пояс верхней конечности и плечевую кость.

При использовании верхней конечности в качестве органа опоры она удерживается в выпрямленном положении благодаря сгибанию в плечевом и лучезапястном суставах и разгибанию в локтевом. (например, при отжиманиях). Работающими мышцами являются разгибатели предплечья (трехглавая плеча и локтевая), сгибатели пальцев и кисти, предохраняющие кисть от чрезмерного переразгибания в лучезапястном суставе и суставах кисти. Приближение и отдаление туловища по отношению к кисти выполняется при дистальной опоре верхней конечности. При подтягивании работающими мышцами являются сгибатели предплечья, а также разгибатели плеча и приводящие мышцы плеча (смотреть видео 3.5.1).

В упоре лежа напряжены в первую очередь трехглавая мышца плеча и сгибатели плеча (передняя часть дельтовидной мышцы, большая грудная мышца).

Мышцы, выполняющие работу при различных движениях.

Морфокинезиологический анализ нижней конечности

Основными движениями, которые выполняет нижняя конечность как целостный орган во время занятий физической культурой и спортом, являются следующие:

1. Движения, связанные с опорной функцией, когда нижняя конечность служит опорой для всего тела.
2. Движения, посредством которых нижняя конечность выполняет рессорную функцию (в сочетании с опорной функцией) – при различных видах приземления (в прыжке, беге, ходьбе и пр.).
3. Локомоторные движения (в ходьбе, беге и прыжке).
4. Удары по какому-либо предмету (в футболе).
5. Отдаление туловища от места опоры (в гребле, тяжелой атлетике, при поднимании на носках, в велосипедном спорте и пр.).
6. Движения, связанные с опорной функцией в специфических положениях тела (при висе на носках или на согнутых ногах).
7. Отталкивание от окружающей водной среды (в плавании).

Эти основные движения нижней конечности могут комбинироваться друг с другом и усложняться, особенно при асимметричных движениях или положениях тела.

Опорная функция нижней конечности проявляется в большей мере в положении стоя. При обычном стоянии нижняя конечность разогнута в коленном и тазобедренном суставах, а в голеностопном находится в среднем положении между сгибанием и разгибанием. *Рессорная* функция нижней конечности очень важна, так как уменьшает толчки и сотрясания тела при ходьбе, беге, прыжках. Она обусловлена наличием сводов стопы, мышц и внутрисуставных связок. Рессорную функцию при приземлении выполняют следующие мышцы: на стопе – все мышцы на подошвенной поверхности; в области голеностопного сустава – трехглавая мышца голени, задняя большеберцовая, длинный сгибатель большого пальца, длинный сгибатель пальцев, малоберцовые мышцы; в области коленного сустава – четырехглавая мышца бедра; в области тазобедренного сустава – большая ягодичная, большая приводящая, двуглавая мышца бедра и др.

Локомоторная функция нижней конечности заключается главным образом в том, что, производя отталкивание от опорных поверхностей, она обеспечивает возможность активного перемещения всего тела в пространстве при ходьбе, беге и прыжках (смотреть видео 3.5.2). Работа нижней конечности при этом сводится к тому, что первоначально сближенные проксимальный и дистальный ее концы отдаляются друг от друга благодаря движениям в суставах.

При ударах, выполняемых нижней конечностью, дистальный ее конец движется свободно. Движения вначале происходят в тазобедренном, затем в коленном, в голеностопном суставах, затем в суставах стопы. Эти движения совершаются почти одновременно или последовательно друг за другом; причем в большинстве случаев движения бедра заканчиваются несколько раньше, чем движения голени, а движения голени – раньше, чем движения стопы, при этом относительная скорость движения каждого звена неодинакова.

При отдалении туловища от места опоры происходит разгибание в тазобедренном и коленном и сгибание в голеностопном суставе. Сгибание стопы производят длинные сгибатели пальцев. При опоре на всю подошвенную поверхность разгибанию голени способствуют мышцы задней и латеральной поверхности голени. При поднятии тяжести подошвенная поверхность стопы фиксирована, напряжение мышц задней поверхности бедра способствует разгибанию и удержанию таза в тазобедренном суставе. Разгибание в коленном суставе происходит за счет сокращения четырехглавой мышцы бедра. Разгибание голени в голеностопном суставе производят мышцы её задней поверхности: длинная и короткая малоберцовые мышцы, камбаловидная и др.

При выполнении движений, связанных с опорной функцией в специфических положениях тела, таких, как вис на носках или на согнутых ногах, тело имеет опору на тыльную поверхность носка стопы. При висе на носках в напряженном состоянии находятся мышцы тыльной поверхности стопы и передней поверхности голени. При выполнении виса на согнутых ногах работают мышцы-сгибатели голени в коленном суставе.

При отталкивании тела от окружающей водной среды работа нижней конечности

зависит от способа плавания. Например, при плавании способом брасс на груди вначале выполняется разведение и сгибание ног в тазобедренном и коленном суставах, а затем производится их приведение и разгибание. Движения выполняются при участии всех приводящих мышц (большой, длинной, короткой приводящих, тонкой, гребенчатой), также мышц-разгибателей голени и сгибателей стопы (смотреть видео 3.5.3).

Общие закономерности смещения внутренних органов при движении тела. Положение внутренних органов при выполнении физических упражнений во многом зависит от их подвижности и положения диафрагмы. Например, при выполнении стойки на кистях правый купол диафрагмы смещается в большей степени, чем левый, что связано с давлением на неё печени. При этом, у высококвалифицированных гимнастов смещаемость куполов диафрагмы значительно меньше, чем у начинающих спортсменов. В этом же положении наблюдаются наибольшие отклонения от исходного положения желудка: граница желудка смещается краниально на 18-19 см. Самой подвижной частью желудка является область его большой кривизны. Наиболее подвижным отделом толстой кишки является поперечная ободочная кишка, которая может смещаться в краниальном направлении на 20 см (в срединной плоскости).

Выполнение физических упражнений также сопровождается одновременным изменением формы и размеров сердца, циркуляции крови в организме. Например, в упоре лежа сердце смещается по направлению к голове примерно на 1,5-2 см, в висе на кольцах – на 6,1 см у новичков и на 3,4 см у высококвалифицированных гимнастов.

Таким образом, внутренние органы при выполнении виса на кольцах почти всегда смещаются вверх. При выполнении упражнений, вызывающих повышение внутрибрюшного давления (упор руки в стороны на кольцах, угол в упоре), органы чаще смещаются вниз. При падении или приземлении давление органов брюшной полости на ее стенки изменяется дважды: вначале оно уменьшается, а затем увеличивается по сравнению с исходной величиной.

Общие закономерности смещения внутренних органов при движении тела необходимо учитывать при построении тренировочного процесса, особенно если есть отклонения в состоянии здоровья спортсмена.

Контрольные вопросы

1. Морфологический анализ верхней конечности. Места опоры верхней конечности в работе.
2. Основные движения верхней конечности во время занятий физической культурой и спортом.
3. Работа двигательного аппарата верхней конечности при выполнении движений: приближение к туловищу, отталкивание от туловища.

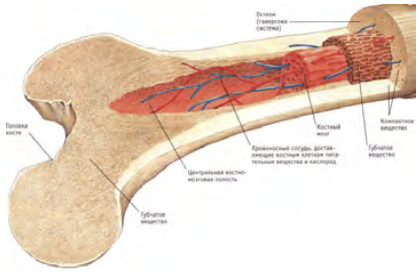
4. Работа двигательного аппарата верхней конечности при выполнении движений: выполнение удара, маховые движения, использование в качестве органа опоры, локомоторные движения.
5. Морфологический анализ нижней конечности.
6. Основные движения нижней конечности во время занятий физической культурой и спортом.
7. Работа двигательного аппарата нижней конечности при выполнении движений: опорная функция, рессорная функция, локомоторная.
8. Работа двигательного аппарата нижней конечности при выполнении движений: выполнение удара, при отдалении туловища от места опоры, при отталкивании тела от водной поверхности.
9. Морфологические особенности органов сердечно-сосудистой системы, обусловленные изменением положения тела во время выполнения физических упражнений.
10. Морфологические особенности органов желудочно-кишечного тракта, обусловленные изменением положения тела во время выполнения физических упражнений.

3.6 Адаптация к физическим нагрузкам систем исполнения движения

Ещё в 70-е годы прошлого столетия П.Ф. Лесгафт определил взаимосвязь между ростом костей и деятельностью окружающих мышц. С учётом данных, полученных при проведении современных исследований, функциональные законы роста костей определяются следующими факторами: оптимальным уровнем нагрузок, ритмичным характером их воздействия и индивидуальными особенностями реакции спортсмена на нагрузку.

Адаптационные изменения костной системы при действии спортивных нагрузок происходят на разных уровнях ее организации: системном, органном, тканевом, клеточном, субклеточном и молекулярном.

В клетках костной ткани претерпевают изменения органоиды, повышается синтез белков, ферментов и других органических веществ, а также увеличивается отложение неорганических веществ, обеспечивающих высокую степень плотности костной ткани. Происходит образование новых остеонов, обладающих достаточным запасом прочности.



Степень изменения внутреннего строения костей зависит от характера нагрузок. При статических нагрузках надкостница становится плотной, теряет эластичность, что при травмах может привести к открытым переломам. При динамических нагрузках надкостница эластична, что определяет закрытый характер возможных переломов.

Выделяют 4 вида механического воздействия на кость: растяжение, сжатие, изгиб и кручение. Наименее устойчива кость при её сгибании и скручивании. Регулярные тренировки приводят к гипертрофии костей. Например, у штангистов имеет место утолщение костей нижних конечностей и позвоночника, у теннисистов – костей предплечья.

Под влиянием мышечной деятельности происходит изменение формы костей, что приводит к образованию гребней, бугров и т.д. Например, у пловцов, борцов и тяжелоатлетов в месте прикрепления хорошо развитой дельтовидной мышцы расширяется диафиз плечевой кости, сглаживается хирургическая шейка за счет образования дельтовидной бугристости.

Адаптационные изменения связочно-суставного аппарата спортсменов. При действии физических нагрузок происходит морфофункциональная перестройка соединения костей, степень которой зависит от объема выполняемых движений. Адаптационные изменения в суставах проявляются в изменении формы и величины суставных поверхностей, структурных изменениях суставных хрящей, связок и других мягких тканей, окружающих суставы и зависят от величины и интенсивности физических нагрузок той или иной спортивной специализации. Например, у гимнастов необходимая подвижность в тазобедренном суставе достигается благодаря развивающемуся уплощению вертлужной впадины и уменьшению конгруэнтности суставных поверхностей (смотреть видео 3.6.1).

У занимающихся баскетболом или фехтованием значительно увеличивается объём движений в лучезапястном и локтевом суставе (смотреть видео 3.6.2; смотреть видео 3.6.3).

Адаптационные изменения мышц при физических нагрузках

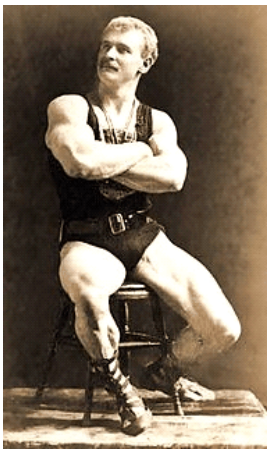
Физические нагрузки статического и динамического характера вызывают различные изменения в мышцах. При действии статических нагрузок увеличивается

объем мышц и площадь их прикрепления к костным элементам, удлиняется сухожильная часть, укорачивается мышечное брюшко, увеличивается объем саркоплазмы (саркоплазматическая гипертрофия), утолщается мышечное волокно, при этом в мышцах увеличивается количество красных мышечных волокон (I типа), повышается содержание креатинфосфата и миоглобина. Уровень гликогена снижается. Таким образом, происходит адаптация мышечных волокон к тренировке на выносливость.

При динамических нагрузках вес и объем мышц увеличивается в меньшей степени. В них происходит укорочение сухожильной части, уменьшается площадь прикрепления мышц к костным образованиям скелета. Количество нервных окончаний, подходящих к мышечному волокну, увеличивается в 4-5 раз. Уровень миоглобина снижается, а гликогена – увеличивается. В мышцах повышается количество белых мышечных волокон (II типа). Сократительный аппарат мышечного волокна увеличивается, растёт скорость сокращения мышечных волокон (миофибриллярная гипертрофия). Происходит адаптация мышц к нагрузкам силового характера.

Необходимо отметить, что изолированно ни саркоплазматическая, ни миофибриллярная гипертрофии не встречаются. В зависимости от программы тренировок эти виды гипертрофии проявляются в большей или меньшей степени. Так, у тяжелоатлетов и пауэрлифтеров в большей степени наблюдается миофибриллярная гипертрофия.

Пауэрлифтинг: выполнение движения «становая тяга» Дином Боурингом



Родоначальник культуризма - Евгений Сандов (Фри́дрих Вильге́льм Мю́ллер, 1867- 1925)

Для бодибилдеров типична как миофибриллярная, так и саркоплазматическая гипертрофия (А.В.Самсонова, 2012, Е.Б.Мякинченко, В.Н. Селуянов, 2005; P.R. Simon, 2005; V.M. Zatsiorsky, W.J. Kraemer, 2006).

Адаптационные изменения мышечной системы зависят от степени интенсивности физических нагрузок. При систематических умеренных нагрузках мышцы увеличиваются в размерах, становятся плотными и упругими, улучшается их кровоснабжение.

После предельных физических нагрузок развивается хроническое переутомление и перетренированность. В мышцах при продолжающемся процессе гипертрофии мышечной ткани наблюдается распад мышечных волокон, образуется соединительная ткань. Уменьшение поступления количества нервных импульсов в мышцу и снижение уровня кровоснабжения ухудшает функциональные свойства мышц.

Таким образом, при действии физических нагрузок в скелетных мышцах отмечается сложная структурная перестройка, основой которой является рабочая гипертрофия мышечной ткани. В зависимости от спортивной специализации у спортсменов отмечается неодинаковое развитие определенных групп мышц, и их силовые качества. При нарушении двигательного режима у спортсмена развивается перетренированность, что сопровождается предпатологическими и патологическими изменениями в мышечной ткани.

Контрольные вопросы

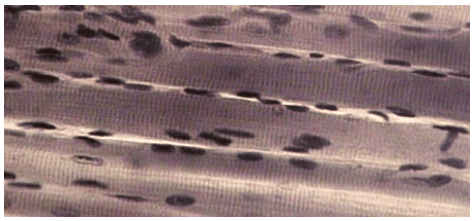
1. Функциональные особенности роста кости: теория П.Ф.Лесгафта и современные представления.
2. Функциональные особенности строения кости. Приспособления кости к механическим нагрузкам.
3. Изменения соединения костей под действием механических факторов с учетом спортивной специализации занимающегося физической культурой и спортом.
4. Влияние предельных физических нагрузок на степень адаптационных изменений мышечной системы.
5. Влияние умеренных физических нагрузок на степень адаптационных изменений мышечной системы.
6. Адаптационные изменения мышц при действии статических нагрузок в процессе тренировки спортсменов.
7. Адаптационные изменения мышц при действии динамических нагрузок в процессе тренировки спортсменов.

4 Нервно-мышечный аппарат

4.1 Морфофункциональные элементы нервно-мышечного аппарата и их свойства

Скелетные мышцы (поперечно-полосатые) – мышцы, прикрепленные к костям скелета, при сокращении которых поддерживается положение скелета в пространстве и выполняются его движения.

Скелетная мышца состоит из множества мышечных волокон, имеющих точки прикрепления к костям и расположенных параллельно друг другу. Каждое мышечное волокно состоит из миофибрилл, которые построены из повторяющихся в продольном направлении блоков (саркомеров). Саркомер является функциональной единицей сократительного аппарата скелетной мышцы, его длина составляет около 2,5 мкм. Он содержит два типа белковых филаментов: тонкие микрофиламенты из актина и толстые филаменты из миозина. Миофибриллы в мышечном волокне лежат таким образом, что расположение саркомеров в них совпадает. Это создает картину поперечной исчерченности мышцы.



Скелетная поперечнополосатая мышечная ткань (продольный срез). Окраска железным гематоксилином

Саркомеры в миофибрилле отделены друг от друга Z-пластинками. В обоих направлениях от Z-пластинки отходят тонкие актиновые филаменты. В промежутках между ними располагаются более толстые – миозиновые. Миозин способен взаимодействовать с актином тонких нитей. Вследствие присоединения актина к миозину увеличивается АТФазная активность миозина, в результате скорость гидролиза АТФ возрастает в 200 раз. Согласно теории скольжения нитей, мышечное сокращение происходит благодаря скользящему движению актиновых и миозиновых филаментов друг относительно друга.

Механизм скольжения нитей (смотреть видео 4.1.1)**:**

- Присоединение головок миозина к центрам связывания актинового филамента (рис. А).
- Конформационная перестройка молекулы миозина вследствие его взаимодействия с актином. За счет поворота головок на 120° нити актина и миозина передвигаются на "один шаг" друг относительно друга (рис. Б).
- Восстановление конформации головки миозина происходит в результате присоединения к ней молекулы АТФ и ее гидролиза в присутствии Са++, что приводит к рассоединению актина и миозина (рис. В).
- Цикл "связывание – изменение конформации – рассоединение –

восстановление конформации" происходит многократно, вследствие чего актиновые и миозиновые филаменты смещаются друг относительно друга, Z-диски саркомеров сближаются и миофибрилла укорачивается (рис. Г).

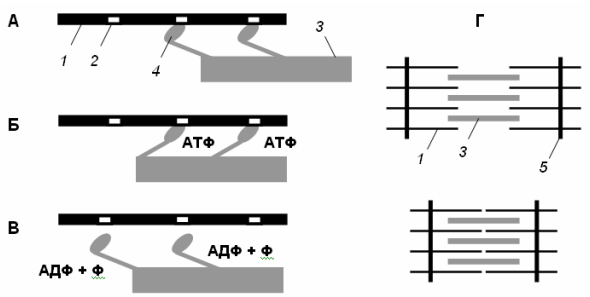


Рис. Механизм мышечного сокращения.
1 – актиновый филамент,
2 – центр связывания,
3 – миозиновый филамент,
4 – головка миозина,
5 – Z -диск саркомера.

В скелетной мышечной ткани различают белые и красные мышечные волокна. Белые мышечные волокна содержат мало саркоплазмы и миоглобина и много миофибрилл. Они обеспечивают сильное, но непродолжительное сокращение. Красные мышечные волокна содержат много митохондрий, саркоплазмы, миоглобина и мало миофибрилл. Они способны к длительному сокращению. В каждой скелетной мышце, как органе, имеются и белые, и красные мышечные волокна. Однако их соотношение в разных мышечных группах неодинаково, что определяет выбор специализации спортсмена.

Сопряжение возбуждения и сокращения в скелетной мышце

В состоянии покоя скелетной мышцы центры связывания на поверхности актина закрыты молекулами белка тропомиозина и скольжения нитей в миофибрилле не происходит. Возбуждение (деполяризация) миофибриллы и собственно мышечное сокращение связаны с процессом элетромеханического сопряжения, который состоит из ряда последовательных этапов.

- В результате срабатывания нейромышечного синапса на постсинаптической мембране возникает ВПСП, генерирующий развитие потенциала действия, который распространяется по мембране миофибриллы и за счет системы поперечных трубочек достигает саркоплазматического ретикулума.
- Деполяризации мембраны саркоплазматического ретикулума приводит к открытию в ней Ca^{2+}-каналов, через которые в саркоплазму выходят ионы Ca^{2+}, которые связываются с белком тропонином. Тропонин изменяет свою конформацию и смещает молекулы белка тропомиозина, блокирующего центры связывания актина.
- К открывшимся центрам связывания присоединяются головки миозина, и начинается процесс сокращения.

Время от момента возбуждения мышечного волокна (мышцы) до начала ее сокращения называют латентным периодом сокращения (10-20 мс).

Расслабление скелетной мышцы. Расслабление мышцы достигается обратным переносом ионов Ca^{2+} посредством кальциевого насоса в каналы

саркоплазматического ретикулума. По мере удаления из цитоплазмы Ca^{2+} открытых центров связывания становится все меньше и в конце концов актиновые и миозиновые нити полностью рассоединяются, вследствие чего наступает расслабление мышцы.

Энергетика мышечного сокращения. В динамическом режиме работоспособность мышцы определяется скоростью расщепления и ресинтеза АТФ. При этом скорость расщепления АТФ может увеличиваться в 100 раз и более. Ресинтез АТФ может обеспечиваться за счет окислительного расщепления глюкозы. Это сопровождается увеличением кровотока через мышцы примерно в 20 раз, увеличением минутного объема сердца и дыхания в 2-3 раза, повышается активность митохондриальных ферментов.

При максимальной физической нагрузке происходит дополнительное расщепление глюкозы путем анаэробного гликолиза. Во время этих процессов ресинтез АТФ осуществляется в несколько раз быстрее и механическая работа, производимая мышцами, также больше, чем при аэробном окислении. Предельное время для такого рода работы непродолжительно, после чего возникает накопление молочной кислоты, т. е. метаболический ацидоз, и развивается утомление.

Теплообразование при мышечном сокращении. Скелетная мышца превращает химическую энергию в механическую работу с выделением тепла. А. Хиллом было установлено, что все теплообразование можно разделить на несколько компонентов:

1. Теплота активации.
2. Теплота укорочения.
3. Теплота расслабления.

Количество выделяющегося тепла пропорционально нагрузке (закон Хилла для изотонического режима сокращения).

Двигательная единица – функциональная единица скелетной мышцы; совокупность мышечных волокон, которые иннервируются отростками одного мотонейрона. Возбуждение и сокращение волокон, входящих в состав одной ДЕ, происходит одновременно (смотреть видео 4.1.2).

Структурная организация и сокращение гладких мышц. Гладкая мышца состоит из клеток веретенообразной формы. Нити актина и миозина расположены нерегулярно, вследствие чего отсутствует поперечная исчерченность мышцы. Механизм сокращения аналогичен таковому в скелетной мышце, но скорость скольжения филаментов, скорость удаления ионов кальция из саркоплазмы и скорость гидролиза АТФ ниже, чем в скелетной мускулатуре. Это способствует оптимальному приспособлению гладких мышц к длительному сокращению, не приводящему к утомлению и значительным энергозатратам.

Контрольные вопросы

1. Поперечно-полосатая мышца: основная функция, строение. Саркомер как структурная единица мышечного волокна.
2. Механизм мышечных сокращений. Теория скольжения. Электромеханическое

сопряжение.
3. Механизм мышечного расслабления.
4. Энергетическое обеспечение мышечного сокращения, теплопродукция, работа.
5. Понятие о двигательных единицах. Классификации двигательных единиц по морфологии (большие, малые) и по функции (быстрые, медленные).
6. Композиция скелетных мышц: влияние на развитие физических качеств у атлетов.
7. Гладкие мышцы. Основные морфологические и функциональные особенности.
8. Особенности электромеханического сопряжения. Иннервация гладких мышц.

4.2 Режимы, формы, типы мышечных сокращений. Сила скелетных мышц

Основу жизнедеятельности человека составляют движения, в основе которых лежит мышечное сокращение – реакция мышечных клеток на раздражение, проявляющаяся в уменьшении длины клетки (смотреть видео 4.2.1).

Фазы мышечного сокращения (смотреть видео 4.2.2)

При раздражении скелетной мышцы одиночным импульсом электрического тока сверхпороговой силы возникает одиночное мышечное сокращение, в котором различают 3 фазы (рис., А):

- латентный период сокращения (около 10 мс), характеризующийся развитием потенциала действия и процессов электромеханического сопряжения; возбудимость мышцы во время одиночного сокращения изменяется в соответствии с фазами потенциала действия;
- фаза укорочения (около 50 мс);
- фаза расслабления (около 50 мс).

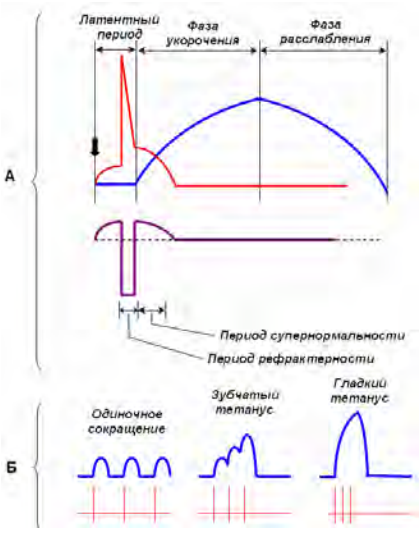


Рис. Характеристика одиночного мышечного сокращения. Происхождение зубчатого и гладкого тетануса.
А – фазы и периоды мышечного сокращения,
Б – режимы мышечного сокращения, возникающие при разной частоте стимуляции мышцы.

Изменение длины мышцы показано синим цветом, потенциал действия в мышце – красным, возбудимость мышцы – фиолетовым.

Режимы мышечного сокращения

В естественных условиях в организме одиночного мышечного сокращения не наблюдается, так как по двигательным нервам, иннервирующим мышцу, идут серии потенциалов действия. В зависимости от частоты приходящих к мышце нервных импульсов мышца может сокращаться в одном из трех режимов (рис., Б).

• Одиночные мышечные сокращения возникают при низкой частоте электрических импульсов. Если очередной импульс приходит в мышцу после завершения фазы расслабления, возникает серия последовательных одиночных сокращений.

• При более высокой частоте импульсов очередной импульс может совпадать с фазой расслабления предыдущего цикла сокращения, при этом амплитуда сокращений суммируется, возникнет зубчатый тетанус – длительное сокращение, прерываемое периодами неполного расслабления мышцы.

• При дальнейшем увеличении частоты импульсов каждый следующий импульс будет действовать на мышцу во время фазы укорочения, вследствие чего возникнет гладкий тетанус – длительное сокращение, не имеющее периодов расслабления.

Оптимум и пессимум частоты

Амплитуда тетанического сокращения зависит от частоты импульсов, раздражающих мышцу. Оптимумом частоты называют такую частоту раздражающих импульсов, при которой каждый последующий импульс совпадает с фазой повышенной возбудимости (рис., А), что вызывает тетанус наибольшей амплитуды. Пессимумом частоты называют более высокую частоту раздражения, при которой каждый последующий импульс тока попадает в фазу рефрактерности (рис., А), в результате чего амплитуда тетануса значительно уменьшается.

Работа скелетной мышцы совершается за счет согласованного изменения тонуса (напряжения) и длины мышцы во время сокращения.

Виды работы скелетной мышцы:

• динамическая преодолевающая работа совершается, когда мышца, сокращаясь, перемещает тело или его части в пространстве;

• статическая (удерживающая) работа выполняется, если благодаря сокращению мышцы части тела сохраняются в определенном положении;

• динамическая уступающая работа совершается, если мышца функционирует, но при этом растягивается, так как совершаемого ею усилия недостаточно, чтобы переместить или удержать части тела.

Во время выполнения работы мышца может сокращаться:

• изотонически – мышца укорачивается при постоянном напряжении (внешней нагрузке); изотоническое сокращение воспроизводится только в эксперименте;

• изометрически – напряжение мышцы возрастает, а ее длина не изменяется; мышца сокращается изометрически при совершении статической работы;

• ауксотонически – напряжение мышцы изменяется по мере ее укорочения; ауксотоническое сокращение выполняется при динамической преодолевающей работе.

Сила сокращения скелетной мышцы определяется 2 факторами:

• числом ДЕ, участвующих в сокращении;

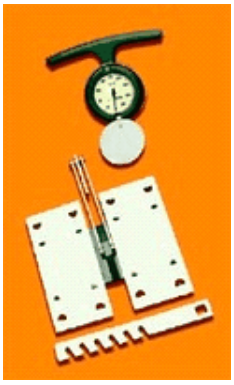
• частотой сокращения мышечных волокон.

Правило средних нагрузок – мышца может совершить максимальную работу при средних нагрузках. Причём, во сколько раз быстрее сокращается мышца, во столько раз меньшую силу она может развить (закон Хилла), но эта зависимость справедлива лишь в режиме преодолевающей работы мышцы при ее активном укорочении. Измеряют силу мышц спортсмена методом динамометрии (кистевой, становой).

Измерение силы разгибателей I пальца стопы с помощью реверсивного динамометра

Измерение силы мышц правой руки с использованием кистевого динамометра

Измерение силы передней группы мышц шеи с помощью реверсивного динамометра



Динамометр становой ДС-200

При осуществлении различных форм двигательных действий и позных реакций,

не требующих быстрого двигательного акта, действует *замкнутая система рефлекторного кольцевого регулирования*. Она позволяет нервным центрам получать информацию о состоянии мышц и результатах их действий по различным афферентным путям и вносить необходимые поправки при выполнении действия. Обратные связи, осуществляющие текущий зрительно-моторный контроль, получают достаточное развитие примерно к трем годам, а контроль движений с участием проприоцептивных обратных связей – с 5-6 лет (смотреть видео 4.2.3). Механизм кольцевого регулирования является более древним филогенетически и в процессе онтогенеза возникает раньше, окончательно формируясь к 7-9-летнему возрасту.

Контрольные вопросы

1. Виды работы скелетной мышцы.
2. Изометрический, изотонический, ауксотонический типы мышечных сокращений.
3. Режимы мышечных сокращений: одиночное и тетаническое.
4. Зубчатый и гладкий тетанус, их значение и характеристика
5. Оптимум и пессимум сокращения, значение.
6. Рефлекторное кольцевое регулирование мышечного сокращения: проприорецепторы скелетных мышц, сухожилий и суставов.
7. Факторы, определяющие силу сокращения скелетной мышцы.
8. Измерение силы мышц атлета методом динамометрии (кистевой, становой).

4.3 Регуляция мышечного тонуса, поддержания позы

"...Все бесконечное разнообразие внешних проявлений мозговой деятельности сводится окончательно к одному лишь явлению – мышечному движению", – писал И.М. Сеченов. Двигательная деятельность включает в себя процессы осуществления двигательных актов и поддержание позы. Регуляция позы тела и позно-тонической активности мышц осуществляется благодаря расположенным в различных отделах ЦНС комплексам нейронов. Из ЦНС по двигательным (эфферентным) нервным волокнам возбуждение поступает в мышцу, к нервно-мышечным окончаниям различной формы, и мышца сокращается. По чувствительным (афферентным) волокнам от мышцы в ЦНС поступают импульсы, сигнализирующие о состоянии мышцы в данный момент (смотреть видео 4.3.1).

В передних рогах спинного мозга существуют три типа двигательных нейронов, выполняющих разные функции. α-мотонейроны большие проводят двигательные импульсы с большой скоростью, обеспечивают выполнение быстрых движений. α-мотонейроны малые обеспечивают постуральные, тонические сокращения мышц. γ-мотонейроны не вызывают мышечное сокращение, но обеспечивают регуляцию тонуса мышц.

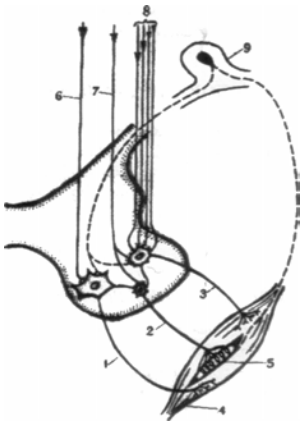
Таким образом, фазная деятельность осуществляются быстрыми двигательными единицами, которые обеспечивают быстрые и сильные сокращения мышц при выполнении движений. Удержание определённого положения тела происходит

благодаря более экономичному тоническому напряжению с участием медленных двигательных единиц.

Таким образом, регуляция тонуса мышц осуществляется с участием двух видов рефлексов спинного мозга: **миотатических** и **позно-тонических**.

Миотатические рефлексы (синонимы – рефлексы на растяжение, стреч-рефлексы) – вид рефлексов, представляющий собой механизм автоматического регулирования активности мышц в соответствии с ее длиной и скоростью укорочения или удлинения. Позно-тонические рефлексы спинного мозга, направленные на поддержание позы, возникают с проприорецепторов мышц шеи и регулируют тонус мышц при изменении положения головы и шеи. Составной частью различных сложных двигательных действий являются также *ритмические рефлексы.* Многочисленные взаимосвязи внутри спинного мозга обеспечивают последовательное согласование ритма и фаз движений.

При выполнении движений важны координационные взаимоотношения между спинальными моторными центрами (реципрокная (взаимосочетанная) иннервация мышц-антагонистов). Для сгибательного движения в суставе необходимо не только сокращение мышц-сгибателей, но и одновременное расслабление мышц-разгибателей. При этом в мотонейронах мышц-сгибателей возникает процесс возбуждения, а в мотонейронах мышц-разгибателей – торможение. При разгибании сустава, наоборот, тормозятся центры сгибателей и возбуждаются центры разгибателей.



Связи мотонейронов для поддержания мышечного тонуса на уровне рефлекторной дуги:
1 – большой альфа-нейрон;
2 – гамма-нейрон;
3 – малый альфа-нейрон;
4 – мышца;
5 – проприоцептор;
6 – корково-спинномозговой путь;
7 – ретикулярно-спинномозговой путь;
8 – нисходящие пути экстрапирамидной системы;
9 – спинномозговой узел.

Функцию поддержания мышечного тонуса обеспечивает также рефлекс на растяжение мышцы. Ретикулярная формация постоянно посылает импульсы к гамма-мотонейронам передних рогов спинного мозга. От гамма-мотонейронов к мышечным веретенам поступает активизирующая импульсация, вызывающая их растягивание. Возникающие импульсы по афферентной части рефлекторной дуги проводятся к малым альфа-мотонейронам спинного мозга и их активизируют. Далее возбуждение по аксонам этих клеток направляется к мышечным волокнам, вызывая их продолжительное сокращение, необходимое для поддержания мышечного тонуса. Таким образом, мышечный тонус – это состояние умеренной степени напряжения мышцы, получающей 10-20 нервных импульсов в 1 с.

В регуляции тонуса участвует также пирамидная и экстрапирамидная системы (ретикулярная формация ствола мозга, подкорковые ядра, красные ядра и черная

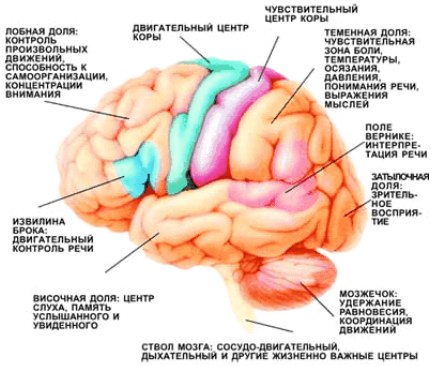
субстанция среднего мозга, мозжечок, вестибулярные ядра продолговатого мозга).

Усиление различных мышц тонуса осуществляет активирующий отдел ретикулярной формации среднего мозга, а угнетение – тормозящий отдел продолговатого мозга. В отличие от нее моторные центры коры больших полушарий и ствола мозга действуют избирательно на отдельные группы. Усиление тонуса мышц-сгибателей вызывает возбуждение, передающееся от коры головного мозга к нейронам спинного мозга по корково-спинномозговой (пирамидной) системе, а также через ретикулярную формацию по ретикуло-спинномозговой системе и через красные ядра по корково-красноядерно-спинномозговой системе. Т,оническое повышение возбудимости мотонейронов мышц-разгибателей вызывают влияния, передающиеся через вестибулярные ядра продолговатого мозга к вставочным и двигательным нейронам передних рогов спинного мозга (по вестибуло-спинномозговым путям), что обеспечивает повышение тонуса этих мышц (смотреть видео 4.3.2).

Мозжечок формирует правильное распределение тонуса скелетных мышц: через красные ядра среднего мозга он повышает тонус мышц-сгибателей, а через вестибулярные ядра продолговатого мозга усиливает тонус мышц-разгибателей. В поддержании позы и равновесия тела, регуляции тонуса мышц основное значение имеет медиальная продольная зона мозжечка – кора червя, нейроны которой согласуют позные реакции с движениями. Они выполняют также точные расчеты по ходу движений, необходимые для коррекции ошибок и адаптации моторных программ к текущей ситуации. При поражении мозжечка возникают нарушения статического и динамического равновесия.

В организации двигательных актов участвуют практически все отделы коры больших полушарий, в частности, ее моторные, премоторные и лобные области.

Моторная область коры (прецентральная извилина) посылает импульсы к отдельным мышцам, преимущественно к дистальным мышцам конечностей. Объединение отдельных элементов движения в целостный акт осуществляют вторичные поля премоторной области.



Локализация зон коры больших полушарий

Они определяют последовательность двигательных актов, формируют ритмические серии движений, регулируют тонус мышц. Постцентральная извилина коры представляет собой поле, обеспечивающее субъективное ощущение движений. Нижнетеменные области коры формируют представления о взаимном расположении различных частей тела и положении тела в пространстве, обеспечивают точную адресацию моторных команд к отдельным мышцам и пространственную ориентацию движений. Области коры, относящиеся к лимбической системе, ответственны за эмоциональную окраску движений.

В высшей регуляции произвольных движений важнейшая роль принадлежит

переднелобным областям. Здесь существует принципиально новый тип функциональной единицы – замкнутое нейронное кольцо, обеспечивающее кратковременную память. В этой зоне также происходит оценка текущей ситуации, программирование произвольных движений, их коррекция. При поражении лобных долей движения человека становятся бессмысленными.

Особенностью регуляции движений человека является их подчиненность речевым воздействиям. Двигательные действия могут программироваться лобными долями в ответ на поступающие извне словесные сигналы либо мышление самого человека. При этом в процессе участвуют расположенные в левом полушарии человека сенсорный центр речи Вернике и моторный центр речи – центр Брока, способствующие формированию моторных программ на речевой основе.

Контрольные вопросы

1. Регуляция позы тела и позно-тонической активности мышц различными отделами ЦНС.
2. Определение понятий "мышечный тонус", "поза", "движение". Роль спинного мозга в активации тонического напряжения мышц.
3. Роль двигательных единиц в осуществлении тонического напряжения, сокращения, перераспределении тонуса мышц.
4. Неспецифическая система ретикулярной формации продолговатого и среднего мозга: ее роль в регуляции позно-тонической активности.
5. Роль лабиринтов и шейных проприорецепторов в позно-тонических рефлексах.
6. Специфическая система (двигательные центры коры больших полушарий, продолговатого и среднего мозга) и ее роль в регуляции позы и движений.
7. Роль базальных ядер и коры больших полушарий в организации и осуществлении сложных движений.
8. Роль речи в формировании моторных программ.

4.4 Основные принципы организации произвольных движений

Двигательная деятельность включает в себя процессы осуществления двигательных актов и процессы поддержания позы. Н.А. Бернштейн (1947) выдвинул концепцию о построении произвольного двигательного акта, согласно которой любое движение – сложная многоуровневая система, где каждый уровень (или определенные анатомические структуры) характеризуется "ведущей афферентацией" и собственным набором регулируемых движений.

Н.А. Бернштейн выделил пять основных уровней построения движений, обозначив их латинскими буквами A, B, C, D, E.

Самый древний в филогенетическом отношении – ***уровень А***, который называется уровнем "палеокинетических регуляций", или руброспинальным. Он обеспечивает поступление и анализ проприоцептивной информации от мышц, удержание

определенной позы, некоторые быстрые ритмические вибрационные движения, а также ряд непроизвольных движений. Уровень А у человека практически никогда не бывает ведущим уровнем построения движений.

Уровень В – таламо-паллидарный уровень. Этот уровень обеспечивает анализ информации о расположении отдельных конечностей и мышц и отвечает за ритмические и циклические движения всего тела (синергии), автоматизацию различных двигательных навыков, выразительность мимики.

Уровень С – уровень пространственного поля, или пирамидно-стриальный, образован пирамидными и экстрапирамидными системами. Движения, выполняемые на данном уровне, носят целевой характер (прыжки в длину, акробатика), обеспечивая ориентацию субъекта в пространстве.

Уровень D – теменно-премоторный, или уровень предметных действий, обеспечивает взаимодействие с объектами в соответствии с их предметными значениями (завязывание галстука).

Уровень Е – наименее изучен в физиологии двигательной активности; отвечает за "ведущие в смысловом отношении координации речи и письма", которые объединены уже не предметом, а отвлеченным заданием или замыслом.

Современные представления об организации целостных актов поведения живых организмов отражены в теории функциональной системы (П.К.Анохин). Согласно его теории выполнение двигательных актов осуществляется обширным комплексом нейронов, расположенных в различных отделах ЦНС. Такая функциональная система управления движениями является многоэтажной и многоуровневой. Общая схема управления движениями основывается на достижении полезного результата, что является решающим фактором поведения. При этом в нервной системе формируется группа взаимосвязанных нейронов – функциональная система, деятельность которой заключается в следующем:

– обработка всех сигналов, поступающих из внешней и внутренней среды организма, – так называемый афферентный синтез;

– принятие решения о цели и задачах действия;

– создание представления об ожидаемом результате и формирование конкретной программы движений;

– анализ полученного результата и внесение в программу поправок сенсорных коррекций.

На первом этапе (афферентный синтез) в нервных центрах одновременно взаимодействуют 4 типа поступающих к ним раздражений:

1) пусковая афферентация – сигналы, вызывающие действие;

2) обстановочная афферентация – остальные внешние раздражения;

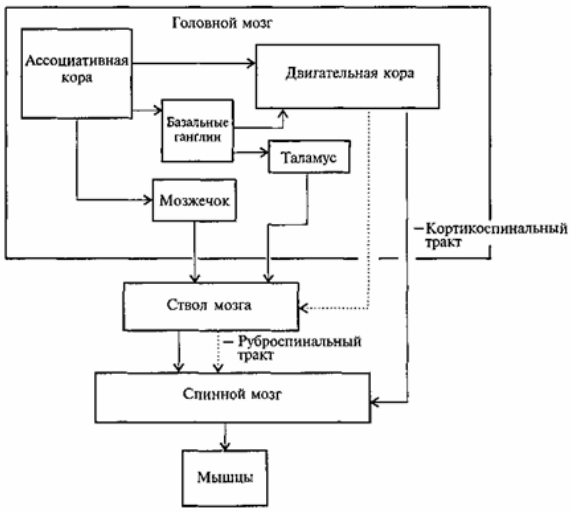
3) мотивация – собственные потребности организма, доминирующие в данный момент;

4) память – имеющиеся в нервной системе следы прежних раздражений, накопленный опыт.

Эти процессы отражаются в изменениях электрической активности мозга,

связанных с повышением возбудимости корковых нейронов и созданием рабочей системы мозга. Выраженность этих феноменов отражает степень заинтересованности человека в реакции, скорость и силу ответных сокращений мышц. На уровне спинного мозга происходит повышение возбудимости спинальных мотонейронов.

Сенсорная информация о результате выполнения движения, получаемая по каналам обратной связи, используется нервными центрами для уточнения временных, пространственных и силовых характеристик двигательных актов, сенсорных коррекций (Н.А.Бернштейн, 1966).



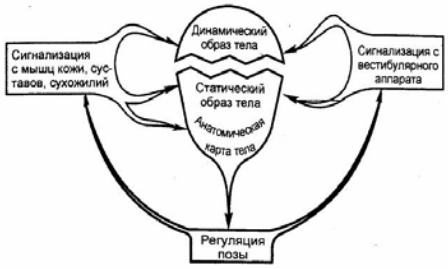
Общая схема организации двигательной системы (М.М. Безруких)

В двигательной деятельности человека различают произвольные движения, сознательно управляемые и непроизвольные движения, происходящие без участия сознания и представляющие собой либо безусловные реакции, либо автоматизированные двигательные навыки. В основе управления произвольными движениями человека лежат два различных физиологических механизма:

– рефлекторное кольцевое регулирование;

– программное управление по механизму центральных команд.

Замкнутая система рефлекторного кольцевого регулирования характерна для осуществления различных форм двигательных действий и позных реакций, не требующих быстрого двигательного акта. Это позволяет нервным центрам получать информацию о состоянии мышц и результатах их действий по различным афферентным путям и вносить поправки в моторные команды по ходу действия.



Высшие механизмы регуляции позы (М.М. Безруких).

Программное управление по механизму центральных команд – это механизм регуляции движений, независимый от афферентных проприоцептивных влияний. Такое управление используется в случае выполнения кратковременных движений (прыжков, ударов и др.), когда организм не успевает использовать информацию от проприорецепторов мышц. Вся программа должна быть готова еще до начала двигательного акта. При этом отсутствует замкнутое кольцо регуляции. Управление

производится по так называемой открытой петле, а активность во многих произвольно сокращающихся мышцах возникает раньше, чем регистрируется обратная импульсация. Например, при выполнении прыжков электрическая активность в мышцах, направленная на амортизацию удара, возникает раньше, чем происходит соприкосновение с опорой, и носит предупредительный характер. Такие центральные программы создаются согласно сформированному в мозге (в переднелобной области коры) образу двигательного действия и цели движения. В дальнейшей разработке моторной программы принимают участие мозжечок и базальные ядра. Информация от них поступает через таламус в моторную и премоторную области коры, к исполнительным центрам спинного мозга и скелетным мышцам.

Среди многоэтажных систем нервных центров выделяют три основных функциональных блока (Лурия А.Р., 1973):

1. Блок регуляции тонуса, уровня бодрствования;
2. Блок приема, переработки и хранения информации;
3. Блок программирования, регуляции и контроля двигательной деятельности.

К первому функциональному блоку относятся неспецифические отделы нервной системы, в частности, ретикулярная формация ствола мозга, которые модулируют функциональное состояние вышележащих и нижележащих отделов, вызывая состояния сна, бодрствования, повышенной активности, увеличивая или уменьшая мощность двигательных реакций.

Второй функциональный блок расположен в задних отделах полушарий и включает в свой состав зрительные (затылочные), слуховые (височные) и чувствительные (теменные) области коры. Здесь обеспечиваются процессы ощущения, восприятия, опознания информации, создаются интегральные образы внешнего мира. При этом формируются представления, обеспечивающие пространственную ориентацию движений.

Третий функциональный блок расположен в передних отделах больших полушарий, где с участием речи происходит формирование программы произвольных движений и контроль за их выполнением. При этом в работу включаются аппараты сравнения – нервные аппараты, получающие обратную сигнализацию и сравнивающую заданную программу с результатами ее выполнения (П.К. Анохин, Н.А. Бернштейн и др.) (смотреть видео 4.4.1). Имеются данные, что такие аппараты находятся в лобных долях, подкорковых ядрах и других образованиях.

Таким образом, мозг и нервная система в целом – это инструмент, с помощью которого человек "проигрывает мелодии своей жизни" (Соколова Е.Е.).

Контрольные вопросы

1. Концепция Н.А. Бернштнейна о построении произвольного двигательного акта.
2. Система регуляции движений: уровни построения движений, их характеристика.
3. Учение П.К. Анохина о функциональной системе.
4. Структура функциональной системы, её деятельность.
5. Значение сенсорной информации, получаемой по каналам обратной связи, для управления временными, силовыми и пространственными характеристиками

движения.

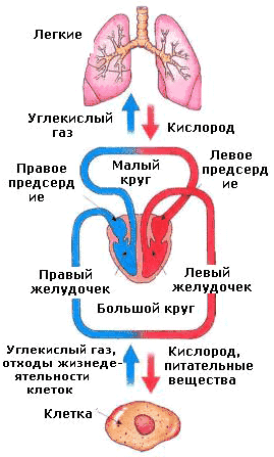
6. Рефлекторное кольцевое регулирование как физиологический механизм управления произвольными движениями человека, его характеристика.
7. Роль программного управления по механизму центральных команд в управлении произвольными движениями человека.
8. Значение основных функциональных блоков мозга: регуляции тонуса и уровня бодрствования; приема, переработки и хранения информации; программирования, регуляции и контроля за двигательной деятельностью.

5 Системные механизмы гомеостазиса

5.1 Сердечно-сосудистая система

Система кровообращения состоит из сердца, сосудов (кровеносных и лимфатических), органов депо крови, механизмов регуляции системы кровообращения. Основная ее функция заключается в обеспечении постоянного движения крови по сосудам (смотреть видео 5.1.1).

Кровь в организме человека циркулирует по двум кругам кровообращения.



Большой и малый круги кровообращения

Большой круг кровообращения начинается аортой, которая отходит от левого желудочка, и заканчивается верхней и нижней полыми венами, впадающими в правое предсердие. Аорта дает начало крупным, средним и мелким артериям. Артерии переходят в артериолы, которые заканчиваются капиллярами. Капилляры широкой сетью пронизывают все органы и ткани организма. В капиллярах кровь отдает тканям кислород и питательные вещества, а из них в кровь поступают продукты обмена веществ, в том числе и углекислый газ. Капилляры переходят в венулы, кровь из которых попадает в мелкие, средние и крупные вены. Кровь от верхней части туловища поступает в верхнюю полую вену, от нижней – в нижнюю полую вену. Обе эти вены впадают в правое предсердие, где заканчивается большой круг кровообращения (смотреть видео 5.1.2).

Малый круг кровообращения (легочный) начинается легочным стволом, который отходит от правого желудочка и несет в легкие венозную кровь. Легочный ствол разветвляется на две ветви, идущие к левому и правому легкому. В легких легочные артерии делятся на более мелкие артерии, артериолы и капилляры. В капиллярах кровь отдает углекислый газ и обогащается кислородом. Легочные капилляры переходят в венулы, которые затем образуют вены. По четырем легочным венам артериальная кровь поступает в левое предсердие.

Сердце человека – полый мышечный орган. Сплошной вертикальной перегородкой сердце делится на левую и правую половины (которые у взрослого здорового человека между собой не сообщаются). Горизонтальная перегородка вместе с вертикальной делит сердце на четыре камеры. Верхние камеры – предсердия, нижние – желудочки.

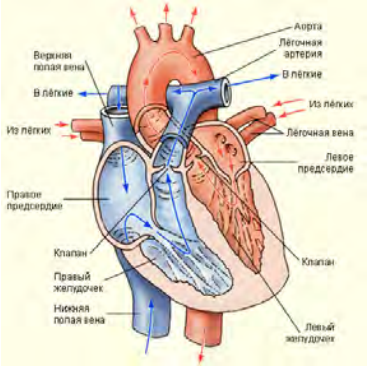


Схема сердца человека

Внутри сердца имеется клапанный аппарат, который обеспечивает движение крови в полостях сердца в одном направлении. Открытие и закрытие клапанов сердца связано с изменением величины давления в полостях сердца.

Цикл сердечной деятельности продолжается 0,8-0,86 с и состоит из двух фаз – систолы (сокращение) и диастолы (расслабление). Систола предсердий длится 0,1 с, диастола 0,7 с. Систола желудочков сильнее систолы предсердий и продолжается около 0,3-0,36 с, диастола – 0,5 с. Общая пауза (одновременная диастола предсердий и желудочков) длится 0,4 с. В течение этого периода сердце отдыхает.

Миокард представлен мышечной тканью, состоящей из отдельных кардиомиоцитов, которые соединяются между собой с помощью специальных контактов и образуют мышечное волокно. Благодаря такому функциональному строению обеспечивается быстрая передача возбуждения с одной клетки на другую. По особенностям функционирования выделяют рабочий (сокращающийся) миокард и атипическую мускулатуру.

Основные физиологические свойства сердечной мышцы:

Возбудимость. Сердечная мышца менее возбудима, чем скелетная.

Проводимость. Возбуждение по волокнам сердечной мышцы распространяется с меньшей скоростью, чем по волокнам скелетной мышцы.

Сократимость. Сердце, в отличие от скелетной мышцы, подчиняется закону "все или ничего". Сердечная мышца максимально сокращается и на пороговое, и на более сильное по величине раздражение.

К **физиологическим особенностям** сердечной мышцы относятся удлиненный **рефрактерный** период и **автоматизм.**

Рефрактерность. Сердце имеет значительно выраженный и удлиненный рефрактерный период. Он характеризуется резким снижением возбудимости ткани в период ее активности. Благодаря выраженному рефрактерному периоду, который длится дольше, чем период систолы, сердечная мышца не способна к тетаническому (длительному) сокращению и совершает свою работу по типу одиночного мышечного сокращения.

Автоматизм – способность сердца ритмически сокращаться под влиянием импульсов, возникающих в нем самом.

Атипический миокард образует проводящую систему сердца и обеспечивает генерацию и проведение нервных импульсов. В сердце атипические мышечные волокна образуют узлы и пучки, которые объединяются в проводящую систему, состоящую из следующих отделов:

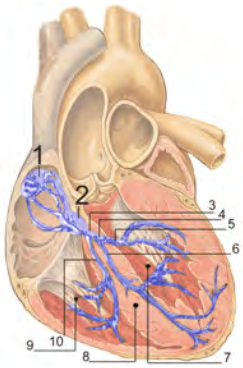
– синусно-предсердного узла, располагающегося на задней стенке правого предсердия у места впадения верхней полой вены;

– предсердно-желудочкового узла (атриовентрикулярный узел), находящегося в стенке правого предсердия вблизи перегородки между предсердиями и желудочком;

– предсердно-желудочкового пучка (пучок Гиса), отходящего от предсердно-желудочкового узла одним стволом. Пучок Гиса, пройдя через перегородку между предсердиями и желудочками, делится на две ножки, идущие к правому и левому желудочкам.

– заканчивается пучок Гиса в толще мышц волокнами Пуркинье.

Синусно-предсердный узел является ведущим в деятельности сердца (водитель ритма), в нем возникают импульсы, определяющие частоту и ритм сокращений сердца.



Расположение элементов проводящей системы сердца
1. Синоатриальный узел
2. Атриовентрикулярный узел
3. Пучок Гиса
4. Левая ножка пучка Гиса
5. Левая передняя ветвь
6. Левая задняя ветвь
7. Левый желудочек
8. Межжелудочковая перегородка
9. Правый желудочек
10. Правая ножка пучка Гиса

Показатели сердечной деятельности

Ударный, или систолический, объем сердца – количество крови, выбрасываемое желудочком сердца в соответствующие сосуды при каждом сокращении. У взрослого здорового человека при относительном покое систолический объем каждого желудочка составляет приблизительно 70-80 мл. Таким образом, при сокращении желудочков в артериальную систему поступает 140-160 мл крови.

Минутный объем – количество крови, выбрасываемое желудочком сердца за 1 мин. Минутный объем сердца – это произведение величины ударного объема на частоту сердечных сокращений в 1 мин. В среднем минутный объем составляет 3-5 л/мин. Минутный объем сердца может увеличиваться за счет увеличения ударного объема и частоты сердечных сокращений.

Сердечный индекс – отношение минутного объема крови в л/мин к поверхности тела в м². Для "стандартного" мужчины он равен 3 л/мин·м².

Основные методы исследования сердечной деятельности

Фонокардиография сердца позволяет зарегистрировать на бумаге звуки сердца, тоны и шумы. Сердечные тоны – это звуковые явления, возникающие в работающем сердце. Различают два тона: I – систолический и II – диастолический. По звуковой характеристике II тон короткий и высокий.

Электрокардиография – графическая запись биопотенциалов сердца при помощи электрокардиографа. В работающем сердце создаются условия для возникновения электрического тока. Во время систолы предсердия становятся

электроотрицательными по отношению к желудочкам, находящимся в это время в фазе диастолы. Таким образом, при работе сердца возникает разность потенциалов. Биопотенциалы сердца, записанные с помощью электрокардиографа, носят название электрокардиограммы. Нормальная ЭКГ состоит из ряда зубцов и интервалов между ними. При анализе ЭКГ учитывают высоту, ширину, направление, форму зубцов, а также продолжительность зубцов и интервалов между ними, отражающих скорость проведения импульсов в сердце. ЭКГ имеет три направленных вверх (положительных) зубца – P, R,T и два отрицательных зубца, вершины которых обращены вниз, – Q и S.

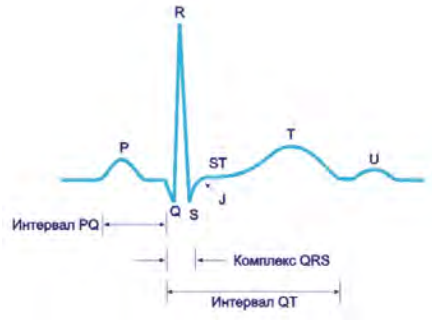
Зубец P – характеризует возникновение и распространение возбуждения в предсердиях

Зубец Q – отражает возбуждение межжелудочковой перегородки

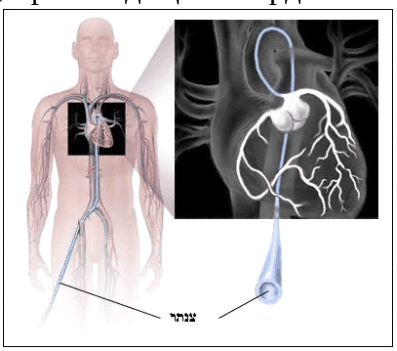
Зубец R – соответствует периоду охвата возбуждением обоих желудочков

Зубец S – характеризует завершение распространения возбуждения в желудочках.

Зубец T – отражает процесс реполяризации в желудочках. Высота его характеризует состояние обменных процессов, происходящих в сердечной мышце.



Зубцы и интервалы ЭКГ


Коронарография

Рентгенологическое исследование сердца позволяет оценить его размеры и положение в грудной клетке.

Эхокардиография – это метод исследования сердца, основанный на использовании ультразвука; позволяет визуализировать структуры сердца, оценить его морфологию, а также сократительную функцию.

Коронарография – рентгеноконтрастный метод исследования, который позволяет точно определить характер, место и степень сужения коронарной артерии.

Законы сердечной деятельности.

Закон сердечного волокна (закон Франка-Старлинга): чем сильнее растянуто сердце в фазу диастолы, тем сильнее оно сокращается во время систолы.

Закон сердечного ритма (закон Бейнбриджа): всякое перенаполнение кровью предсердий рефлекторно увеличивает скорость сердечных сокращений.

Они являются механизмом саморегуляции сердечной деятельности.

Регуляция деятельности сердца.

Сердце обладает автоматизмом, то есть оно сокращается под влиянием импульсов, возникающих в его специальной ткани. Однако в целостном организме человека работа сердца регулируется за счет нейрогуморальных воздействий,

изменяющих интенсивность сокращений сердца и приспосабливающих его деятельность к потребностям организма.

Нервная регуляция деятельности сердца

Сердце, как и все внутренние органы, иннервируется вегетативной нервной системой.

Блуждающие и симпатические нервы оказывают на деятельность сердца противоположное влияние по 5 направлениям:

– хронотропное (изменяет частоту сердечных сокращений);
– инотропное (изменяет силу сердечных сокращений);
– батмотропное (оказывает влияние на возбудимость);
– дромотропное (изменяет способность к проводимости);
– тонотропное (регулирует тонус и интенсивность обменных процессов).

Парасимпатическая нервная система оказывает отрицательное влияние по всем пяти направлениям, а симпатическая нервная система – положительное.

Таким образом, при возбуждении блуждающих нервов происходит уменьшение частоты, силы сердечных сокращений, уменьшение возбудимости и проводимости миокарда, снижает интенсивность обменных процессов в сердечной мышце.

При возбуждении симпатических нервов происходит увеличение частоты, силы сердечных сокращений, увеличение возбудимости и проводимости миокарда, стимуляция обменных процессов.

Гуморальная регуляция деятельности сердца

Факторы, осуществляющие гуморальную регуляцию деятельности сердца, делятся на 2 группы: вещества системного действия и вещества местного действия.

К веществам системного действия относятся электролиты и гормоны. Рассмотрим действие некоторых из них.

Избыток ионов калия в крови приводит к замедлению ритма сердца, уменьшению силы сердечных сокращений, торможению распространения возбуждения по проводящей системе сердца, снижению возбудимости сердечной мышцы.

Избыток ионов кальция в крови оказывает на деятельность сердца противоположное влияние: увеличивается ритм сердца и сила его сокращений, повышается скорость распространения возбуждения по проводящей системе сердца и нарастает возбудимость сердечной мышцы. Характер действия ионов калия на сердце сходен с эффектом возбуждения блуждающих нервов, а действие ионов кальция – с эффектом раздражения симпатических нервов.

Адреналин увеличивает частоту и силу сердечных сокращений, улучшает коронарный кровоток, тем самым повышая интенсивность обменных процессов в сердечной мышце.

Тироксин вырабатывается в щитовидной железе и оказывает стимулирующее влияние на работу сердца, обменные процессы, повышает чувствительность миокарда к адреналину.

Гуморальная регуляция обеспечивает более длительное приспособление деятельности сердца к потребностям организма.

Кровеносные сосуды

По особенностям функционирования выделяют 5 типов кровеносных сосудов:

– магистральные – наиболее крупные артерии, в которых ритмически пульсирующий кровоток превращается в более равномерный и плавный;

– резистивные (сосуды сопротивления) – включают в себя прекапиллярные (мелкие артерии, артериолы) и посткапиллярные (венулы и мелкие вены) сосуды сопротивления; истинные капилляры (обменные сосуды);

– емкостные сосуды – венозный отдел ССС. Они вмещают около 70-80% всей крови;

– шунтирующие сосуды – артериовенозные анастомозы, обеспечивающие прямую связь между мелкими артериями и венами в обход капиллярного ложа.

Основной гемодинамический закон: количество крови, протекающей в единицу времени через кровеносную систему тем больше, чем больше разность давления в ее артериальном и венозном концах и чем меньше сопротивление току крови.

Сердце во время систолы выбрасывает кровь в сосуды, эластическая стенка которых растягивается. Во время диастолы стенка возвращается в исходное состояние, так как выброса крови нет. В результате происходит превращение энергии растяжения в кинетическую энергию, которая обеспечивает дальнейшее движение крови по сосудам.

Особенности кровотока в венах.

Движению крови по венам способствует ряд факторов:

– разность давления крови в артериальной системе и правом предсердии (в начале артериального русла давление крови равно 140 мм рт.ст., в венулах оно составляет 10-15 мм рт.ст.) ;

– наличие в венах клапанов, способствующих движению крови в одном направлении – к сердцу;

– работа скелетных мышц;

– отрицательное внутригрудное давление, особенно в фазу вдоха.

Основным гемодинамическим показателем является артериальное давление.

Кровяное давление – давление крови на стенки кровеносных сосудов. Измеряется в мм рт.ст. Величина кровяного давления зависит от ряда факторов: частоты, силы сердечных сокращений, величины периферического сопротивления, то есть тонуса стенок сосудов. АД зависит также от эластичности сосудистой стенки.

Различают:

Систолическое (максимальное) давление – отражает состояние миокарда левого желудочка. Оно составляет 100-120 мм рт.ст.

Диастолическое (минимальное) давление – характеризует степень тонуса артериальных стенок. Оно равняется 60-80 мм рт.ст.

Пульсовое давление – это разность между величинами систолического и диастолического давления. Пульсовое давление необходимо для открытия клапанов аорты и легочного ствола во время систолы желудочков. В норме оно равно 35-55 мм рт.ст.

Среднединамическое давление равняется сумме диастолического и 1/3 пульсового давления.

Повышение АД – гипертензия, понижение – гипотензия.

Артериальный пульс.

Артериальный пульс – периодические расширения и удлинения стенок артерий, обусловленные поступлением крови в аорту при систоле левого желудочка.

Кривая, полученная при записи пульсовых колебаний стенки артерии, называется сфигмограммой.

Гладкомышечные элементы стенки кровеносного сосуда постоянно находятся в состоянии умеренного напряжения – сосудистого тонуса.

Три механизма регуляции сосудистого тонуса:

- ауторегуляция
- нервная регуляция
- гуморальная регуляция.

Ауторегуляция обеспечивает изменение тонуса гладкомышечных клеток под влиянием местного возбуждения.

Нервная регуляция сосудистого тонуса осуществляется вегетативной нервной системой, которая оказывает сосудосуживающее либо сосудорасширяющее действие (смотреть видео 5.1.3).

Гуморальная регуляция осуществляется веществами системного и местного действия. К веществам системного действия относятся ионы кальция, калия, натрия, гормоны. Ионы кальция вызывают сужение сосудов, ионы калия оказывают расширяющее действие.

Действие гормонов на тонус сосудов:

- вазопрессин – повышает тонус гладкомышечных клеток артериол, вызывая сужение сосудов;
- адреналин оказывает одновременно и суживающее и расширяющее действие, воздействуя на α1-адренорецепторы и β1-адренорецепторы, поэтому при незначительных концентрациях адреналина происходит расширение кровеносных сосудов, а при высоких – сужение;
- тироксин – стимулирует энергетические процессы и вызывает сужение кровеносных сосудов;
- ренин – вырабатывается клетками юкстагломерулярного аппарата и поступает в кровоток, оказывая воздействие на белок ангиотензиноген, который переходит в ангиотезин II, вызывающий сужение сосудов.

Метаболиты (углекислый газ, пировиноградная кислота, молочная кислота, ионы водорода) воздействуют на хеморецепторы сердечно-сосудистой системы, приводя к рефлекторному сужению просвета сосудов.

К веществам местного воздействия относятся:

- медиаторы симпатической нервной системы – сосудосуживающее действие,

парасимпатической (ацетилхолин) – расширяющее;
- биологически активные вещества – гистамин расширяет сосуды, а серотонин суживает;
- кинины – брадикинин, калидин – оказывают расширяющее действие;
- простогландины А1, А2, Е1 расширяют сосуды, а F2α суживает.

Роль сосудодвигательного центра в регуляции сосудистого тонуса. В нервной регуляции тонуса сосудов принимают участие спинной, продолговатый, средний и промежуточный мозг, кора головного мозга. КГМ и гипоталамическая область оказывают опосредованное влияние на тонус сосудов, изменяя возбудимость нейронов продолговатого и спинного мозга.

Перераспределение крови. Во время физической работы возросшее количество крови в сосудах скелетных мышц обеспечивает их эффективную работу. Одновременно уменьшается кровоснабжение органов системы пищеварения.

Лимфа и лимфообращение

Лимфатическая система состоит из капилляров, сосудов, лимфатических узлов, грудного и правого лимфатического протоков, из которых лимфа поступает в венозную систему. Лимфатические сосуды – это дренажная система, по которой тканевая жидкость оттекает в кровеносное русло.

У взрослого человека в условиях относительного покоя из грудного протока в подключичную вену ежеминутно поступает около 1 мл лимфы, в сутки – от 1,2 до 1,6 л.

Лимфа – это жидкость, содержащаяся в лимфатических узлах и сосудах. Скорость движения лимфы по лимфатическим сосудам составляет 0,4-0,5 м/с.

По химическому составу лимфа и плазма крови очень близки. Основное отличие – в лимфе содержится значительно меньше белка, чем в плазме крови.

Источник лимфы – тканевая жидкость, образующаяся из крови в капиллярах.

Движение лимфы в одном направлении (к грудному и правому лимфатическому протокам) обеспечивают следующие факторы: наличие клапанов в лимфатических капиллярах; сократительная деятельность поперечнополосатых и гладких мышц, отрицательное давление в крупных венах и грудной полости, увеличение объема грудной клетки при вдохе, что обусловливает присасывание лимфы из лимфатических сосудов. *Основными функциями лимфатических капилляров* являются дренажная, всасывания, транспортно-элиминативная, защитная и фагоцитоз.

Лимфатические узлы. Лимфа в своем движении от капилляров к центральным сосудам и протокам проходит через лимфатические узлы. У взрослого человека имеется 500-1000 лимфатических узлов различных размеров – от булавочной головки до мелкого зерна фасоли.

Лимфатические узлы выполняют ряд важных *функций:* гемопоэтическую, иммунопоэтическую (в лимфоузлах образуются плазматические клетки, вырабатывающие антитела, там же находятся Т- и В-лимфоциты, отвечающие за иммунитет), защитно-фильтрационную, обменную и резервуарную. Лимфатическая система в целом обеспечивает отток лимфы от тканей и поступление ее в сосудистое

русло (смотреть видео 5.1.1).

Деятельность сердечно-сосудистой системы при физической нагрузке

Увеличение выброса адреналина из мозгового вещества надпочечников в сосудистое русло стимулирует работу сердца и суживает сосуды внутренних органов. Все это способствует нарастанию величины АД, увеличению кровотока через сердце, легкие, мозг. Адреналин возбуждает симпатическую нервную систему, которая усиливает деятельность сердца, что также способствует повышению АД. Во время физической активности кровоснабжение мышц возрастает в несколько раз. Скелетные мышцы при своем сокращении механически сдавливают тонкостенные вены, что способствует увеличенному венозному возврату крови к сердцу. Кроме того, повышение активности нейронов дыхательного центра в результате нарастания количества углекислого газа в организме приводит к увеличению глубины и частоты дыхательных движений. Это же, в свою очередь, увеличивает отрицательное внутригрудное давление – важнейший механизм, способствующий венозному возврату крови к сердцу.

Скорость кругооборота крови может увеличиваться в 4 раза.

Контрольные вопросы

1. Функциональная организация сердечно-сосудистой системы. Большой и малый круги кровообращения.
2. Краткая характеристика кровеносных сосудов: артерий, вен, сосудов микроциркуляторного русла.
3. Строение, форма, положение, функции и физиологические свойства сердца. Клапанный аппарат.
4. Проводящая система сердца. Фазы сердечного цикла. Насосная функция сердца.
5. Показатели работы сердца в покое и при мышечной нагрузке. Частота сердечных сокращений (ЧСС), минутный объем крови (МОК), систолический, резервный и остаточный объемы сердца.
6. Электрокардиографический метод и его роль в изучении физиологии сердца.
7. Кровяное давление, его виды, величины. Факторы, определяющие его величину. Методика измерения кровяного давления.
8. Регуляция деятельности сердца: миогенная, нейрогенная и гуморальная.
9. Физиологические изменения в сердечно-сосудистой системе во время мышечной работы и под влиянием систематической интенсивной тренировки.

5.2 Система крови

Кровь, а также органы, принимающие участие в образовании и разрушении ее клеток, вместе с механизмами регуляции объединяют в единую систему крови (смотреть видео 5.2.1).

Функции системы крови

Транспортная состоит в том, что кровь переносит газы, питательные вещества, продукты обмена веществ, гормоны, медиаторы, электролиты, ферменты и др.

Дыхательная функция заключается в том, что гемоглобин эритроцитов переносит кислород от легких к тканям организма, а углекислый газ – от клеток к легким.

Питательная функция – перенос основных питательных веществ от органов пищеварения к тканям организма.

Экскреторная функция (выделительная) осуществляется за счет транспорта конечных продуктов обмена веществ (мочевины, мочевой кислоты и др.) и лишних количеств солей и воды от тканей к местам их выделения (почки, потовые железы, легкие, кишечник). Водный баланс тканей зависит от концентрации солей и количества белка в крови и тканях, а также от проницаемости сосудистой стенки.

Участие в процессе терморегуляции осуществляется за счет физиологических механизмов, способствующих быстрому перераспределению крови в сосудистом русле.

Защитная функция – кровь является важнейшим фактором иммунитета. Это обусловлено наличием в крови антител, ферментов, специальных белков крови, обладающих бактерицидными свойствами, относящихся к естественным факторам иммунитета.

Регуляторная функция заключается в том, что поступающие в кровь продукты деятельности желез внутренней секреции, пищеварительные гормоны, соли, ионы водорода и др. через центральную нервную систему и отдельные органы (либо непосредственно, либо рефлекторно) изменяют их деятельность.

Количество крови и ее состав

Объем крови составляет 6-8% от массы тела. У детей количество крови относительно больше: у новорожденных оно составляет в среднем 15% от массы тела, а у детей в возрасте 1 года – 11%. В физиологических условиях не вся кровь циркулирует в кровеносных сосудах, часть ее находится в так называемых кровяных депо (печень, селезенка, легкие, сосуды кожи). Общее количество крови в организме сохраняется на относительно постоянном уровне.

Периферическая кровь состоит из жидкой части – плазмы, и взвешенных в ней форменных элементов, или кровяных клеток (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов).

В периферической крови плазма составляет приблизительно 52-58% объема крови, а форменные элементы – 42-48%.

Кроветворная система состоит из четырех основных частей – костного мозга, лимфатических узлов, селезенки и периферической крови.

Костный мозг находится в костях, главным образом, в плоских – грудине, ребрах, подвздошной кости. Здесь происходит сложнейший процесс образования всех элементов крови. Все клетки крови происходят от одной – стволовой клетки, которая в костном мозгу размножается и развитие идет по четырем направлениям – образование эритроцитов (эритропоэз), лейкоцитов (миелопоэз), лимфоцитов (лимфопоэз) и тромбоцитов (тромбоцитопоэз).

Лимфатические узлы участвуют в процессах кроветворения, вырабатывая

лимфоциты, плазматические клетки.

Селезёнка состоит из так называемой красной и белой пульпы. Красная пульпа заполнена форменными элементами крови, в основном эритроцитами; белая пульпа образована лимфоидной тканью, в которой вырабатываются лимфоциты. Помимо кроветворной функции, селезёнка осуществляет захват из тока крови повреждённых эритроцитов, микроорганизмов и других чуждых организму элементов, попавших в кровь; в ней вырабатываются антитела.

Плазма крови, ее состав

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

К органическим веществам плазмы крови относятся:

1) белки плазмы — альбумины (около 4,5%), глобулины (2-3,5%), фибриноген (0,2-0,4%);

2) небелковые азотсодержащие соединения (аминокислоты, полипептиды, мочевина, мочевая кислота, креатин, креатинин, аммиак). Общее количество небелкового азота в плазме (так называемого остаточного азота) составляет 14-28 г/л. При нарушении функции почек, выделяющих шлаки из организма, содержание остаточного азота в крови резко возрастает;

3) безазотистые органические вещества: глюкоза – 3,3-5,5 ммоль/л (80-120 мг%), нейтральные жиры, липиды;

4) ферменты и проферменты: некоторые из них участвуют в процессах свертывания крови и фибринолиза.

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

Функции белков плазмы:

- обусловливают онкотическое давление; в среднем оно равно 26 мм рт.ст.
- обладая буферными свойствами, участвуют в поддержании кислотно-основного равновесия внутренней среды организма;
- участвуют в свертывании крови;
- гамма-глобулины участвуют в защитных (иммунных) реакциях организма;
- повышают вязкость крови, имеющую важное значение в поддержании АД;
- белки (главным образом альбумины) осуществляют транспорт гормонов, витаминов, микроэлементов, продуктов обмена веществ;
- предохраняют эритроциты от агглютинации (склеивание и выпадение в осадок);
- глобулин крови – эритропоэтин – участвует в регуляции эритропоэза;
- белки крови являются резервом аминокислот, обеспечивающих синтез тканевых белков.
-

Осмотическое и онкотическое давление крови

Осмотическое давление обусловлено электролитами и некоторыми

неэлектролитами с низкой молекулярной массой (глюкоза и др.). Около 60% всего осмотического давления обусловлено солями натрия. Основная функция осмотического давления – поддержание форменных элементов крови в неизмененном виде и удержание жидкой части крови в сосудистом русле.

Онкотическое давление плазмы обусловлено белками. За счет него жидкость (вода) удерживается в сосудистом русле. Из белков плазмы наибольшее участие в обеспечении величины онкотического давления принимают альбумины; вследствие малых размеров и высокой гидрофильности они обладают выраженной способностью притягивать к себе воду.

Солевой раствор, имеющий осмотическое давление, одинаковое с кровью, называют изоосмотическим, или изотоническим (0,85-0,9 % раствор NaCl). Раствор с более высоким осмотическим давлением, чем давление крови – гипертонический, а имеющий более низкое давление – гипотонический.

Реакция крови

Реакция среды определяется концентрацией водородных ионов. Для определения кислотности или щелочности среды пользуются водородным показателем pH. В норме pH крови составляет 7,36-7,42 (слабощелочная).

Скорость оседания эритроцитов

В крови, предохраненной от свертывания, происходит оседание форменных элементов, в результате чего кровь разделяется на два слоя: верхний – плазма и нижний – осевшие на дно сосуда клетки крови. СОЭ измеряется в миллиметрах в час. У взрослых и здоровых мужчин она равняется 1-10 мм/ч, у здоровых женщин – 2-15 мм/ч.

СОЭ увеличивается при некоторых инфекционных заболеваниях, злокачественных новообразованиях, воспалительных процессах, диабете.

Группы крови

Классификация групп крови по системе АВ0 основана на наличии или отсутствии на мембране эритроцитов антигенов А и В, а в плазме крови – антител α и β. Агглютинация (склеивание эритроцитов) происходит, если в крови встречаются одноименные агглютиногены и агглютинины (А с α или В с β).

I группа – 0αβ(I) – в эритроцитах агглютиногенов нет, в плазме содержатся агглютинины a и b.

II группа – Aβ(II) – в эритроцитах находится агглютиноген А, в плазме – агглютинин b.

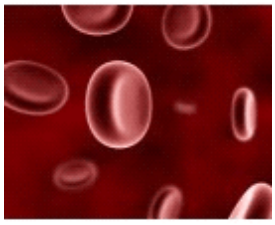
III группа – Bα(III) – в эритроцитах обнаруживается агглютиноген В, в плазме – агглютинин α.

IV группа – ABo(IV) – в эритроцитах содержатся агглютиногены А и В, в плазме агглютининов нет.

При несовместимости крови донора и реципиента возникает агглютинация эритроцитов, ведущая к гемотрансфузионному шоку.

Форменные элементы крови (смотреть видео 5.2.2)

Эритроциты имеют форму двояковогнутого диска. Диаметр их равен 7-8 мкм. Образуются в красном костном мозге, живут около 4 месяцев и разрушаются в печени и селезенке. В 1 л крови мужчин содержится 4,0-5,0 х 10^{12}/л (4,0-5,0 млн. в 1 мм^3) эритроцитов, женщин – 3,7-4,7 х10^{12}/л (3,7-4,7 млн. в 1 мм^3). Повышение количества эритроцитов в крови – эритроцитоз, понижение – эритропения.



Эритроциты

Функции эритроцитов:

- *Дыхательная функция* выполняется эритроцитами за счет дыхательного пигмента гемоглобина, который обладает способностью присоединять к себе кислород и углекислый газ.
- *Питательная функция* эритроцитов состоит в адсорбировании на их поверхности аминокислот, которые транспортируются к клеткам организма от органов пищеварения.
- *Защитная функция* эритроцитов определяется их способностью связывать токсины (вредные, ядовитые для организма вещества) за счет наличия на поверхности эритроцитов специальных веществ белковой природы – антител. Кроме того, эритроциты принимают активное участие в свертывании крови.
- *Ферментативная функция* эритроцитов связана с тем, что они являются носителями разнообразных ферментов.
- *Регуляция pH крови* осуществляется эритроцитами посредством гемоглобина. Гемоглобиновый буфер – один из мощнейших буферов, он обеспечивает 70-75% буферных свойств крови.

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

Гемоглобин

У мужчин в крови содержится в среднем 130-160 г/л гемоглобина, у женщин – 120-140 г/л.

Гемоглобин состоит из белка глобина и четырех молекул гема. Молекула гема, содержащая атом железа, обладает способностью присоединять или отдавать молекулу кислорода.

Соединения гемоглобина. Гемоглобин, присоединивший к себе кислород, превращается в оксигемоглобин (HbO_2). В скелетных и сердечной мышцах находится мышечный гемоглобин, или миоглобин. Миоглобин человека связывает до 14% общего количества кислорода в организме. Он играет важную роль в снабжении кислородом работающих мышц.

Гемолиз – разрушение эритроцитов с выходом гемоглобина в окружающую эритроциты среду. Гемолиз может наблюдаться как в сосудистом русле, так и вне организма.

Лейкоциты, или белые кровяные тельца, – бесцветные клетки, содержащие ядро

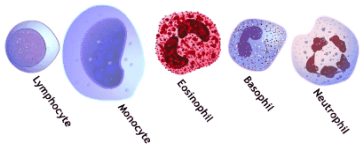
и протоплазму. Размер их – 8-20 мкм. В крови здоровых людей в состоянии покоя количество лейкоцитов колеблется в пределах 4,0-9,0 10^9/л (4000-9000 в 1 мм^3). Увеличение количества лейкоцитов в крови называется лейкоцитозом, уменьшение – лейкопенией.

Различают физиологический и реактивный лейкоцитоз. Физиологический лейкоцитоз наблюдается после приема пищи, во время беременности, при мышечной работе, сильных эмоциях, болевых ощущениях. Реактивный лейкоцитоз возникает при воспалительных процессах и инфекционных заболеваниях.

Большая часть лейкоцитов (более 50%) находится за пределами сосудистого русла, около 30% – в костном мозге.

Функции лейкоцитов. Основная функция лейкоцитов – защитная. Лейкоциты действуют преимущественно в соединительной ткани различных органов. В кровеносном русле лейкоциты циркулируют на протяжении нескольких часов (от 4 до 72), после чего они выходят через стенку капилляров и расселяются по тканям.

Эозинофилы – разрушают токсины белкового происхождения, чужеродные белки и комплексы "антиген-антитело". Гистамин является стимулом для увеличения количества эозинофилов.



Клетки крови

Базофилы – продуцируют и содержат биологически активные вещества (гистамин, гепарин). Гепарин препятствует свертыванию крови в очаге воспаления, а гистамин расширяет капилляры, что способствует рассасыванию и заживлению.

Нейтрофилы – защищают организм от проникающих в него микробов и их токсинов. Они быстро появляются на месте повреждения или воспаления. Нейтрофилы фагоцитируют живые и мертвые микробы, разрушающиеся клетки, чужеродные частицы, а затем переваривают их при помощи собственных ферментов. Нейтрофилы продуцируют интерферон, оказывающий противовирусное действие.

Моноциты – проявляют выраженную фагоцитарную активность. В очаге воспаления моноциты фагоцитируют микробы, погибшие лейкоциты, поврежденные клетки воспаленной ткани, т.е. они очищают очаг воспаления и подготавливают место для регенерации ткани.

Лимфоциты – являются одним из центральных звеньев иммунной системы организма, осуществляют формирование специфического иммунитета, реализацию иммунного надзора благодаря способности различать "свое" и "чужое". Лимфоциты осуществляют синтез защитных антител, лизис чужеродных клеток, обеспечивают реакцию отторжения трансплантата, уничтожают мутантные клетки организма и обеспечивают иммунную память.

Различают В- и Т-лимфоциты. Основная функция В-лимфоцитов заключается в создании гуморального иммунитета путем выработки антител, которые при встрече с

соответствующими им инородными веществами связывают их и нейтрализуют, тем самым подготавливая процесс последующего фагоцитоза.

Т-лимфоциты обеспечивают клеточный иммунитет. Различают несколько форм Т-лимфоцитов. Клетки-хелперы (помощники) взаимодействуют с В-лимфоцитами, превращая их в плазматические клетки. Клетки-супрессоры (угнетатели) блокируют чрезмерные реакции В-лимфоцитов и поддерживают постоянное соотношение разных форм лимфоцитов. Клетки-киллеры (убийцы) непосредственно осуществляют реакции клеточного иммунитета. Они взаимодействуют с чужеродными клетками или своими, приобретшими несвойственные им качества (опухолевые клетки, клетки-мутанты), разрушая их.

Тромбоциты, или кровяные пластинки, представляют собой образования овальной или округлой формы диаметром 2-5 мкм. Количество в крови тромбоцитов составляет 180-320×10^9/л (180000-320000 в 1 мм^3). Увеличение содержания тромбоцитов в периферической крови называется тромбоцитозом, уменьшение – тромбоцитопенией.

Свойства тромбоцитов. Тромбоциты способны к фагоцитозу и передвижению за счет образования ложноножек (псевдоподий). К физиологическим свойствам тромбоцитов также относится их способность прилипать к чужеродной поверхности (адгезия) и склеиваться между собой (агрегация) под влиянием разнообразных причин. Тромбоциты очень легко разрушаются. Они способны выделять и поглощать некоторые биологически активные вещества: серотонин, адреналин, норадреналин. Все рассмотренные особенности кровяных пластинок обусловливают их участие в остановке кровотечения.

Функции тромбоцитов. Тромбоциты принимают активное участие в процессе свертывания крови и фибринолиза (растворение кровяного сгустка).

Гемостаз – совокупность физиологических процессов, завершающихся остановкой кровотечения при повреждении сосудов.

Различают два механизма остановки кровотечения: сосудисто-тромбоцитарный, или микроциркуляторный гемостаз, и свертывание крови с последующей ретракцией (сокращением) кровяного сгустка.

Свертывание крови (гемокоагуляция) является важнейшим защитным механизмом организма, предохраняющим его от кровопотери в случае повреждения кровеносных сосудов, в основном, мышечного типа.

Кроветворные клетки происходят от одной клетки-предшественницы. Это так называемая стволовая клетка. Одним из характерных свойств ее является самоподдержание. Оно заключается в том, что при делении одна из дочерних клеток остается стволовой, а вторая может стать на путь дальнейшего дифференцирования и пролиферации.

Регуляция кроветворения. Количество образующихся эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов соответствует количеству разрушающихся клеток, так что общее их

число остается постоянным. Органы системы крови (костный мозг, селезенка, печень, лимфатические узлы) содержат большое количество рецепторов, раздражение которых вызывает различные физиологические реакции. Таким образом, имеется двусторонняя связь этих органов с нервной системой: они получают сигналы из центральной нервной системы (которые регулируют их состояние) и, в свою очередь, являются источником рефлексов, изменяющих состояние их самих и организма в целом.

Регуляция эритропоэза. При кислородном голодании, вызванном любыми причинами, число эритроцитов в крови возрастает. При кислородном голодании, вызванном потерей крови, значительным разрушением эритроцитов в результате отравления некоторыми ядами, вдыханием газовых смесей с низким содержанием кислорода, продолжительным пребыванием на больших высотах, в организме возникают стимулирующие кроветворение вещества — эритропоэтины.

Регуляция лейкопоэза. Продукция лейкоцитов стимулируется лейкопоэтинами, появляющимися после быстрого удаления из крови большого количества лейкоцитов. Под действием гормонов гипофиза – адренокортикотропного гормона и гормона роста – повышается количество нейтрофилов и уменьшается число эозинофилов в крови.

В стимуляции лейкопоэза большую роль играет нервная система. Раздражение симпатических нервов вызывает увеличение нейтрофильных лейкоцитов в крови. Длительное раздражение блуждающего нерва вызывает перераспределение лейкоцитов в крови: их содержание нарастает в крови мезентериальных сосудов и убывает в крови периферических сосудов; раздражение и эмоциональное возбуждение увеличивают количество лейкоцитов в крови. После еды увеличивается содержание лейкоцитов в крови, циркулирующей в сосудах. В этих условиях, а также при мышечной работе и болевых раздражениях в кровь поступают лейкоциты, находящиеся в селезенке и синусах костного мозга.

Регуляция тромбоцитопоэза. Установлено также, что продукция тромбоцитов стимулируется тромбоцитопоэтинами. Они появляются в крови после кровотечения. В результате их действия через несколько часов после значительной острой кровопотери число кровяных пластинок может увеличиться вдвое.

Основные изменения в системе крови непосредственно в процессе мышечной работы.

• При выполнении нагрузок умеренной мощности происходит увеличение объема циркулирующей крови, обусловленное сокращением сосудистых депо и сужением просветов капилляров.

• При выполнении нагрузок большой и субмаксимальной мощности происходит уменьшение объема циркулирующей крови в связи с переходом плазменной жидкости в интерстициальное пространство.

Срочные постнагрузочные изменения показателей белой крови принято объединять в три фазы миогенного лейкоцитоза (по А.Л. Егорову, 1937, цит. по Н.И. Тавастшерну, 1937):

1-я фаза – лимфоцитарная. Общее число лейкоцитов существенных изменений не претерпевает. Увеличение количества лимфоцитов соответствует уменьшению количества нейтрофилов. Сдвиг лейкоцитарной формулы крови влево отсутствует.

2-я фаза – нейтрофильная. Общее число лейкоцитов возрастает. Процентное

содержание лимфоцитов в формуле крови падает ниже исходного, число нейтрофилов увеличивается со сдвигом влево (количество палочкоядерных форм возрастает в 2-2,5 раза). Число эозинофилов уменьшается.

3-я фаза – интоксикационная. Резкий лейкоцитоз (до 50 тыс.). Число лимфоцитов падает не только в процентном отношении, но и в абсолютных цифрах. Резкий нейтрофильный сдвиг лейкоцитарной формулы влево. Полное отсутствие в мазке эозинофилов.

В 3-й фазе выделяют два типа: *регенеративный* и *дегенеративный.* Дегенеративный тип отличается сдвигом нейтрофилов влево и присутствием их дегенеративных форм при отсутствии лейкоцитоза.

Основные изменения в системе крови под влиянием многолетних систематических тренировок:

• Тренировки в зоне максимальной мощности практически не влияют на состав крови.

• Под влиянием тренировок в зоне субмаксимальной мощности (работа длительностью от 1 до 3-4 мин) увеличивается способность крови противостоять закислению.

• Под влиянием тренировок в зоне большой и умеренной мощности (работа длительностью от 5-6 мин до нескольких часов) увеличивается объем плазмы и эритроцитов.

В лейкоцитарной формуле крови увеличивается содержание лимфоцитов.

Контрольные вопросы

1. Понятие о системе крови: периферическая кровь, органы кроветворения и кроверазрушения, регулирующий нейро-гуморальный аппарат.
2. Объем и состав крови. Кровяные депо. Основные функции крови.
3. Количество и состав крови. Объем циркулирующей крови и его изменение. Кровопотеря и ее последствия.
4. Физико-химические свойства крови.
5. Коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление. Буферные свойства крови.
6. Плазма и сыворотка крови, их значение.
7. Форменные элементы крови (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты), их функции.
8. Гемоглобин, его состав, количество, роль в транспорте газов и обеспечении буферных свойств крови.
9. Кроветворение и его регуляция.
10. Гомеостаз и свертывание крови. Регуляция системы крови.
11. Изменения в составе крови во время мышечной работы и под влиянием систематической интенсивной тренировки.

5.3 Система дыхания

Дыхание – сложный непрерывный процесс, в результате которого постоянно обновляется газовый состав крови.

Легкие – парные дыхательные органы, расположенные в герметически замкнутой грудной полости (смотреть видео 5.3.1). Их воздухоносные пути представлены носоглоткой, гортанью, трахеей. Трахея в грудной полости делится на два бронха – правый и левый, каждый из которых, многократно разветвляясь, образует так называемое бронхиальное дерево. Мельчайшие бронхи – бронхиолы на концах расширяются в слепые пузырьки – легочные альвеолы.

Дыхательная система

В дыхательных путях газообмен не происходит, и состав воздуха не меняется. Пространство, заключенное в дыхательных путях, называется мертвым, или вредным. При спокойном дыхании объем воздуха в мертвом пространстве составляет 140-150 мл.

Строение легких обеспечивает выполнение ими дыхательной функции. Тонкая стенка альвеол состоит из однослойного эпителия, легко проходимого для газов. Наличие эластических элементов и гладких мышечных волокон обеспечивает быстрое и легкое растяжение альвеол, благодаря чему они могут вмещать большие количества воздуха. Каждая альвеола покрыта густой сетью капилляров, на которые разветвляется легочная артерия.

Каждое легкое покрыто снаружи серозной оболочкой – плеврой, состоящей из двух листков: пристеночного и легочного (висцерального). Между листками плевры имеется узкая щель, заполненная серозной жидкостью – плевральная полость.

Давление в плевральной полости и в средостении в норме всегда отрицательное. За счет этого альвеолы всегда находятся в растянутом состоянии. Отрицательное внутригрудное давление играет значительную роль в гемодинамике, обеспечивая венозный возврат крови к сердцу и улучшая кровообращение в легочном круге, особенно в фазу вдоха.

Расправление и спадение легочных альвеол, а также движение воздуха по воздухоносным путям сопровождается возникновением дыхательных шумов, которые можно исследовать методом выслушивания (аускультации).

В процессе дыхания различают три звена: внешнее, или легочное, дыхание, транспорт газов кровью и внутреннее, или тканевое, дыхание.

Внешнее дыхание – это газообмен между организмом и окружающим его атмосферным воздухом. Осуществляется в два этапа – обмен газов между атмосферным и альвеолярным воздухом и газообмен между кровью легочных капилляров и альвеолярным воздухом (смотреть видео 5.3.2).

Аппарат внешнего дыхания включает в себя дыхательные пути, легкие, плевру, скелет грудной клетки и ее мышцы, а также диафрагму. Основной функцией аппарата внешнего дыхания является обеспечение организма кислородом и освобождение его от избытка углекислого газа. О функциональном состоянии аппарата внешнего дыхания можно судить по ритму, глубине, частоте дыхания, по величине легочных объемов, по показателям поглощения кислорода и выделения углекислого газа и т. д.

Транспорт газов осуществляется кровью. Он обеспечивается разностью парциального давления (напряжения) газов по пути их следования: кислорода – от легких к тканям, углекислого газа – от клеток к легким (смотреть видео 5.3.3).

Внутреннее, или тканевое, дыхание также может быть разделено на два этапа. Первый этап – обмен газов между кровью и тканями. Второй – потребление кислорода клетками и выделение ими углекислого газа (клеточное дыхание).

Человек дышит атмосферным воздухом, который имеет следующий состав: 20,94% – кислорода, 0,03% – углекислого газа, 79,03% – азота. В выдыхаемом воздухе обнаруживается 16,3% – кислорода, 4% – углекислого газа, 79,7% – азота.

Альвеолярный воздух по составу отличается от атмосферного. В альвеолярном воздухе резко уменьшается содержание кислорода и возрастает количество углекислого газа. Процентное содержание отдельных газов в альвеолярном воздухе: 14,2-14,6% – кислорода, 5,2-5,7% – углекислого газа, 79,7-80% – азота.

Дыхательный цикл

Дыхательный цикл состоит из вдоха, выдоха и дыхательной паузы. Длительность вдоха у взрослого человека – от 0,9 до 4,7 с, длительность выдоха – 1,2-6 с. Дыхательная пауза различна по величине и даже может отсутствовать.

Дыхательные движения совершаются с определенным ритмом и частотой, которые определяют по числу экскурсий грудной клетки в 1 мин. У взрослого человека частота дыхательных движений составляет 12-18 в 1 мин.

Глубину дыхательных движений определяют по амплитуде экскурсий грудной клетки и с помощью специальных методов, позволяющих исследовать легочные объемы.

Механизм вдоха. Вдох обеспечивается расширением грудной клетки вследствие сокращения дыхательных мышц – наружных межреберных и диафрагмы. При этом увеличивается объем легких, давление заключенного в них воздуха становится ниже атмосферного, и воздух засасывается в легкие.

Механизм выдоха. Выдох (экспирация) осуществляется в результате расслабления дыхательной мускулатуры, а также вследствие эластической тяги легких, стремящихся занять исходное положение. Эластические силы легких представлены

тканевым компонентом и силами поверхностного натяжения, которые стремятся сократить альвеолярную сферическую поверхность до минимума. Однако альвеолы в норме никогда не спадаются. Причина этого – наличие в стенках альвеол поверхностно-активного стабилизирующего вещества – сурфактанта, вырабатываемого альвеолоцитами.

Легочные объемы. Легочная вентиляция

Дыхательный объем – количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает при спокойном дыхании. Его объем составляет 300-700 мл.

Резервный объем вдоха – количество воздуха, которое может быть введено в легкие, если вслед за спокойным вдохом произвести максимальный вдох. Резервный объем вдоха равняется 1500-2000 мл.

Резервный объем выдоха – тот объем воздуха, который удаляется из легких, если вслед за спокойным вдохом и выдохом произвести максимальный выдох. Он составляет 1500-2000 мл.

Остаточный объем – это объем воздуха, который остается в легких после максимально глубокого выдоха. Остаточный объем равняется 1000-1500 мл воздуха.

Дыхательный объем, резервные объемы вдоха и выдоха составляют так называемую **жизненную емкость легких**.

Жизненная емкость легких у мужчин молодого возраста составляет 3,5-4,8 л, у женщин – 3-3,5 л.

Общая емкость легких состоит из жизненной емкости легких и остаточного объема воздуха.

Легочная вентиляция – количество воздуха, обмениваемое в 1 мин.

Легочную вентиляцию определяют путем умножения дыхательного объема на число дыханий в 1 мин (минутный объем дыхания). У взрослого человека в состоянии относительного физиологического покоя легочная вентиляция составляет 6-8 л в 1 мин.

Легочные объемы могут быть определены с помощью специальных приборов – спирометра и спирографа.

Транспорт газов кровью

Кровь доставляет тканям кислород и уносит углекислый газ. Движение газов из окружающей среды в жидкость и из жидкости в окружающую среду осуществляется благодаря разности их парциального давления. Газ всегда диффундирует из среды, где имеется высокое давление, в среду с меньшим давлением.

Парциальное давление кислорода в атмосферном воздухе – 21,1 кПа (158 мм рт. ст.), в альвеолярном воздухе – 14,4-14,7 кПа (108-110 мм рт.ст.) и в венозной крови, притекающей к легким, – 5,33 кПа (40 мм рт. ст.). В артериальной крови капилляров большого круга кровообращения напряжение кислорода составляет 13,6-13,9 кПа (102-104 мм рт. ст.), в межтканевой жидкости – 5,33 кПа (40 мм рт. ст.), в тканях – 2,67 кПа (20 мм рт. ст.). Таким образом, на всех этапах движения кислорода имеется разность его

парциального давления, что способствует диффузии газа.

Движение углекислого газа происходит в противоположном направлении. Напряжение углекислого газа в тканях – 8,0 кПа и более (60 и более мм рт. ст.), в венозной крови – 6,13 кПа (46 мм рт. ст.), в альвеолярном воздухе – 0,04 кПа (0,3 мм рт. ст.). Следовательно, разность напряжения углекислого газа по пути его следования является причиной диффузии газа от тканей в окружающую среду.

Транспорт кислорода кровью. Кислород в крови находится в двух состояниях: физическом растворении и в химической связи с гемоглобином. Гемоглобин образует с кислородом очень непрочное, легко диссоциирующее соединение – оксигемоглобин: 1 г гемоглобина связывает 1,34 мл кислорода. Максимальное количество кислорода, которое может быть связано 100 мл крови, – кислородная емкость крови (18,76 мл или 19 об%).

Насыщение гемоглобина кислородом колеблется от 96 до 98%. Степень насыщения гемоглобина кислородом и диссоциация оксигемоглобина (образование восстановленного гемоглобина) не находятся в прямой пропорциональной зависимости от напряжения кислорода. Эти два процесса не являются линейными, а совершаются по кривой, которая получила название кривой связывания, или диссоциации, оксигемоглобина.

Сродство гемоглобина к кислороду значительно понижается при сдвиге реакции крови в кислую сторону, что наблюдается в тканях и клетках организма вследствие образования углекислого газа

Переход гемоглобина в оксигемоглобин и из него в восстановленный зависит и от температуры. При одном и том же парциальном давлении кислорода в окружающей среде при температуре 37-38° С в восстановленную форму переходит наибольшее количество оксигемоглобина.

Транспорт углекислого газа кровью. Углекислый газ переносится к легким в форме бикарбонатов и в состоянии химической связи с гемоглобином (карбогемоглобин).

Дыхательный центр

Ритмическая последовательность вдоха и выдоха, а также изменение характера дыхательных движений в зависимости от состояния организма регулируются дыхательным центром, расположенным в продолговатом мозге.

В дыхательном центре имеются две группы нейронов: инспираторные и экспираторные. При возбуждении инспираторных нейронов, обеспечивающих вдох, деятельность экспираторных нервных клеток заторможена, и наоборот.

В верхней части моста головного мозга (варолиев мост) находится пневмотаксический центр, который контролирует деятельность расположенных ниже центров вдоха и выдоха и обеспечивает правильное чередование циклов дыхательных движений.

Дыхательный центр, расположенный в продолговатом мозге, посылает импульсы к мотонейронам спинного мозга, иннервирующим дыхательные мышцы. Диафрагма иннервируется аксонами мотонейронов, расположенных на уровне III-IV шейных сегментов спинного мозга. Мотонейроны, отростки которых образуют межреберные

нервы, иннервирующие межреберные мышцы, расположены в передних рогах (III-XII) грудных сегментов спинного мозга.

Регуляция деятельности дыхательного центра

Регуляция деятельности дыхательного центра осуществляется с помощью гуморальных, рефлекторных механизмов и нервных импульсов, поступающих из вышележащих отделов головного мозга.

Гуморальные механизмы

Специфическим регулятором активности нейронов дыхательного центра является углекислый газ, который действует на дыхательные нейроны непосредственно и опосредованно. В ретикулярной формации продолговатого мозга, вблизи дыхательного центра, а также в области сонных синусов и дуги аорты обнаружены хеморецепторы, чувствительные к углекислому газу. При увеличении напряжения углекислого газа в крови хеморецепторы возбуждаются, и нервные импульсы поступают к инспираторным нейронам, что приводит к повышению их активности.

Углекислый газ повышает возбудимость нейронов коры головного мозга. В свою очередь клетки КГМ стимулируют активность нейронов дыхательного центра.

При оптимальном содержании в крови углекислого газа и кислорода наблюдаются дыхательные движения, отражающие умеренную степень возбуждения нейронов дыхательного центра. Эти дыхательные движения грудной клетки получили название **эйпноэ**.

Избыточное содержание углекислого газа и недостаток кислорода в крови усиливают активность дыхательного центра, что обусловливает возникновение частых и глубоких дыхательных движений – **гиперпноэ**. Еще большее нарастание количества углекислого газа в крови приводит к нарушению ритма дыхания и появлению одышки – **диспноэ**. Понижение концентрации углекислого газа и избыток кислорода в крови угнетают активность дыхательного центра. В этом случае дыхание становится поверхностным, редким и может наступить его остановка – **апноэ**.

Рефлекторные механизмы

Различают постоянные и непостоянные (эпизодические) рефлекторные влияния на функциональное состояние дыхательного центра.

Постоянные рефлекторные влияния возникают в результате раздражения рецепторов альвеол (рефлекс Геринга-Брейера), корня легкого и плевры (пульмоторакальный рефлекс), хеморецепторов дуги аорты и сонных синусов (рефлекс Гейманса), проприорецепторов дыхательных мышц.

Влияние клеток коры большого мозга на активность дыхательного центра

По М.В. Сергиевскому, регуляция активности дыхательного центра представлена тремя уровнями.

Первый уровень регуляции – спинной мозг. Здесь располагаются центры диафрагмальных и межреберных нервов, обусловливающие сокращение дыхательных мышц.

Второй уровень регуляции – продолговатый мозг. Здесь находится дыхательный

центр. Этот уровень регуляции обеспечивает ритмичную смену фаз дыхания и активность спинномозговых мотонейронов, аксоны которых иннервируют дыхательную мускулатуру.

Третий уровень регуляции – верхние отделы головного мозга, включающие и корковые нейроны. Только при участии коры большого мозга возможно адекватное приспособление реакций системы дыхания к изменяющимся условиям окружающей среды.

Физиологические изменения в дыхательной системе под влиянием мышечной деятельности.

Основные изменения в деятельности дыхательной системы непосредственно во время мышечной работы:

• Увеличивается частота дыхания. В покое частота дыхания составляет 12-18 дыхательных движений (циклов "вдох-выдох") в минуту, при работе она увеличивается до 40-90 дыхательных движений в зависимости от интенсивности работы.

• Увеличивается глубина дыхания. В покое глубина дыхания (объем воздуха, вдыхаемого или выдыхаемого за один вдох или выдох) составляет 0,5 л, во время напряженной мышечной работы она увеличивается до 2-3 л.

• Расширяются кровеносные сосуды легких и дыхательных путей (а также дыхательных мышц). Увеличивается скорость тока крови по ним.

Изменения в дыхательной системе в результате многолетней тренировки:

* Увеличивается сила дыхательных мышц.
* Увеличиваются дыхательные объемы.
* Увеличивается число кровеносных сосудов в легких.
* Увеличивается соответствие кровотока вентиляции легких.

Отличия дыхательной системы тренированного и нетренированного организма при выполнении мышечной работы:

• У тренированных людей производительность системы дыхания возрастает преимущественно за счет увеличения глубины дыхания, у нетренированных – преимущественно за счет увеличения частоты дыхания. В последнем случае дыхательные мышцы работают с большим напряжением, что приводит к их быстрому утомлению и отказу от работы.

• У тренированных людей во время мышечной работы значительно увеличена поверхность легких, принимающая непосредственное участие в обмене газами, по сравнению с нетренированными.

• В легких тренированного человека значительно больше кровеносных сосудов, которые принимают участие в газообмене.

• Одна и та же нагрузка у тренированных лиц вызывает меньшее увеличение деятельности системы дыхания, чем у нетренированных (т.к. легкие первых больше по объему, в них большее количество кровеносных сосудов, а также увеличена поверхность альвеол, принимающих непосредственное участие в газообмене).

• После работы у тренированных людей быстрее восстанавливаются частота и глубина дыхания.

Таким образом, система дыхания обеспечивает возрастающие потребности организма в кислороде. Системы же кровообращения и крови, перестраиваясь на новый функциональный уровень, способствуют транспорту кислорода к тканям и углекислого газа к легким.

Контрольные вопросы

1. Воздухоносные пути и дыхательные органы: строение, положение, функции.
2. Функции и этапы дыхания. Структурно-функциональная единица легкого. Значение сурфактанта в функции легких.
3. Понятие о легочных объемах. Плевра: строение. Механизм вдоха и выдоха. Отрицательное давление в плевральной полости и его происхождение.
4. Дыхательный цикл. Мертвое пространство и альвеолярная вентиляция.
5. Газообмен в легких. Обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью.
6. Нейро-гуморальная регуляция дыхания.
7. Оценка функционального состояния внешнего дыхания. Определение дыхательных объемов и емкостей с использованием метода спирометрии.
8. Определение минутного объема дыхания (МОД) как количественного показателя легочной вентиляции.
9. Физиологические изменения в дыхательной системе при мышечной деятельности.

5.4 Система пищеварения и выделения

Пищеварительная система – совокупность органов, обеспечивающих переработку и усвоение пищи, необходимой для жизнедеятельности организма.

Функции:

- барьерная;
- защитная;
- моторно-механическая (измельчение, передвижение, выделение пищи);
- секреторная (выработка ферментов, пищеварительных соков, слюны и желчи);
- всасывающая (всасывание белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ и воды);
- выделительная (выведение непереваренных остатков пищи, избытка некоторых ионов, солей тяжёлых металлов);
- дыхательная;
- голосовая и артикуляционая.

Схема пищеварительной системы

Органы пищеварения, соединенные в единый анатомический и функциональный комплекс, образуют пищеварительный тракт длиной 8-12 м. Он начинается ротовым отверстием, включает ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, тонкую и толстую кишку и заканчивается анальным отверстием. В пищеварительный тракт впадают протоки крупных пищеварительных желез: слюнных желез, печени и поджелудочной железы, а также множества мелких желез (смотреть видео 5.4.1).

Общий план строения стенки пищеварительного канала:

− слизистая оболочка,

− подслизистая,

− мышечная,

− серозная.

Рецепторный аппарат представлен вкусовыми, тактильными, термо-, хемо- и осморецепторами. В частности, осморецепторы, связанные с центром жажды, принимают участие в регуляции водного обмена. При обезвоживании организма происходит раздражение осморецепторов, активация центра жажды, включение механизма задержки воды в организме. При гипергидратации включается противоположный механизм, увеличивающий выведение жидкости из организма.

Слизистая оболочка и слюна выполняют важнейшую функцию организма – барьерную. Барьерное свойство слизистой оболочки обеспечивает ее эпителий, обладающий селективной проницаемостью и всасывательной (резорбтивной) способностью, особенно выраженной в подъязычной области. Благодаря увеличению секреции слюны происходит разведение токсических патогенных агентов, а ее буферным свойствам – нейтрализация кислот и щелочей. Неспецифическую клеточную защиту тканей выполняют лейкоциты, осуществляющие фагоцитоз. Специфическую клеточную защиту осуществляет система Т-лимфоцитов подслизистой основы.

Неспецифический гуморальный иммунитет обеспечивает лизоцим, интерферон, комплемент, лизосомальные ферменты и др.; специфический гуморальный иммунитет обеспечивается секреторным иммуноглобулином А, обладающим широким спектром защитного действия (антимикробным, антивирусным, антитоксическим), и в меньшей мере иммуноглобулином G.

В слюне содержатся гормоноподобные вещества, образующиеся преимущественно в тубулярном аппарате слюнных желез – паротин, участвующий в регуляции кальциевого и фосфорного обмена (вызывает снижение содержания кальция

в крови, способствует минерализации обызвествленных тканей, активирует процессы роста и метаболизма в костях и зубах); факторы роста нервов и др.

Выделительная функция ротовой полости тесно связана с функциональной активностью слюнных желез, которые выделяют большое количество продуктов метаболизма. Функциональные нарушения в полости рта (расстройство жевательной функции и др.) неизбежно оказывают влияние на функцию всего пищеварительного тракта.

Язык – мышечный орган полости рта. В языке различают верхушку, тело и корень.

Размеры и форма языка у взрослых имеют индивидуальные особенности. Длина его равна 70-120 мм, ширина – 45-75 мм, масса – 69-95 г. Верхняя поверхность языка (спинка) обращена к небу, нижняя примыкает ко дну полости рта; край языка граничит с зубами и деснами, корень обращен к глотке. На спинке языка видна срединная борозда, на границе тела и корня проходит пограничная борозда, имеющая V-образную форму.

Виды сосочков спинки языка:

- нитевидные сосочки – самые многочисленные, располагаются на всей верхней поверхности тела и верхушке языка; обладают тактильной чувствительностью, обеспечивают способность языка к восприятию объема и формы предметов, попадающих в ротовую полость;
- конусовидные сосочки располагаются среди нитевидных и мало отличаются от последних, являются переходной формой к вкусовым сосочкам;
- грибовидные сосочки локализуются на верхушке и по краям языка, имеют терморецепторы и вкусовые рецепторы;
- желобовидные – расположены кпереди от пограничной борозды в виде V;
- листовидные – по краям языка.

Различные участки поверхности языка обладают неодинаковой чувствительностью к вкусовым раздражителям. Так, к горькому вкусу более чувствителен корень языка, к кислому – края, к соленому – края и верхушка, к сладкому – верхушка языка.

Вкус является ощущением, в котором собрана воедино определенная информация. В нее входят данные от вкусовых, тепловых и обонятельных рецепторов и данные от механических датчиков зубов (если во рту много зубов с удаленными нервами, ощущения от пищи бывают сильно изменены).

За доли секунды по нервным окончаниям информация доходит до центральной коры головного мозга.

Мышцы языка подразделяют на внутренние (собственные) мышцы и внешние (скелетные).

Внутренние мышцы изменяют форму языка (вытягивают, укорачивают, уплощают). По направлению волокон различают верхнюю и нижнюю продольные мышцы, поперечную и вертикальную мышцы.

Внешние мышцы языка идут к нему от соседних скелетных образований: подбородочно-язычная мышца, подъязычно-язычная мышца, шило-язычная мышца.

Иннервация осуществляется чувствительными, двигательными и вегетативными

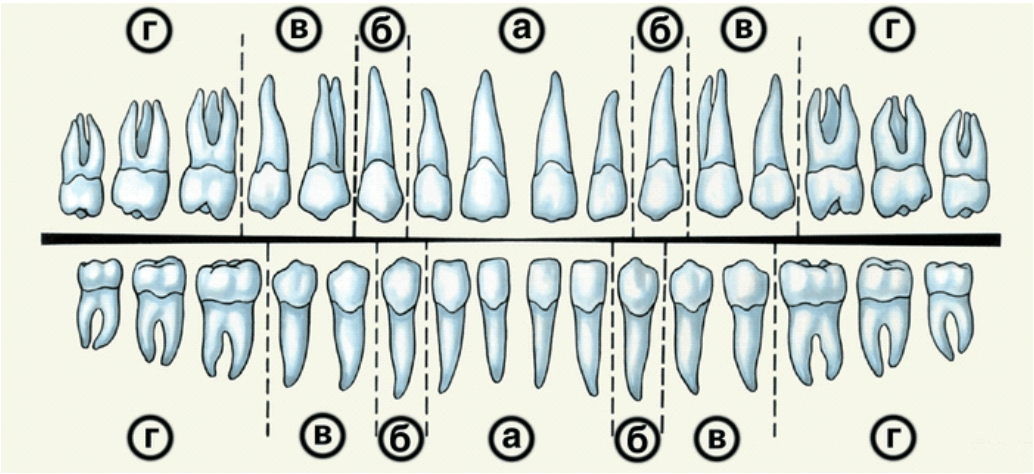
нервными волокнами.

Слюнные железы:

малые – в слизистой и подслизистой оболочке полости рта;

большие слюнные железы – околоушная, подъязычная, поднижечелюстная.

Зубы (dentes). Служат для откусывания и пережевывания пищи, а также участвуют в звукообразовании.



Зубы постоянного прикуса:
а — резцы, б — клыки
в — премоляры, г — моляры.

Прорезывание молочных зубов начинается на 5-6-м месяце после рождения и заканчивается в 2,5-3 года. В составе молочных имеется 20 зубов (по 10 в каждой челюсти); 4 резца, 2 клыка, 4 моляра.

В составе постоянных имеется 32 зуба (по 16 в каждой челюсти): 4 резца, 2 клыка, 4 премоляра и 6 моляров.

Прорезывание постоянных зубов начинается в шестилетнем возрасте с первых моляров. Медиальные резцы прорезываются в 6-8 лет, боковые резцы – в 8-9 лет, клыки — в 10-11 лет, премоляры – в 9-12 лет, вторые моляры – в 12-13 лет, третьи моляры (зубы мудрости) – в разные сроки.

Зубы состоят из твердых и мягких тканей. К твердым тканям зуба относят эмаль, дентин и цемент; к мягким – пульпу, заполняющую полость коронки, и каналы корней. Эмаль – наиболее твердая часть, на 97% состоит из неорганических веществ.

Глотка – непарный орган, соединяющий ротовую полость и пищевод.

Расположена впереди шейного отдела позвоночного столба, своей задней стенкой прилегает к предпозвоночной пластинке шейной фасции и простирается от основания черепа до VI шейного позвонка, где, суживаясь, переходит в пищевод. Длина глотки 12-15 см.

Во время акта глотания носоглотка отделяется от ротоглотки небной занавеской, надгортанник закрывает вход в гортань, за счет этого пищевой комок проходит только в пищевод.

На внутренней поверхности границы перехода верхней стенки глотки в нижнюю имеется небольшое возвышение – скопление лимфоидной ткани, или небная миндалина, или аденоида. Максимальное развитие она имеет в детском возрасте. На боковых стенках глотки имеется воронкообразное глоточное отверстие слуховой трубы, посредством которого слуховая труба соединяет полость глотки с полостью среднего уха. Глоточное отверстие ограничено небольшим возвышением – трубным валиком, в толще которого имеется скопление лимфоидной ткани – трубная миндалина. Скопление миндалин в верхних отделах пищеварительного тракта играет защитную роль. Всего этих миндалин шесть: язычная, глоточная и парные трубные и небные миндалины. Эти миндалины располагаются в виде кольца, называемого лимфоидным кольцом Пирогова-Вальдейера.

Слизистая оболочка. Слизистая носоглотки покрыта мерцательным эпителием, а в ротоглотке и гортаноглотке – многослойным плоским. В слизистой оболочке глотки имеется большое количество слизистых желез. Снаружи соединительнотканная пластинка покрыта мышечной оболочкой, поверх которой лежит адвентициальная оболочка. Все мышцы глотки представлены поперечно-полосатой мышечной тканью.

Пищевод является непосредственным продолжением глотки и представляет собой мышечную трубку, соединяющую глотку с желудком, длиной до 25 см. Пищевод начинается на уровне VI шейного позвонка и заканчивается на уровне XI грудного позвонка, переходя в желудок.

В пищеводе выделяют шейный, грудной и брюшной отделы.

Пищевод имеет 4 изгиба и 3 сужения: верхнее, среднее (аортальное) и нижнее. Первое сужение находится па месте перехода глотки в пищевод, второе – там, где пищевод прилегает к дуге аорты, и третье – в месте прохождения через пищеводное отверстие диафрагмы. Между указанными сужениями имеются два расширения.

Слизистая оболочка пищевода покрыта многослойным плоским неороговевающим эпителием и образует продольные складки.

Мышечная оболочка состоит из внутреннего (циркулярного) и наружного (продольного) слоев. Верхняя треть пищевода образована поперечно-полосатыми мышцами, а нижние две трети – гладкими. Круговой слой стенки пищевода в верхних отделах является продолжением мускулатуры глотки, а внизу переходит в круговые и косые волокна мышечной стенки желудка. Адвентициальная оболочка образована рыхлой соединительной тканью, содержащей незначительное количество эластических волокон. При посредстве этой оболочки пищевод фиксируется к другим органам, залегающим вокруг него в заднем средостении.

Пищевод попадает в желудок через отверстие малой кривизны – кардиальное отверстие.

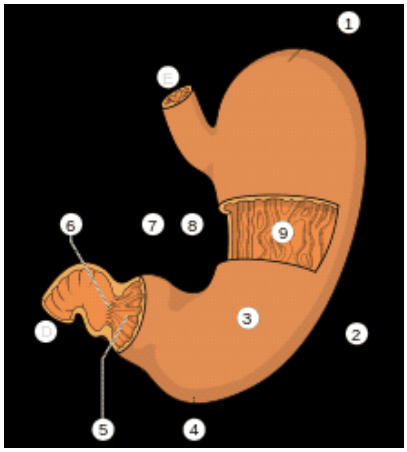
Желудок – полый мышечный орган, расположенный в левом подреберье и эпигастрии, расположенный между пищеводом и 12-перстной кишкой.

Функции:

- является резервуаром для проглоченной пищи; в зависимости от консистенции поступившей пищи, она задерживается в желудке от 20 минут (фруктовые соки, а также овощные соки и бульоны) до 6 часов (свинина).
- осуществляет механическое перемешивание пищи; за счёт мышечного слоя,

желудок перемешивает пищу и желудочный сок, образуя химус — жидкую кашицу, которая удаляется отдельными порциями из желудка через привратник;

- осуществляет химическое переваривание пищи; железы слизистой оболочки желудка выделяют желудочный сок, содержащий пищеварительные ферменты пепсин, химозин и липазу, а также соляную кислоту и другие вещества. Желудочный сок расщепляет белки и частично жиры, осуществляет секрецию биологически активных веществ;
- выполняет функцию всасывания (углеводы, этанол, вода и некоторые соли);
- оказывает бактерицидное действие.



Отделы желудка
1) дно желудка, 2) большая кривизна, 3) тело,
4) нижний полюс желудка, 5) привратниковая (пилорическая) часть, 6) отверстие привратника, 7) угловая вырезка, 8) малая кривизна, 9) складки слизистой оболочки

Часть желудка, окружающая впадающий в него пищевод, называется кардиальной частью. Слева от нее имеется куполообразное выпячивание – дно желудка. На малой кривизне желудка имеется угловая вырезка, представляющая собой небольшое втяжение.

Желудок отделён от пищевода нижним пищеводным сфинктером, а от двенадцатиперстной кишки – так называемым привратником желудка.

Объём пустого желудка составляет около 500 мл. После принятия пищи он обычно растягивается до одного литра, но может увеличиться и до четырёх.

Левая часть желудка располагается под диафрагмой, а правая часть – под печенью; небольшая часть желудка соприкасается непосредственно с передней брюшной стенкой.

Желудок малоподвижен за счет наличия связочного аппарата с брюшиной, с печенью, селезенкой и ободочной кишкой. Слизистая оболочка желудка вырабатывает фактор Касла, который необходим для усваивания витамина B_{12}, который, в свою очередь, необходим для нормального кроветворения.

Желудок имеет все четыре основные стенки, представленные слизистой оболочкой, подслизистой основой, мышечной и наружной серозной оболочками.

На поверхности слизистой желудка имеются железы желудка, секретирующие желудочный сок.

Мышечная оболочка желудка представлена тремя основными слоями: внутренним, средним циркулярным и продольным наружным слоями косых волокон.

Наружная серозная оболочка лежит на подсерозной основе и покрывает желудок практически со всех сторон; желудок располагается интраперитонеально.

Иннервация: желудочное сплетение.

У новорождённого объём желудка – 50 см^3, длина – 5 см, ширина – 3 см.

Тонкая кишка – отдел пищеварительного тракта человека, расположенный между желудком и толстой кишкой. В тонкой кишке в основном и происходит процесс пищеварения.

Функции:

- переваривания,
- всасывания,
- транспортирования пищевых масс,
- иммунологическая защита (бокаловидные, в кишечных ворсинках и криптах – количество увеличивается от тонкой кишки к толстой – секреция компонентов пристеночной слизи, секреция компонентов пристеночной слизи, бактерицидная), клетки Панета – криптах-секреция ферментов и лизоцима (бактерицидный фактор);
- секреция гормонов (К-клетки двенадцатиперстной и тощей кишок – глюкозозависимый инсулинотропный полипептид – стимуляция секреции инсулина бета-клетками поджелудочной железы в ответ на приём пищи, I-клетки двенадцатиперстной и тощей кишок – холецистокинин (панкреозимин) – обладает свойствами антидепрессантов. Имеет отношение к эмоциям страха и патогенезу шизофрении. Влияет на пищевое поведение человека, вызывая чувство сытости и контролируя аппетит).

Тонкая кишка начинается от привратника желудка и заканчивается подвздошно-слепокишечным (илеоцекальным) клапаном у места перехода тонкой кишки в толстую.

Диаметр тонкой кишки неравномерен: в проксимальном её отделе он равен 4-6 см, в дистальном – 2,5-3 см.

В тонкой кишке выделяют следующие отделы:

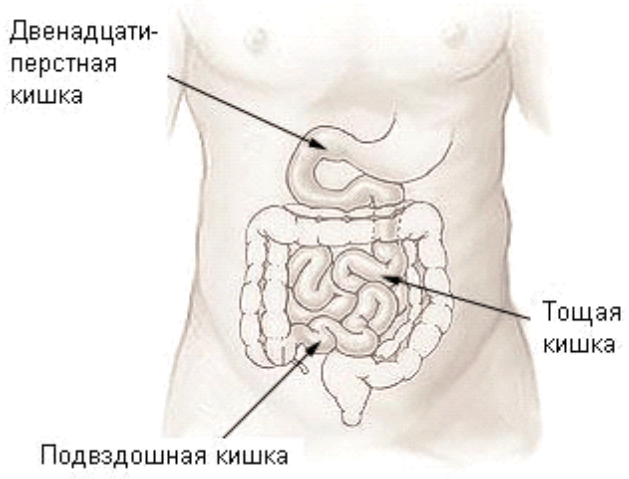
- двенадцатиперстная кишка;
- тощая кишка;
- подвздошная кишка.

Двенадцатиперстная кишка – начальный отдел тонкой кишки у человека, следующий сразу после привратника желудка. В середине нисходящей части двенадцатиперстной кишки, примерно на 12-14 см ниже привратника желудка, имеется большой сосочек двенадцатиперстной кишки (синоним Фатеров сосок) в котором располагается сфинктер Одди, регулирующий поступление желчи и панкреатического сока в двенадцатиперстную кишку.

Тощая кишка человека – средний отдел тонкой кишки, гладкомышечный полый орган, идущий после двенадцатиперстной и перед подвздошной кишкой. Чётко выраженной анатомической структуры, разделяющей тощую и подвздошную кишки, не существует. Различия между этими двумя отделами тонкой кишки: подвздошная имеет больший диаметр, стенка её толще, она богаче снабжена сосудами.

Подвздошная кишка человека – нижний отдел тонкой кишки; отделяется от слепой кишки илеоцекальным клапаном (баугиниевой заслонкой).

В тощей и подвздошной кишках имеются групповые скопления лимфоидной ткани.



Отделы тонкого кишечника

Толстая кишка – нижняя, конечная часть пищеварительного тракта, в которой происходит в основном всасывание воды и формирование из пищевой кашицы (химуса) оформленного кала. Начинается она от илеоцекального клапана и заканчивается анусом. В ней всасываются остатки воды и формируются каловые массы, выводящиеся через прямую кишку. Ее длина составляет в среднем 1,5 м.

В толстой кишке выделяют три отдела: слепую кишку с червеобразным отростком, ободочную кишку и прямую кишку. В ободочной кишке выделяют четыре части: восходящую, поперечную, нисходящую и сигмовидную. Толстая кишка располагается в брюшной полости малого таза. Слепая кишка – мешковидно расширенный отдел толстой кишки, начинающийся сразу после илеоцекального клапана; располагается в правой подвздошной ямке. От слепой кишки в месте схождения мышечных лент отходит червеобразный отросток. Аппендикс представляет собой вырост слепой кишки, его размеры весьма вариабельны: длина – от 3 до 20 см, диаметр – до 1 см.

Печень – самая крупная железа пищеварительного тракта; располагается в основном в правом верхнем отделе брюшной полости поддиафрагмально; является сложной разветвленной трубчатой железой (смотреть видео 5.4.2).

Размеры печени человека: справа налево – в среднем 26-30 см, спереди назад – правая доля 20-22 см, левая доля – 15-16 см, наибольшая толщина (правая доля) – 6-9 см. Масса печени равна в среднем – 1500 г. Печень имеет неправильную форму: верхнюю – выпуклую и нижнюю – вогнутую части; окружена со всех сторон брюшиной.

Верхняя часть печени называется диафрагмальной, а нижняя – висцеральной.

Печень является паренхиматозным органом. В ней различают две поверхности: верхнюю (диафрагмальную) и нижнюю (висцеральную), которые отделяются одна от другой нижним краем печени. Висцеральная поверхность печени относительно ровная, разделяется двумя продольными и одной поперечной бороздой на 4 доли: правую, левую, квадратную и хвостатую с отходящими от нее двумя отростками (правым – хвостатым и левым – сосочковым). В переднем отделе расположен желчный пузырь. Основу паренхимы печени составляют печеночные дольки, имеющие форму высоких призм, диаметром 1-1,5 мм и высотой 1,5-2 мм (в печени человека содержится около 500 000 долек). Дольки состоят из печеночных клеток – гепатоцитов. Между рядами гепатоцитов проходят кровеносные капилляры и желчные протоки.

Через печень протекает в 1 мин около 1,5 л крови, в ней освобождается 1/7 часть всей энергии организма. Температура оттекающей от неё крови во время пищеварения увеличивается на 1-2 °С. Всасываемые из кишечника в кровь вещества проходят через печень и подвергаются в ней химическим изменениям.

Желчь, синтезируемая в клетках печени из веществ, поступающих с кровью, активирует ферменты необходимые для переваривания белков; эмульгирует жиры, активизирует моторику тонкой кишки, стимулирует продукцию слизи и др.

Печень является депо крови, её сосуды могут вмещать 20% всей крови.

Печень участвует в белковом и углеводном обмене.

Поджелудочная железа – железа пищеварительной системы, обладающая экзокринной и эндокринной функциями. Поджелудочная железа расположена забрюшинно на уровне I-II поясничных позвонков, имеет вид уплощенного постепенно суживающегося тяжа, в котором различают три отдела: головку, тело и хвост.

Экзокринная функция поджелудочной железы заключается в секреции в двенадцатиперстную кишку сока, содержащего основные ферменты панкреатического сока.

Эндокринная функция поджелудочной железы заключается в продукции гормонов, поступающих в кровь: инсулина и глюкагона. Физиологическое значение инсулина заключается в регуляции углеводного обмена и поддержании необходимого уровня глюкозы в крови путем его снижения. Глюкагон обладает противоположным действием. Его основная физиологическая роль – регуляция уровня глюкозы в крови путем его увеличения; кроме того, он оказывает влияние на метаболические процессы в организме.

Физиологические изменения в пищеварительной системе под влиянием мышечной деятельности.

Изменения в деятельности пищеварительной системы непосредственно во время мышечной работы:

• При легкой физической работе (пешие прогулки, дыхательные упражнения, особенно брюшное дыхание) улучшается кровоснабжение желудочно-кишечного тракта, что стимулирует процессы пищеварения.

• При тяжелой или продолжительной физической работе процессы пищеварения существенно угнетаются за счет следующих изменений в органах пищеварения:

• Уменьшается выделение слюны, особенно жидкой. Слюна становится густой и вязкой (пересыхает в горле).

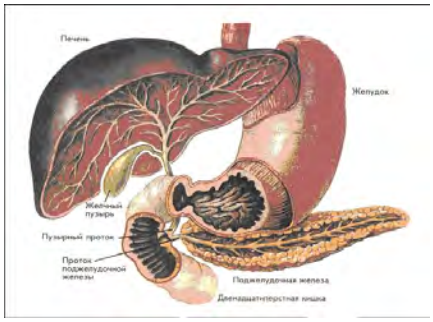
• Существенно снижается кровоснабжение желудка и кишечника, что нарушает выполнение ими пищеварительных функций.

• Изменяется выделение желудочного сока, ослабляется сокращение стенок желудка, угнетаются процессы перемешивания пищи с пищеварительными соками.

• Тормозятся процессы перемешивания пищи с пищеварительными соками, ее продвижение по кишечнику, угнетается расщепление и всасывание веществ в кишечнике.

• Уменьшается выделение сока поджелудочной железы.

• Уменьшается выделение желчи печенью.

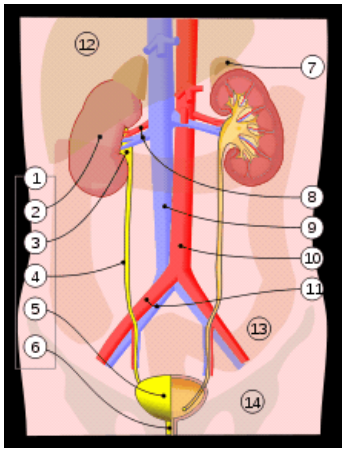


Взаиморасположение печени, поджелудочной железы и 12-перстной кишки

Изменения в пищеварительной системе под влиянием систематической интенсивной мышечной деятельности: развитие мышц брюшного пресса улучшает механическую защиту органов брюшной полости (в том числе желудка, кишечника, печени) и способствует повышению внутрибрюшного давления, что, в свою очередь, стимулирует мускулатуру органов пищеварения, предупреждая задержку пищи в желудке или кишечнике (запоры) и ускоряя процессы пищеварения, всасывания и удаления непереваренных остатков пищи.

Система мочевыделения

Мочевыделительная система человека – система органов, формирующих, накапливающих и выделяющих мочу. Включает в себя почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал (смотреть видео 5.4.3).



1 - Мочевыделительная система человека:
2 - почка 3 - почечная лоханка
4 - мочеточник 5 - мочевой пузырь
6 - мочеиспускательный канал
7- надпочечник

Сосуды: 8- почечная артерия и вена
9 - нижняя полая вена
10 - брюшная аорта
11 - общая подвздошная артерия и вена

Прочее: 12 - печень
13 - толстая кишка
14 - таз

Функции почек:

– выделительная; удаляют из организма продукты распада, излишки воды, солей, вредные вещества и некоторые лекарственные препараты;

– поддерживают на относительно постоянном уровне осмотическое давление внутренней среды организма за счет удаления излишка воды и солей (главным образом, хлорида натрия);

– обеспечивают постоянство реакции крови (pH крови) за счет изменения интенсивности выделения кислых или щелочных солей фосфорной кислоты при сдвигах реакции крови в кислую или щелочную сторону;

– осуществляют секреторную функцию, обладают способностью к секреции органических кислот и оснований, ионов К и водорода;

– участвуют в минеральном, липидном, белковом и углеводном обмене.

Таким образом, почки, регулируя величину осмотического давления в организме,

постоянство реакции крови, осуществляя синтетическую, секреторную и экскреторную функции, принимают активное участие в поддержании постоянства состава внутренней среды организма (гомеостаза).

Строение почек. Почки располагаются по обеим сторонам поясничного отдела позвоночника, покрыты соединительнотканной капсулой. Размеры почки взрослого человека – около 11×5 см, масса в среднем равна 200–250 г. На продольном разрезе почки различают 2 слоя: корковый и мозговой. В корковом слое находятся сосудистые клубочки, элементы проксимального и дистального сегментов мочевых канальцев. В мозговом веществе располагаются элементы тонкого сегмента канальцев, толстые восходящие колена петель нефрона и собирательные трубки. Собирательные трубки, сливаясь, образуют общие выводные протоки, которые проходят через мозговой слой почки к верхушкам сосочков, выступающим в полость почечной лоханки. Почечные лоханки открываются в мочеточники, которые, в свою очередь, впадают в мочевой пузырь (смотреть видео 5.4.4).

Структурно-функциональной единицей почки является нефрон. Их количество достигает в среднем 1 миллиона. Нефрон представляет собой длинный каналец, начальный отдел которого в виде двустенной чаши окружает артериальный капиллярный клубочек, а конечный – впадает в собирательную трубку (смотреть видео 5.4.5).

Отделы нефрона:

1) почечное (мальпигиево) тельце состоит из сосудистого клубочка и окружающей его капсулы почечного клубочка (Шумлянского-Боумена);

2) проксимальный сегмент включает извитую (извитой каналец первого порядка) и прямую части (толстый нисходящий отдел петли нефрона (Генле));

3) тонкий сегмент петли нефрона;

4) дистальный сегмент, состоящий из прямой (толстый восходящий отдел петли нефрона) и извитой части (извитой каналец второго порядка). Дистальные извитые канальцы открываются в собирательные трубки.

Кровоснабжение почек. Почки получают кровь из почечной артерии – одной из крупных ветвей аорты. Артерия в почке делится на большое количество мелких сосудов – артериол, приносящих кровь к клубочку (приносящая артериола), которые затем распадаются на капилляры (первая сеть капилляров). Капилляры сосудистого клубочка, сливаясь, образуют выносящую артериолу, диаметр которой в 2 раза меньше диаметра приносящей. Выносящая артериола вновь распадается на сеть капилляров, оплетающих канальцы (вторая сеть капилляров).

Таким образом, для почек характерно наличие двух сетей капилляров: 1) капилляры сосудистого клубочка; 2) капилляры, оплетающие почечные канальцы. Артериальные капилляры переходят в венозные. В дальнейшем они, сливаясь в вены, отдают кровь в нижнюю полую вену.

Через почки вся кровь (5-6 л) проходит за 5 мин. В течение суток через почки протекает около 1000-1500 л крови.

Иннервация почек (эфферентные волокна) осуществляется преимущественно за счет симпатических нервов (чревные нервы). Юкстагломерулярный, или

околоклубочковый, комплекс состоит в основном из клеток, располагающихся главным образом вокруг приносящей артериолы клубочка и секретирующих биологически активное вещество – ренин. Юкстагломерулярный комплекс участвует в регуляции водно-солевого обмена и поддержании постоянства артериального давления. При уменьшении количества притекающей к почкам крови и снижении в ней содержания солей натрия выделение ренина и его активность возрастают. При некоторых заболеваниях почек увеличивается секреция ренина, что может привести к стойкому повышению величины артериального давления и нарушению водно-солевого обмена в организме.

Механизмы мочеобразования

Моча образуется из плазмы крови, протекающей через почки. Мочеобразование – сложный процесс, состоящий из двух этапов: фильтрации (ультрафильтрация) и реабсорбции (обратное всасывание). На величину фильтрации влияет также изменение проницаемости мембраны, через которую происходит фильтрация. Обратное всасывание может происходить активно или пассивно. Активно реабсорбируются глюкоза, аминокислоты, фосфаты, соли натрия. Эти вещества полностью всасываются в канальцах и в конечной моче отсутствуют.

Регуляция деятельности почек

Нервная регуляция. Симпатические нервы, иннервирующие почки, в основном являются сосудосуживающими. При их раздражении уменьшается выделение воды и увеличивается выведение натрия с мочой. Раздражение парасимпатических нервов увеличивает выведение с мочой хлоридов за счет уменьшения их обратного всасывания в канальцах почек. Кора головного мозга вызывает изменения в работе почек или непосредственно через вегетативные нервы, или через нейроны гипоталамуса. В ядрах гипоталамуса образуется антидиуретический гормон (вазопрессин), который приводит к уменьшению мочеотделения и повышению осмотической концентрации мочи (гуморальная регуляция).

Альдостерон (гормон коркового вещества надпочечников) способствует реабсорбции ионов натрия и выведению ионов калия в дистальных отделах канальцев, вызывая задержку воды в организме и образование отёков.

Количество, состав и свойства мочи. За сутки человек выделяет в среднем около 1,5 л мочи. Интенсивность мочеобразования колеблется в течение суток. Днем мочи образуется больше, чем ночью. Физическая нагрузка оказывает выраженное влияние на образование мочи.

Цвет. Моча – прозрачная жидкость светло-желтого цвета. При отстаивании в моче выпадает осадок, который состоит из солей и слизи.

Реакция. Реакция мочи здорового человека преимущественно слабокислая. pH ее колеблется от 5,0 до 7,0. Реакция мочи может изменяться в зависимости от состава пищевых продуктов. При употреблении смешанной пищи (животного и растительного происхождения) моча человека имеет слабокислую реакцию. При питании преимущественно мясной пищей и другими продуктами, богатыми белками, реакция мочи становится кислой; растительная пища способствует переходу реакции мочи в нейтральную или даже щелочную.

Относительная плотность. Плотность мочи равна в среднем 1,015-1,020. Она зависит от количества принятой жидкости.

Состав. В нормальной моче белок отсутствует или определяются только его следы (не более 0,03%). Среди органических соединений небелкового происхождения в моче встречаются: соли щавелевой кислоты; молочная кислота; кетоновые тела, образующиеся при превращении в организме жиров в сахар.

В моче здорового человека и животных содержатся пигменты, которые определяют ее желтый цвет. Эти пигменты образуются из билирубина желчи в кишечнике, почках и выделяются ими.

С мочой выводится большое количество неорганических солей – около 15-25 г в сутки. Из организма экскретируются хлорид натрия, хлорид калия, сульфаты и фосфаты. От них также зависит кислая реакция мочи.

Выведение мочи. Конечная моча поступает из канальцев в лоханку и из нее – в мочеточник. Передвижение мочи по мочеточникам в мочевой пузырь осуществляется под влиянием силы тяжести, а также за счет перистальтических движений мочеточников. Мочевой пузырь иннервируется парасимпатическими и симпатическими нервными волокнами. Возбуждение симпатических нервов способствует накоплению мочи в пузыре. При возбуждении парасимпатических волокон стенка мочевого пузыря сокращается, сфинктеры расслабляются и моча изгоняется из пузыря.

Моча непрерывно поступает в мочевой пузырь, что ведет к повышению давления в нем. Увеличение давления в мочевом пузыре до 12-15 см водного столба вызывает потребность в мочеиспускании. Мочеиспускание – сложный рефлекторный акт, заключающийся в одновременном сокращении стенки мочевого пузыря и расслаблении его сфинктеров.

Основные физиологические изменения в деятельности системы мочевыделения непосредственно во время мышечной работы: при тяжелой мышечной работе происходит резкое уменьшение кровоснабжения почек, возникает ишемия коркового слоя нефрона, повышается проницаемость сосудов и, как следствие, возможно появление в моче белка (рабочая альбуминурия) и эритроцитов.

Контрольные вопросы

1. Характеристика органов системы пищеварения, их положение, строение, значение. Строение стенки пищеварительного тракта.
2. Иннервация желудочно-кишечного тракта. Секреторная функция пищеварительного тракта.
3. Пищеварительные ферменты. Слюнные железы. Состав слюны. Регуляция слюноотделения.
4. Пищеварение в кишечнике. Моторная функция пищеварительного тракта. Процесс всасывания в желудочно-кишечном тракте. Роль микрофлоры в кишечном пищеварении.
5. Физиологические изменения в пищеварительной системе во время мышечной работы и под влиянием систематической интенсивной тренировки.
6. Система мочевыделения: положение, строение, функция. Значение почек.

7. Строение нефрона. Специфика кровоснабжения почек. Процесс мочеобразования: фильтрация, реабсорбция, секреция.
8. Нервная и гуморальная регуляция мочеобразования.
9. Физиологические изменения в системе мочеотделения под влиянием мышечной деятельности.

Примеры тестовых заданий

Тестовые задания для контроля знаний по разделам _____
(вступительное слово, связанное с пояснительной запиской)

БНТУ кафедра спортивной инженерии **КОД**

Вопросы для тест–опроса по дисциплине «Анатомия и физиология человека»

В карточке теста зачеркнуть для каждого номера вопроса правильные варианты ответа. От числа правильных ответов отнимается количество неправильно указанных ответов. Итоговое число (выраженное в % от 20) является оценкой за семинар в баллах.

1	**Для правильной осанки дошкольников нехарактерны:**	**6**	**К методам исследования физического развития человека не относятся:**
а.	голова значительно наклонена вперед;	а.	соматометрия;
б.	лопатки слегка выступают;	б.	краниометрия;
в.	линия живота выступает на 1-2 см;	в.	остеометрия;
г.	физ. изгибы позвоночника выражены слабо;	г.	антропоскопия;
д.	плечевой пояс значительно смещен кпереди.	д.	соматоскопия.
2	**При приземлении уступающую работу производят следующие мышцы**	**7**	**При отталкивании предмета от туловища рукой происходит**
а.	мышцы подошвенной поверхности;	а.	разгибание в локтевом суставе;
б.	трехглавая мышца голени;	б.	сгибание в плечевом суставе;
в.	четырехглавая мышца бедра;	в.	сгибание в лучезапястном суставе;
г.	межреберные мышцы;	г.	разгибание в плечевом суставе;
д.	мышцы брюшного пресса.	д.	разгибание в коленном суставе.
3	**К нарушениям осанки в сагиттальной плоскости не относятся:**	**8**	**При надавливании стопой на предмет не работают**
а.	плоская спина;	а.	мышцы-разгибатели коленного сустава;
б.	сутулость;	б.	мышцы-разгибатели тазобедренного сустава;
в.	круглая спина;	в.	разгибатели голеностопного сустава;
г.	круглo-вогнутая спина;	г.	разгибатели суставов стопы;
д.	плоско-вогнутая спина.	д.	сгибатели голеностопного сустава.
4	**Двигательная единица-это (отметьте верное утверждение):**	**9**	**Стадия реадаптации спортсменов характеризуется**
а.	совокупность мышечных волокон;	а.	снижением уровня тренированности;
б.	иннервируется отростками 1 мотонейрона;	б.	бессонницей;
в.	иннервируется отростками 2-3 мотонейронов;	в.	эмоциональной неустойчивостью;
г.	одно мышечное волокно;	г.	возвращением показателей к исходным;
д.	возбуждение происходит одновременно.	д.	снижением умственной работоспособности.
5	**Кумулятивный тренировочный эффект характеризуется**	**0**	**Работа мышц-антагонистов характеризуется**
а.	снижением показателей работоспособности;	а.	разнонаправленностью действий;
б.	суммированием срочных эффектов нагрузок;	б.	чередованием уступ. и преодолев. работы;
в.	приростом показателей работоспособности;	в.	однонаправленностью действий;
г.	отсутствием отставленных эффектов нагрузки;	г.	выполнением только преодолевающей работы;
д.	улучшением спортивных результатов.	д.	выполнением только уступающей работы.

Тестовые задания для контроля знаний по разделам _____
(Вступительное слово, связанное с пояснительной запиской)

БНТУ кафедра спортивной инженерии **КОД**

Вопросы для тест–опроса к семинару по теме №3:

В карточке теста зачеркнуть для каждого номера вопроса **правильные варианты** ответа.
От числа правильных ответов отнимается количество неправильно указанных ответов.
Итоговое число (выраженное в % от 20) **является оценкой** за семинар **в баллах**.

1	**Двуглавая мышца плеча при сокращении**	**6**	**Функциями мышечной ткани не являются**
а.	разгибает плечо;	**а.**	двигательная;
б.	сгибает плечо;	**б.**	статическая;
в.	сгибает предплечье;	**в.**	рецепторная;
г.	выполняет супинацию предплечья;	**г.**	депонирующая;
д.	разгибает предплечье.	**д.**	костеобразующая.
2	**По форме мышцы различают**	**7**	**Лопатку поднимают мышцы**
а.	синергисты;	**а.**	большая ромбовидная мышца;
б.	поперечные;	**б.**	малая ромбовидная мышца;
в.	длинные;	**в.**	трапециевидная мышца;
г.	зубчатые;	**г.**	верхняя задняя зубчатая мышца;
д.	антагонисты.	**д.**	нижняя задняя зубчатая мышца.
3	**Туловище не сгибают**	**8**	**Большая грудная мышца**
а.	наружная косая мышца;	**а.**	опускает руку;
б.	внутренняя косая мышца;	**б.**	поднимает ребра;
в.	прямая мышца живота;	**в.**	приводит руку к туловищу;
г.	мимические мышцы;	**г.**	участвует в акте дыхания;
д.	прямая мышца спины.	**д.**	сгибает позвоночник.
4	**Позвоночник не разгибают:**	**9**	**Свойствами сердечной мышцы являются**
а.	поперечно-остистые мышцы;	**а.**	проводимость ниже, чем у скелетной мышцы;
б.	межостистые мышцы;	**б.**	автоматизм;
в.	прямая мышца спины;	**в.**	удлиненный рефрактерный период;
г.	ременная мышца головы;	**г.**	укороченный рефрактерный период;
д.	четырехглавая мышца бедра.	**д.**	проводимость выше, чем у скелетной мышцы.
5	**К особенностям гладкой мускулатуры не относится следующее:**	**0**	**Большая ягодичная мышца при сокращении**
а.	менее возбудима, чем скелетная;	**а.**	приводит бедро;
б.	образует стенки сосудов;	**б.**	ротирует голень;
в.	рефрактерный период более длителен;	**в.**	разгибает голень;
г.	более пластична;	**г.**	поворачивает бедро внутрь;
д.	образует стенки внутренних органов.	**д.**	разгибает бедро.

Программа курса

Белорусский национальный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной,
воспитательной, аналитической и
информационной работе

_____Г.Ф. Ловшенко

_____

Регистрационный № УД-_____/баз.

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Учебная программа для специальностей
1 60 02 01 «Техническое обеспечение спортивных технологий»

1 60 02 02 «Проектирование и производство спортивной техники»

Минск 2013

СОСТАВИТЕЛЬ:
Г.В.Попова, старший преподаватель кафедры «Спортивная инженерия» Белорусского национального технического университета.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Г. М. Загородный
заведующий кафедрой спортивной медицины и лечебной физической культуры БелМАПО, доцент, врач высшей квалификационной категории по спортивной медицине, кандидат медицинских наук.

Е.М.Якуш, доцент кафедры теории и методики физического воспитания и спорта Учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры», кандидат педагогических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:
Кафедрой «Спортивная инженерия» Белорусского национального технического университета
(протокол № 10 от 28 июня 2013г.)

Заведующий кафедрой В.Е. Васюк

Методической комиссией спортивно-технического факультета Белорусского национального технического университета
(протокол №10 от 29 июня 2013)

Председатель методической комиссии
В.Е.Васюк

Ответственный за редакцию: Г.В.Попова
Ответственный за выпуск:

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины «Анатомия и физиология человека» разработана для специальности 1 60 02 01 «Техническое обеспечение спортивных технологий».

Анатомия и физиология человека являются медико-биологическими науками, изучающими строение и закономерности развития человеческого тела, отдельных его систем, органов, тканей и клеток в связи с их функциями в изменяющихся условиях внешней и внутренней среды. Изучение данной дисциплины необходимо для понимания этапов спортивного онтогенеза, наследственно-средовых реакций на тренировочные нагрузки, квалифицированного проектирования и конструирования спортивных тренажеров, их корректной эксплуатации в условиях учебно-тренировочного процесса.

Цель преподавания дисциплины: изучить строение тела человека и его функционирование, дать целостное представление о жизнедеятельности организма, его взаимодействии с внешней средой с учетом клеточного, тканевого, органного, системного и поведенческого уровней для успешного конструирования технических средств для спортивной тренировки и диагностики подготовленности спортсменов.

Основными задачами дисциплины являются: формирование у студентов знаний о строении, функциях и процессах жизнедеятельности целостного организма, его структурных элементов, а также о механизмах регуляции под влиянием различных средовых факторов, включая двигательную активность; умений применить эти знания в техническом обеспечении тренировочного, соревновательного, реабилитационного процессов в физической культуре и спорте.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких естественнонаучных дисциплин как «Физика» и «Химия», а также учитывается материал школьных программ по биологии и анатомии. Основное внимание в программе уделяется тем разделам курса, которые будут непосредственно востребованы для усвоения материала таких специальных дисциплин как «Биомеханика», «Моделирование физиологических и биомеханических параметров спортивных движений», «Теория и методика физической культуры», «Теоретические основы построения спортивной техники», «Технические средства диагностики и врачебного контроля», «Техническая эксплуатация спортивной техники».

Курс «Анатомии и физиологии человека» подготовлен по классической схеме преподавания естественнонаучных дисциплин. В отличие от программ курса для специалистов медико-биологического профиля в настоящей программе меньше внимание уделяется частным особенностям организации систем тела человека и его функциональным характеристикам.

Особенность курса является изложение основ предмета, связанных с пониманием базисных физиологических процессов (возбуждения, торможения, синаптической передачи, мышечного сокращения, секреции) и системных механизмов гомеостазиса. Это позволит студентам экстраполировать полученные знания для конструирования структурно-функциональных схем спортивного оборудования, расчета его отдельных узлов и механизмов. Принципиальное отличие преподавания дисциплины для студентов вышеуказанной специальности заключается в

приоритетном изучении анатомо-функциональных основ системы опоры, нервно-мышечного аппарата, регуляторных механизмов поддержания вегетативных функций.

Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для расширения мышления о биоэлектрических явлениях в организме и механизмах их регуляции, формирования у студентов теоретического представления о функциях, обеспечивающих эффективность двигательной деятельности.

В результате освоения дисциплины «Анатомия и физиология человека» студент должен:

знать:

- анатомическое строение и топографию органов человека;
- физиологические закономерности функционирования организма с учетом возрастных изменений;
- принципы оценки физического развития человека;
- физиологические изменения в организме человека в состоянии покоя и под влиянием мышечной деятельности;

уметь:

– учитывать анатомо-функциональные особенности организма человека при проектировании и эксплуатации спортивной техники;
- оценивать функциональное состояние опорно-двигательного аппарата и основных систем организма человека в покое и при воздействии физических нагрузок;

владеть:

- методами инструментального исследования анатомо-функциональных систем организма человека;
- навыками рационального использования учебно-лабораторного оборудования и компьютерной техники при оценке состояния здоровья и физического статуса человека;
- приемами контроля за правильным физическим развитием занимающихся физической культурой и спортом.

Методы (технологии) обучения

Основными методами обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на практических занятиях;
- коммуникативные технологии (дискуссия, учебные дебаты, «мозговой штурм» и другие формы и методы), реализуемые на практических занятиях и конференциях.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем

преподавателя в соответствии с расписанием;

- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;

Согласно учебному плану на изучение дисциплины отведено всего 260 ч., в том числе — 102 ч. аудиторных занятий, из них лекции — 52 ч., практические занятия — 50 ч. Изучение материала проводится с использованием муляжей, макетов, препаратов, компьютерных программ и «виртуальных» атласов.

Примерный тематический план

Наименование раздела и темы	Количество аудиторных часов		
	Лекции	Практи-ческие занятия	Всего
Раздел 1. Введение в предмет. Место анатомии и физиологии человека среди дисциплин, изучаемых в техническом вузе	**4**		**4**
Тема 1. 1. Анатомия и физиология как предмет и характеризующие их понятия	2		2
Тема 2.2. Уровни структурно-функциональной организации организма	2		2
Раздел II. Структурно-функциональные основы базисных физиологических процессов	**10**	**18**	**28**
Тема 2.1. Основные функциональные характеристики возбудимых тканей		4	4
Тема 2.2 Структурно-функциональная организация нервной системы	2	4	6
Тема 2.3 Структуры отделов ЦНС и их функции	2	4	6
Тема 2.4. Общие принципы строения и функций сенсорных систем	2	4	6
Тема 2.5. Высшая нервная деятельность	2		2
Тема 2.6. Эндокринная регуляция физиологических функций	2	2	4
Раздел III. Система опоры и перемещения. Морфологическая характеристика	**24**	**20**	**44**
Тема 3.1 Учение о костях и их соединениях	6	6	12
Тема 3.2 Учение о мышцах	8	6	14
Тема 3.3 Конституциональная морфология	2	2	4
Тема 3.4 Возрастная спортивная морфология	4	4	8

Тема 3.5 Морфокинезиология	2	2	4
Тема 3.6 Адаптация к физическим нагрузкам систем исполнения движения	2		2
Раздел IV. Морфологические основы двигательной деятельности.	**8**	**2**	**10**
Тема 4.1 Морфофункциональные элементы нервно-мышечного аппарат и их свойства	2		2
Тема 4.2 Режимы, формы, типы мышечных сокращений. Сила скелетных мышц	2	2	4
Тема 4.3 Регуляция мышечного тонуса, поддержания позы	2		2
Тема 4.4 Основные принципы организации произвольных движений	2		2
Раздел V. Системные механизмы гомеостазиса, их особенности при воздействии физических нагрузок.	**6**	**10**	**16**
Тема 5.1 Сердечно-сосудистая система	2	4	6
Тема 5.2 Система крови		2	2
Тема 5.3 Система дыхания	2	2	4
Тема 5.4 Система пищеварения и выделения.	2	2	4
ВСЕГО	**52**	**50**	**102**

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА
РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ. МЕСТО АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА СРЕДИ ДИСЦИПЛИН, ИЗУЧАЕМЫХ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ.

Тема 1.1 Анатомия и физиология как предмет и характеризующие их понятия

Задачи и методические основы анатомии и физиологии человека. Краткая история становления и развития наук. Объект и методы исследований в физиологии и анатомии. Структурно-функциональный и молекулярно-генетические подходы в изучении физиологических процессов. Современный этап развития медико-биологических наук. Методы анатомо-физиологического исследования организма человека: рентгеноанатомия, ультразвуковое исследование внутренних органов, эндоскопическое исследование, магнитный резонанс, компьютерная томография, электрофизиологические методы исследования.

Основные понятия: физиологическая функция, физиологический процесс, физиологическая система, механизмы регуляции, внутренняя среда организма. Анатомическая терминология. Анатомическая номенклатура. Плоскости и оси тела человека: сагиттальная, фронтальная, горизонтальная.

Связь анатомии и физиологии с другими науками: биомеханикой, спортивной морфологией, медицинской и биологической физикой, моделированием физиологических и биомеханических параметров спортивных движений, теорией и методикой физической культуры, теоретическими основами построения спортивной техники, техническими средствами диагностики и врачебного контроля.

Тема 1. 2 Уровни структурно-функциональной организации организма

Клетка как структурная и функциональная единица жизни. Составные части многоклеточного организма: ткани, органы, системы органов, аппарат органов. Типы тканей в организме человека. Эпителиальная ткань: покровный эпителий и его виды, железистый эпителий. Соединительная ткань: собственно соединительная, костная, хрящевая, система тканей внутренней среды. Мышечная ткань: гладкая, поперечно-полосатая, сердечная. Нервная ткань: нейроны и глия. Особенности их структурной организации и выполняемых функций.

Принцип целостности организма. Основные физиологические свойства организма: обмен веществ, раздражимость, рост и развитие, размножение, приспособляемость. Состояния функционального покоя, возбуждения и торможения. Классификация раздражителей. Порог раздражения. Системный подход и его значение для изучения физиологии человека. Процессы управления в живых системах.

РАЗДЕЛ II. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ БАЗИСНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Тема 2.1 Основные функциональные характеристики возбудимых тканей

Возбудимость, проводимость, лабильность, сократимость – особые свойства

возбудимых тканей. Современные представления о функции клеточных мембран. Активный и пассивный транспорт веществ через мембраны. Электрические явления в возбудимых тканях. Мембранные потенциалы: происхождение и функциональное значение.

Законы раздражения возбудимых тканей. Изменение возбудимости при мышечной деятельности. Зависимость ответной реакции ткани от силы раздражителя и временных параметров его действия на ткань (реобаза, хронаксия).

Механизм возникновения биопотенциалов. Основы современных методик исследования биоэлектрических процессов, возникающих в сердце, головном мозге, сетчатке глаза, скелетных мышцах. Их регистрация и анализ. Учение Н.Е.Введенского о функциональной лабильности возбудимых тканей. Определение скорости протекания процессов возбуждения в тканях при оптимальной мышечной работе и утомлении с помощью теппинг-теста.

Единство структуры и функции как основа жизнедеятельности организма. Гуморальная и нервная регуляция функций. Представление о гомеостазисе и его константах.

Тема 2.2 Структурно-функциональная организация нервной системы

Роль нервной системы в приспособительной деятельности организма. Классификация нервной системы в связи с функциональным значением в организме. Головной мозг: отделы, положение, функции. Краткие данные о расположении серого и белого вещества. Функции и строение продолговатого, заднего, среднего, промежуточного и конечного мозга. Желудочки мозга, образование и отток спинномозговой жидкости. Спинной мозг: строение, положение, функция, сегмент спинного мозга, образование спинномозгового нерва. Черепно-мозговые и спинномозговые нервы.

Вегетативная нервная система, ее роль в поддержании гомеостазиса. Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы. Участие вегетативной нервной системы в интеграции функций при формировании целостных поведенческих актов.

Нервная клетка и функциональное значение ее структур. Виды нейронов, их взаимосвязь, свойства, функции. Представление о рецепторах, их классификация и роль в регуляции функций организма. Нервный импульс как основное средство связи между нейронами с целью передачи информации. Синапсы, их классификация. Функциональное значение нервных волокон, особенности строения и физиологические свойства. Проведение нервного импульса через синапс и по аксону нейрона. Скорость распространения нервного импульса в разных нервных волокнах.

Учение о рефлексе. Рефлекторная дуга как структурная основа рефлекса. Рефлекторная теория. Взаимодействие нейронов в нервных центрах. Особенности деятельности нервных центров. Основные формы центрального торможения (пресинаптическое и постсиаптическое). Современное представление об интегративной деятельности нервной системы. Взаимодействие между процессами возбуждения и торможения - основа координационной деятельности ЦНС. Экспериментальные условно-рефлекторные и электрофизические методы изучения

функций ЦНС.

Тема 2.3 Структуры отделов ЦНС и их функции

Строение и функции спинного мозга. Рефлекторные дуги спинальных рефлексов. Виды спинальных рефлексов. Общие принципы координации нервных центров на уровне спинного мозга.

Продолговатый мозг, топография, структура, функция. Вегетативные центры. Надсегментарные влияния продолговатого мозга. Статические рефлексы. Шейные и лабиринтные рефлексы, децеребрационная ригидность. Бульбарный отдел ретикулярной формации, ее нисходящие и восходящие влияния. Значение ретикулярных механизмов в поддержании состояния бодрствования.

Структура и функции таламических ядер. Участие гипоталамуса в регуляции вегетативных функций целого организма. Роль гипоталамуса в формировании мотиваций и эмоций. Средний мозг: структура, роль в локомоторных функциях организма, участие в осуществлении зрительных и слуховых рефлексов. Мозжечково-спинальные и мозжечково-корковые взаимоотношения. Участие мозжечка в регуляции двигательных и вегетативных функций.

Особенности строения коры больших полушарий головного мозга Моторные, сенсорные и ассоциативные области коры мозга. Функции коры больших полушарий. Пирамидный контроль афферентного потока. Экстрапирамидная система и ее взаимодействие с пирамидной. Электроэнцефалограмма, характеристика ритмов.

Оценка функционального состояния ЦНС по значениям средней величины критической частоты слияния световых мельканий. Исследование некоторых сухожильных рефлексов у человека, а также важных витальных рефлексов (мигательного, зрачкового, роговичного, надбровного).

Тема 2.4 Общие принципы строения и функций сенсорных систем

Понятие о рецепторах, органах чувств, анализаторах. Сенсорные системы: классификация. Возбудимость рецепторов. Адекватный и неадекватный раздражители. Механизм возбуждения рецепторов. Закон Вебера-Фехнера. Адаптация рецепторов. Кодирование сенсорной информации.

Кожные рецепторы: тактильные, температурные, болевые; мышечно-суставные. Вкусовые и обонятельные рецепторы. Электрофизиология вкусовой и обонятельной рецепции. Сравнительно-физиологические данные. Строение и функция вестибулярного аппарата, оттолитовых органов и полукружных каналов. Орган слуха: его строение и функция. Механизмы восприятия высоты и силы звука.

Глаз, его строение и функция. Оптическая система глаза. Построение изображения на сетчатке. Аккомодация глаза. Опыт Мариотта (выявление слепого пятна). Теория цветового зрения (М.В.Ломоносов, Г.Гельмгольц, П.П.Лазарев). Исследование цветового зрения. Определение остроты зрения по таблицам Сивцева - Головина. Восприятие глазом глубины пространства (бинокулярное зрение). Методика периметрии для определения границ поля зрения.

Обработка информации нервными элементами сетчатки. Пути соматосенсорных, слуховых, обонятельных и зрительных сигналов в коре. Корковое представительство

рецепторных систем. Принцип анализа афферентных сигналов в коре на примере зрительного анализатора.

Физиологические изменения в нервной системе под влиянием мышечной деятельности.

Тема 2.5 Высшая нервная деятельность

Понятие о высшей нервной деятельности (ВНД). Приобретенные формы поведения. Кора больших полушарий – структурная основа формирования приобретенных поведенческих реакций. Условный рефлекс как форма приспособления организма к изменяющимся условиям существования. Принципы рефлекторной теории (И.П.Павлов). Условия выработки условных рефлексов. Сходства и отличия условных и безусловных рефлексов. Условия и механизмы образования уловных рефлексов. Торможение в высшей нервной деятельности, виды. Современное представление о механизмах торможения.

Учения И.П.Павлова о первой и второй сигнальной системах. Типы ВНД человека и животных, классификация, характеристика. Парность в деятельности коры больших полушарий, функциональная асимметрия полушарий головного мозга человека и ее роль в реализации психических функций (речь, мышление и др.)

Тема 2.6 Эндокринная регуляция физиологических функций

Эндокринная система: ее структурные и регуляторные физиологические функции. Формы взаимодействия нервной и эндокринной систем Понятия "внутренняя секреция" и "гормон". Основные свойства гормонов. Химическая структура гормонов и ее связь с функцией. Физиологическая организация эндокринных функций: биосинтез и секреция гормонов, их регуляция, механизмы прямой и обратной связи, транспорт гормонов, пути их действия на клетки. Механизмы взаимодействия гормонов с клетками-мишенями. Специфичность и множественность гормональных эффектов.

Главные эндокринные железы и секретируемые ими гормоны. Гипофиз: анатомо-функциональные особенности, гормоны, их функции, морфологические и функциональные связи с гипоталамусом. Эпифиз: строение и его эндокринные функции. Щитовидная железа: тиреоидные гормоны, механизм их действия и вызываемые ими эффекты. Проявления избыточного или недостаточного выделения гормонов. Паращитовидные железы и выделяемые ими гормоны, их роль в регуляции обмена кальция и фосфора.

Надпочечники: строение. Гормоны коркового и мозгового вещества, их физиологические и метаболические эффекты. Стресс и общий адаптационный синдром (Г.Селье). Роль эндокринных желез в регуляции стрессорной реакции. Островковый аппарат поджелудочной железы, гормоны, их влияние на обменные процессы в организме. Гормоны половых желез. Роль эндокринной системы в регуляции процессов роста, развития, размножения, разных форм адаптации, поведения.

РАЗДЕЛ III. СИСТЕМА ОПОРЫ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Тема 3.1 Учение о костях и их соединениях

Опорно-двигательный аппарат: активная и пассивная части. Особенности опорно-двигательного аппарата человека в связи с прямохождением, трудовой деятельностью и развитием головного мозга.

Анатомо-функциональные особенности строения кости. Классификация костей: трубчатые, губчатые, плоские, смешанные и воздухоносные кости. Строение кости: органическая и неорганическая части. Строение остеона. Рост и развитие кости.

Понятие о скелете и его функциях. Особенности строения скелета человека в связи с выполняемыми функциями. Развитие скелета. Функциональная анатомия соединения костей: непрерывные соединения (синдесмозы, синхондрозы, синостозы) и суставы. Факторы, влияющие на форму суставов. Осевой скелет: позвоночный столб (строение позвонков), грудная клетка (ребра и грудина), череп (кости мозгового и лицевого отделов, отверстия в черепе и их назначение). Скелет туловища (соединения позвонков, ребер с позвонками, грудиной). Грудная клетка в целом.

Добавочный скелет. Скелет верхней конечности (соединения костей пояса верхней конечности и костей свободной верхней конечности). Скелет нижней конечности (соединения костей пояса нижней конечности и костей свободной нижней конечности). Таз в целом.

Понятие о соединении костей. Непрерывные соединения: фиброзные (синдесмозы – связки и межкостные перепонки, швы и вколачивания), хрящевые (постоянные и временные), костные. Прерывные соединения (суставы). Строение сустава. Вспомогательные образования в суставах (диски и мениски, суставные губы и сумки). Биомеханика суставов и опорно-двигательного аппарата. Классификация суставов: по числу и форме суставных поверхностей. Полусуставы (симфизы).

Спортивные травмы костей и суставов: реабилитация и профилактика.

Тема 3.2 Учение о мышцах

Виды мышечных тканей. Функциональная анатомия скелетных мышц. Строение поперечно-полосатых мышц. Оболочки мышц (эндомизий, перимизий, эпимизий). Классификация мышц по форме, положению, функциям. Мышцы синергисты, агонисты, антагонисты. Понятие об анатомическом и физиологическом поперечниках, подвижной и неподвижной точках. Вспомогательный аппарат мышц: фасции, синовиальные сумки, влагалища. Работа мышц.

Мышцы головы: жевательные и мимические. Мышцы шеи. Мышцы туловища. Мышцы и фасции груди. Диафрагма. Мышцы и фасции живота. Паховый канал, белая линия живота. Мышцы и фасции спины. Мышцы плечевого и тазового поясов. Мышцы верхней конечности (мышцы плечевого пояса, мышцы плеча, мышцы предплечья, мышцы кисти). Мышцы нижней конечности (мышцы таза, мышцы бедра, мышцы голени, мышцы стопы).

Понятие об острых травмах опорно-двигательного аппарата.

Тема 3.3 Конституциональная морфология

Понятие «конституциональная морфология» и «конституция». Проблемы конституциональной морфологии. Виды соматотипа как морфологическое отражение конституции, их классификация. Антропометрия для определения размеров тела. Парциальные и тотальные размеры тела. Учение о физическом развитии. Пропорции тела: варианты, индексы пропорционального телосложения. Состав массы тела. Оценка жирового компонента. Модель здорового человека. Осанка тела и ее анатомические основы. Симметрия и асимметрия в строении тела.

Тема 3.4 Возрастная спортивная морфология

Спортивная морфология, её роль и значение в построении тренировочного процесса. Возрастная периодизация. Возрастные особенности детей дошкольного и школьного возраста. Базовые показатели: длина, масса тела; факторы, влияющие на их развитие. Удельный вес тела человека, его корреляционная связь со спортивной деятельностью. Динамика базовых показателей в онтогенезе. Изменения в опорно-двигательном аппарате во время мышечной работы и под влиянием систематической интенсивной тренировки. Схема анатомического анализа положения тела и движения тела. Характеристика положения или движении тела с позиций законов механики: действующие силы, положение центра тяжести тела или его отдельных звеньев, положение центра объема, вид равновесия, состояние площади опоры. Методы определения положения общего центра тяжести тела по принципу рычага первого и второго рода. Метод определения положения центра объема. Виды равновесия, условия его сохранения и степень устойчивости.

Тема 3.5 Морфокинезиология

Морфологический анализ верхней конечности. Места опоры верхней конечности в работе. Основные движения верхней конечности во время занятий физической культурой и спортом. Работа двигательного аппарата верхней конечности при выполнении движений: приближение к туловищу, отталкивание от туловища, выполнение удара, маховые движения, использование в качестве органа опоры, локомоторные движения. Роль верхней конечности в эволюции человеческого рода.

Морфологический анализ нижней конечности. Основные движения нижней конечности во время занятий физической культурой и спортом. Работа двигательного аппарата нижней конечности при выполнении движений: опорная функция, рессорная функция, локомоторная, выполнение удара, при отдалении туловища от места опоры, при отталкивании тела от водной поверхности.

Морфологические и функциональные особенности внутренних органов, обусловленные изменением положения тела во время выполнения физических упражнений. Общие закономерности смещения внутренних органов при движении тела.

Тема 3.6 Адаптация к физическим нагрузкам систем исполнения движения

Функциональные особенности роста кости: теория П.Ф.Лесгафта и современные представления. Функциональные особенности строения кости. Приспособления кости к механическим нагрузкам. Изменения соединения костей под действием механических факторов с учетом спортивной специализации занимающегося физической культурой и спортом. Адаптационные изменения мышц в процессе двигательной активности (микро- и макроскопические компоненты мышц). Топография мышечной силы у лиц различной спортивной специализации – метод полидинамометрии.

РАЗДЕЛ IV. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Тема 4.1 Морфофункциональные элементы нервно-мышечного аппарата и их свойства

Понятие о нервно-мышечном аппарате: строение и функции. Поперечно-полосатая мышца: основная функция, строение. Саркомер - структурная единица мышечного волокна. Характеристики и функции основных и сократительных белков.

Механизм мышечных сокращений. Передача возбуждения в нервно-мышечном синапсе: особенности его морфологической структуры, синаптическая задержка, нервно-мышечный блок. Теория скольжения. Электромеханическое сопряжение. Саркоплазматический ретикулум: место хранения и роль кальция в сокращении. Мембранный потенциал и сокращение. Механизм мышечного расслабления. Механические свойства мышц. Энергетическое обеспечение мышечного сокращения, теплопродукция, работа. Нервный контроль мышечного сокращения. Понятие о двигательных единицах. Классификации двигательных единиц по морфологии (большие, малые) и по функции (быстрые, медленные). Их функциональные свойства. Композиция скелетных мышц: влияние на развитие физических качеств у атлетов.

Гладкие мышцы. Основные морфологические и функциональные особенности. Роль межклеточных контактов в организации и функциональных единиц. Особенности электромеханического сопряжения. Иннервация гладких мышц. Природа спонтанной активности гладких мышц. Факторы, контролирующие двигательную активность гладкой мускулатуры

Тема 4.2 Режимы, формы, типы мышечных сокращений. Сила скелетных мышц

Динамическая и статическая форма мышечных сокращений. Изометрический, изотонический, ауксотонический типы мышечных сокращений.

Режимы мышечных сокращений: одиночное и тетаническое. Зубчатый и гладкий тетанус. Оптимум и пессимум сокращения. Регуляция силы сокращения мышц. Основной закон мышечной динамики (закон Хилла). Рефлекторное кольцевое регулирование мышечного сокращения: проприорецепторы скелетных мышц, сухожилий и суставов. Исследование порогов мышечно-суставной чувствительности,

способности дифференцировать мышечные усилия при активном и пассивном воспроизведении углов в плечевом суставе. Определение возбудимости нервно-мышечного аппарата человека методом хронаксиметрии. Измерение силы мышц атлета методом динамометрии (кистевой, становой). Оценка силовых способностей спортсмена.

Тема 4.3 Регуляция мышечного тонуса, поддержания позы

Регуляция позы тела и позно-тонической активности мышц различными отделами ЦНС. Определение понятий «мышечный тонус», «поза», «движение». Роль спинного мозга в активации тонического напряжения мышц и миотатических рефлексов на растяжение (стреч-рефлексы). Мотонейроны спинного мозга как общий конечный путь регуляции скелетных мышц. Роль двигательных единиц в осуществлении тонического напряжения, сокращения, перераспределении тонуса мышц. Афферентные влияния.

Неспецифическая система ретикулярной формации продолговатого и среднего мозга: ее роль в регуляции позно-тонической активности. Роль лабиринтов и шейных проприорецепторов в позно-тонических рефлексах Специфическая система (двигательные центры коры больших полушарий, продолговатого и среднего мозга) и ее роль в регуляции позы и движений. Последствия повреждения моторных ядер ЦНС и эфферентных путей для состояния моторных функций. Интегративная деятельность базальных ядер и коры больших полушарий в организации и осуществления сложных движений.

Тема 4.4 Основные принципы организации произвольных движений

Двигательная деятельность – основная форма поведения человека во внешней среде. Понятие «локомоции». Многоуровневая система регуляции движений Н.А.Бернштнейна. Учение П.К.Анохина о функциональной системе. Структура функциональной системы.

Значение сенсорной информации, получаемой по каналам обратной связи, для управления временными, силовыми и пространственными характеристиками движения.

Рефлекторное кольцевое регулирование и программное управление по механизму центральных команд. Три основных функциональных блока мозга: регуляции тонуса и уровня бодрствования; прием, переработка и хранение информации; программирование, регуляция и контроль за двигательной деятельностью.

РАЗДЕЛ V. СИСТЕМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ГОМЕОСТАЗИСА, ИХ ОСОБЕННОСТИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Тема 5.1 Сердечно-сосудистая система

Функциональная организация сердечно-сосудистой системы. Большой и малый круги кровообращения: артерии и вены. Краткая характеристика кровеносных сосудов: артерий, вен, сосудов микроциркуляторного русла. Кровоснабжение сердца

(коронарный кровоток). Строение, форма, положение, функции и физиологические свойства сердца. Клапанный аппарат. Проводящая система сердца. Фазы сердечного цикла. Насосная функция сердца. Показатели работы сердца в покое и при мышечной нагрузке. Частота сердечных сокращений (ЧСС), минутный объем крови (МОК), систолический, резервный и остаточный объемы сердца. Электрокардиографический метод и его роль в изучении физиологии сердца и в медицине.

Кровяное давление, его виды, величины. Роль кровяного давления; факторы, определяющие его величину. Артериальное давление (АД) при различных функциональных состояниях организма. Методика измерения кровяного давления.

Венозный возврат крови к сердцу и определяющие его факторы. Артериальный пульс. Объемная и линейная скорость кровотока, время кругооборота крови. Классификация и свойства кровеносных сосудов. Рабочее перераспределение крови. Рабочая гиперемия.

Регуляция деятельности сердца: миогенная, нейрогенная и гуморальная. Авторегуляторные механизмы сердца. Иннервация сердца: роль симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы в регуляции. Рефлекторные механизмы регуляции.

Физиологические изменения в сердечно-сосудистой системе во время мышечной работы и под влиянием систематической интенсивной тренировки.

Тема 5.2 Система крови

Понятие о системе крови: периферическая кровь, органы кроветворения и кроверазрушения, регулирующий нейро-гуморальный аппарат. Объем и состав крови. Кровяные депо. Основные функции крови. Количество и состав крови. Объем циркулирующей крови и его изменение. Кровопотеря и ее последствия. Физико-химические свойства крови. Коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление. Буферные свойства крови. Плазма и сыворотка крови. Форменные элементы крови (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты), их функции. Гемоглобин, его состав, количество, роль. в транспорте газов и обеспечении буферных свойств крови. Кроветворение и его регуляция. Гомеостаз и свертывание крови Регуляция системы крови. Изменения в составе крови во время мышечной работы и под влиянием систематической интенсивной тренировки.

Тема 5.3 Система дыхания

Общий обзор дыхательной системы в связи с ее функциональным значением в организме. Воздухоносные пути и дыхательные органы: строение положение, функции. Особенности строения стенки. Функции и этапы дыхания. Структурно-функциональная единица легкого. Значение сурфактанта в функции легких. Понятие о легочных объемах Плевра: строение. Механизм вдоха и выдоха. Отрицательное давление в плевральной полости и его происхождение. Дыхательный цикл. Мертвое пространство и альвеолярная вентиляция. Парциальное давление кислорода и углекислого газа. Газообмен в легких. Обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью. Транспорт газов кровью. Кислородная емкость крови. Обмен газов между кровью и тканями. Роль

миоглобина в снабжении мышц кислородом. Дыхание при повышенном и пониженном атмосферном давлении.

Нервно-гуморальная регуляция дыхания. Регуляция дыхания при мышечной работе.

Оценка функционального состояния внешнего дыхания. Определение дыхательных объемов и емкостей с использованием метода спирометрии. Определение минутного объема дыхания (МОД) как количественного показателя легочной вентиляции. Физиологические изменения в дыхательной системе при мышечной деятельности.

Тема 5.4 Система пищеварения и выделения

Характеристика органов системы пищеварения. Полость рта, глотка, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник, печень, поджелудочная железа: положение, строение, значение. Строение стенки пищеварительного тракта. Иннервация желудочно-кишечного тракта. Секреторная функция пищеварительного тракта. Методы изучения. Пищеварительные ферменты. Слюнные железы. Состав слюны. Регуляция слюноотделения.

Пищеварение в кишечнике. Полостное и пристеночное пищеварение. Моторная функция пищеварительного тракта: основные типы движения, Регуляция моторной функции. Процесс всасывания в желудочно-кишечном тракте. Роль микрофлоры в кишечном пищеварении.

Физиологические изменения в пищеварительной системе во время мышечной работы и под влиянием систематической интенсивной тренировки.

Система мочевыделения: положение, строение, функция. Значение почек: поддержание нормального содержания в организме воды, солей, глюкозы, аминокислот, регуляция объема циркулирующей крови, постоянства осмотического давления, кислотно-щелочного равновесия, экскреция из организма продуктов белкового обмена и чужеродных веществ, регуляция кровяного давления, эритропоэза и свертывания крови, секреция ферментов и биологически активных веществ.

Строение нефрона. Специфика кровоснабжения почек. Процесс мочеобразования: фильтрация, реабсорбация, секреция. Нервная и гуморальная регуляция мочеобразования. Мочеотделение и мочеиспускание: механизмы. Выделительные функции потовых желез. Термическое и эмоциональное потоотделение.

Физиологические изменения в системе мочеотделения под влиянием мышечной деятельности.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Список литературы

Основная литература

1. Солодков, А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник для МФК.-2-е изд., испр. и доп. / А.С.Солодков, Е.Б. Сологуб / – Москва: Олимпия Пресс, 2005. – 528 с.
2. Физиология мышечной деятельности: Учебник для ИФК / под ред. Я.Коца. – Москва: ФиС, 1982. – 447 с.
3. Смирнов, В.М. Физиология физического воспитания и спорта: Учеб. для студ. сред. и высш. учебных заведений/ В.М.Смирнов, В.И.Дубровский/ – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2002. – 604 с.
4. Иваницкий, М.Ф. Анатомия человека: учебник для ин-тов физ. культуры / М.Ф. Иваницкий. – М.: Олимпия PRESS, 2003.
5. Карманный атлас анатомии человека / Х. Фениш [и др.]; под ред. С.С. Денисова. – Минск: Высшая школа, 2002.
6.Спортивная морфология: учеб. пособ. для студ. сред. и высш. учебных заведений / Р.Н.Дорохов, В.П.Губа. –М.: СпортАкадемПресс, 2002. – 236с.

Дополнительная литература

1. Яковлев, В.Н. Общая физиология возбудимых тканей. — Воронеж: Госмедакадемия. — 1999.— 45 с.
2.Уилмор, Дж.Х., Костилл Д.Л. Физиология спорта и двигательной активности. Перевод с англ. - Киев: Олимпийская литература, 1997. – 504 с.
3. Казаков, В.Н. Физиология в задачах: Учеб. пособие /В.Н. Казаков, В.А. Леках, Н.И. Тарапата/ Ростов н/Д: Феникс, 1996. – 410 с.
4. Никитюк, Б.А. Морфология человека / Б.А. Никитюк, В.П. Чтецова; Московский государственный университет. – М.: Изд-во МГУ, 1990.
5. Атлас нормальной анатомии человека: учебное пособие: в 2 т. / М.Р. Сапин; Д.Б. Никитюк; Э.В. Швецов. - 3-е изд. - Москва: МЕДпресс-информ, 2007.

Средства диагностики

Оценка уровней знаний студента производится по десятибалльной шкале.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный опрос во время практических занятий;
- проведение текущих контрольных работ по отдельным темам;
- защита выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий;
- сдача экзамена.

Критерии оценки результатов учебной деятельности

Баллы	Критерии оценки
1 (один)	Отсутствие приращения знаний и компетентности в рамках дисциплины; отказ от ответа
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках дисциплины; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых ошибок; пассивность на практических занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в рамках дисциплины; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, неумение ориентироваться в основных теориях, методах и направлениях дисциплины; пассивность на практических занятиях; низкий уровень культуры исполнения заданий
4 (четыре)	Достаточный объем знаний в рамках дисциплины; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, методах и направлениях дисциплины и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий
5 (пять)	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, методах и направлениях дисциплины и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на практических занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий

6 (шесть)	Достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, методах и направлениях дисциплины и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на практических занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточно высокий уровень культуры исполнения заданий
7 (семь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, методах и направлениях дисциплины и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
8 (восемь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, методах и направлениях дисциплины и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на практических занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
9	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии,

(девять)	грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, методах и направлениях дисциплины и давать им аналитическую оценку; систематическая активная самостоятельная работа на практических занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
10 (десять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, методах и направлениях дисциплины и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; самостоятельная творческая работа на практических занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий

Примерный перечень тем практических занятий

1. Биоэлектрические процессы и функциональная лабильность нервно-мышечного аппарата (теппинг-тест).
2. Исследование рефлекторной деятельности ЦНС. Определение сухожильных и защитных рефлексов у человека. Оценка функционального состояния ЦНС по значениям средней величины критической частоты слияния световых мельканий.
3. Зрительная сенсорная система: методики исследования основных морфофункциональных показателей.
4. Коленный сустав: строение и функции. Биомеханическая характеристика коленного сустава. Спортивные травмы коленного сустава, профилактика и реабилитация.
5. Определение силы скелетных мышц методом кистевой динамометрии. Максимальная произвольная сила мышц и относительная сила мышц.
6. Исследование режимов мышечного сокращения: зависимость от частоты импульсации мотонейрона.
7. Определение артериального давления манжеточным методом в покое и при выполнении дозированной физической нагрузки. Использование расчетных методов определения систолического объема крови (формула Старра) и минутного объема кровотока в покое и после выполнения нагрузочного тестирования. Пальпаторный метод определения частоты пульса.
8. Определение дыхательных объемов и емкостей с использованием метода спирометрии. Определение минутного объема дыхания как количественного показателя легочной вентиляции, частоты дыхания и глубины дыхания; их изменения при мышечной деятельности.

Список использованных источников

1. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow up of participants in the study of men born in 1913/ B. Larsson [et al.] // Br. Med. J. – 1984. – Vol. 288. – P. 1401–1404.
2. Advances in vivo body composition studies / S. Yasumura[et al.]. – N.Y.: Plenum, 1990.
3. Anthropometry in body composition: An overview / J. Wang [et al.] // Ann. N.Y. Acad. Sci. – 2000. – Vol. 904. – P. 317–326.
4. Behnke, A.R. The specific gravity of healthy men / A.R. Behnke, B.G. Feen, W.C. Welham // Obes. Res. – 1995. – Vol. 3, № 3. – P. 295–300.
5. Brozek J., Behnke A.R., Abbott W.E. et al. (eds.) Body composition. N.Y.: Ann. N.Y. Acad. Sci. 1963. V. 110. Pts. 1, 2.
6. Brozek J., Henschel A. (Eds.) Techniques of measuring body composition. Washington: National Academy of Sciences, National Research Council, 1961.
7. Conway, J.M. A new approach for the estimation of body composition: infrared interactance / J.M. Conway, K.H. Norris, C.E. Bodwell // Am. J. Clin. Nutr. – 1984. – Vol. 40, № 6. – P. 1123–1130.
8. Dempster, P. A new air displacement method for the determination of human body composition / P. Dempster, S. Aitkens // Med. Sci. Sports Exerc. – 1995. – Vol. 27, № 12. – P. 1692–1697.
9. Edelman, I.S. Body composition: studies in the human being by the dilution principle / I.S. Edelman, J.M. Olney, A.H. James // Science. – 1952. – Vol. 115. – P. 447–454.
10. Ellis, K.J. Human body composition: in vivo methods / K.J. Ellis // Physiol. Rev. – 2000. – Vol. 80, № 2. – P. 649–680.
11. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis / I. Janssen [et al.] // J. Appl. Physiol. – 2000. – Vol. 89, № 2. – P. 465–471.
12. Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition / M.A. McCrory [et al.] // Med. Sci. Sports Exerc. – 1995. – Vol. 27, № 12. – P. 1686–1691.
13. е-Физиология. Электронный учебник по курсу Физиология человека и животных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bio.bsu.by/phha/06/06_text.html. – Дата доступа 02.02.2013.
14. Fidanza, F. Body fat in adult man: semicentenary of fat density and skinfolds / F. Fidanza // Acta Diabetol. – 2003. – Vol. 40. – P. S242–S245.
15. Forbes, G.B. Human body composition: growth, aging, nutrition, and activity / G.B. Forbes. – N.Y.: Springer Verlag, 1987.
16. Hergenroeder, A.C. Body composition in adolescent athletes / A.C. Hergenroeder, W.J. Klish // Pediatr. Clin. North. Am. – 1990. – Vol. 37, № 5. – P. 1057–1083.
17. Heyward, V.H. Applied body composition assessment / V.H. Heyward, L.M. Stolarczyk. – Champaign, IL: Human Kinetics, 1996. – 222 p.
18. Heyward, V.H. ASEP methods recommendation: Body composition assessment /

V.H. Heyward // J. Exerc. Physiol. online 2001. – Vol. 4, № 4. – P. 1–12.
19. Houtkooper, L.B. Assessment of body composition in youths and relationship to sport / L.B. Houtkooper // Int. J. Sport Nutr. – 1996. – Vol. 6, № 2. – P. 146–164.
20. Human body composition / S.B. Heymsfield [et al.]. – Champaign, IL: Human Kinetics, 2005. – 533 p.
21. Jackson, A.S. Generalized equations for predicting body density of women / A.S. Jackson, M.L. Pollock, A. Ward // Med. Sci. Sports Exerc. – 1980. – Vol. 12, № 3. – P. 175–182.
22. Jackson, A.S., Pollock M.L. Generalized equations for predicting body density of men / A.S. Jackson, M.L. Pollock // Br. J. Nutr. – 1978. – Vol. 40, № 3. – P. 497–504.
23. Kushner, R.F. Bioelectrical impedance analysis: A review of principles and applications / R.F. Kushner // J. Am. Coll. Nutr. – 1992. – Vol. 11, № 2. – P. 199–209.
24. Lohman, T.G. Advances in Body Composition Assessment / T.G. Lohman. – Champaign, IL.: Human Kinetics, 1992.
25. Lohman, T.G. Anthropometric standardization reference manual / T.G. Lohman, A.F. Roche, R. Martorell. – Champaign, IL: Human Kinetics, 1988. – 177 p.
26. Matiegka, J. The testing of physical efficiency / J. Matiegka// Am. J. Phys. Anthropol. – 1921. – Vol. 4, № 3. – P. 223–230.
27. Sherwood, K.E. Quantitative ultrasound measurements: short and long term precision / K.E. Sherwood, B.M. Ingle, R. Eastell // J. Clin. Densitometry. – 1998. – Vol. 1. – P. 108.
28. Siri, W.E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods / W.E. Siri // Techniques of measuring body composition. – Washington: National Academy of Sciences, National Research Council, 1961. – P. 223–234.
29. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth / M.H. Slaughter [et al.] // Hum. Biol. – 1988. –Vol. 60, № 5. – P. 709–723.
30. The body cell mass and its supporting environment / F.D. Moore [et al.]. – Philadelphia: Saunders, 1963.
31. Treatise on collagen. ed. G. N. Ramachandran, B. Gould, Vol. 1–2. – N. Y., 1967—68.
32. Valentin, J. Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection: reference values. ICRP Publication 89 / J. Valentin // Annals of the ICRP. – 2002. – Vol. 32, № 3–4. – P. 1–277.
33. Wagner, D.R. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods / D.R. Wagner, V.H. Heyward // Res. Q. Exerc. Sport. – 1999. – Vol. 70, № 2. – P.135–149.
34. Wang, Z.M. The five level model: a new approach to organizing body composition research / Z.M. Wang, R.M. Jr. Pierson, S.B. Heymsfield // Am. J. Clin. Nutr. – 1992. – Vol. 56, № 1. – P. 19–28.
35. Анатомия человека с основами спортивной морфологии: программа для студ. интов физ. культуры: Утв. 20.12.71 / Комитет по физ.культуре и спорту при Сов. Министров СССР. – М., 1972. – 36 с.
36. Анохин, П.К.Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. – М.:

Медицина, 1975. – 225 с.
37. Атлас нормальной анатомии человека: учебное пособие: в 2 т. / М.Р. Сапин; Д.Б. Никитюк; Э.В. Швецов. – 3-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2007.
38. База знаний по биологии человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://humbio.ru/humbio/har_nevr/0002ac8c.htm.
39. Безруких, М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка): учеб. пособие / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – М.: Академия, 2002. – 416 с.
40. Блум, Ф. Мозг, разум и поведение / Ф. Блум, А. Лейзерсон, Л. Хофстедтер: Пер. с англ. – М.: Мир,. 1988. – 248 с.
41. Большая медицинская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://doktorland.ru.
42. Бондаренко, Н.И. Изучение состава тела здорового человека посредством определения клеточной и внеклеточной массы по калию 40 методом радиометрии всего тела / Н.И. Бондаренко, М.А. Каплан // Вопросы антропологии. – 1978. – Вып. 59. – С. 48–57.
43. Введение в нейробиологию / С. Немечек [и др.]. – Прага Avicennum, 1978. – 400 с.
44. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org
45. Возрастные особенности детей школьного возраста // Библиофонд (электронная библиотека) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=521647 – Дата доступа 02.02.2013.
46. Грудная клетка // Медицинские науки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nauka03.ru/kostnaya-sistema/grudnaya-kletka.html – Дата доступа 11.02.2013.
47. Диссертации в Техносфере [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tekhnosfera.com/informatsionnaya-tehnologiya-podderzhki-prinyatiya-resheniy-v-meditsinskoy-diagnostike-na-osnove-dinamicheskoy-modeli-eks#ixzz2wxKX7LxJ. – Дата доступа 17.02.2013.
48. Епифанов, В.А. Лечебная физическая культура: учеб. пособие для ВУЗов / В.А. Епифанов. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 560 с.
49. Зефиров, А.Л. Ионные каналы возбудимой клетки (структура, функция, патология): монография / А.Л. Зефиров, Г.Ф. Ситдикова. – Казань: Арт-кафе, 2010. – 270 с.
50. Зефиров, А.Л. Ионные каналы возбудимой клетки (структура, функция, патология): монография / А.Л. зефиров, Г.Ф. Ситдикова // Казанский федеральный университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kpfu.ru/publication?p_id=21059 – Дата доступа 09.02.2013.
51. Иваницкий, М.Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии): учеб. для инст. Физ. культуры / М.Ф. Иваницкий; под ред. Б.А. Никитюка, А.А. Гладышевой, Ф.В. Судзиловского. – 6-е изд. – М.: Терра-Спорт, 2003. – 624 с.
52. Иванов, Г.Г. Биоимпедансный метод определения состава тела / Г.Г. Иванов [и др.] // Вестник РУДН. Сер. "Медицина". – 2000. – № 3. – С. 66–73.

Информационный портал для врачей и студентов-медиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.4medic.ru – Дата доступа 03.02.2013.
53.Ионные каналы возбудимой клетки (структура, функция, патология) / А.Л. Зефиров, Г.Ф. Ситдикова. – Казань: Арт-кафе, 2010. – 271 с.
54. Камкин, А.Г. Фундаментальная и клиническая физиология / под ред. А.Г. Камкина и А.А. Каменского. – М.: Академия, 2004. – 1072 с.
55. Капилевич, Л.В. Анатомия с основами динамической морфологии: учеб. пособие / Л.В. Капилевич, Е.Ю. Дьякова. – Томск: Томский государственный ун-т, 2008. – 108 с.
56. Кинезиолог. Нести помощь людям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kineziolog.bodhy.ru/content/ionnye-kanaly-membrany – Дата доступа 01.02.2013.
57.Кинезиолог. Нести помощь людям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kineziolog.bodhy.ru – Дата доступа 10.02.2013.

58.Книги по лечению от бронхиальной астмы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://netzor.org/books/help/30960-6-knig-po-dyxaniyu-1996-2007-djvu-doc-knigi-po-lecheniyu-ot-bronxialnoj-astmy.html – Дата доступа 08.02.2013.
59.Косицын, Н.С. Микроструктура дендритов и аксодендритических связей в центральной нервной системе / Н.С. Косицын. – М.: Наука, 1976. – 197 с.
60. Курдыбайло, С.Ф. Врачебный контроль в адаптивной физической культуре: Учебное пособие / С.Ф. Курдыбайло, С.П. Евсеев, Г.В. Герасимова; под ред. С.Ф. Курдыбайло. – М.: Советский спорт, 2003. – 184 с.
61.Литература для специалистов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://med-lib.ru/encik/endok/content.php – Дата доступа 11.02.2013.
62.Лутовинова, Н.Ю. Методические проблемы изучения вариаций под кожного жира / Н.Ю. Лутовинова, М.И. Уткина, В.П. Чтецов // Вопросы антропологии. – 1970. – Вып. 36. – С. 32–54.
63. Мартиросов, Э.Г. Методы исследования в спортивной антропологии / Э.Г. Мартиросов. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 200 с.
64. Мартиросов, Э.Г. Морфологический статус в экстремальных условиях спортивной деятельности / Э.Г. Мартиросов // Итоги науки и техники. Антропология. – Т. 1. – М.: ВИНИТИ, 1985. – 83 с.
65. Мартиросов, Э.Г. Соматический статус и спортивная специализация: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.14 / Э.Г. Мартиросов. Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, Науч.-исслед. ин-т и музей антропологии им. Д.Н. Анучина. – М., 1998. – 87 с.
66. Мартиросов, Э.Г. Состав тела человека: основные понятия, модели и методы / Э.Г. Мартиросов, С.Г. Руднев // Теория и практика физической культуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lib.sportedu.ru/press/TPFK/2007N1/p63-69.htm – Дата доступа 11.02.2013.

67.Мартиросов, Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев. – М.: Наука, 2006. – 248 с.
68. Медицинская карта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://medkarta.com – Дата доступа 08.02.2013.
69.Медицинский справочник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://medicalhandbook.ru. – Дата доступа 03.02.2013.
70.Мозг (сборник статей: Д. Хьюбел, Ч. Стивенс, Э. Кэндел и др. – выпуск журнала Scientific American (сентябрь 1979)). – М.: Мир, 1980.
71. Мушкамбаров, Н.Н. Молекулярная биология. Учебное пособие для студентов медицинских вузов / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: ООО "Медицинское информационное агентство", 2003. – 544 с.
72. Мышечная работа // Медицинская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_medicine/17520.
73.Мышцы // Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_medicine/19567. – Дата доступа 08.02.2013.
74.Неврология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://neurologystatus.ru/66. – Дата доступа 17.02.2013.
75.Нормальная физиология / под ред. В. И. Филимонова. – Запорожье, 1995. – 376 с.
76. Олейник, В.П. Методы медико-биологических исследований: учеб. пособие / В.П. Олейник, С.Н. Кулиш, В.Е. Овчаренко. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т", 2003. – 45 с.
77. Опорно-двигательный аппарат // Анатомия человека: описание и иллюстрации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://anatomus.ru/oporno_dvig.html – Дата доступа 17.02.2013.
78.Особенности развития костей и скелета // Методичкус [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3ys.ru/sportivnaya-morfologiya/osobennosti-razvitiya-kostej-i-skeleta.html – Дата доступа 26.02.2013.
79.Ответственный медицинский портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://medportal.org/analyzes/opredelenie-kriticheskoj-chastoty-sliyaniya-melkanij.html – Дата доступа 17.02.2013.
80.Печень // Медицинская карта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://medkarta.com/?cat=article&id=20739 – Дата доступа 08.02.2013.
81.Пищеварительная система // Онлайн библиотека PLAM.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.plam.ru/medic/normalnaja_anatomija_cheloveka_konspekt_lekcii/p9.php#metkadoc7– Дата доступа 26.02.2013.
82.Пищевод // Атлас анатомии человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://anatomy_atlas.academic.ru/1538/Пищевод – Дата доступа 26.02.2013.
83.Покровский, В.М. Физиология человека / В.М. Покровский, Г.Ф. Коротько. – М.: Медицина, 2003. – 656 с.
84. Поляков, Г.И. О принципах нейронной организации мозга / Г.И. Поляков. – М:

МГУ, 1965. – 66 с.
85. Роль спинного мозга и ствола в регуляции двигательных функций человека // Биолайф: научно-информационный журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biofile.ru/bio/6348.html – Дата доступа 15.02.2013.
86.Руководство к практическим занятиям по физиологии: учеб. пособие / В.П. Дегтярев [и др.]; под ред. Г.И. Косицкого, В.А. Полянцева. – М.: Медицина, 1988. – 288 с.
87. Савельев, А.В. Источники вариаций динамических свойств нервной системы на синаптическом уровне / А.В. Савельев // Искусственный интеллект / НАН Украины. – Донецк, 2006. – № 4. – С. 323–338.
88. Сазонов В.Ф. О сайте "Кинезиолог" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kineziolog.bodhy.ru – Дата доступа 15.02.2013.
89.Сазонов, В.Ф. Функциональная классификация мембранных ионных каналов / В.Ф. Сазонов // Научные труды III Съезда физиологов СНГ / под ред. А.И. Григорьева [и др.]. – М.: Медицина–Здоровье, 2011. – С. 72. (Электронная версия: http://physiology-cis.org/Page181.html).
90.Скальный, А.В. Химические элементы в физиологии и экологии чело века / А.В. Скальный. – М.: Оникс 21 век, Мир, 2004. – 216 с.
91.Словари [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://slovari.yandex.ru – Дата доступа 03.02.2013.
92.Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dic.academic.ru – Дата доступа 01.02.2013.
93.Смирнов, В.М. Физиология физического воспитания и спорта: учеб. для студ. сред. и высш. учебных заведений / В.М. Смирнов, В.И. Дубровский/ – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2002. – 604 с.
94. Солодков, А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник для МФК / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Олимпия Пресс, 2005. – 528 с.
95. Солодков, А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nashaucheba.ru/v16839/солодков_а._с,_сологуб_е.б.физиология_человека._общая._спортивная._возрастная?page=2 – Дата доступа 02.02.2013.
96.Солодков, А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Олимпия Пресс, 2005. – 528 с.
97. Спортивная морфология как научная дисциплина // Методичкус [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3ys.ru/sportivnaya-morfologiya/sportivnaya-morfologiya-kak-nauchnaya-distsiplina.html – Дата доступа 09.02.2013.
98.Судаков, К.В. Биологические мотивации / К.В. Судаков. – М., 1971. – 304 с.
99. Судаков, К.В. Общая теория функциональных систем / К.В. Судаков. – М.:

Медицина, 1984. – 152 с.
100. Теппинг тест [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tepping-test.ru – Дата доступа 23.02.2013.
101.Уровни построения движений по Н.А. Бернштейну // Логопедический портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://logoportal.ru/urovni-postroeniya-dvizheniy-po-bernshteynu/.html – Дата доступа 18.02.2013.
102.Устройство для моделирования нейрона: А.с. 1585811, МКИЗ G06g/7f / А.А. Колесников, А.Г. Жуков, А.В. Савельев, Н.А. Савельева. – № 4603731; заявл. 15.04.90; опубл. 15.08.90 // Бюл. № 30.
103. Физиология человека / под ред. Г.И. Косицкого. – М.: Медицина, 1985. – 560 с.
104. Физиология человека: в 3 т. / под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – М.: Мир, 2005. – Т.1. – 323 с.
105. Физическая реабилитация. Учебник для студентов высших учебных заведений / под общ. ред. С.Н. Попова. – изд. 2-е, перераб. и доп. – Ростов н/Д, 2004. – 608 с.
106. Финеан, Дж. Биологические ультраструктуры / Дж. Финеан; пер. с англ. – М.: Мир, 1970. – 328 с.
107. Хекхаузен, Х. Мотивация и деятельность: в 2 т. / Х. Хекхаузен, пер. с нем. – М.: Педагогика, 1986.
108. Человек: Медико-биологические данные (Публикация № 23 Международной комиссии по радиологической защите): пер. с англ. – М.: Медицина, 1977. – 496 с.
109. Эмсли, Дж. Элементы /Дж. Эмсли; пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – 256 с.
110. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic – Дата доступа 04.02.2013.
111.[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://inettion.3dn.ru/news/razvitie_mekhanizmov_proizvolnoj_reguljacii_dvizh/2013-07-16-85 – Дата доступа 25.02.2013.
112.[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://uchebnik.biz/book/38-vozrastnaya-fiziologiya/21-glava-15-centralnye-mexanizmy-regulyacii – Дата доступа 16.02.2013.
113.[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.polismed.com/articles-kletki-krovi-stroenie-kletok-krovi-ehritrocity-lejjkocity-trombocity-rezus-faktor-chto-ehto.html – Дата доступа 22.02.2013.
114.[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://intranet.tdmu.edu.ua – Дата доступа 07.02.2013.
115.Яковлев, В.Н. Общая физиология возбудимых тканей / В.Н. Яковлев. — Воронеж: Госмедакадемия, 1999. – 45 с.
116. Видеоматериалы: http://youtube.com