ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ЧЕЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ А.А. КАДЫРОВА

Э.С. Кафаров, Т.С. Докаева,
И.У. Вагабов, О.К. Зенин

АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

Учебное пособие

© ФГБОУ ВО «ЧГУ имени А.А. Кадырова», 2025
© ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа», 2025

ISBN 978-5-4497-4523-1

Москва
Ай Пи Ар Медиа
2025

УДК 611
ББК 28.706.0
А64

Авторы:
Кафаров Э.С. — д-р мед. наук, доц., зав. кафедрой нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией Чеченского государственного университета имени А.А. Кадырова;
Докаева Т.С. — канд. мед. наук, ассистент кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией Чеченского государственного университета имени А.А. Кадырова;
Вагабов И.У. — канд. мед. наук, ст. преподаватель кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией Чеченского государственного университета имени А.А. Кадырова;
Зенин О.К. — д-р мед. наук, проф. кафедры анатомии человека Пензенского государственного университета

Рецензенты:
Баландина И.А. — д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой нормальной, топографической и клинической анатомии, оперативной хирургии Пермского государственного медицинского университета имени академика Е.А. Вагнера Минздрава РФ;
Калмин О.В. — д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой анатомии человека Пензенского государственного университета

А64 **Анатомия человека** : учебное пособие / Э.С. Кафаров, Т.С. Докаева, И.У. Вагабов, О.К. Зенин ; Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — (Высшее образование). — 1 CD-ROM. — Систем. требования: Intel; Microsoft Windows (XP, Vista, Windows 7 и др.); дисковод CD-ROM, 512 Мб ОЗУ; разрешение экрана не ниже 1024×768; ПО Adobe Air, ПО IPRbooks Reader, мышь. — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-4497-4523-1

В учебном пособии освещены вопросы всех разделов анатомии человека, что необходимо студентам-медикам для формирования понимания о строении отдельных структур и систем организма и функционировании его органов и систем. Издание иллюстрировано схемами и рисунками, демонстрирующими строение и связи структурных образований органов и тканей всех систем человека.

Подготовлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Предназначено для студентов медицинских вузов, изучающих дисциплину «Анатомия человека».

Учебное электронное издание

Минимальные системные требования: процессор стандартной архитектуры x86 с тактовой частотой от 1,6 ГГц и выше; операционная система Microsoft Windows XP, Vista или Windows 7; от 512 Мб оперативной памяти; от 1 Гб свободного пространства на жестком диске; разрешение экрана не ниже 1024×768

ISBN 978-5-4497-4523-1

© ФГБОУ ВО «ЧГУ имени А.А. Кадырова», 2025
© ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа», 2025

Учебное издание

Кафаров Эдгар Сабирович
Докаева Таиса Султановна
Вагабов Ислам Узгенбайевич
Зенин Олег Константинович

Редактор *А.В. Неверова*
Технический редактор, компьютерная верстка *А.Д. Талмаева*
Корректор *М.В. Сигарева*
Обложка *Я.А. Кирсанов, С.С. Сизиумова*, фотобанк Freepik

Подписано к использованию 03.06.2025. Уч.-изд. л. 7,1.
Объем данных 13 Мб. 1 CD-ROM. Тираж 100 экз.

ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»
8 800 555 22 35 (бесплатный звонок по России)
E-mail: sales@iprmedia.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5

Тема 1. Анатомия человека как медицинская наука 7
Тема 2. Строение опорно-двигательного аппарата 16
Тема 3. Строение пищеварительной системы 49
Тема 4. Строение дыхательной системы 56
Тема 5. Строение кровеносной системы 64
Тема 6. Строение мочевыделительной системы 73
Тема 7. Строение нервной системы 80
7.1. Центральная нервная система 81
7.2. Периферическая нервная система 90
Тема 8. Строение органов чувств 96
8.1. Соматическая сенсорная система. Рецепторы 96
8.2. Орган зрения (organum visus) 100
8.3. Орган слуха и равновесия 104
8.4. Орган обоняния 106
8.5. Орган вкуса 107

Перечень терминов и определений 112
Ответы на тестовые вопросы 113
Рекомендуемая литература 114

ВВЕДЕНИЕ

Анатомия человека как научная дисциплина является основой медицинских знаний. Как диагностика, так и лечение основных заболеваний основаны на знании анатомии.

Строение тела человека имеет сложное строение, отдельные его структуры соединены в единое целое, их строение может различаться в условиях нормы и патологии, что в совокупности определяет необходимость изучения множества параметров будущим медикам. Именно анатомия позволяет студентам-медикам сформировать понимание о строении отдельных структур и систем организма, функционировании его органов и систем.

Анатомия человека как учебная и научная дисциплина занимается изучением формы и строения человеческого тела и его отдельных структур, закономерностей развития органов и систем человеческого организма в зависимости от выполняемых ими функций и влияния со стороны внешней среды.

Основная *цель* анатомии — описание формы, микро- и макроскопического строения и топографии органов в зависимости от индивидуальных, половых, конституциональных особенностей организма человека, с учетом филогенетических и онтогенетических аспектов развития.

Анатомия как дисциплина постоянно развивается, что обусловлено открытиями в данной области. Совершенствование научного оборудования (микроскопия, методы визуализации органов и структур) позволяет развивать как непосредственно дисциплину анатомия, так и медицину в целом.

Изучение дисциплины «Анатомия человека» в медицинском вузе направлено на приобретение будущими медиками ***знаний*** о строении человеческого тела и понимании процессов его функционирования и развития в норме и при различных заболеваниях, о структурно-функциональных взаимоотношениях частей организма; ***умений*** в отношении применения полученных знаний при ориентации в топографии различных органов и систем при осуществлении лечебно-диагностических, реабилитационных мероприятий, при оказании неотложной помощи; ***навыков*** применения полученных знаний и умений на практике (владение медико-анатомическим понятийным аппаратом, способность и готовность анализировать наблюдаемые наблюдения), что является основополагающим в дальнейшем изучении студентами-медиками клинических дисциплин.

ТЕМА 1. АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА КАК МЕДИЦИНСКАЯ НАУКА

Анато́мия (лат. anatomia, от греч. ἀνατομή — рассечение) — это наука о форме и внутреннем строении организмов, их отдельных органов и систем.

Современная анатомия пытается объяснить не только то, как устроено тело, но и выяснить, почему оно так устроено. Наряду с физиологией, анатомия изучает живые организмы, их строение, взаимосвязь между структурой и функцией органов и тканей, систем организма. Поскольку внешняя форма органов не может быть отделена от их внутренней структуры, в этом отношении анатомия человека тесным образом связана с гистологией (наукой о тканях), цитологией (наука о строении клетки) и рядом других дисциплин. При этом каждый из данных разделов имеет свои, специфические методы исследования, закономерности протекания процессов.

Выделяют следующие разделы анатомии:

- анатомия человека;
- анатомия животных;
- анатомия растений.

Анатомия человека — изучает строение тела человека и его отдельных структур на клеточном, органном, организменном уровнях, а также их взаимного расположения и взаимоотношения.

Анатомия животных — занимается изучением строения тела животных на клеточном, органном, тканевом и системном уровнях, а также исследованием связи анатомических особенностей животных с болезнями, физиологическими функциями и терапевтическим лечением.

В рамках анатомии растений изучаются строение и взаимное расположение клеточных структур и тканей растений.

Анатомия изучает не только строение современного взрослого человека, но и открывает закономерности, управляющие строением и

развитием человеческого тела, и исследует человеческий организм в его историческом развитии. Человеческий организм непрерывно изменяется с момента рождения до момента смерти.

Разделы анатомии человека отражены на рис. 1.

Рис. 1. Разделы анатомии

Описательная анатомия — раздел анатомии, в рамках которого организм рассматривается как единое целое, с точки зрения систематизации данных об органах и системах.

Анатомия развития — раздел анатомии, представляющий собой часть эмбриологии, в котором анализируются анатомические изменения, происходящие в процессе пренатального формирования организма.

Клиническая анатомия — раздел анатомии, базирующийся на данных системной и топографической анатомии, изучающий строение тела человека в норме и патологии в рамках соответствующих разделов клинической медицины.

Топографическая (областная, региональная) анатомия — раздел анатомии, изучающий взаимное пространственное расположение различных тканей, органов и систем организма и их расположение по отношению к частям тела.

Хирургическая анатомия — раздел анатомии, в рамках которого на основе данных топографической и клинической анатомии изучаются возможности хирургического вмешательства на органах и тканях.

Патологическая анатомия — раздел анатомии, изучающий изменения (микро- и макроскопические), вызванные заболеванием.

Системная (нормальная) анатомия — наука, изучающая органы и системы здорового тела человека в соответствии с их функционированием, функциональные связи различных органов в системах и, в особенности, с нервной системой, объединяющей организм в единое целое.

Сравнительная анатомия — раздел анатомии, основанный на знании процессов филогенеза, в рамках которого строение тела человека сравнивают со строением тела животных, а именно — выявление между ними сходств и различий, сформированных в процессе эволюционного развития.

В зависимости от размеров изучаемых анатомических структур анатомию подразделяют на микро- и макроскопическую.

Микроскопическая анатомия изучает строение клеток и тканей при помощи микроскопов, их организации, строения и специфики функционирования. Микроскопическая анатомия подразделяется на 2 раздела:

- гистология — наука о тканях;
- цитология — наука о клетках.

Макроскопическая, или *общая анатомия* — изучает видимые невооруженным глазом анатомические объекты — органы и системы организма. Общая анатомия включает практику остеологии, а учебная программа сосредоточена на морфологических наблюдениях за органами и их системами, с упором на препарирование трупов. Общая анатомия подразделяется условно на следующие 3 раздела:

- поверхностная анатомия (внешние анатомические особенности тела, которые можно наблюдать без вскрытия);

- региональная анатомия (анатомия определенных областей тела и их взаимодействия);

- системная анатомия (анатомия отдельных систем органов — пищеварительной, дыхательной, нервной и т.д.).

Практическое применение микро- и макроскопической анатомии представлено на рис. 2.

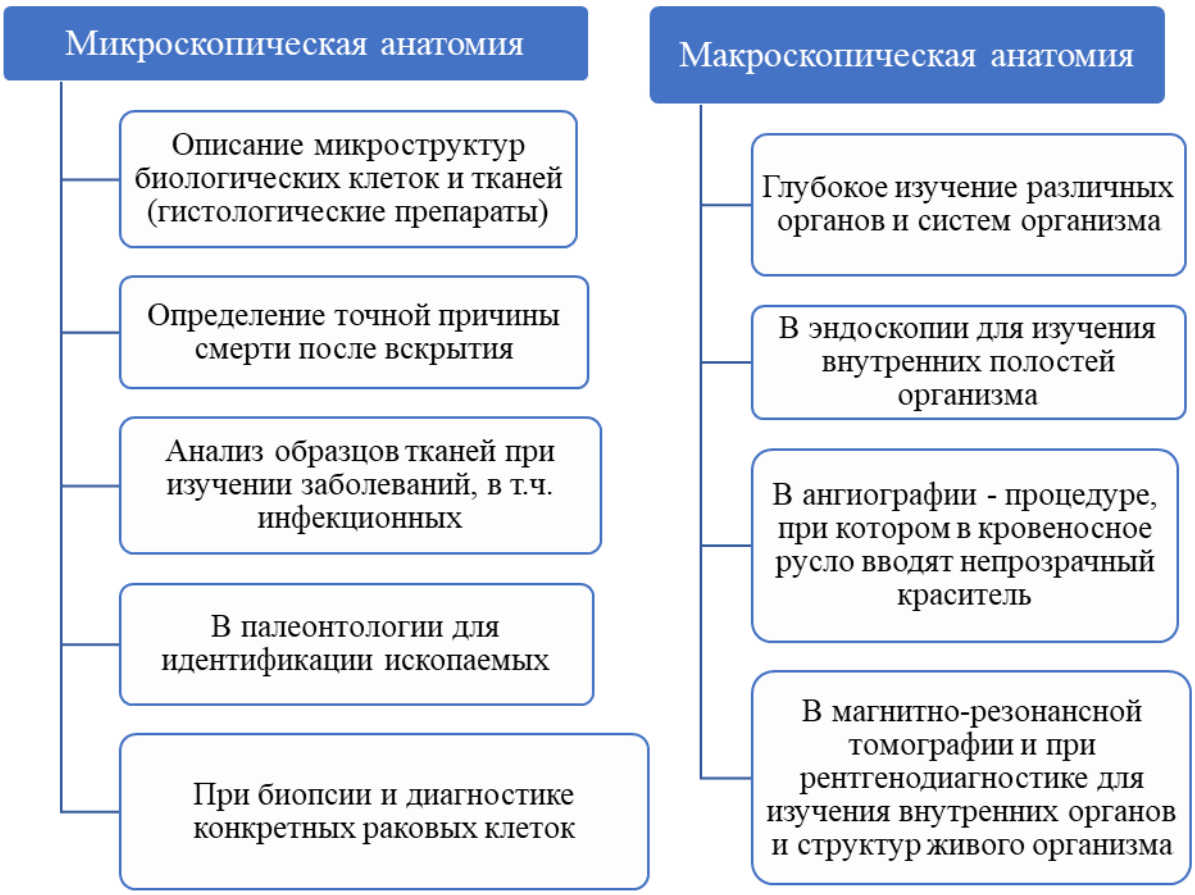


Рис. 2. Направления практического применения микроскопической и макроскопической анатомии

Выделяют следующие ***методы анатомического исследования:***

- наблюдение;

- осмотр тела, его вскрытие;

- исследование органа или группы органов невооруженным глазом;

- микроскопическое исследование ткани, органа или группы органов.

Различные методы анатомии позволяют решить следующие ***вопросы:***

- особенности расположения органов в теле организма;

- взаимосвязь органов между собой и их роль в организме в целом;

- внутреннее и внешнее строение органов, включая микроструктуры;

- особенности строения органов в норме и при патологии;

- закономерности функционирования органов и систем в организме.

За последние несколько лет было сообщено о группе анатомических открытий, которые перевернули давно существующие догмы о структуре и функциях человеческого тела. Первым было открытие, которое установило существование лимфатической системы, относящейся к центральной нервной системе (ЦНС). Считалось, что ЦНС анатомически иммунно привилегирована из-за отсутствия каких-либо лимфатических сосудов и наличия гематоэнцефалического барьера вокруг нее, но последние исследования установили вне всякого разумного сомнения, что истинные лимфатические каналы переносят иммунные клетки в мозговых оболочках, тем самым бросая вызов существующей теории. Исследования также подтвердили наличие «лимфатической системы» (созданной периваскулярными пространствами, выстланными лептоменингесом и оболочкой глиальных клеток) в ЦНС, отводящей интерстициальные метаболические отходы из ЦНС. Второе открытие раскрыло ранее неизвестные части брыжейки человека у взрослого человека и установило, что она является непрерывным образованием на всем протяжении внутрибрюшной кишечной трубки, в отличие от предыдущего представления о том, что она

фрагментирована у взрослых людей. Совсем недавно было сообщено о третьем открытии, которое продемонстрировало ранее неизвестный компонент ткани — «интерстиций» — связанное коллагеном сетчатое, заполненное жидкостью пространство, существующее в ряде человеческих органов. Все эти структуры имеют большое прикладное значение для патогенеза, прогностических и диагностических исследований и лечения заболеваний человека.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение анатомии, сформулируйте значение анатомии в медицине.

2. Охарактеризуйте различные классификации разделов анатомии, их практическое применение.

ТЕСТ ПО ТЕМЕ 1

1. Гистология относится к:

А. Микроскопической анатомии

Б. Макроскопической анатомии

2. В ангиографии применяется …

А. Микроскопическая анатомия

Б. Макроскопическая анатомия

3. Методы анатомического исследования:

А. Наблюдение

Б. Вскрытие

В. Макроскопическое исследование

Г. Микроскопическое исследование

Д. Все ответы верны

4. Наука о тканях — это …

А. Гистология

Б. Цитология

В. Анатомия

5. Наука о клетках — это …

А. Гистология

Б. Цитология

В. Анатомия

6. Наука о форме и внутреннем строении организмов, их органов и систем — это …

А. Гистология

Б. Цитология

В. Анатомия

7. Укажите раздел анатомии, в рамках которого организм рассматривается как единое целое, с точки зрения систематизации данных об органах и системах:

А. Описательная анатомия

Б. Анатомия развития

В. Клиническая анатомия

Г. Топографическая анатомия

8. Укажите раздел анатомии, представляющий собой часть эмбриологии, в котором анализируются анатомические изменения, происходящие в процессе пренатального формирования организма:

А. Описательная анатомия

Б. Анатомия развития

В. Клиническая анатомия

Г. Топографическая анатомия

9. Укажите раздел анатомии, базирующийся на данных системной и топографической анатомии, изучающий строение тела человека в норме и патологии в рамках соответствующих разделов клинической медицины:

А. Описательная анатомия

Б. Анатомия развития

В. Клиническая анатомия

Г. Топографическая анатомия

10. Укажите раздел анатомии, изучающий взаимное пространственное расположение органов и тканей разных систем организма, расположенных в какой-либо определенной части тела:

А. Описательная анатомия

Б. Анатомия развития

В. Клиническая анатомия

Г. Топографическая анатомия

11. Укажите прикладной раздел анатомии, основывающийся на данных клинической и топографической анатомии, в котором органы и ткани организма изучаются с точки зрения возможности медицинского вмешательства, включая хирургическое:

А. Хирургическая анатомия

Б. Патологическая анатомия

В. Системная анатомия

Г. Сравнительная анатомия

12. Укажите раздел анатомии, изучающий изменения (микро- и макроскопические), вызванные заболеванием:

А. Хирургическая анатомия

Б. Патологическая анатомия

В. Системная анатомия

Г. Сравнительная анатомия

13. Укажите раздел анатомии, изучающий органы и системы здорового тела человека в соответствии с их функционированием:

А. Хирургическая анатомия

Б. Патологическая анатомия

В. Системная анатомия

Г. Сравнительная анатомия

14. Укажите раздел анатомии, в рамках которого строение тела человека сравнивают со строением тела животных: выяснение сходств и различий, сформированных в процессе эволюционного развития:

А. Хирургическая анатомия

Б. Патологическая анатомия

В. Системная анатомия

Г. Сравнительная анатомия

ТЕМА 2. СТРОЕНИЕ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Опорно-двигательный аппарат тела человека обеспечивает движение человеческого тела, а также опору органам и системам организма. Выделяют 2 основные части опорно-двигательного аппарата: *мышечная система* и *скелет*. Кроме того, в опорно-двигательном аппарате присутствуют дополнительные элементы, к которым относятся сухожилия, хрящи, связки.

Опорно-двигательный аппарат выполняет в организме ряд ***функций*** (рис. 3).

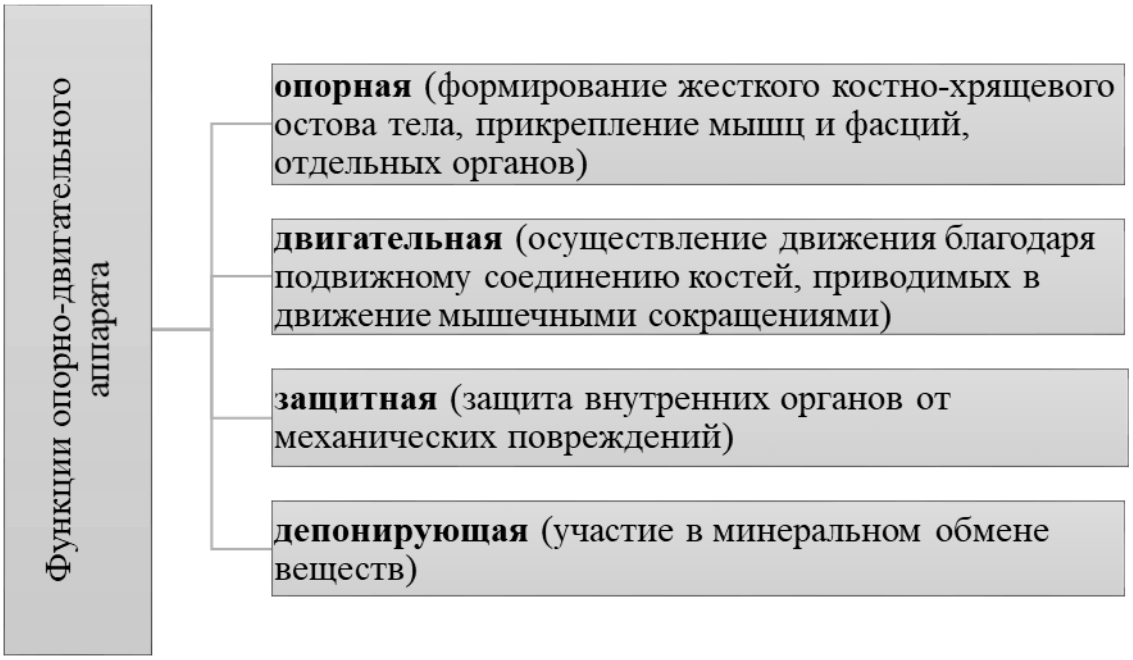


Рис. 3. Функции опорно-двигательного аппарата

Компоненты опорно-двигательной системы обеспечивают структуру, поддержку и движение человеческого тела:

- *кости* — образуют структурный каркас тела и защищают жизненно важные органы, депонируют минералы;

- *мышцы* — отвечают за движение отдельных частей тела и сочетанной движение всего тела;

- *сухожилия* — соединительно-тканная часть поперечно-полосатых мышц, основу которой составляют прочные на разрыв, малорастяжимые коллагеновые волокна; сухожилия прикрепляют мышцы к костям скелета;

- *связки* — плотные образования, состоящие из соединительной ткани и обеспечивающие соединение частей скелета или внутренних органов между собой; связки обеспечивают суставам стабильность и их движение в правильном диапазоне, снижая риск получения травм;

- *хрящи* — уменьшают трение в суставах и действуют как амортизатор между костями во время движения.

Непосредственно с выполнением функций опорно-двигательного аппарата связана деятельность нервной системы:

- рецепторы, находящиеся в мышцах, предоставляют мозгу информацию о положении тела и совершаемом движении;

- мозг контролирует сокращение скелетных мышц;

- нервная система регулирует скорость, с которой пища перемещается по пищеварительному тракту (гладкие мышцы).

Нервные импульсы стимулируют сокращения мышц в специальных соединениях между нервами и мышцами, называемых **нервно-мышечными соединениями**. Нервно-мышечное соединение — это химический синапс между двигательным нейроном и мышечным волокном. Он позволяет двигательному нейрону передавать сигнал мышечному волокну, вызывая сокращение мышцы.

Опорно-двигательный аппарат постоянно восстанавливается на протяжении всей жизни, и его здоровье в значительной степени зависит от физической активности. Опорно-двигательная система динамична и постоянно перестраивается. Опорно-двигательный аппарат также ослабевает с возрастом, увеличивая риск травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата, таких как остеоартрит. Регулярные упражнения на протяжении всей жизни имеют решающее значение для поддержания здоровья опорно-двигательного аппарата.

Кость — это жесткая ткань, которая постоянно ремоделируется в течение жизни человека. Ремоделирование является прямым ответом на нагрузки, оказываемые на кость.

Костные клетки бывают следующих типов: остеобласты, остеокласты и остеоциты (рис. 4):

1. *Остеобласты* — молодые клетки костной ткани, способные к пролиферации; они формируют кость.

2. *Остеоциты* — клетки костной ткани, которые происходят из остеобластов; это зрелые, не способные к пролиферации клетки, составляющие основу костного матрикса.

3. *Остеокласты* — клетки, являющиеся разновидностью макрофагов и обеспечивающие разрушение поврежденных и старых клеток костной ткани.

Рис. 4. Клетки костной ткани

Кость состоит из нескольких слоев:

1. *Кортикальный (наружный) слой* — представляет собой плотную костную ткань и обеспечивает прочность кости, ее устойчивость к изгибу и скручиванию.

2. *Мозговое вещество* — центральная часть кости, присутствует в большей степени внутри плоских костей и на концах длинных костей. Обычно оно состоит из губчатой костной ткани. Имеет пористую, решетчатую структуру, которая обеспечивает пространство для костного мозга и помогает поглощать удары. Легкость губчатой кости снижает общий вес костей, облегчая движение без ущерба для прочности.

3. *Костный мозг.* Это мягкая ткань, находящаяся внутри полых костей. Костный мозг служит наполнителем внутренней части костей. Костный мозг подразделяется на желтый костный мозг (представляет собой жировую ткань и является энергетическим резервом организма) и красный костный мозг (участвует в выработке кровяных телец, это единственный орган образования эритроцитов у взрослого человека).

В зависимости от формы и функций кости в организме человека могут подразделяться на различные виды (рис. 5).

Рис. 5. Виды костей

Суставы — это соединения между костями, которые обеспечивают движение и стабильность скелетной структуры. Возможные ***варианты суставов:***

- *синартрозы (фиброзные соединения)* — это суставы, которые не допускают движения. Эти суставы в основном встречаются в областях, где стабильность и защита важнее движения (например, швы черепа). Синартрозы необходимы для обеспечения структурной поддержки, особенно в таких областях, как череп;

- *амфиартрозы (хрящевые суставы)* — это суставы, которые допускают ограниченное движение. Эти суставы расположены в областях, где требуются как стабильность, так и небольшая гибкость (например, в межпозвоночных дисках). Амфиартрозы обеспечивают баланс между стабильностью и подвижностью, предлагая поддержку, но при этом допуская некоторое движение;

- *диартрозы, также известные как синовиальные суставы*, являются наиболее распространенным типом суставов в человеческом теле и обеспечивают самый широкий диапазон движений. Кости разделены синовиальной полостью, заполненной синовиальной жидкостью. Эти суставы необходимы для динамических движений. ***Виды диартрозов:***

- шарнирные — обеспечивают вращательное движение;

- седловидные — движение в 2 плоскостях;

- плоские (скользящие) — позволяют костям скользить относительно друг друга;

- мыщелковые — допускают движение в 2 плоскостях и не допускают вращение.

Суставы состоят из нескольких компонентов, которые работают вместе, обеспечивая подвижность и стабильность:

- *хрящ* — гладкая гибкая ткань, покрывает кости в месте их соединения, что обеспечивает более легкое скольжение, снижает трение;

- *синовиальная мембрана* — тонкий слой ткани, выстилающий внутреннюю поверхность суставной капсулы, вырабатывающий синовиальную жидкость, которая смазывает сустав и уменьшает трение;

- *синовиальная жидкость* — жидкость, содержащая питательные вещества для суставов и обеспечивающая их смазку для плавного движения;

- *связки* — предотвращают чрезмерную или ненормальную их подвижность;

- *сухожилия* — соединяют мышцы с костями, способствуют движению суставов, передавая усилия, создаваемые сокращением мышц;

- *суставные сумки* — мешочки, заполненные жидкостью, уменьшающие трение между костями и мягкими тканями;

- *суставная капсула* — фиброзная оболочка, покрывающая сустав и обеспечивающая его стабильность.

Функции суставов:

- мобильность: наличие суставов определяет возможность совершения широкого диапазона движений, причем как простых (например, сгибание локтя), так и сложных (например, осуществляемых при повороте туловища);

- стабильность: совместная работа входящих в суставы связок, сухожилий и окружающих их мышц позволяет предотвращать возможные вывихи и травмы;

- передача усилий между костями и мышцами.

Связки — представляют собой жесткую, волокнистую соединительную ткань, соединяющую кости между собой. Связки участвуют в стабилизации суставов, помогают поддерживать их структурную целостность при выполнении движений за счет направления движений суставов и одновременного предотвращения возможных чрезмерных или нефизиологичных движений, способных привести к травмам.

Основная составляющая связок — твердые, параллельно расположенные коллагеновые волокна, определяющие прочность связок и их долговечность. Связки в основном состоят из коллагеновых волокон, которые придают им прочность на растяжение, ограниченную гибкость и долговечность. При чрезмерном растяжении или перенапряжении связок может произойти разрыв связок, что достаточно трудно поддается лечению вследствие ограниченного кровоснабжения.

Выделяют следующие ***функции связок:***

1. Стабилизация суставов вследствие предотвращения чрезмерной амплитуды движений в суставах (например, коленный сустав стабилизируется передней крестообразной связкой и медиальной коллатеральной связкой).

2. Обеспечение физиологической направленности движений в суставе в пределах его физиологического диапазона, предотвращая при этом вывих или смещение.

3. Предотвращение чрезмерной подвижности суставов, что позволяет предотвратить их перерастяжение, особенно при высокоинтенсивных или повторяющихся движениях, снижая риск травм.

4. Поглощение ударов: в некоторых случаях связки помогают поглощать и распределять силы, действующие на сустав. Например, связки в позвоночнике помогают распределять компрессионные силы, снижая нагрузку на отдельные позвонки.

Скелет (греч. skeletos — высушенный) — комплекс костных образований, состоящих из отдельных костей, соединенных между собой при помощи костной, хрящевой или соединительной ткани (рис. 6).

В организме кости выполняют ряд ***функций:***

- обеспечивают структурную поддержку тела;
- образуют защитную оболочку вокруг органов;
- депонируют значительную часть кальция и фосфора в организме;

- костный мозг, содержащийся внутри кости, обеспечивает продукцию эритроцитов, лейкоцитов и других форменных элементов крови.

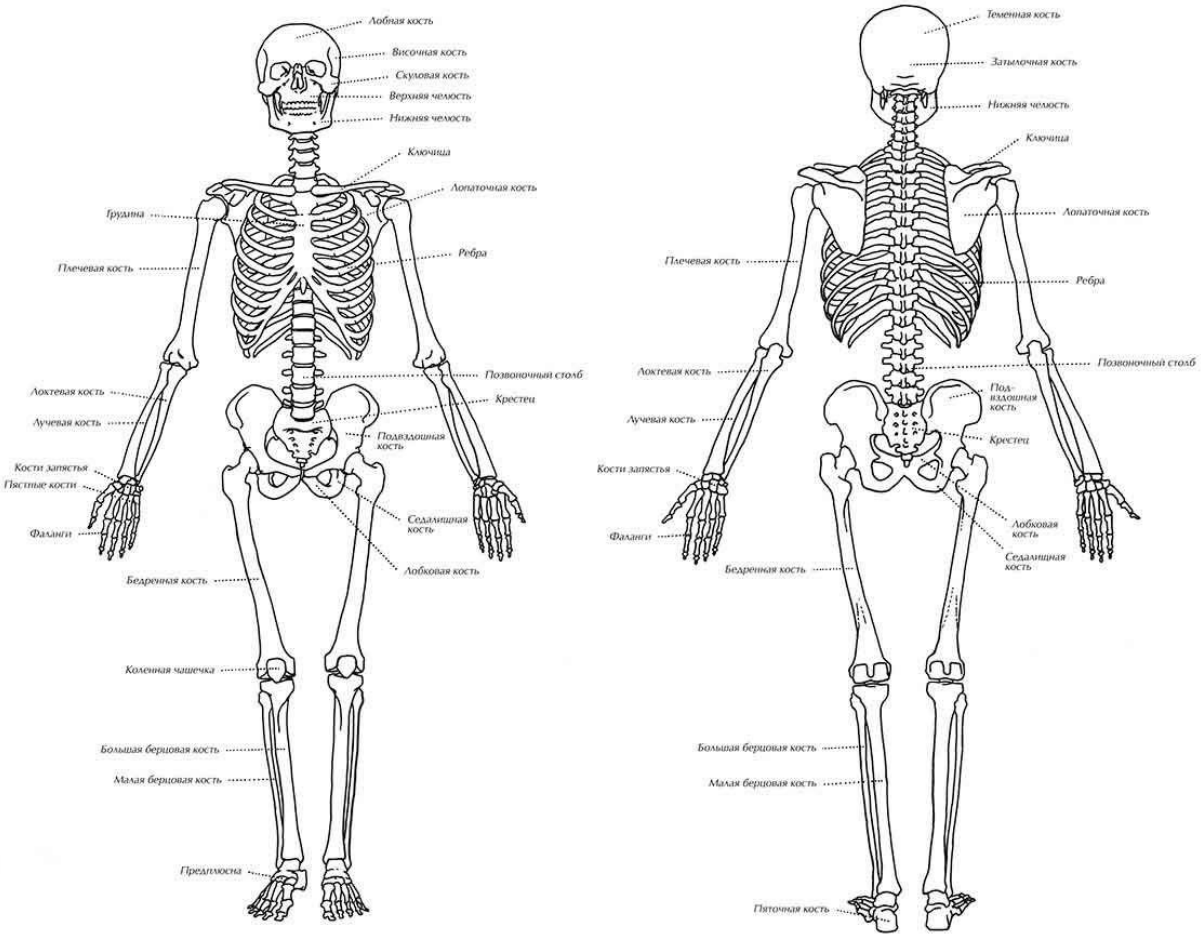


Рис. 6. Скелет человека, вид спереди и сзади
(Источник: https://kasheloff.ru)

Скелет человека подразделяется на:

- осевой скелет: череп (29 костей), позвоночный столб (26 костей), грудная клетка (25 костей);

- добавочный скелет: кости верхних (64 кости) и нижних конечностей (62 кости).

Осевая часть скелета представляет собой основную опору туловища. В осевом скелете располагается основная часть нервной системы: в черепе размещен головной мозг, а в позвоночном столбе — спинной мозг. В свою очередь, аппендикулярный скелет дополняет

осевой скелет и обеспечивает движение и поддерживает внешние структуры тела — руки и ноги.

Череп (cranium) — часть скелета, состоящая из 22 костей, и представляющая собой твердую защитную структуру, покрывающую головной мозг. Помимо головного мозга, в черепе расположены органы сенсорных систем (зрительной, слуховой, обонятельной), а также начальные отделы дыхательной и пищеварительной систем. Череп образован костями двух различных типов происхождения:

- хрящевые, или замещающие, кости, которые заменяют хрящи, предварительно сформированные в общей форме кости, и образующие дно черепа;

- мембранные кости, которые закладываются в слоях соединительной ткани, образующие боковые стороны и крышу черепа.

В черепе выделяют 2 отдела — мозговой отдел (neurocranium) и лицевой скелет (viscerocranium). В мозговом отделе черепа, размещен головной мозг; через большое затылочное отверстие и другие отверстия, расположенные у основания черепа, проходят черепные нервы и кровеносные сосуды. Лицевой отдел черепа расположен фронтально и включает верхнюю и нижнюю челюсти, а также мелкие кости черепа, образующие глазницы, носовую и ротовую полости.

Позвоночный столб, или позвоночник (columna vertebralis), включает 33–34 позвонка. Из них шейных позвонок — 7, грудных — 12, поясничных — 5, крестцовых 5 (срощены между собой и образуют крестцовую кость), копчиковых — 3–5 (срощены между собой и образуют копчик). Позвоночник необходим для структурной поддержки, движения и защиты. Его сложная структура костей, суставов и мышц обеспечивает гибкость при сохранении стабильности, что имеет решающее значение для осанки, движения и общей функции. Строение позвонков представлено на рис. 7.

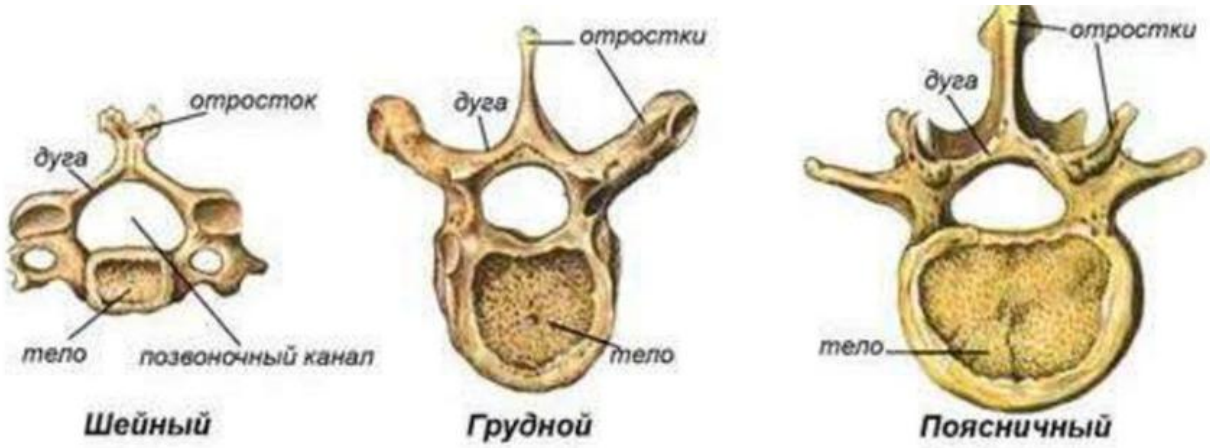


Рис. 7. Строение позвонков шейного, грудного
и поясничного отделов позвоночника человека
(Источник: kasheloff.ru)

Развитие искривлений происходит по мере развития опорных функций позвоночника у человека, т. е. поддержания туловища, удержания головы в вертикальном положении, служения в качестве якоря для конечностей. S-образная кривизна позволяет позвоночнику поглощать удары при ходьбе по твердым поверхностям, а также решает проблему веса внутренних органов, обеспечивая им дополнительное пространство за счет изгибов.

Связки позвоночника обеспечивают его стабильность:

- передняя продольная связка — предотвращает чрезмерное разгибание;

- задняя продольная связка — ограничивает сгибание;

- желтая связка — соединяет соседние позвонки и помогает поддерживать осанку.

Мышцы позвоночника отвечают за движение и осанку.

Скелет верхних конечностей (включает 32 кости) состоит из пояса верхних конечностей (плечевой пояс) и свободных частей верхних конечностей (рис. 8).

Пояс верхних конечностей включает парные ключицу и лопатку, мышцами и связками прикреплен к грудной клетке.

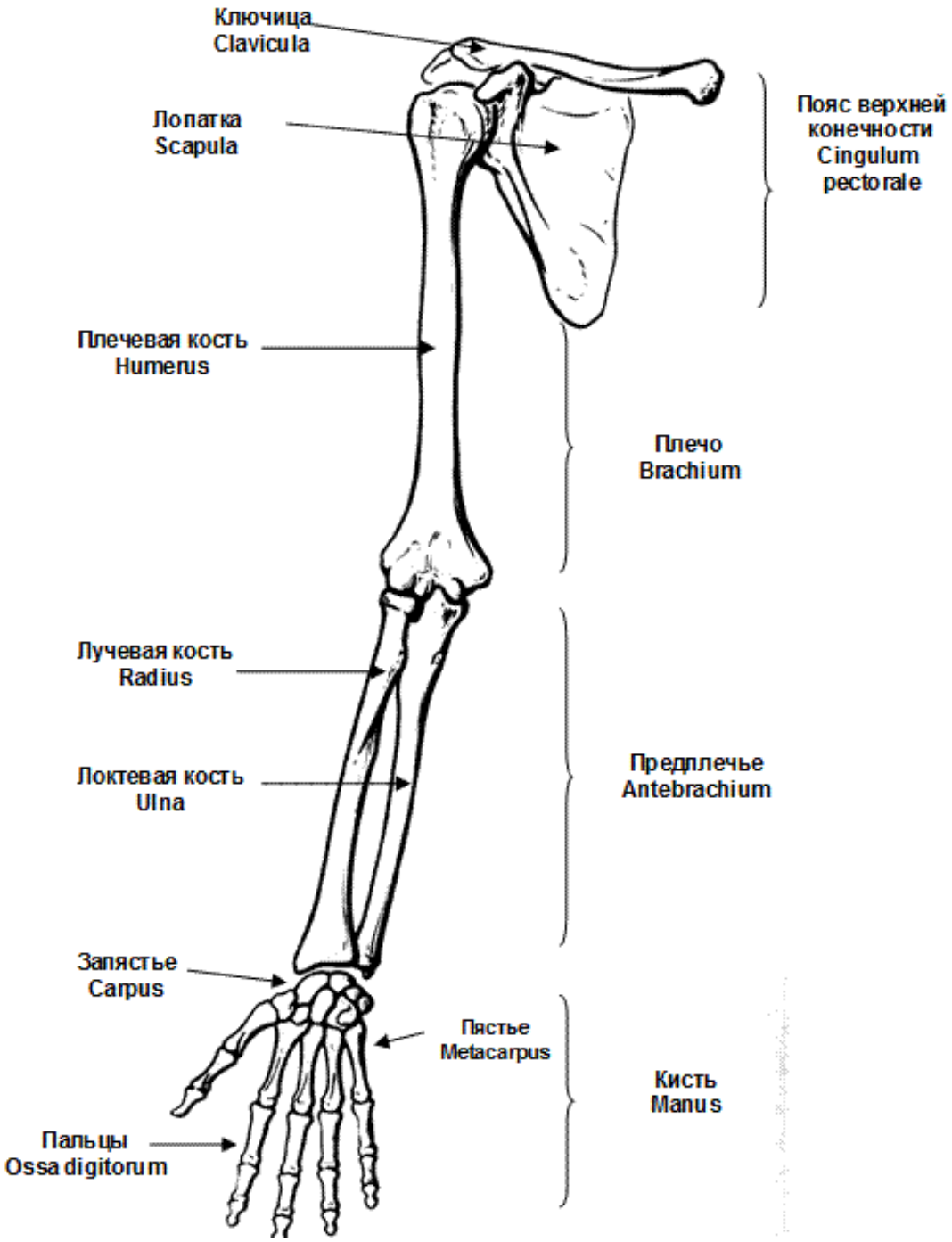


Рис. 8. Скелет верхней конечности
(Источник: https://kasheloff.ru)

Мышечно-скелетные отношения при выполнении опорно-двигательной функции плечевого пояса представлены на рис. 9, 10.

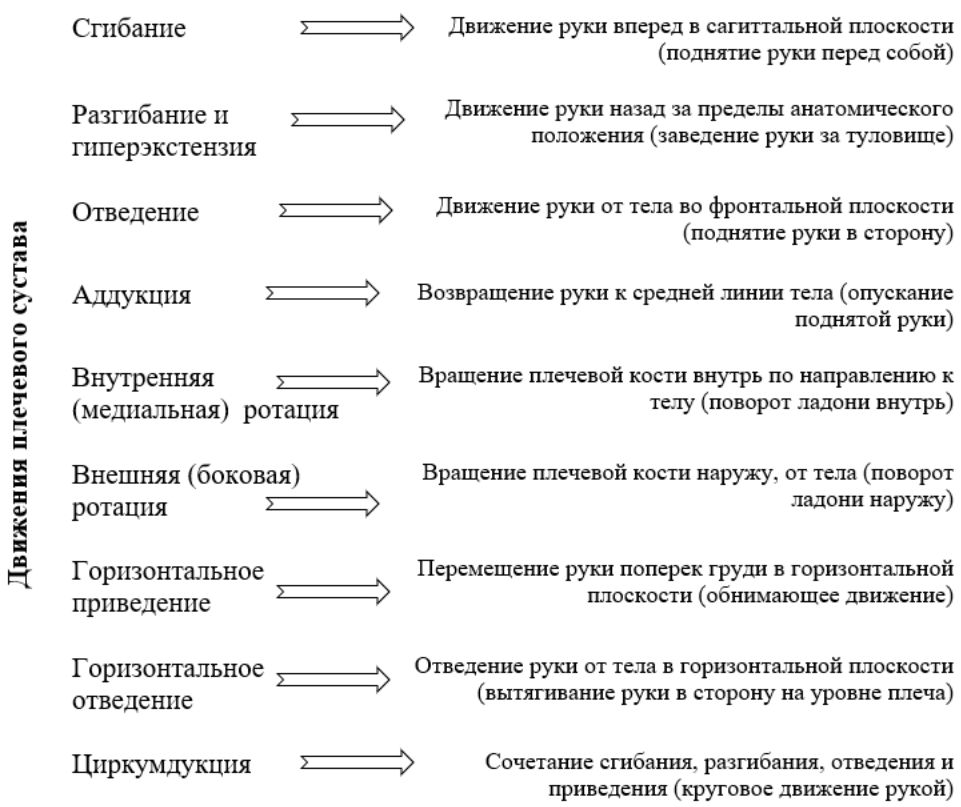


Рис. 9. Различные варианты движений, реализуемых плечевым суставом

Мышцы передней части плеча	**Мышцы задней части плеча**	**Мышцы верхней части плеча**
Большая грудная мышца (сгибание, приведение, медиальное вращение руки)	Широчайшая мышца спины (разгибание, приведение, медиальная ротация)	Дельтовидная мышца (передние волокна) (участие в сгибании и медиальном вращении)
Малая грудная мышца (участвует в опускании лопатки и ее вращении вниз)	Большая круглая мышца (приведение и внутренняя ротация)	Надостная мышца (начинает отведение руки)
Передняя зубчатая мышца (отведение и стабилизация лопатки)	Дельтовидная мышца (средняя и задняя части волокон) (контроль отведения и разгибания)	**Мышцы нижней части плеча**
		Подостная мышца (участвует в боковом вращении)
		Малая круглая мышца (поддерживает внешнее вращение и стабилизацию)

Рис. 10. Движение мышц плеча

Ключица (clavicula) — длинная тонкая парная S-образная кость, расположенная в верхней части грудной клетки и соединяющая руку с телом. Расположена горизонтально между лопаткой и грудной костью. Медиальный конец ключицы соединен с грудиной, латеральный — с лопаткой. Функции ключицы:

- структурная опора и поддержка;

- защита кровеносных сосудов и нервов, проходящих от шеи к руке, а также от движений чрезмерной силы, поступающей от верхней конечности и другим структурам осевой части скелета;

- является местом прикрепления мышц, реализующих движение плеч и рук (дельтовидная мышца и большая грудная мышца прикреплены к передней границе ключицы, трапециевидная мышца — к ее задней границе).

Лопатка (scapula) — плоская треугольная кость, образующая шаровидный сустав с плечевой костью и сустав с ключицей, соединяя ключицу и руку. Лопатка расположена в верхней части спины, между вторым и седьмым ребрами, в сложной сети мышц, сухожилий и связок. Мышцы лопатки выполняют 2 основные функции: осуществляют движение плеча и стабилизацию лопатки.

Анатомическими элементами лопатки являются:

- акромион — костный выступ, соединяющийся с ключицей;

- суставная впадина, в которой размещается головка плечевой кости, что в комплексе и составляет плечевой сустав;

- ось лопатки — выступ, являющийся ориентиром для прикрепления мышц.

Движения лопатки:

- поднимание (например, при пожимании плечами) и опускание (опускание плеч после пожимания плечами);

- вращение: вверх и наружу, вниз и вовнутрь;

- протракция (отведение вперед вдоль грудной клетки) и ретракция (сведение лопаток друг к другу).

Грудная клетка (thorax) — осевой элемент скелета, выполняющий механическую защиту внутренних органов и участвующий в дыхании за счет движений грудной клетки.

Дыхательные мышцы подразделяют на:

- первичные дыхательные мышцы (диафрагма, внешние межреберные мышцы);

- вспомогательные дыхательные мышцы (грудино-ключично-сосцевидные, лестничные мышцы).

Грудина (sternum) — плоская кость, к которой справа и слева прикреплены ребра.

Скелет свободной части верхней конечности включает 3 отдела: проксимальный, средний и дистальный.

Проксимальный отдел свободной части верхних конечностей составляет *плечевая кость,* основная функция которой заключается в обеспечении структурной поддержки и широкого диапазона движений рук.

Плечевой пояс состоит из нескольких суставов, совместно обеспечивающих подвижность и устойчивость плечевого пояса (рис. 11).

Локоть отвечает за 2 основных типа движения:

- сгибание-разгибание;

- пронацию-супинацию.

Локтевой сустав (articulatio cubiti) — высокофункциональная структура, которая обеспечивает критические движения верхней конечности. Его сочетание шарнирных и поворотных механизмов обеспечивает как стабильность, так и гибкость. Пронация (поворот предплечья таким образом, чтобы ладонь была обращена вниз, например, при повороте дверной ручки против часовой стрелки) реализуется за счет следующих мышц: круглый пронатор, квадратный пронатор. Супинация (поворот предплечья с обращением ладони вверх, например, при взятии тарелки в руку) осуществляется при задействовании супинатора и двуглавой мышцы плеча.

Рис. 11. Суставы плечевого пояса

Мышцы-сгибатели, участвующие в движении локтя:

- двуглавая мышца плеча (основной сгибатель, также участвует в супинации);

- брахиалис (основной сгибатель локтя, наиболее сильный при нейтральном хвате);

- плечелучевая мышца (участвует в сгибании, особенно в полу-пронированном положении).

Мышцы-разгибатели, участвующие в движении локтя:

- трехглавая мышца плеча (основной разгибатель локтя);
- локтевая мышца (помогает трицепсу разгибаться).

Мышцы-пронаторы:

- круглый пронатор (отвечает за вращение предплечья вниз);
- квадратный пронатор (стабилизирует дистальный лучелоктевой сустав во время пронации).

Мышцы-супинаторы:

- двуглавая мышца плеча — наиболее сильный супинатор при сгинании локтя;
- супинатор — реализует вращение предплечья вверх.

Скелетная структура руки обеспечивает опору и подвижность.

Рука (manus) анатомически подразделяется на запястье, ладонь и пальцы.

Суставы запястья и кисти облегчают сложные движения, суставы пальцев — ловкость и силу хвата (рис. 12).

А. Среднезапястные суставы - плоские синовиальные суставы, обеспечивающие легкое скользящее движение между костями запястья, улучшая его подвижность

Б. Запястно-пястные суставы - плоские синовиальные суставы (за исключением сустава большого пальца), при помощи которых обеспечиваются небольшие скользящие движения между дистальным рядом костей запястья и пястными костями

В. Пястно-фаланговые суставы - мыщелковые синовиальные суставы, обеспечивающие сгибание, разгибание, отведение, приведение и круговое движение

Г. Межфаланговые суставы (проксимальные и дистальные) - обеспечивают сгибание и разгибание

Рис. 12. Суставы запястья и кисти (А, Б) и суставы пальцев (В, Г)

Многочисленные кости, мышцы, суставы и связки запястья и пальцев обеспечивают крупную и мелкую моторику.

Скелет нижних конечностей включает пояс нижних конечностей и свободные части нижних конечностей (рис. 13).

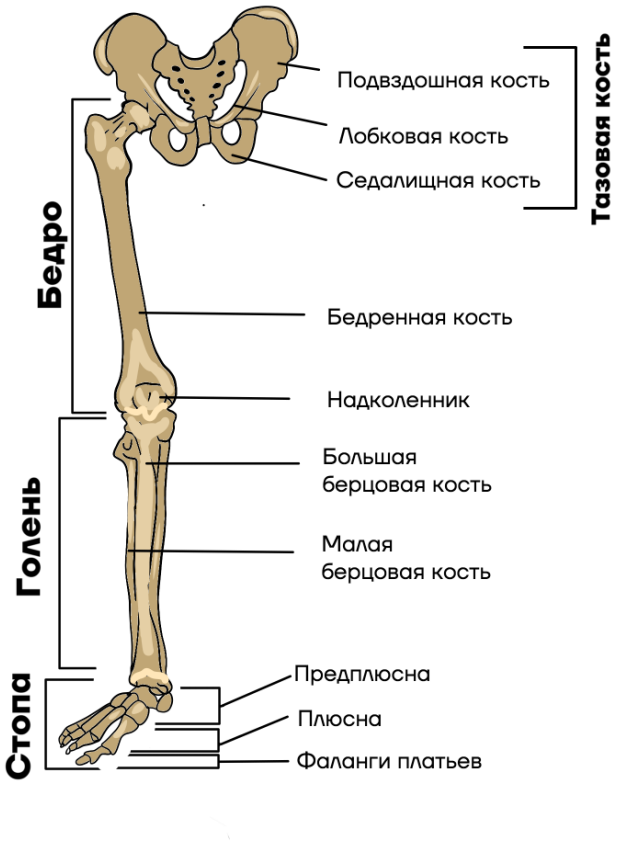


Рис. 13. Скелет нижней конечности
(Источник: https://kasheloff.ru)

Таз (pelvis) — это важнейшая структура для поддержания веса, стабильности и движения, которая включает большой и малый таз. Кости таза обеспечивают поддержку телу и движение, выполняя важную функцию в осанке и движении. Внутри тазовой полости размещаются внутренние органы: мочевой пузырь, матка, яичники, сигмовидная кишка, прямая кишка.

Выделяют правую и левую тазобедренные кости, каждая из которых состоит из 3 сросшихся костей: подвздошной кости, седалищной кости и лобка. Подвздошный гребень подвздошной кости является местом прикрепления мышц. Седалищная кость, расположенная

сзади, принимает на себя вес тела при сидении. Лобок расположен спереди и соединен по средней линии лобковым симфизом.

Таз содержит несколько суставов, которые обеспечивают устойчивость и допускают ограниченные движения (рис. 14).

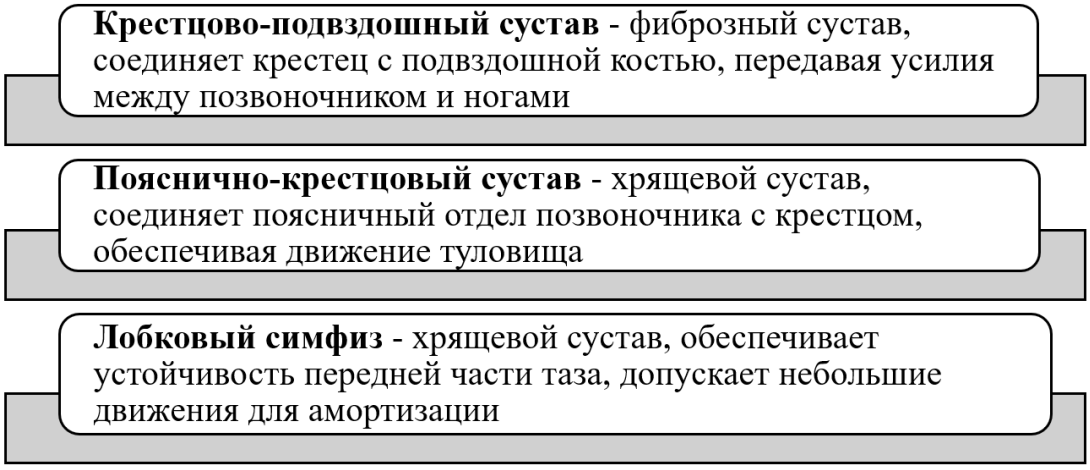


Рис. 14. Суставы таза, их вид и функции при движении

Таз выполняет несколько ключевых движений, которые влияют на осанку и походку:

- передний наклон таза: вращение таза вперед;
- задний наклон таза: вращение таза назад;
- боковой наклон: подъем или опускание одной стороны таза;
- вращение таза: вращение таза вокруг вертикальной оси.

Мышцы, прикрепленные к тазу (сгибатели бедра, разгибатели бедра, отводящие и приводящие мышцы бедра, стабилизаторы таза), способствуют устойчивости и движению.

Тазобедренный сустав является одним из самых важных и стабильных суставов в организме человека. Он поддерживает вес тела, обеспечивает широкий диапазон движений и играет ключевую роль в осанке и локомоции. Это шаровидный синовиальный сустав, обеспечивающий как подвижность, так и стабильность. Тазобедренный сустав укреплен прочными связками, которые обеспечивают устойчивость и одновременно позволяют двигаться:

- капсулярная связка: охватывает тазобедренный сустав и содержит синовиальную жидкость для смазки;

- подвздошно-бедренная связка: предотвращает чрезмерное разгибание и сохраняет осанку, является одной из самых прочных связок в организме;

- лобково-бедренная связка: предотвращает чрезмерное отведение и ограничивает разгибание;

- седалищно-бедренная связка: предотвращает чрезмерное внутреннее вращение;

- круглая связка: соединяет головку бедренной кости с вертлужной впадиной и снабжает бедренную кость кровью.

Тазобедренный сустав имеет решающее значение для подвижности и весовой нагрузки. Он обеспечивает баланс между устойчивостью и гибкостью, позволяя эффективно двигаться во время ходьбы, бега и занятий спортом.

Крестец (os sacrum) — треугольная кость, образованная сращением пяти крестцовых позвонков. *Копчик* состоит из сросшихся позвонков и обеспечивает прикрепление связок и мышц.

Кости свободной части нижней конечности (skeleton membri inferiores) включают 3 отдела и надколенник. Отделы свободной части нижней конечности:

- проксимальный отдел (бедренная кость);

- средний отдел (большеберцовая кость);

- дистальный отдел (кости стопы).

Коленный сустав — самый большой и один из самых сложных суставов в человеческом теле. Он играет важную роль в движении, поддержании веса и стабильности, позволяя заниматься такими видами деятельности, как ходьба, бег, прыжки и приседания. Колено — это синовиальный сустав шарнирного типа, в первую очередь позволяющий сгибание и разгибание, а также небольшое вращение.

Коленный сустав *(articulatio genus)* образован сочленением трех костей:

- дистальный конец бедренной кости: содержит медиальный и латеральный мыщелки, которые сочленяются с большеберцовой костью; надколенниковая борозда обеспечивает пространство для коленной чашечки;

- проксимальный конец большеберцовой кости: включает большеберцовое плато, сочлененное с мыщелками бедренной кости. Бугристость большеберцовой кости служит точкой прикрепления связки надколенника;

- надколенник (коленная чашечка): сесамовидная кость, расположенная внутри сухожилия четырехглавой мышцы бедра; улучшает рычаг и снижает трение при движении в колене.

Колено (genu) также содержит связки, которые в совокупности обеспечивают стабильность, ограничивая чрезмерные движения и предотвращая травмы:

- медиальная коллатеральная связка — предотвращает чрезмерное вальгусное (внутреннее) движение колена;

- боковая коллатеральная связка — предотвращает чрезмерное варусное (наружное) движение колена;

- передняя крестообразная связка — предотвращает переднее смещение большеберцовой кости и обеспечивает стабильность колена;

- задняя крестообразная связка — предотвращает смещение большеберцовой кости спереди назад;

- связка надколенника — соединяет большеберцовую кость и надколенник, способствует разгибанию колена.

Надколенник (patella) скользит при разгибании колена, повышая механическую эффективность четырехглавой мышцы бедра, и двигается вниз при сгибании. Сухожилие четырехглавой мышцы бедра и связка надколенника помогают поддерживать стабильность колена.

Лодыжка (talus) и *стопа (pes pedis)* образуют высокоспециализированную структуру, предназначенную для выдерживания веса,

равновесия и движения. Они обеспечивают устойчивость и гибкость, необходимые для стояния, ходьбы, бега и прыжков. Стопа также служит амортизатором, приспосабливаясь к различным поверхностям и равномерно распределяя силы.

Большеберцовая кость (shinbone) и *малоберцовая кость (fibula)* образуют голень и способствуют стабильности голеностопного сустава. В то время как большеберцовая кость несет большую часть веса, малоберцовая кость способствует боковой стабильности и служит местом прикрепления мышц. Малоберцовая кость помогает приспосабливать движения голеностопного сустава, обеспечивает легкое вращение и скольжение в проксимальном и дистальном большеберцово-малоберцовых суставах.

Стопа состоит из 26 костей (рис. 15).

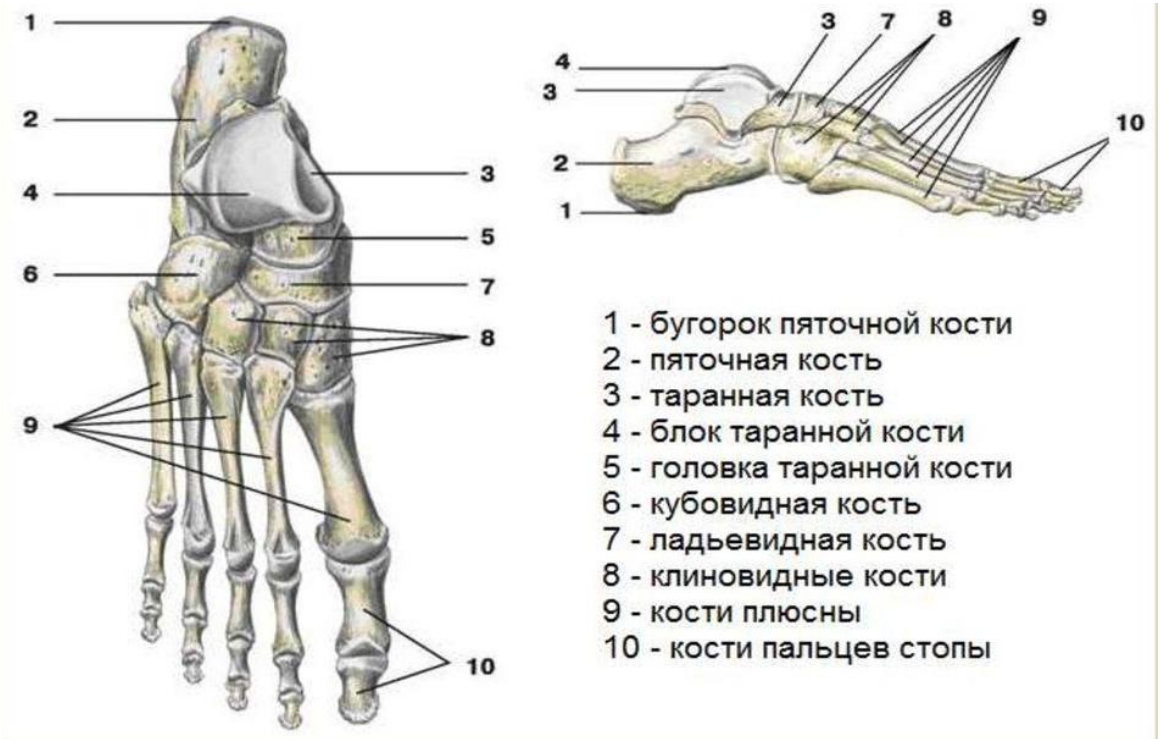


Рис. 15. Кости стопы
(Источник: https://warball.ru)

Кости стопы включают кости предплюсны, плюсневые кости и фаланги пальцев (рис. 16).

Кости предплюсны (задняя часть стопы)

- таранная кость - соединяет стопу с голенью посредством голеностопного сустава
- пяточная кость - поддерживает вес тела
- ладьевидная кость - участвует в поддержке свода стопы
- кубовидная кость - обеспечивает устойчивость стопы
- клиновидные кости (медиальная, промежуточная, латеральная) - поддерживают свод стопы

Плюсневые кости (средняя часть стопы)

- 5 длинных костей, соединяющих кости предплюсны с пальцами ног, обеспечивают структурную поддержку и выполняют функцию рычага при ходьбе

Фаланги (пальцы ног) - по 3 фаланги на каждом пальце (проксимальная, средняя, дистальная) и по 2 фаланги на больших пальцах (проксимальная и дистальная)

Рис. 16. Кости стопы

Суставы стопы обеспечивают гибкость при ее движении и подразделяются на:

1) голеностопный сустав — сустав, соединяющий большеберцовую, малоберцовую и таранную кости. Голеностопный сустав обеспечивает:

- подошвенное сгибание (направление пальцев ног вниз) за счет икроножной, камбаловидной и задней большеберцовой мышц;

- тыльная флексия (подъем стопы вверх) за счет работы передней большеберцовой мышцы и длинного разгибателя пальцев;

2) суставы предплюсны:

- подтаранный сустав — расположен между таранной и пяточной костями, обеспечивает инверсию и эверсию;

- инверсия (супинация) — возможность наклона подошвы стопы внутрь за счет передней большеберцовой мышцы и задней большеберцовой мышцы;

- эверсия (пронация) — наклон подошвы стопы наружу за счет длинной малоберцовой мышцы и короткой малоберцовой мышцы;

- среднеплюсневой сустав — расположен между костями предплюсны и помогает приспосабливать стопу к неровным поверхностям;

3) плюснефаланговые суставы — соединяют плюсневые коти с пальцами ног, обеспечивая возможность сгибания, разгибания, приведения и отведения.

Стопа имеет 3 основных свода, в совокупности обеспечивающих амортизацию движений и распределение веса тела:

- медиальная продольная дуга (внутренняя дуга) — поддерживается подошвенной фасцией и задней большеберцовой мышцей;

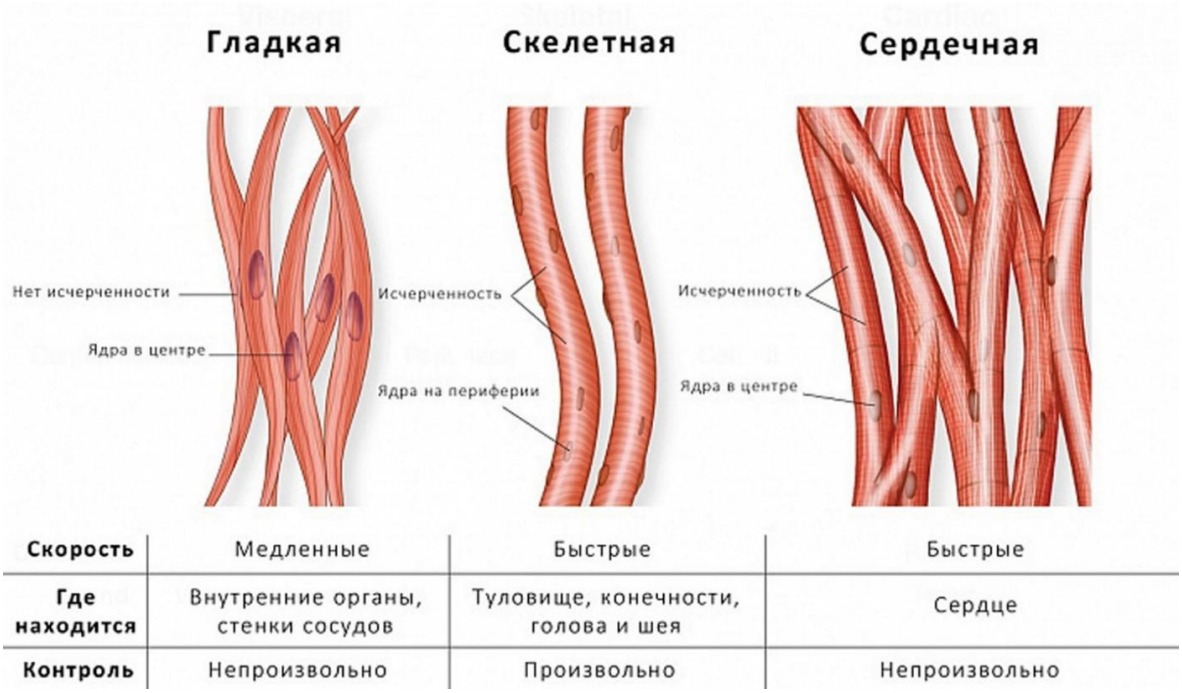
- боковая продольная дуга (наружная дуга) — обеспечивает устойчивость при нагрузке;

- поперечный свод, проходящий через среднюю часть стопы, — сохраняет форму и гибкость стопы.

Мышцы *(musculi)*. В теле человека около 400 мышц, сокращение которых происходит под действием нервных импульсов, что изменяет положение тела в пространстве, а также функциональное движение внутренних органов. Мышцы являются важнейшими компонентами человеческого тела, обеспечивающими движение, поддержание осанки и выполнение множества жизненно важных функций.

Существует 3 типа мышечной ткани: висцеральная (гладкая), сердечная и скелетная (рис. 17). Сердечная мышца не является частью опорно-двигательного аппарата.

Градация видов мышц в зависимости от различных критериев представлена в табл. 1.



Скорость	Медленные	Быстрые	Быстрые
Где находится	Внутренние органы, стенки сосудов	Туловище, конечности, голова и шея	Сердце
Контроль	Непроизвольно	Произвольно	Непроизвольно

Рис. 17. Принципиальные различия гладкой, скелетной и сердечной мышц

Таблица 1

Виды мышц

Критерий классификации	**Виды мышц**	**Определение**
По контролю	Произвольные мышцы	Их движение контролируется сознанием (например, скелетные мышцы)
	Непроизвольные мышцы	Функционируют автономно (гладкие и скелетные мышцы)
По структуре	Поперечнополосатые мышцы	Скелетные и сердечные мышцы, характеризующиеся полосатым видом под микроскопом
	Гладкие мышцы	Не имеют вида полос
По функции	Первичные двигатели (агонисты)	Создают первичное движение
	Стабилизаторы	Поддерживают стабильность суставов во время движения

Сердечная мышца (myocardium) присутствует только в тканях сердца и отвечает за перекачивание крови, а гладкие мышцы — в стенках внутренних органов, таких как мочевой пузырь, матка, желудок, кишечник, и в стенках проходов, таких как артерии и вены кровеносной системы, а также тракты дыхательной, мочевыделительной и репродуктивной систем. *Гладкая мускулатура (muscularis levis)* также присутствует в глазах, где она функционирует для изменения размера радужной оболочки и изменения формы хрусталика; и в коже, где она заставляет волосы вставать дыбом в ответ на холодную температуру или страх.

Сердечная и гладкие мышцы участвуют в ряде функций организма, не находящихся под сознательным контролем человека:

- сокращение и расслабление стенок артерий (изменение диаметра кровеносных сосудов);

- перемещение пищи и каловых масс по пищеварительному тракту (мышцы внутренних органов);

- дыхание и др.

Частью опорно-двигательной системы являются *скелетные мышцы (musculos, osseus).* Скелетные мышцы прикреплены к костям при помощи сухожилий и расположены в противолежащих группах вокруг суставов (сгибатели и разгибатели). Мышцы работают как антагонистические пары. Когда одна мышца сокращается, другая расслабляется. Движение скелетных мышц осуществляется произвольно, управляется мозгом. Мышцы также работают над поддержанием осанки тела. Это достигается за счет сокращения мышц, при котором туловище удерживается прямо, сидя или стоя.

При сокращении мышц выделяется тепло как побочный продукт метаболизма. Все типы мышц вырабатывают тепло, но из-за большого количества скелетных мышц, присутствующих в организме, скелетные мышцы вносят наибольший вклад в выработку тепла. Выра-

ботка тепла может быть осуществлена произвольно (при движении), а также рефлекторно, при охлаждении организма, когда возникает дрожь (случайные сокращения скелетных мышц) для поддержания температуры тела.

Выделяют следующие ***свойства мышц:***

- эластичность — способность мышцы восстанавливать свою первоначальную длину после ее растяжения или сокращения. Наличие такого свойства, как эластичность, актуально для восстановления и сохранения гибкости во время выполнения физических нагрузок;

- поддержание мышечного тонуса (за счет непрерывного пассивного частичного сокращения мышц, способствующего поддержанию осанки). Мышечный тонус обеспечивает готовность к движению и поддерживает стабильность суставов;

- возбудимость — способность мышечной ткани реагировать на раздражители, которые могут быть в виде нервных импульсов или электрических сигналов. Именно возбудимость имеет решающее значение при инициировании мышечных сокращений;

- сократимость — способность мышцы сокращаться и генерировать силу, что необходимо для движения;

- мышечная усталость — свойство мышечной ткани, характеризующее снижение способности мышцы поддерживать силу или выполнять работу с течением времени.

Основное свойство мышечной ткани скелетных мышц — их сократимость, вследствие чего под влиянием нервных импульсов изменяется длина мышцы.

Основные группы скелетных мышц представлены на рис. 18.

Рис. 18. Основные группы скелетных мышц
(Источник: https://multiurok.ru)

Классификация мышц с учетом их функции представлена в табл. 2.

В мышцах присутствуют мышечные рецепторы:

1) мышечные веретена — содержатся в скелетных мышцах;

2) сухожильные органы Гольджи — в месте соединения мышц и сухожилий.

Функции мышечных веретен:

- определение изменения длины и скорости растяжения мышцы;

- активирование рефлекса растяжения, что заставляет мышцы сокращаться в ответ на быстрое растяжение, тем самым защищая их от перерастяжения.

Таблица 2

Классификация скелетных мышц в зависимости от выполняемой ими функции

Вид мышц	Функция	Примеры
Агонисты	Первичные двигатели, ответственные за инициацию определенных движений	Двуглавая мышца плеча при сгибании локтя
Антагонисты	Противодействие агонистам, что позволяет контролировать выполняемое движение и предотвращать травмирование	Трехглавая мышца плеча во время сгибания локтя (противостоит двуглавой мышце)
Стабилизаторы	Поддержание стабильности суставов во время движения	Мышцы вращательной манжеты, стабилизирующие плечевой сустав во время движений руки
Синергисты	Помогают агонистам выполнять движение	Брахиалис помогает бицепсу при сгибании локтя
Нейтрализаторы	Предотвращают нежелательные движения, противодействуя силам других мышц	Круглый пронатор нейтрализует супинацию предплечья во время сгибания бицепса

Функции сухожильных органов Гольджи:

- индикация изменений в мышечном напряжении и блокировка сокращений мышц в том случае, когда напряжение становится чрезмерным;

- предотвращение перегрузки и возможных травм мышц за счет расслаблений мышцы при приложении чрезмерной силы.

Ходьба — это высокоскоординированное движение, в котором задействованы различные мышцы и суставы. Это повторяющийся цикл, разделенный на отдельные фазы, которые обеспечивают пра-

вильный перенос тела, равновесие и толчок. Понимание фаз походки (рис. 19) помогает диагностировать отклонения, улучшать производительность и разрабатывать программы реабилитации для людей с нарушениями ходьбы.

Фаза стойки (опоры) - реализуется, когда стопа соприкасается с землей и поддерживает вес тела (составляет около 60% цикла походки)

- стадия 1 - удар пяткой (начальный контакт), при котором пятка соприкасается с землей. Задействованные мышцы: передняя большеберцовая мышца (тыльное сгибание стопы), четырехглавая мышца (стабилизирует колено).
- стадия 2 - плоская стопа (реакция на нагрузку): стопа полностью опускается на землю. Задействованные мышцы: икроножная и камбаловидная (контролируют движение вперед), средняя ягодичная мышца (стабилизирует бедро).
- стадия 3 - средняя стадия: вес тела переносится на опорную ногу. Задействованные мышцы: четырехглавые мышцы (разгибают колено), подошвенные сгибатели (поддерживают устойчивость).
- стадия 4 - отрыв пятки (конечная позиция): пятка отрывается от земли. Задействованные мышцы: икроножная и камбаловидная (двигают тело вперед).
- стадия 5 - отрыв носка (перед замахом): стопа отрывается от земли, готовяси к фазе замаха. Задействованные мышцы: длинный сгибатель большого пальца стопы и задняя большеберцовая мышца (участвуют в отталкивании).

Фаза качания - при отрыве стопы от земли и движении вперед (составляет 40% цикла походки)

- стадия 1 - начало переноса: нога ускоряется вперед. Задействованные мышцы: сгибатели бедра (поднимают бедро), подколенные сухожилия (сгибают колено).
- стадия 2 - средняя стадия переноса: стопа движется по воздуху. Задействованные мышцы: передняя большеберцовая мышца (предотвращает волочение пальцев стопы).
- стадия 3 - терминальная стадия переноса: нога готовится к удару пяткой о землю. Задействованные мышцы: подколенные сухожилия (замедляют движение ноги), квадрицепсы (подготавливают к приземлению).

Рис. 19. Фазы походки и их стадии

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите и охарактеризуйте основные элементы опорно-двигательной системы.

2. Дайте характеристику видам мышц человеческого тела. Какие мышцы участвуют в опорно-двигательной функции и почему?

3. Каково значение суставов в организме, их элементы и классификация.

4. Хрящ: понятие, функциональная роль, строение.

5. Строение костей отдельных частей осевого и добавочного скелета.

6. Каким образом и при помощи каких структур осуществляется обеспечение функционирования отдельных частей скелета? Приведите примеры.

7. Мышцы: определение, виды, свойства мышечной ткани.

8. Роль скелетных мышц в опорно-двигательной системе. Основные группы скелетных мышц и их расположение.

9. Какую вы знаете классификацию скелетных мышц?

10. Дайте определение ходьбе как процессу и охарактеризуйте фазы и стадии походки.

ТЕСТ ПО ТЕМЕ 2

1. Элементы опорно-двигательной системы (отметьте лишнее):

А. Кости

Б. Мышцы

В. Суставы

Г. Сухожилия

Д. Связки

Е. Хрящи

2. Непосредственно движение в опорно-двигательной системе реализуют:

А. Кости

Б. Мышцы

В. Сухожилия

Г. Связки

Д. Хрящи

3. Депонируют минералы, образуют структурный каркас тела и защищают жизненно важные органы:

А. Кости

Б. Мышцы

В. Суставы

Г. Сухожилия

Д. Связки

Е. Хрящи

4. Прикрепляют мышцы к костям:

А. Кости

Б. Мышцы

В. Суставы

Г. Сухожилия

Д. Связки

Е. Хрящи

5. Соединяют кости с другими костями, обеспечивая стабильность суставов и их движение в правильном диапазоне, снижая риск получения травм:

А. Кости

Б. Мышцы

В. Суставы

Г. Сухожилия

Д. Связки

Е. Хрящи

6. Уменьшают трение в суставах и действуют как амортизатор между костями во время движения:

А. Кости

Б. Мышцы

В. Суставы

Г. Сухожилия

Д. Связки

Е. Хрящи

7. Кости, поддерживающие вес тела и облегчающие движение, это:

А. Длинные кости

Б. Короткие кости

В. Плоские кости

Г. Кости сложной формы

Д. Сесамовидные кости

8. Кости, обеспечивающие обеспечивают устойчивость при движении небольшой амплитуды, позволяя равномерно распределять силу между суставами, — это:

А. Длинные кости

Б. Короткие кости

В. Плоские кости

Г. Кости сложной формы

Д. Сесамовидные кости

9. Тонкие, часто изогнуты кости, обеспечивающие защиту внутренних органов (мозг, сердце) и широкие поверхности для прикрепления мышц, участвующих в движении, это:

А. Длинные кости

Б. Короткие кости

В. Плоские кости

Г. Кости сложной формы

Д. Сесамовидные кости

10. Кости, поддерживающие поддерживают многочисленные мышечные крепления, обеспечивая стабильность для движения, защищающие нервную ткань, это:

А. Длинные кости

Б. Короткие кости

В. Плоские кости

Г. Кости сложной формы

Д. Сесамовидные кости

11. Небольшие круглые кости, встроенные в сухожилия, которые уменьшают трение и защищают сухожилия от напряжения, повышая эффективность движения, это:

А. Длинные кости

Б. Короткие кости

В. Плоские кости

Г. Кости сложной формы

Д. Сесамовидные кости

12. Хрящ входит в состав:

А. Сустава

Б. Кости

В. Сухожилия

13. Грудная клетка входит в:

А. Осевой скелет

Б. Добавочный скелет

14. Кости верхних и нижних конечностей — это:

А. Осевой скелет

Б. Добавочный скелет

15. Какие виды мышц в теле человека находятся под произвольным контролем?

А. Скелетные мышцы

Б. Гладкие мышцы

В. Сердечная мышца

ТЕМА 3. СТРОЕНИЕ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Общая длина пищеварительного (желудочно-кишечного) тракта составляет около 8–10 м. Система пищеварения включает в себя ряд органов, совместная функция которых заключается в переваривании пищи (рис. 20).

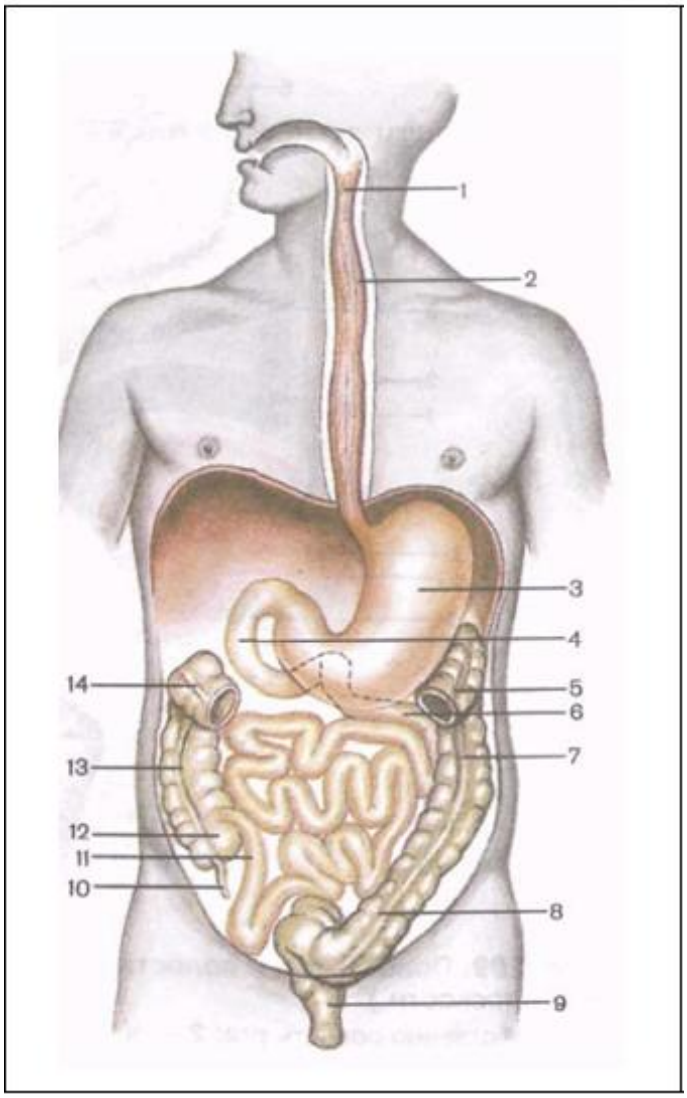


Рис. 20. Анатомия пищеварительной системы: *1* — глотка; *2* — пищевод; *3* — желудок; *4* — двенадцатиперстная кишка; *5, 14* — поперечная ободочная кишка; *6* — тощая кишка; *7* — нисходящая ободочная кишка; *8* — сигмовидная ободочная кишка; *9* — прямая кишка; *10* — червеобразный отросток; *11* — подвздошная кишка; *12* — слепая кишка; *13* — восходящая ободочная кишка

(Источник: https://multiurok.ru)

Полость рта (cavitas oris) — начальный сегмент пищеварительной системы. Губы и щеки, являясь вспомогательными элементами ротовой полости, образуют ее границы и обеспечивают удержание и поддержку пищи и слюны; кроме того, губы и щеки участвуют в звукопроизношении. Во рту при помощи языка и зубов происходит дробление и пережевывание пищи, а также смешивание ее со слюной, выделяемой в ротовую полость слюнными железами. Поверхность языка покрыта вкусовыми сосочками, при помощи которых человек способен ощущать вкус пищи; кроме того, язык участвует в проталкивании измельченной пищи из ротовой полости в глотку.

Зубы, помимо измельчения пищи, также участвуют в правильном звукопроизношении. Слюнные железы, в свою очередь, выделяя слюну в ротовую полость, помогают обрабатывать пищу в ротовой полости, расщеплять кусочки пищи, оказывают на ротовую полость смазывающее действие, что способствует более четкой, гладкой речи.

Из ротовой полости пища попадает через глотку в пищевод. *Глотка (pharynx)* представляет собой фиброзно-мышечную трубку, соединяющую рот и пищевод. Глотка является соединительным звеном между пищеварительными (пищевод и гортань) и дыхательными (носовая полость и рот) путями. У входа в глотку расположены скопления лимфоидной ткани: по средней линии глотки — в виде аденоидов, между глоточным отверстием и мягким небом — миндалины (лимфоэпителиальное кольцо Пирогова-Вальдейера). Основные функции глотки — перемещение пищи из ротовой полости в пищевод, участие в дыхании, иммунная функция.

Пищевод *(esophagus)* структурно представлен в виде длинной, вытянутой в вертикальном положении мышечной трубки. Длина пищевода составляет около 23–25 см кпереди от пищевода расположена трахея, а сбоку — общие сонные артерии и возвратные нервы. Железы внутреннего слоя пищевода выделяют секрет, способствующий скольжению пищи по пищеводу при глотании. По пищеводу пища из ротовой полости через глотку путем скоординированного непроизвольного сокращения мышц (перистальтики) перемещается в желудок.

Желудок *(ventriculus, gaster)* представляет собой мешкообразное расширение пищеварительной трубки, орган, расположенный в верхней средней области (в брюшной полости). В желудок из пищевода пережеванная пища попадает через нижний пищеводный сфинктер, препятствующий обратному ее перемещению в пищевод. Стенки желудка выделяют желудочный сок и различные ферменты, расщепляющие, переваривающие пищу. Белки расщепляются на пептиды. Мышцы желудка, сокращаясь, перемешивают пищу и образуют кашицу (химус).

Выделяют следующие 4 отдела желудка:

- *кардиальный отдел (ostium cardiacum)* — располагается вблизи от сердца, именно в кардиальный отдел пища из пищевода попадает в желудок;

- *дно желудка (fundus)* — его верхняя часть; в данном отделе скапливаются газы, вырабатываемые при переваривании пищи;

- *тело желудка (corpus ventriculus)* — отдел, в котором осуществляется большинство пищеварительных процессов. В стенках тела желудка присутствуют желудочные железы, способствующие расщеплению пищи;

- *пилорический отдел (pylorus)* — нижний отдел желудка, функция которого заключается в выбросе химуса (частично переваренной пищи) в тонкий кишечник.

Обработанная и частично переваренная под действием ферментов желудка и желудочного сока пища (химус) из желудка попадает в **тонкий кишечник** *(intestinum tenue)* — длинную трубку длиной около 3,5 м, на внутренней поверхности стенок которой находятся ворсинки, увеличивающие площадь всасывания питательных веществ. Тонкий кишечник включает 3 части:

- *двенадцатиперстная кишка* (*duodenum*) S-образной формы, длиной 25–30 см, в которой химус смешивается с желчью из печени и ферментами поджелудочной железы, способствующими расщеплению белков, жиров и углеводов;

- *тощая кишка* (*jejunum*) — средний отдел тонкого кишечника, составляет по своим размерам 2/5 части тонкого кишечника; в тощей кишке осуществляются процессы всасывания питательных веществ в кровоток;

- *подвздошная кишка* (*ileum*) — конечный отдел тонкого кишечника (3/5 части тонкого кишечника), в котором всасываются питательные веществ, включая желчные соли и витамин B_{12}.

В тонком кишечнике всасываются белки, углеводы, аминокислоты, глицерин.

Из тонкого кишечника остатки пищи попадают в толстую кишку, в которой происходит формирование каловых масс и осуществляется обратное всасывание воды, минеральных солей и питательных веществ. **Толстая кишка** *(Intestinum crassum)* не содержит ворсинок, имеет длину от 1 до 1,5 м и подразделяется на 3 части:

- *слепая кишка (caecum)* — мешкообразная структура размером в вертикальном положении около 6 см и в поперечном — 7–7,5 см, включающая также червеобразный отросток (а*ппендикс (appendix vermiformis)*). В слепой кишке присутствуют микроорганизмы. В свою очередь, червеобразный отросток предположительно участвует в осуществлении иммунной функции (лимфопоэзе и иммуногенезе): его слизистая богата лимфоидной тканью;

- *ободочная кишка (colon)* — средняя, наиболее длинная часть толстого кишечника, включает восходящую ободочную кишку, нисходящую ободочную кишку и сигмовидную ободочную кишку; в ободочной кишке происходят всасывание воды и формирование каловых масс;

- *прямая кишка (rectum)* — конечная часть толстой кишки, расположенная перед анусом. В прямой кишке каловые массы находятся до момента опорожнения через анус во время акта дефекации.

Печень *(hepar)* — самая крупная железа организма (от 20 до 30 см в длину и от 10 до 21 см в ширину), расположенная в правом подреберье. Печень имеет правую и левую доли, диафрагмальную и висцеральную поверхности.

Желчный пузырь *(vesika biliaris)* — орган грушевидной формы (длина 8–12 см, ширина 4–5 см), расположенный на висцеральной поверхности печени, в котором накапливается и концентрируется желчь.

Поджелудочная железа *(pancreas)* — расположена позади желудка в заднебрюшинном пространстве, состоит из 2 частей: эндокринной и экзокринной. Поджелудочная железа имеет дольковое строение (ацинусы), она вырабатывает панкреатический сок, поступающий в просвет двенадцатиперстной кишки, а также гормоны, регулирующие углеводный и жировой обмен (инсулин, глюкагон).

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите отделы пищеварительной системы, обозначьте их функции.
2. Охарактеризуйте анатомические особенности ротовой полости, глотки, пищевода, желудка, тонкого и толстого кишечника, прямой кишки.
3. Сформулируйте значение пищеварительной системы для живого организма и возможные последствия нарушения ее деятельности.

ТЕСТ ПО ТЕМЕ 3

1. Назовите вспомогательный орган пищеварительного тракта:

А. Пищевод

Б. Губы

В. Глотка

2. Функции пищеварительного тракта:

А. Измельчение пищи

Б. Пищеварение

В. Всасывание

Г. Выделение

Д. Все ответы верны

3. Процесс перистальтики осуществляется в:

А. Ротовой полости

Б. Пищеводе

В. Желудке

4. Химус образуется в:

А. Ротовой полости

Б. Пищеводе

В. Желудке

Г. Тонком кишечнике

Д. Толстом кишечнике

5. Ворсинки на внутренней стенке, способствующие увеличению площади всасывания пищи, находятся в:

А. Ротовой полости

Б. Пищеводе

В. Желудке

Г. Тонком кишечнике

Д. Толстом кишечнике

6. Витамин B_{12} всасывается в:

А. Двенадцатиперстной кишке

Б. Тощей кишке

В. Подвздошной кишке

Г. Толстой кишке

7. Укажите, какой орган не участвует в измельчении пищи:

А. Зубы

Б. Пищевод

В. Желудок

8. Основные процессы всасывания питательных веществ происходят в:

А. Двенадцатиперстной кишке

Б. Тощей кишке

В. Подвздошной кишке

Г. Слепой кишке

9. Какой отдел не относится к тонкому кишечнику?

А. Двенадцатиперстная кишка

Б. Тощая кишка.

В. Подвздошная кишка

Г. Слепая кишка

10. Общая длина пищеварительного тракта составляет:

А. Около 3,5 м

Б. 8–10 м

В. 15–20 м

ТЕМА 4. СТРОЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Органы, образующие дыхательную систему, выполняют 2 основные функции:

1) дыхательная (газообменная) функция: легкие *(pulmones)*;

2) воздухопроводящая функция: полость носа *(cavitas nasi)*, гортань *(larynx)*, трахея *(trachea)*, бронхи *(bronchi)*.

Также дыхательная система выполняет нереспираторные функции: голосообразование в гортани и создание резонанса в носовой полости, а также образование биологически активных веществ в эпителии бронхов (рис. 21).

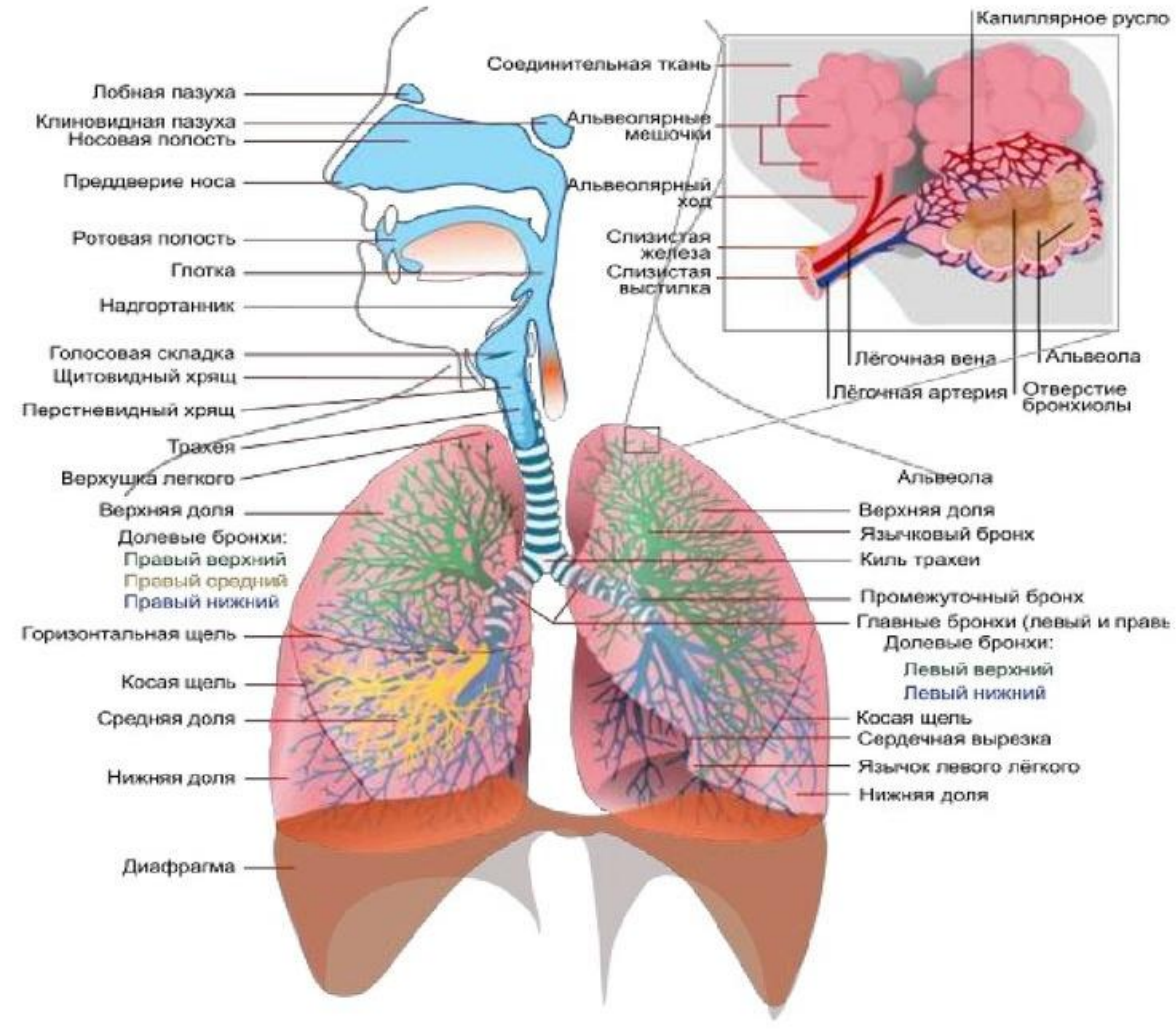


Рис. 21. Анатомия органов дыхания

(Источник: kasheloff.ru)

Органы дыхательной системы образуют непрерывную систему проходов, называемую дыхательными путями, через которые воздух поступает в организм и выходит из него. Дыхательные пути имеют два основных отдела: верхние дыхательные пути и нижние дыхательные пути.

Верхние дыхательные пути (носовая полость, носоглотка, ротоглотка) обеспечивают путь для движения воздуха между внешней атмосферой и легкими. Они также очищают, увлажняют и согревают поступающий воздух. В этих органах не происходит газообмена. Рефлексы кашля и чихания, совместно с наличием лимфоидных структур (глоточное кольцо) и бронхоассоциированной лимфоидной ткани также обеспечивают защитную функцию.

Полость носа (cavum nasi) разделяется носовой перегородкой на правую и левую половины и открывается спереди на лице ноздрями, а сзади через хоаны сообщается с носоглоткой. Полость носа имеет обонятельную и дыхательную области. Волосы в носу и слизь, вырабатываемая слизистой оболочкой, помогают задерживать более крупные инородные частицы в воздухе, прежде чем они попадут глубже в дыхательные пути. В дополнение к своим дыхательным функциям носовая полость также содержит хеморецепторы, необходимые для обоняния и реализующие возможность восприятия вкуса.

Глотка (pharynx) представляет собой проход для дыхательного и пищеварительного тракта. Глотка имеет двойную функцию — через нее проходят как воздух, так и пища (или другие проглоченные вещества), поэтому она является частью как дыхательной, так и пищеварительной системы. Воздух проходит из носовой полости через глотку в гортань (а также в обратном направлении). Пища проходит изо рта через глотку в пищевод.

Гортань (larynx) расположена ниже глотки у корня языка, содержит голосовые связки. Мышцы в гортани сводят голосовые связки, чтобы обеспечить возможность производить вокальные звуки. Последние мышцы также контролируют высоту звуков и помогают

контролировать их громкость. Голосовая щель — отверстие между голосовыми связками — играет важную роль в кашле.

Надгортанник (epiglottis), в свою очередь, представляющий собой листовидную эластичную структуру в верхней части гортани, предотвращает попадание пищи в трахеобронхиальное дерево, закрывая голосовую щель во время глотания.

Нижние дыхательные пути:

- *трахея (trachea)* — полый трубчатый орган, расположенный спереди от пищевода, разветвляется на правый и левый главные бронхи. Это наиболее широкий проход дыхательных путей, шириной около 2,5 см и длиной 10-15 см. Он образован кольцами хрящей, которые делают его относительно прочным и упругим. Трахея соединяет гортань с легкими для прохождения воздуха через дыхательные пути;

- *правый и левый главные бронхи (bronchi principals dexter et sinister)* — образуются путем деления трахеи и делятся на вторичные (долевые) бронхи. Правый бронх шире, короче и прямее левого. Выстланы реснитчатым эпителием, продвигающим слизь вверх и от нижних дыхательных путей к трахее, где она может быть выведена наружу при кашле. Бронхи переносят воздух между трахеей и легкими. Каждый бронх разветвляется на более мелкие, вторичные бронхи; а вторичные бронхи разветвляются на еще более мелкие третичные бронхи. Самые маленькие бронхи разветвляются на очень маленькие трубочки, называемые бронхиолами. Самые маленькие бронхиолы заканчиваются альвеолярными протоками, которые заканчиваются скоплениями крошечных воздушных мешочков, называемых *альвеолами (alveolus)*, в легких;

- *бронхиолы (bronchioles)* — ответвляются от вторичных бронхов и подразделяются на небольшие конечные и респираторные бронхиолы. Бронхиолы не содержат хрящей и зависят от эластичной тяги легкого для проходимости. Конечные бронхиолы не содержат ресничек и не участвуют в газообмене;

- *альвеолярные протоки* и *альвеолы (alveolares ductus et alveoli)* — ответвляются от дыхательных бронхиол. Альвеолярные мешочки, которые поднимаются из протоков, содержат скопления альвеол, которые являются основными единицами газообмена. Альвеолы составляют основную часть легких и образуют миллионы похожих на виноград скоплений воздушных мешочков, предназначенных для обмена газами с капиллярами сердечно-сосудистой системы;

- *легкие (pulmo)* — самые большие органы дыхательных путей. Легкие расположены в плевральной полости грудной клетки и окружены двумя тонкими мембранами, называемыми плеврой, которые выделяют жидкость, позволяющую легким свободно перемещаться в плевральной полости. Это необходимо для того, чтобы легкие могли расширяться и сжиматься во время дыхания. Простираются от ключицы до диафрагмы. Правое легкое разделено на три доли и больше левого легкого. Левое легкое разделено на две доли и более узкое, чтобы вместить сердце. Дыхательные мышцы иннервируются диафрагмальным нервом, блуждающим нервом и грудными нервами. Париетальная плевра выстилает грудную полость. Висцеральная плевра покрывает поверхности легких.

Легочная ткань в основном состоит из альвеол. Два легких могут содержать до 700 миллионов альвеол, обеспечивая огромную общую площадь поверхности для газообмена. Кислород из воздуха внутри альвеол поглощается кровью посредством диффузии в сетчатой сети крошечных капилляров, которая окружает каждую альвеолу. Кровь в этих капиллярах также выделяет углекислый газ (также посредством диффузии) в воздух внутри альвеол.

Легкие получают кровь из двух основных источников. Они получают *дезоксигенированную кровь* из правой стороны сердца. Эта кровь поглощает кислород в легких и переносит его обратно в левую сторону сердца, чтобы перекачивать его в клетки по всему телу. Легкие также получают *оксигенированную кровь* из сердца, которое обеспечивает клетки легких кислородом для клеточного дыхания.

Количество кислорода и углекислого газа в крови должно поддерживаться в ограниченном диапазоне для выживания организма. Клетки не могут долго выживать без кислорода, и если в крови слишком много углекислого газа, кровь становится опасно кислой (pH слишком низкий). И наоборот, если в крови слишком мало углекислого газа, кровь становится слишком щелочной (pH слишком высокий). Дыхательная система работает рука об руку с нервной и сердечно-сосудистой системами для поддержания гомеостаза газов крови и pH.

Именно уровень углекислого газа, а не уровень кислорода, наиболее тщательно контролируется для поддержания гомеостаза газов крови и pH. Уровень углекислого газа в крови определяется клетками мозга, которые ускоряют или замедляют дыхание через автономную нервную систему.

Дыхательная система также тесно сотрудничает с сердечно-сосудистой системой для поддержания гомеостаза. Дыхательная система обменивается газами с внешним воздухом, но ей нужна сердечно-сосудистая система для переноса их в клетки тела и из них. Кислород поглощается кровью в легких, а затем транспортируется через обширную сеть кровеносных сосудов к клеткам по всему телу, где он необходим для аэробного клеточного дыхания. Эта же система поглощает углекислый газ из клеток и переносит его в дыхательную систему для удаления из тела.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите функции дыхательной системы и анатомические структуры, их обеспечивающие.
2. Верхние и нижние дыхательные пути: определение, анатомические структуры и их функции.

ТЕСТ ПО ТЕМЕ 4

1. Функция бронхов:

А. Дыхательная

Б. Воздухопроводящая

2. Функция легких:

А. Дыхательная

Б. Воздухопроводящая

3. Верхние дыхательные пути (отметьте лишнее):

А. Нос

Б. Носоглотка

В. Гортань

Г. Ротоглотка

4. Нижние дыхательные пути (отметьте лишнее):

А. Ротоглотка

Б. Гортань

В. Бронхи

Г. Трахея

5. Функции верхних дыхательных путей (отметьте лишнее):

А. Движение воздуха

Б. Очищение и согревание воздуха

В. Увлажнение воздуха

Г. Газообмен

Д. Защитная функция

6. В чем заключается защитная функция верхних дыхательных путей (отметьте лишнее)?

А. Реализация рефлексов чихания и кашля

Б. Реализация дыхательного рефлекса

В. Наличие лимфоидных структур

7. Хеморецепторы находятся в:

А. Носовой полости

Б. Глотке

В. Гортани

Д. Трахее

8. Наиболее широкий проход дыхательный путей — это:

А. Гортань

Б. Трахея

В. Бронхи

9. Какой из бронхов относительно шире, короче и прямее?

А. Правый

Б. Левый

10. Не участвуют в газообмене:

А. Альвеолы

Б. Бронхиолы

11. Основные единицы газообмена:

А. Альвеолы

Б. Бронхиолы

В. Альвеолярные мешочки

12. Утверждение, что правое легкое имеет 3 доли, а левое легкое — только 2 доли:

А. Верно

Б. Неверно

13. Уровень какого газа является критичным при поддержании гомеостаза газов в крови и pH?

А. Уровень кислорода

Б. Уровень углекислого газа

В. Уровень азота

14. Какая система организма совместно с дыхательной системой напрямую реализует функцию поддержания гомеостаза?

А. Пищеварительная система

Б. Сердечно-сосудистая система

В. Выделительная система

ТЕМА 5. СТРОЕНИЕ КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМЫ

Кровеносная система *(systema circulatorium)* представлена:

- сердцем — центральным органом кровеносной системы, перемещающим кровь по кровеносным сосудам;
- кровеносными сосудами (артерии, вены, капилляры), по которым кровь перемещается от сердца к органам и тканям и обратно;
- лимфатической системой.

Сердце (cor) расположено в грудной полости между легкими и за грудиной. Оно разделено на 4 камеры: 2 предсердия и 2 желудочка (рис. 22).

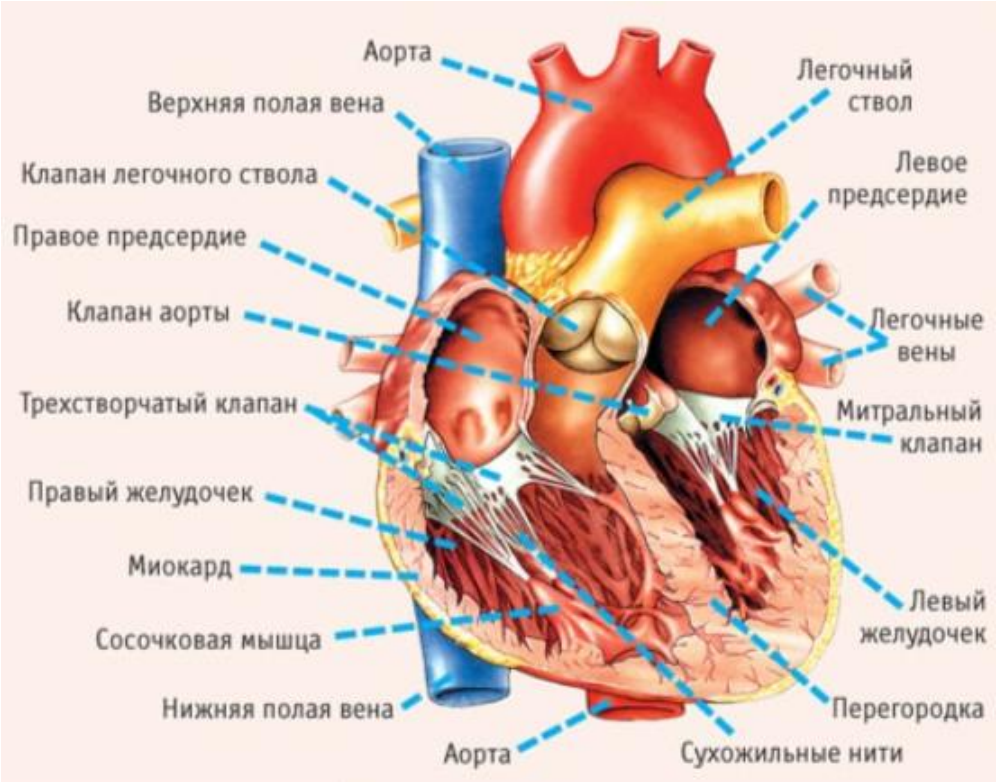


Рис. 22. Строение сердца человека
(Источник: https://api-clinic.ru/)

Основная функция сердца — перекачивать кровь по всему телу. Этот процесс включает два основных цикла:

1. **Легочный кровоток (малый круг кровообращения):** правая часть сердца перекачивает обедненную кислородом кровь в легкие, где она насыщается кислородом и выделяет углекислый газ.

2. **Большой круг кровообращения:** левая часть сердца перекачивает насыщенную кислородом кровь в остальные части тела, доставляя кислород и питательные вещества к тканям и органам.

Строение кровеносной системы схематически изображено на рис. 23.

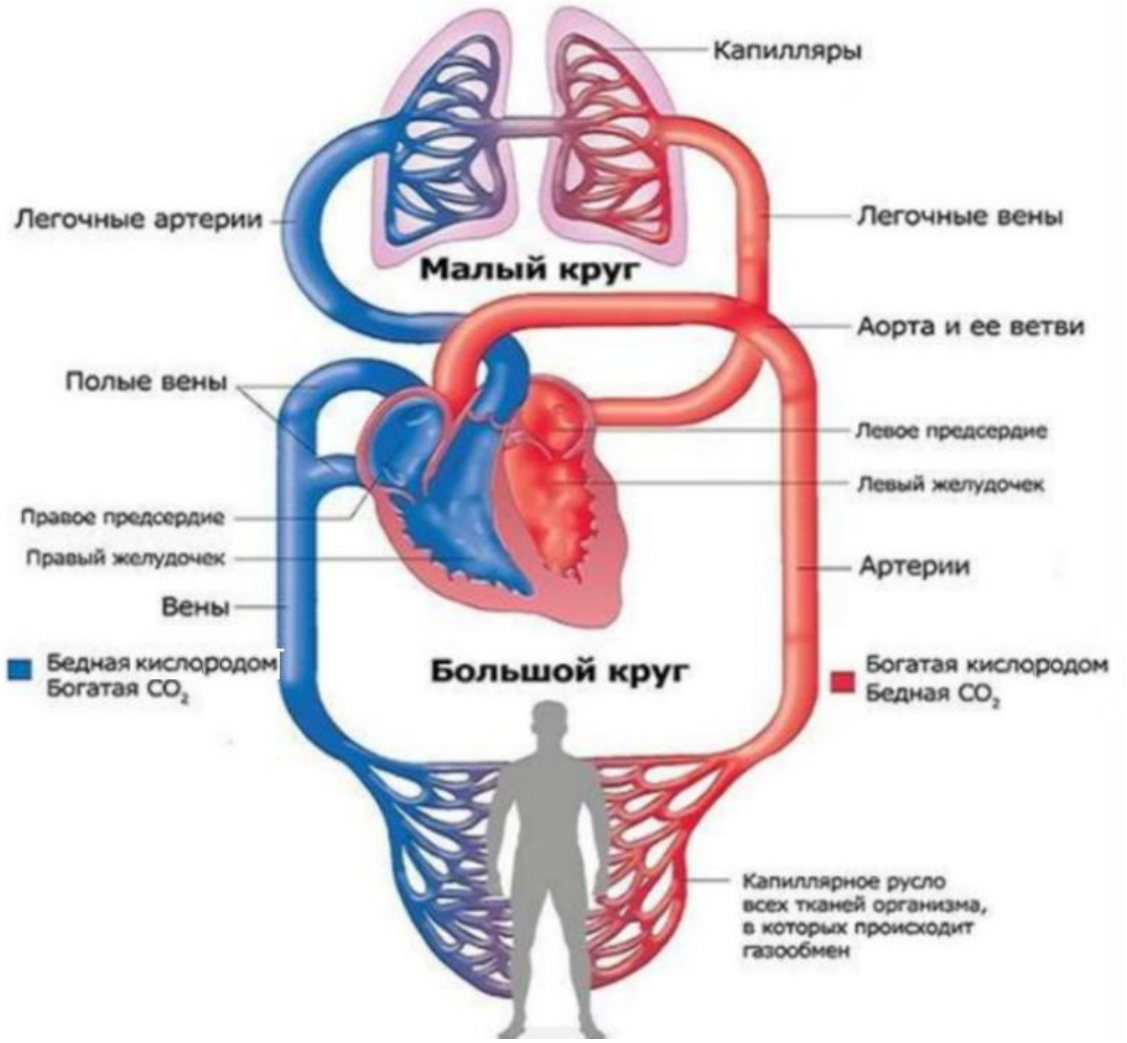


Рис. 23. Строение большого и малого кругов
кровообращения кровеносной системы
(Источник: https://kasheloff.ru)

Ритмичные сокращения сердца контролируются электрическими сигналами, генерируемыми синоатриальным узлом, также известным как естественный водитель ритма сердца. Эти сигналы проходят через атриовентрикулярный узел и по проводящим путям (пучок волокон Гиса и Пуркинье), заставляя сердце сокращаться скоординиро-

ванно. Клапаны сердца обеспечивают односторонний поток крови, что обеспечивает эффективность кровообращения.

Артерии (arteriae) переносят насыщенную кислородом кровь от сердца к органам и тканям. Благодаря тому, что стенки артерий наиболее толстые и эластичные, артерии способны поддерживать высокое кровяное давление и обеспечивать эффективный кровоток. Аорта, самая крупная артерия, отходит от сердца и разветвляется на более мелкие артерии, которые затем делятся на артериолы и капилляры. Скорость движения крови в аорте составляет 50 см/сек., в артериях — 6–13 м/сек.

Вены (venae) обеспечивают отток крови от органов к сердцу. Их стенки тоньше, чем стенки артерий, и менее эластичны. Вены берут начало от мелких разветвленных венул, берущих начало от мелких капилляров. Венулы, в свою очередь, собираются в более крупные сосуды, которые в итоге образуют крупные магистральные вены.

Капилляры (capillarium) — самые мелкие кровеносные сосуды с тонкими стенками, они соединяют артерии с венами. Они обеспечивают клетки и ткани питательными веществами и кислородом путем их диффузии через тонкие капиллярные стенки. Скорость движения крови в капиллярах — 0,07 см/сек.

Кровеносная, или сердечно-сосудистая, система (рис. 24) играет решающую роль в поддержании гомеостаза и общего здоровья организма.

Лимфатическая система *(lymphaticis system)* (рис. 24) представляет собой сеть сосудов и органов, регулирующую количество жидкости в организме и защищающую его от инфекций.

Лимфа (lympha) — прозрачная желтоватая жидкость, образуемая в результате фильтрации плазмы, содержит растворенные в воде белки, липиды, глюкозу, ионы. Лимфа движется от тканей через более крупные лимфатические сосуды, проходя через лимфоидные органы (тимус, костный мозг, селезенка, миндалины, червеобразный

отросток, лимфатические узлы), заполненные иммунными клетками (лимфоциты, плазмоциты, макрофаги), до своей конечной точки — кровотока.

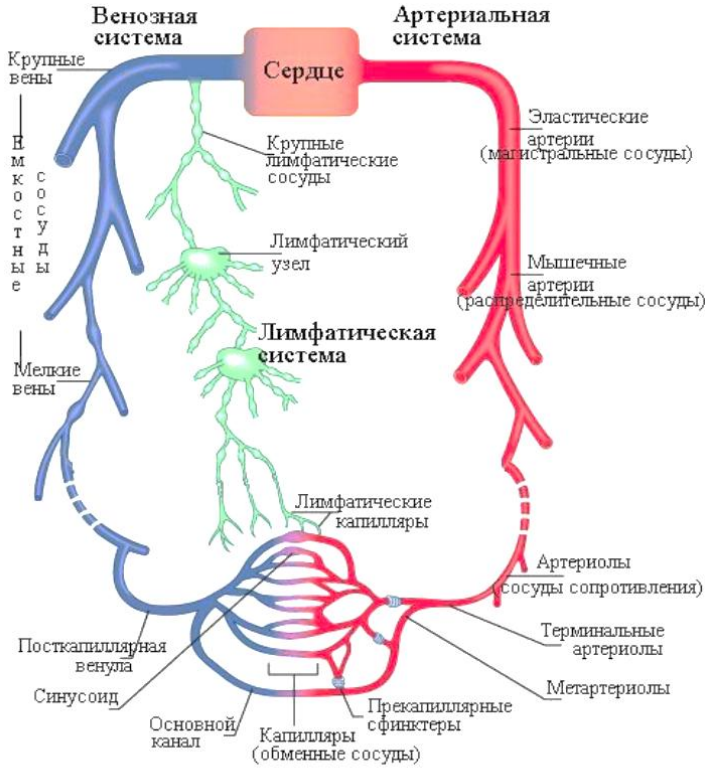


Рис. 24. Кровеносная и лимфатическая системы
(Источник: https://kasheloff.ru)

Движение от «корней» лимфатической системы к грудному протоку является однонаправленным. Скорость тока лимфы по сосудам составляет около 0,5 см/сек.

Важнейший элемент лимфатической системы — *лимфатический узел (nodus lymphaticus)*. Строение лимфатического узла включает капсулу, корковое вещество, мозговое вещество, синусы (корковые и мозговые), афферентные сосуды, и представлено на рис. 25.

Рис. 25. Строение лимфатического узла
(Источник: https://www.ayna-spb.ru/actual/lymphdrainage/nodi-lymphatici/)

Выделяют следующие общие ***функции лимфатической системы:***

- кроветворная функция (доставка в кровеносное русло лимфоцитов);

- транспортная функция: транспорт воды и растворенных в ней веществ (неорганической и органической природы из интерстициального пространства);

- поддержание водного гомеостаза;

- дренажно-детоксикационная функция (всасывание избытка воды, белков, жиров, углеводов, а также токсинов, микроорганизмов, электролитов, ферментов);

- осуществление иммунного надзора (иммунологическая функция): в корковом веществе лимфоузлов находятся лимфоциты, поступающие сюда из крови, тимуса. Т-лимфоциты участвуют в реакциях клеточного иммунитета, а В-лимфоциты — гуморального иммунитета;

- барьерно-фильтрационная функция: фильтр микроорганизмов, токсинов, клеточных элементов, инородных частиц. Функция реализуется за счет системы лимфатических узлов, фагоцитарной активности макрофагов, ретикулярных клеток;

- депонирующая функция: депо лимфы, витаминов, участие в перераспределении жидкости между лимфой и кровью.

Функции сердечно-сосудистой системы:

1. Транспортировка питательных веществ (глюкоза, аминокислоты, витамины, минералы) и кислорода к клеткам и тканям организма.

2. Выведение из клеток и тканей организма отходов (углекислый газ, мочевина), образующихся в результате клеточного метаболизма, через легкие и почки.

3. Регулирование температуры тела: при повышении температуры тела кровеносные сосуды расширяются, облегчая рассеивание тепла через кожу. В более холодных условиях, наоборот, для предотвращения чрезмерной потери тепла кровеносные сосуды тела сужаются. Кроме того, при помощи кровеносной системы возможно распределение тепла в организме? Кровь переносит тепло, выработанное в результате процессов метаболизма, из более теплых участков тела к более холодным, что обеспечивает равномерное распределение тепла по всему телу и предотвращает чрезмерный перегрев или охлаждение.

4. Распределение гормонов в органах и тканях организма путем переноса их по кровеносному руслу от мест выработки к органам и тканям-мишеням (регулирование процессов роста и развития, адаптации и реакции на стрессовые воздействия).

5. Поддержка иммунной системы организма за счет переноса по кровеносному руслу лейкоцитов и антител.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите элементы кровеносной системы, дайте их характеристику.
2. Каково строение сердца?
3. Раскройте функционирование и строение кровеносной системы.
4. Раскройте функционирование и строение лимфатической системы.
5. Сравните функции и анатомические особенности кровеносной и лимфатической систем.

ТЕСТ ПО ТЕМЕ 5

1. Центральный орган кровеносной системы:

А. Сердце

Б. Аорта

В. Артерии

Г. Лимфатическая система

2. Малый круг кровообращения — это:

А. Перекачивание крови через легкие

Б. Перекачивание крови в различные части тела

3. Большой круг кровообращения — это:

А. Перекачивание крови через легкие

Б. Перекачивание крови в различные части тела

4. Функция клапанов сердца:

А. Перекачивание крови

Б. Генерация синоатриального и атриовентрикулярного узлов

В. Обеспечение одностороннего тока крови

5. Двустворчатый клапан расположен:

А. Между левым предсердием и левым желудочком

Б. Между правым предсердием и правым желудочком

6. Трехстворчатый клапан расположен:

А. Между левым предсердием и левым желудочком

Б. Между правым предсердием и правым желудочком

7. Из легких кровь поступает в:

А. Правое предсердие

Б. Левое предсердие

8. Максимальная скорость движения крови регистрируется в:

А. Артериях

Б. Венах

В. Капиллярах

9. Минимальная скорость движения крови регистрируется в:

А. Артериях

Б. Венах

В. Капиллярах

10. Сходство между кровеносной и лимфатической системами:

А. Закрытая система

Б. Наличие сосудов различного диаметра

В. поддержание гомеостаза

11. Регулирование температуры тела осуществляется при помощи:

А. Кровеносной системы

Б. Лимфатической системы

12. Дренажно-детоксикационная функция осуществляется при помощи:

А. Кровеносной системы

Б. Лимфатической системы

13. Осуществление иммунного надзора реализуется:

А. Кровеносной системой

Б. Лимфатической системой

ТЕМА 6. СТРОЕНИЕ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Функция мочевыделительной системы *(systema urinarium)* заключается в фильтрации крови и создании мочи как побочного продукта отходов. Основная цель функционирования мочевыделительной системы — обеспечение оптимального состава внутренней среды и нормальной жизнедеятельности организма.

Органы мочевой системы включают две почки, два мочеточника, мочевой пузырь и уретру (рис. 26).

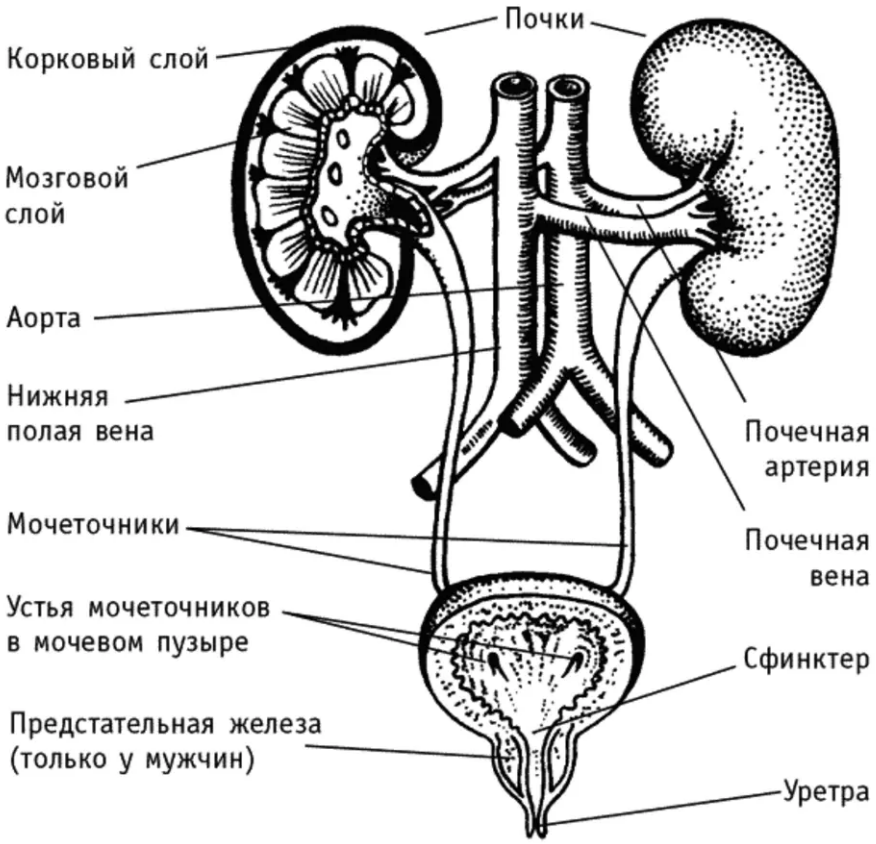
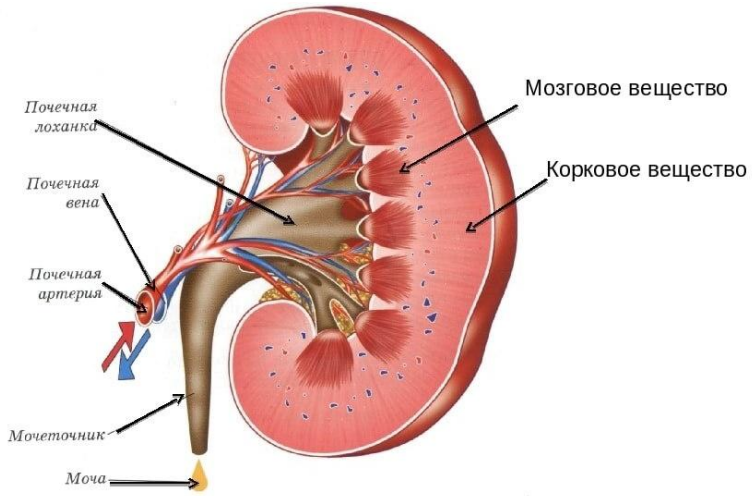


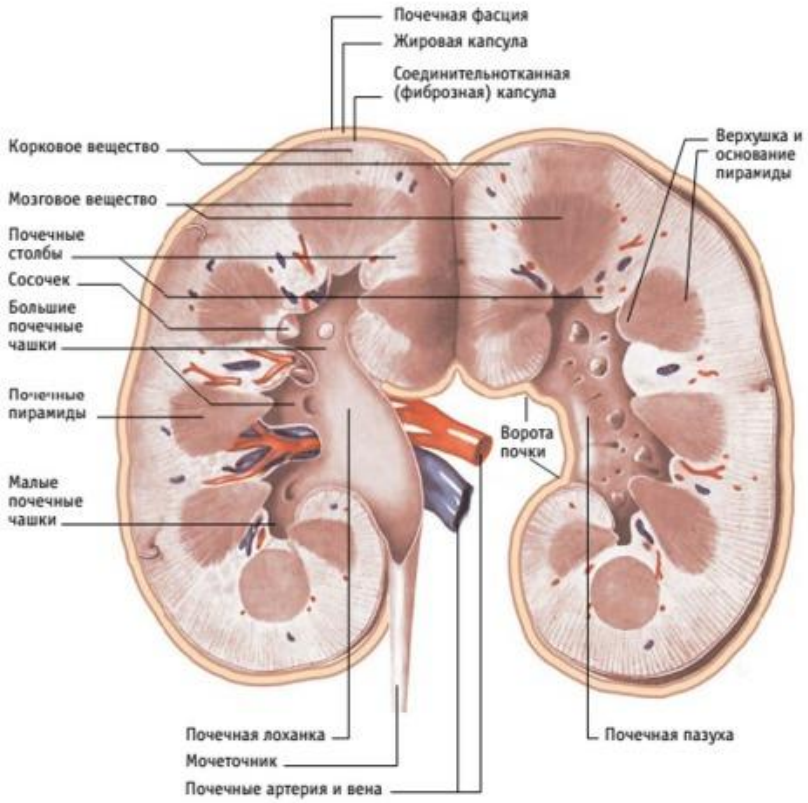
Рис. 26. Анатомия мочевыделительной системы
(Источник: https://kasheloff.ru)

Почки *(renes)* — это твердые парные органы в форме бобов (рис. 27). Расположены почки под ребрами ближе к середине спины. Правая почка расположена немного ниже левой. Каждая из них имеет

длину около 11 см, ширину 6 см, толщину 3 см. Каждая почка имеет латеральную выпуклую и медиальную вогнутую границу. Средний вес составляет 150 г у мужчин и 135 г у женщин.



А



Б

Рис. 27. Строение почки (А) и ее оболочек (Б)
(Источник: studfile.net)

Функции почек:

- выводят отходы и лекарства из организма;

- регуляция водного баланса и объема внеклеточной и внутриклеточной жидкости, регуляция объема крови в кровеносных сосудах;

- поддержание pH и осмотического давления внутренней среды организма;

- регуляция артериального давления, метаболизма белков, липидов и углеводов;

- контролируют выработку эритроцитов;

- активное участие в поддержании гомеостаза — постоянства внутренней среды организма.

Почки имеют следующие ***оболочки*** (рис. 27):

1. Фиброзная капсула: окружает почку и плотно прилегает к ее внешней поверхности.

2. Жировая капсула (околопочечный жир) покрывает фиброзную капсулу.

3. Почечная фасция — соединительная ткань, охватывающая почки и надпочечники, фиксирующая почку в определенном анатомическом положении.

Структурно-функциональной единицей почки является **нефрон (**рис. 28).

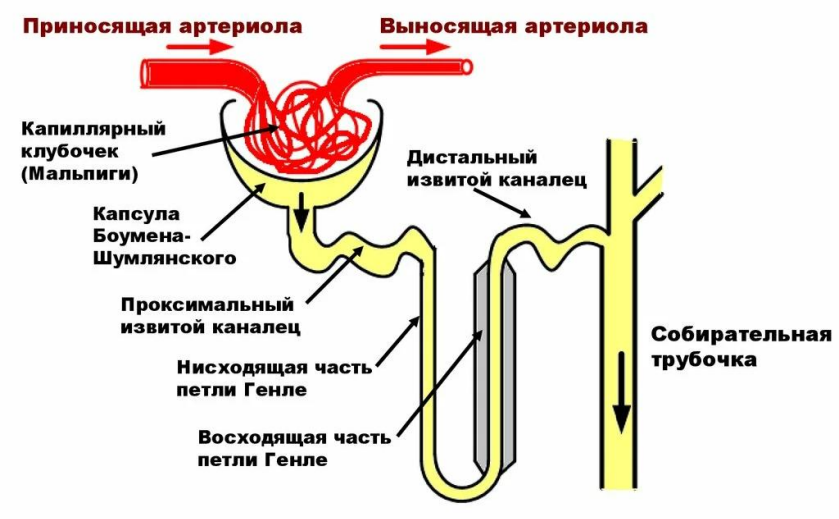


Рис. 28. Строение нефрона

(Источник: studfile.net)

Нефрон *(nephron)* состоит из следующих элементов:

1. Почечное тельце, состоит из двух частей (клубочек, капсула Боумена).

2. Проксимальный извитой каналец.

3. Петля Генле.

4. Дистальный извитой каналец.

Канальцевая реабсорбция представляет собой транспорт воды и растворенных в ней веществ из просвета канальцев нефрона в интерстициальное (межклеточное) пространство, откуда затем эти вещества поступают обратно в кровь. Помимо реабсорбции, присутствует процесс фильтрации и секреции. Благодаря процессу канальцевой реабсорбции предотвращается избыточная потеря организмом жизненно важных веществ.

Канальцевая реабсорбция включает как активные, так и пассивные механизмы. Путем активного транспорта (с затратой энергии, получаемой путем гидролиза АТФ) реабсорбируются соли натрия, глюкоза, аминокислоты.

Вода всегда реабсорбируется пассивным транспортом, за счет процессов осмоса (рис. 29).

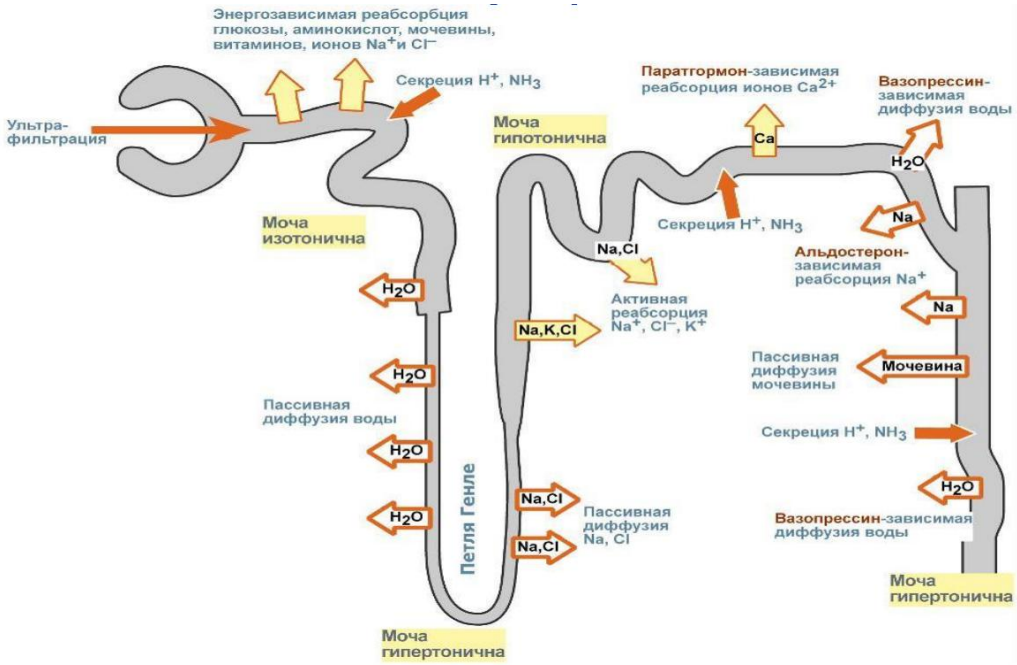


Рис. 29. Локализация реабсорбции и секреции веществ в почечных канальцах

(Источник: studfile.net)

Надпочечники *(glandulae suprarenales)* — это небольшие железы, расположенные на верхней части каждой почки. Они вырабатывают основные гормоны, включая половые гормоны и кортизол.

Мочеточники *(ureter)* **—** тонкие трубки небольшого диаметра (длина 25–30 см, диаметр 6 мм), основная функция которых заключается в перемещении мочи, образовавшейся в почках, в мочевой пузырь.

Мочевой пузырь *(vesica urinaria)* — это гладкий, сжимающийся мышечный мешок, который временно хранит мочу. В мочевом пузыре видны три отверстия — два отверстия мочеточника и одно отверстие уретры, которые дренируют мочевой пузырь.

У мужчин предстательная железа окружает шейку мочевого пузыря, где она впадает в уретру. Пустой мочевой пузырь имеет длину 5–7,5 см, тогда как полный мочевой пузырь имеет длину около 12,5 см и вмещает около 500 мл мочи, но он способен удерживать более чем в два раза больше (1 500 мл). Это резервуар для мочи, полученной из почек.

Две кольцевые мышцы-сфинктера помогают предотвратить утечку мочи, плотно смыкаясь, как резинка, вокруг отверстия мочевого пузыря.

Уретра *(urethra)* — это канал, по которому моча из мочевого пузыря выводится наружу. Она отличается в зависимости от пола. Женская уретра короткая, длиной 4 см, в то время как у мужчин она составляет примерно 15–25 см у взрослых. Уретру окружает внешний, или уретральный сфинктер.

Мужская уретра — это канал, состоящий из трех частей:

1. Простатическая (предстательная) часть — самая широкая, проходит от основания предстательной железы к ее верхушке.

2. Перепончатая (мембранозная) часть — самый короткий, малорастяжимый участок уретры.

3. Пенильная (висячая) часть — наиболее длинная, узкая часть уретры, представлена кавернозными и губчатым телом часть.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение мочевыделительной системы, ее структурным элементам.

2. Какое строение имеет почка, каковы выполняемые ею функции?

3. Расскажите про строение структурно-функциональной единицы почки.

4. Опишите строение и функциональную деятельность надпочечников, мочеточников, мочевого пузыря, уретры.

5. Какую роль выполняет мочевыделительная система в функционировании живого организма?

ТЕСТ ПО ТЕМЕ 6

1. Укажите непарный орган мочевыделительной системы.

А. Почка

Б. Мочеточник

В. Мочевой пузырь

2. Отметьте, какая из почек расположена ниже другой:

А. Правая

Б. Левая

3. Какой из органов мочевыделительной системы не имеет сфинктер:

А. Мочеточник

Б. Мочевой пузырь

В. Уретра

4. Структурно-функциональная единица почки — это:

А. Нефрон

Б. Петля Генле

В. Мозговое вещество

5. Какая из оболочек почки фиксирует почку:

А. Фиброзная капсула

Б. Жировая Капсула

3. Почечная фасция

6. Глюкоза, соли натрия, аминокислоты и фосфаты подвержены:

А. Активной реабсорбции

Б. Пассивной реабсорбции

7. Вода, хлориды, мочевина подвержены:

А. Активной реабсорбции

Б. Пассивной реабсорбции

8. Половые гормоны и кортизол вырабатывают:

А. Почки

Б. Надпочечники

В. Мочеточники

Г. Уретра

9. Перенос мочи из почек в мочевой пузырь осуществляют:

А. Почки

Б. Надпочечники

В. Мочеточники

Г. Уретра

10. Какая из структур мочевыделительной системы у мужчин длиннее, чем у женщин?

А. Мочеточники

Б. Уретра

В. Мочевой пузырь

ТЕМА 7. СТРОЕНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Живые организмы обладают механизмами быстрого поддержания гомеостатического состояния, которые постоянно реагируют на внешние и внутренние изменения окружающей среды. В это время включается нервный контроль как крайне ранняя система реакций, а кроме того добавляется гормональный контроль, который несколько медленный, но обладает определенностью и специфичностью, и полный биологический контроль в целом (рис. 30).

Рис. 30. Классификация нервной системы человека

Центральная нервная система (ЦНС) включает головной и спинной мозг, расположенные соответственно в полости черепа и позвоночного столба. Нервные клетки (нейроны) головного и спинного мозга образуют нервные центры, получающие информацию, обрабатывающие ее и регулирующие деятельность органов и систем организма.

Периферическая нервная система (ПНС) включает нервы, нервные узлы и нервные окончания. ПНС регулирует обмен веществ, работу внутренних органов и желез, а также деятельность гладкой мускулатуры внутренних органов и сосудов.

7.1. ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

ЦНС подразделяется на головной и спинной мозг.

Головной мозг *(cerebrum)* (рис. 31) содержит кору — серое вещество, покрывающее поверхность мозга, и белое вещество, расположенное внутри него, в котором размещаются ядра серого вещества. Головной мозг расположен в *черепе (cranium*) и состоит из 2 полушарий, соединенных между собой мозолистым телом, обеспечивающим связь между полушариями и их деятельностью.

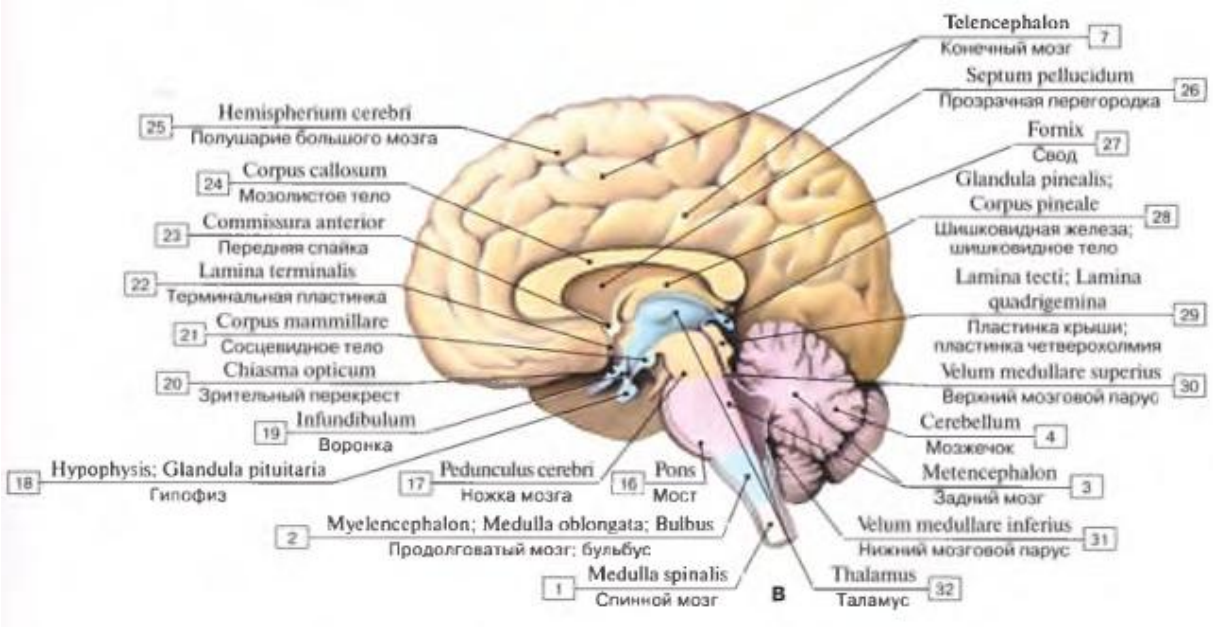


Рис. 31. Строение головного мозга
(Источник: maximed.su)

Кора головного мозга (cortex cerebri) — это тонкая, обширная область морщинистого серого вещества отвечает за высшие функции нервной системы. *Извилина* — это гребень одной из этих морщин, а *борозда* — это углубление между двумя извилинами. Обширная складчатость в коре головного мозга увеличивает количество серого вещества в полости черепа и позволяет большему его количеству помещаться в этом ограниченном пространстве. Рисунок этих складок ткани указывает на определенные области коры головного мозга (рис. 32).

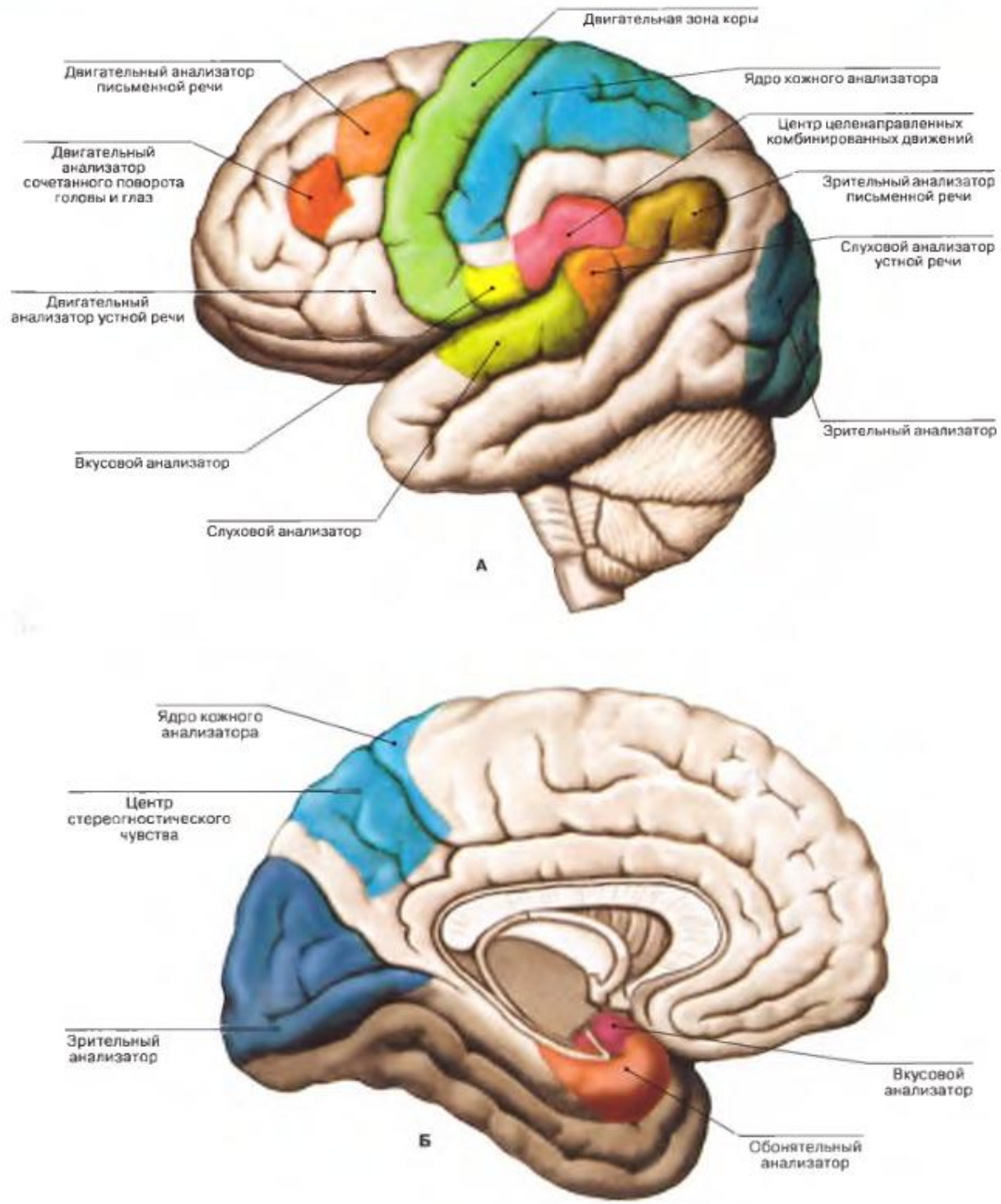


Рис. 32. Локализация функций в коре полушарий головного мозга:
А — верхнелатеральная поверхность;
Б — медиальная и нижняя поверхности
(Источник: maximed.su)

Во время эмбрионального развития, по мере того как конечный мозг расширяется внутри черепа, мозг проходит регулярный курс роста, в результате чего мозг каждого человека имеет схожий рисунок

складок. Поверхность мозга можно картировать на основе расположения крупных извилин и борозд на следующие доли:

- височная доля;
- теменная доля;
- лобная доля;
- затылочная доля.

Функции долей головного мозга:

1. Лобная доля — концентрация, абстрактное мышление, память, двигательная функция, а также двигательный контроль речи (зона Брока).

2. Теменная доля — сенсорная чувствительность: анализирует сенсорную информацию и передает ее интерпретацию в таламус и другие корковые области, что позволяет человеку осознавать свое тело в пространстве.

3. Височная доля — содержит слуховые рецептивные области; обеспечивает интеграцию соматизации, зрительной и слуховой областей и играет самую доминирующую роль среди всех областей коры в мозговой деятельности.

4. Затылочная доля — отвечает за интерпретацию зрительной информации.

Мозолистое тело (corpus callosum) представляет собой густое скопление нервных волокон, которое соединяет два полушария мозга и отвечает за передачу информации с одной стороны мозга на другую. Передаваемая информация включает ощущения, память.

Базальные ганглии (nuclei basales) — это скопления ядер, расположенные глубоко в полушариях головного мозга, которые отвечают за контроль мелкой моторики, в том числе рук и нижних конечностей.

Таламус (thalamus) лежит по обе стороны третьего желудочка и действует в первую очередь как релейная станция для всех ощущений, кроме обоняния. Все импульсы памяти, ощущений и боли также проходят через этот отдел мозга.

Гипоталамус (hypothalamus) расположен спереди и ниже таламуса, латерально от нижней части стенки третьего желудочка. Он включает зрительный перекрест (точку, в которой пересекаются два зрительных тракта) и мамиллярные тела (участвуют в обонятельных рефлексах и эмоциональной реакции на запахи). Воронка гипоталамуса соединяет его с задней долей гипофиза. Гипоталамус играет важную роль в эндокринной системе, поскольку он регулирует секрецию гипофизом гормонов, которые влияют на метаболизм, воспроизводство, реакцию на стресс и выработку мочи. Является местом расположения центра голода и участвует в контроле аппетита. Он содержит центры, которые регулируют цикл сна-бодрствования, артериальное давление, агрессивное и сексуальное поведение, а также эмоциональные реакции (например, покраснение, ярость, депрессию, панику и страх). Гипоталамус также контролирует и регулирует автономную нервную систему. Он работает вместе с гипофизом для поддержания баланса жидкости и поддерживает регуляцию температуры, способствуя сужению или расширению сосудов.

Гипофиз (glandula pituitaria) расположен в турецком седле у основания мозга и связан с гипоталамусом. Гипофиз является распространенным местом для опухолей мозга у взрослых; часто они обнаруживаются по физическим признакам и симптомам, которые можно отнести к гипофизу, таким как гормональный дисбаланс или нарушения зрения, вызванные давлением на зрительный перекрест.

Нервные волокна (fibrae nerveae) из всех частей коры сходятся в каждом полушарии и выходят в виде плотного пучка нервных волокон, известного как внутренняя капсула. Войдя в мост и продолговатый мозг, каждый пучок пересекает соответствующий пучок с противоположной стороны. Некоторые из этих аксонов устанавливают связи с аксонами мозжечка, базальных ганглиев, таламуса и гипоталамуса; некоторые соединяются с клетками черепных нервов. Другие волокна из коры и подкорковых центров направляются через мост и продолговатый мозг в спинной мозг.

От головного мозга отходят 12 пар черепных нервов. Каждая из пар обозначена римской цифрой по порядку своего расположения и имеет название (рис. 33, табл. 3).

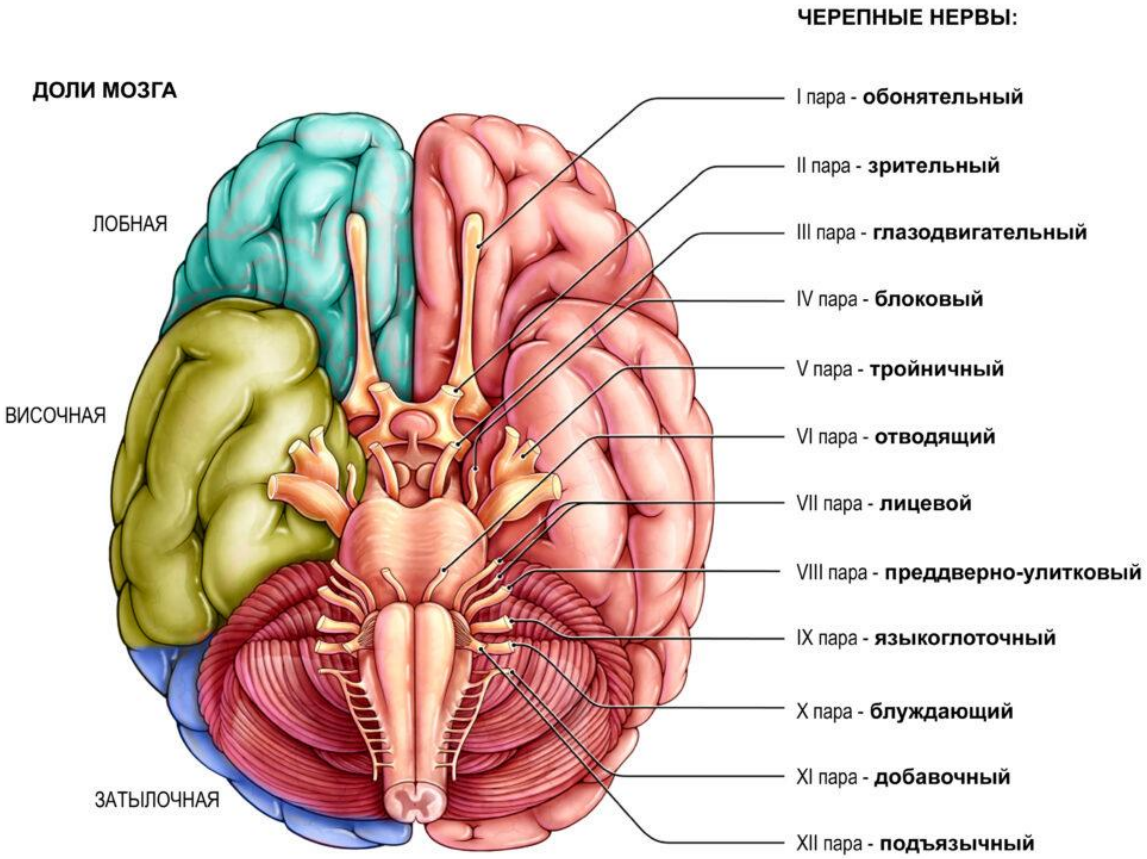


Рис. 33. Черепные нервы
(Источник: https://warball.ru)

Таблица 3

Черепные нервы, их тип, иннервируемые органы и функции

Черепной нерв	Тип	Иннервируемый орган	Функции
I (обонятельный)	Сенсорный	Обонятельные луковицы (орган обоняния)	Обоняние
II (зрительный)	Сенсорный	Сетчатка глаз	Зрение

Черепной нерв	Тип	Иннервируемый орган	Функции
III (глазодвигательный)	Моторный	Глазодвигательные мышцы	Движения глаз
IV (блоковый)	Моторный	Верхняя косая мышца глаза (блоковая)	Движения глаз
V (тройничный)	Смешанный	Мышцы верхней и нижней челюсти, кожа лица, зубы	Движения челюстей, болевые и тактильные рецепторы
VI (отводящий)	Смешанный	Латеральная прямая мышца глаза	Движения глаз
VII (лицевой)	Смешанный	Щеки, мышцы лица, язык	Мимика, слюноотделение, вкусовые ощущения (восприятие сладкого, соленого, кислого)
VIII (преддверно-улитковый)	Сенсорный	Внутреннее ухо (улитка, полукружные каналы)	Равновесие, слух
IX (языкоглоточный)	Смешанный	Язык, мышцы глотки	Глотание, восприятие горького вкуса
X (блуждающий)	Смешанный	Гортань, глотка, сердце, пищеварительный тракт	Глотание, речь, замедление сердечного ритма, стимуляция перистальтики
XI (добавочный)	Моторный	Мышцы головы и шеи	Движения головы
XII (подъязычный)	Моторный	Мышцы языка, мышцы шеи	Движения головы

Ствол мозга (cerebrum caulis) состоит из среднего мозга, моста и продолговатого мозга.

Средний мозг (mesencephalon) соединяет мост и мозжечок с большими полушариями; он содержит сенсорные и двигательные пути и служит центром слуховых и зрительных рефлексов. Черепные нервы III и IV берут начало в среднем мозге.

Мост (pontem) расположен перед мозжечком между средним мозгом и продолговатым мозгом и является мостом между двумя половинами мозжечка, а также между продолговатым мозгом и большим мозгом. Черепные нервы V по VIII соединяются с мозгом в мосту. Мост содержит двигательные и сенсорные пути. Части моста также контролируют сердце, дыхание и кровяное давление.

Продолговатый мозг (medulla oblongata) содержит двигательные волокна от головного мозга к спинному мозгу и чувствительные волокна от спинного мозга к головному мозгу. Большинство этих волокон пересекаются или перекрещиваются на этом уровне. Черепные нервы IX–XII соединяются с мозгом в продолговатом мозге.

Мозжечок (cerebellum) отделен от полушарий головного мозга складкой твердой мозговой оболочки, тенториумом мозжечка. Мозжечок обладает как возбуждающими, так и тормозными свойствами и в значительной степени отвечает за координацию движений. Он также контролирует тонкие движения, равновесие, чувство положения (осознание того, где находится каждая часть тела) и интеграцию сенсорной информации.

Мозговые оболочки (meninges) — тонкий слой соединительной ткани, покрывающий поверхность головного и спинного мозга. Мозговые оболочки обеспечивают защиту, поддержку и питание головного и спинного мозга. Слои мозговых оболочек:

- твердая мозговая оболочка — наружный слой, выполняющий механическую защиту;

- паутинная (арахноидальная) мозговая оболочка — содержит сосудистое сплетение, отвечающее за выработку спинномозговой жидкости;

- мягкая мозговая оболочка — тонкий прозрачный слой, который плотно охватывает мозг и проникает во все складки поверхности мозга.

В *желудочках мозга (ventriculus cerebri)* (правый и левый боковые, третий и четвертый желудочки) вырабатывается и циркулирует через желудочковую систему вокруг головного и спинного мозга *спинномозговая жидкость (cerebrospinal fluidum)*.

Мозговое кровообращение получает приблизительно 15 % сердечного выброса, или 750 мл в минуту. Мозг не запасает питательные вещества и имеет высокую метаболическую потребность, которая требует высокого притока крови. Кровяной путь мозга уникален, поскольку он течет против силы тяжести; его артерии наполняются снизу, а вены оттекают сверху. В отличие от других органов, которые могут переносить снижение притока крови из-за их адекватного коллатерального кровообращения, мозгу не хватает дополнительного коллатерального кровотока, что может привести к необратимому повреждению тканей, когда приток крови перекрывается даже на короткие периоды времени.

Спинной мозг и продолговатый мозг образуют непрерывную структуру, простирающуюся от полушарий головного мозга и служащую связью между мозгом и периферией. Непосредственным структурным продолжением продолговатого мозга является спинной мозг (рис. 34).

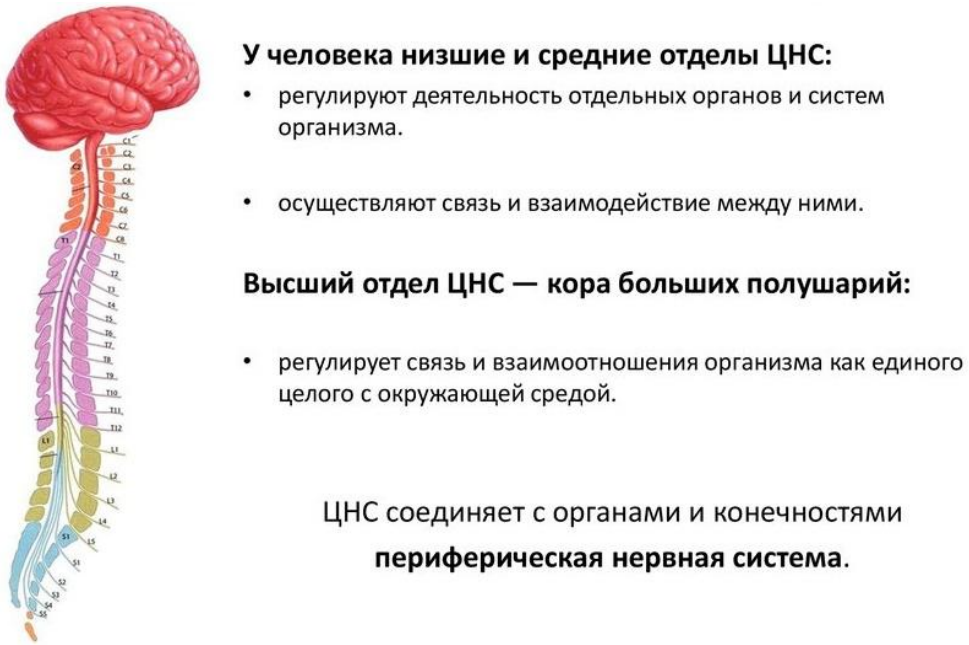


Рис. 34. Центральная нервная система
(Источник: maximed.su)

Спинной мозг *(medulla spinalis)* также содержит серое вещество и белое вещество (рис. 35).

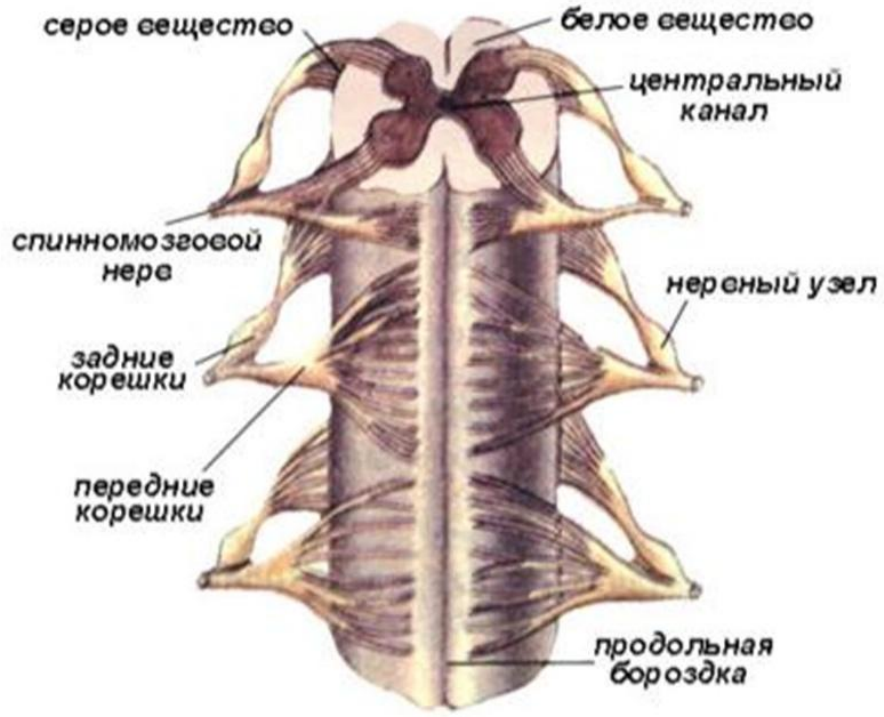


Рис. 35. Строение спинного мозга
(Источник: maximed.su)

Спинной мозг окружен тремя оболочками:

- твердой мозговой оболочкой;
- паутинной (сосудистой) оболочкой;
- мягкой мозговой оболочкой.

Белое вещество спинного мозга состоит из миелинизированных и немиелинизированных нервных волокон. Быстропроводящие миелинизированные волокна образуют пучки, которые также содержат глиальные клетки. Пучки волокон с общей функцией называются трактами. Существует шесть восходящих трактов. Два из них проводят ощущения, в основном восприятие прикосновения, давления, вибрации, положения и пассивного движения с одной и той же стороны тела. Прежде чем достичь коры головного мозга, эти волокна переходят на противоположную сторону в продолговатом мозге. Два спиноцеребеллярных тракта проводят сенсорные импульсы от мы-

шечных веретен, обеспечивая необходимую информацию для координированного сокращения мышц. Они поднимаются, не перекрещиваясь, и заканчиваются в мозжечке. Последние два спиноталамических тракта отвечают за проведение боли, температуры, проприоцепции, тонкого прикосновения и вибрационного чувства от верхней части тела к мозгу. Они поднимаются, переходят на противоположную сторону мозга и заканчиваются в таламусе.

Существует восемь нисходящих путей, семь из которых задействованы в двигательной функции. Два кортикоспинальных пути проводят двигательные импульсы к клеткам передних рогов с противоположной стороны мозга и контролируют произвольную мышечную активность. Три вестибулоспинальных пути спускаются, не перекрещиваясь, и участвуют в некоторых автономных функциях (потение, расширение зрачков и кровообращение) и непроизвольном мышечном контроле. Кортикобульбарный путь проводит импульсы, отвечающие за произвольные движения головы и лицевых мышц, и пересекается на уровне ствола мозга. Руброспинальный и ретикулоспинальный пути проводят импульсы, связанные с непроизвольным движением мышц.

7.2. ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

ПНС состоит из нервов, отходящих от ЦНС (головного и спинного мозга) и образующих коммуникационную сеть между ЦНС и частями тела.

Выделяют 2 части ПНС: соматическая нервная система и автономная нервная система.

Соматическая нервная система *(systema nervosum somaticum)* участвует в осознанной, произвольной деятельности. Соматическая нервная система включает сенсорные (афферентные) и двигательные (эфферентные) нейроны. В свою очередь, афферентные волокна передают сенсорную информацию в ЦНС и подразделяются на афферентные волокна, передающие соматическую сенсорную информа-

цию, полученную суставами и кожей, и висцеральные волокна, которые передают сенсорную информацию от таких органов, как сердечная мышца и внутренние органы. Аналогично, что касается эфферентных волокон, то существуют соматические волокна, передающие двигательные команды на движение скелетных мышц, и висцеральные волокна, передающие команды на управление деятельностью органов пищеварения и желез внутренней секреции.

Соматическая нервная система отвечает также за *рефлексы (reflexes)* — непроизвольные мышечные реакции, контролируемые рефлекторной дугой (рис. 36).

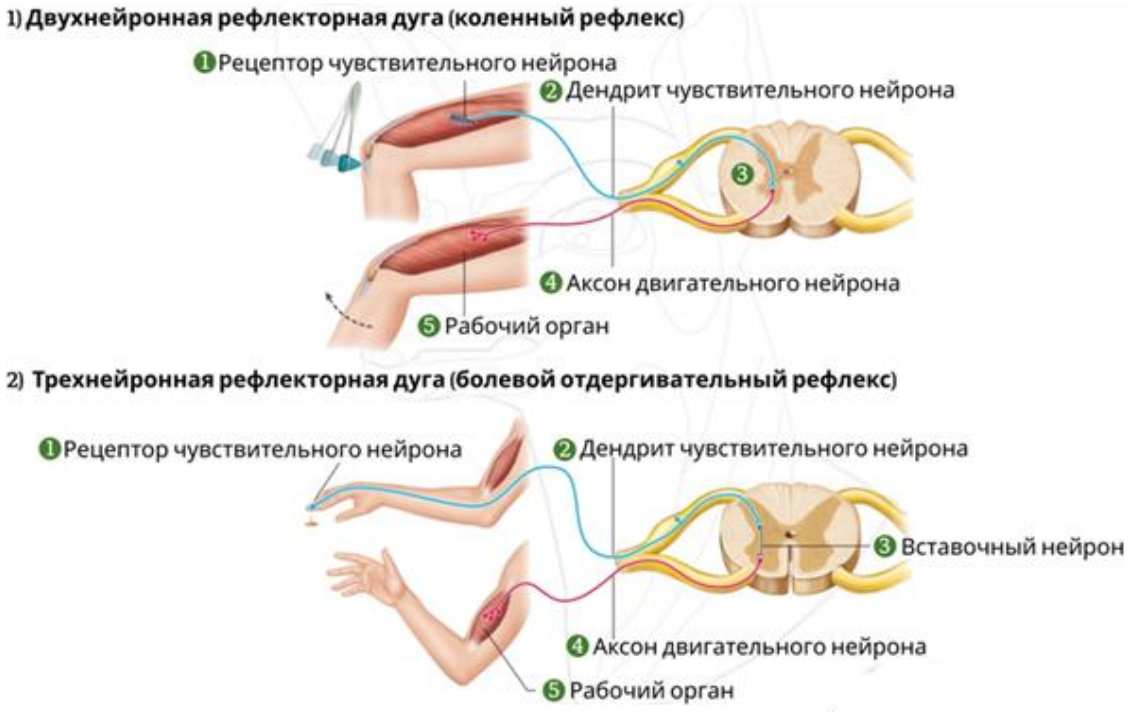


Рис. 36. Схема строения двухнейронной
и трехнейронной рефлекторной дуги
(источник: maximed.su)

Автономная (вегетативная) нервная система *(systema nervosum autonomicum)* — представляет собой висцеральную эфферентную систему, функционирует автономно, непрерывно и автоматически (иннервация сердца и желез внутренней секреции). Деятельность автономной нервной системы координирует частоту сердечных

сокращений, температуру тела, частоту дыхания, а также другие действия, поддерживающие гомеостаз организма.

Автономная нервная система включает 2 отдела:

- симпатический отдел нервной системы;
- парасимпатический отдел нервной системы (рис. 37).

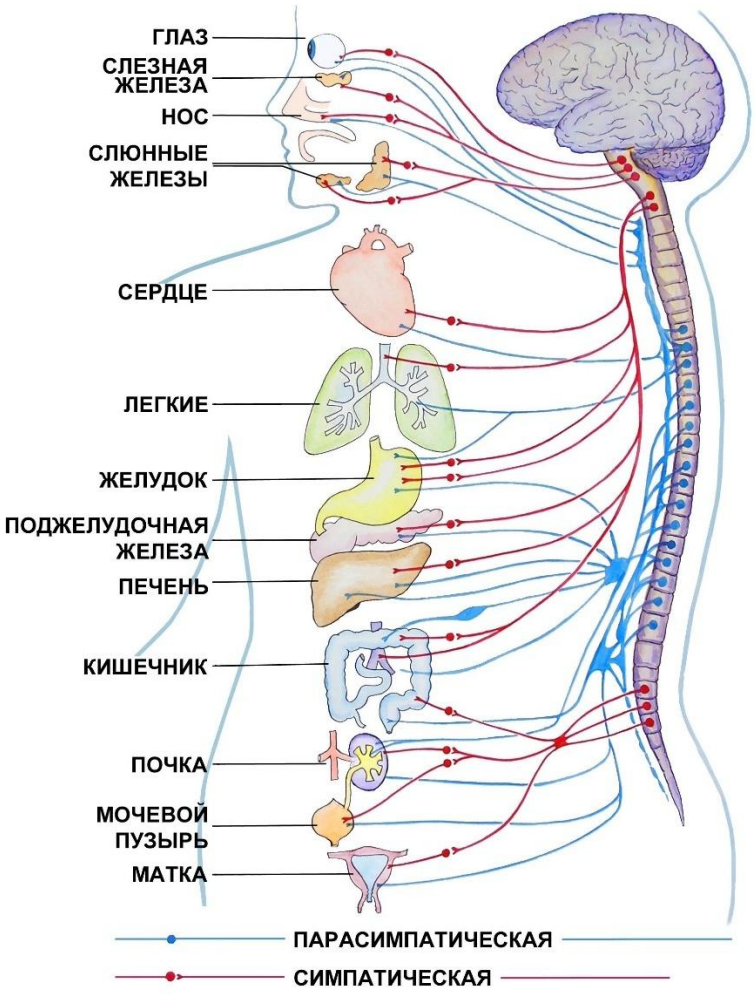


Рис. 37. Органы, иннервируемые симпатическим
и парасимпатическим отделами автономной нервной системы
(Источник: maximed.su)

Органы, которые получают сенсорную информацию, например, глаза, уши и нос, угол сгибания суставов, степень напряжения мышц и работу внутренних органов, называются рецепторами. Рецептор может быть органом чувств сам по себе, например, глазным яблоком, или частью органа, например, мышечного веретена, которое находится внутри мышцы и контролирует ее растяжение.

В норме волокна, восходящие по спинному мозгу, передают сенсорную информацию в головной мозг, а волокна, нисходящие по спинному мозгу, передают двигательные команды на периферию. Таким образом, в большинстве случаев восходящие волокна являются чувствительными, а нисходящие — двигательными. Однако некоторые сенсорные нервы входят в спинной мозг, а затем опускаются на определенный уровень, прежде чем снова подняться в головной мозг. В таких случаях, хотя эти волокна когда-то «спустились», они неизменно являются «сенсорными» с точки зрения функции.

Функции ПНС:

- ощущение: передача сенсорной информации от органов чувств в ЦНС;

- движение: передача сигналов, обеспечивающих произвольные и рефлекторные движения;

- пищеварение: регулирование процессов пищеварения за счет иннервации органов пищеварительной системы;

- автономное регулирование непроизвольных процессов (дыхание, сердцебиение).

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте значение и основные отделы нервной системы человека.
2. Головной мозг: строение и взаимное расположение структур.
3. Каково строение спинного мозга.
4. Периферическая нервная система: определение, строение.
5. Афферентные и эфферентные нервные волокна: определение, функции.
6. Что из себя представляет координированная деятельность нервной системы?

ТЕСТ ПО ТЕМЕ 7

1. Укажите разделы центральной нервной системы:

А. Головной и спинной мозг

Б. Центральная и периферическая нервная система

2. Слои мозговых оболочек (отметьте лишнее):

А. Твердая

Б. Фиброзная

В. Паутинная

Г. Мягкая

3. Укажите, какая из долей головного мозга обеспечивает сенсорную чувствительность:

А. Лобная

Б. Теменная

В. Височная

Г. Затылочная

4. Укажите, какая из долей головного мозга отвечает за абстрактное мышление:

А. Лобная

Б. Теменная

В. Височная

Г. Затылочная

5. Укажите, какая из долей головного мозга отвечает за интерпретацию зрительной информации:

А. Лобная

Б. Теменная

В. Височная

Г. Затылочная

6. Укажите, какая из долей головного мозга обеспечивает интеграцию соматизации, зрительной и слуховой областей:

А. Лобная

Б. Теменная

В. Височная

Г. Затылочная

7. Перекрест нервных волокон от правого и левого полушарий находится в:

А. Продолговатом мозге

Б. Стволе мозга

В. Мозжечке

8. В спинном мозге серое вещество расположено … по отношению к белому:

А. Изнутри

Б. Снаружи

9. Сенсорную информацию из периферии в ЦНС переносят:

А. Афферентные волокна

Б. Эфферентные волокна

10. Двигательные команды от ЦНС к мышцам и железам передаются по … нервным волокнам:

А. Афферентным

Б. Эфферентным

ТЕМА 8. СТРОЕНИЕ ОРГАНОВ ЧУВСТВ

8.1. СОМАТИЧЕСКАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА. РЕЦЕПТОРЫ

Соматическая сенсорная система *(systema nervosum somaticum)* включает в себя множество тактильных и кинестетических рецепторов, которые работают вместе и в сочетании с вестибулярной и зрительной системами, чтобы отображать сигналы движения. При этом соматосенсорная система демонстрирует очень быструю реакцию, намного быстрее, чем вестибулярные и зрительные реакции.

Процесс ощущения происходит на трех уровнях:

1. Уровень *рецептора* — это первая стадия ощущения. Он включает обнаружение стимула специализированными сенсорными рецепторами. Стимул должен попасть в рецептивное поле рецептора. Затем рецептор преобразует энергию стимула в электрический сигнал посредством трансдукции, что приводит к генерации мембранного потенциала в рецепторной клетке. Когда потенциал достигает определенного порога, генерируется нервный импульс.

2. Уровень *контура* — это вторая стадия ощущения. Сгенерированный нервный импульс теперь перемещается в ЦНС. Несколько восходящих путей переносят импульсы от рецепторов к их конечному месту назначения в ЦНС. Стимул от лицевой области переносится и передается черепными нервами, в то время как стимул от затылка и остального тела перемещается по спинномозговому нерву. Сенсорные нейроны, проводящие импульсы от периферической нервной системы к ЦНС, называются нейронами первого порядка.

3. Уровень *восприятия* (перцептивный уровень) — это третья и последняя стадия ощущения. Он включает в себя прием сенсорной информации различными областями ЦНС в зависимости от стимулов. Только импульсы, обработанные в коре головного мозга, воспринимаются сознательно.

Соматосенсорная система имеет наибольшее число типов рецепторов, таких как механорецепторы, хеморецепторы, фоторецепторы, терморецепторы, ноцицепторы.

Прикосновение, давление и вибрация обнаруживаются одними и теми же типами рецепторов, называемыми *механорецепторами* из-за их чувствительности к механической деформации. Механорецепторы в организме включают: тактильные/кинестетические датчики, слуховые датчики, датчики равновесия и датчики сосудистого давления. Тактильные датчики расположены в коже и поэтому часто называются кожными датчиками. Кинестетические датчики расположены в мышцах, сухожилиях и суставах. Хотя суставные датчики являются анатомически тактильными датчиками, они вносят вклад в чувство кинестезии или движения конечностей.

Известно по крайней мере шесть совершенно разных типов *тактильных рецепторов*. К ним относятся инкапсулированные нервные окончания, свободные нервные окончания, расширенные кончики и волосковые концевые органы. Так, тельца Пачини, пример класса инкапсулированных нервных окончаний, расположены в дерме, а также глубоко в тканях тела. Они быстро адаптируются, с постоянной времени от одной до десяти миллисекунд. Эти рецепторы запускают нервную активность при сжатии и расслаблении и имеют особое значение для определения вибрации ткани или других чрезвычайно быстрых изменений в механическом состоянии ткани. Они реагируют на смещения ниже десяти микрон. Одним из примеров рецепторов типа I является диск Меркла. Это рецепторы, которые находятся на поверхности кожи (эпидермисе). Сначала они реагируют сильно, затем следует адаптация с временными константами около 1-30 секунд. Они реагируют на смещение кожи от менее одного до пяти миллиметров. Рецепторы типа II находятся в более глубоких тканях тела и в суставных капсулах. Эти рецепторы важны для сигнализации о непрерывных состояниях деформации кожи и более глубоких тканей и степени вращения скелетных суставов, на боль, на осевые или изгибающие силы.

Кинестетические рецепторы играют роль в осознанном распознавании ориентации и скорости движения различных частей тела, они находятся в мышцах и сухожилиях, а также в суставных капсулах и связках вокруг суставов. Наиболее распространенными из этих суставных рецепторов являются рецепторы типа II.

Слуховые механорецепторы расположены в ухе и имеют решающее значение в восприятии звуков.

Хеморецепторы позволяют определят наличие химических веществ в окружающей среде, играя роль в реализации вкусовых и обонятельных ощущений. Хеморецепторы преобразуют химическую информацию в электрический сигнал. Так, вкусовые рецепторы способны распознавать химические соединения в пище, позволяя человеку ощущать вкус (сладкий, соленый, горький, кислый, умами).

Фоторецепторы (палочки и колбочки) — расположены в сетчатке глаз и специализируются на реагировании в ответ на световые импульсы (см. п. 8.2).

Терморецепторы — являются датчиками температуры; они расположены в коже и других частях тела. Гипоталамус является координирующим или центральным интеграционным центром терморегуляции. Вход в гипоталамус поступает как от периферических, так и от центральных терморецепторов. Как периферические, так и центральные терморецепторы имеют два подтипа: те, которые реагируют на холод, и те, которые реагируют на тепло. Периферические терморецепторы расположены в коже, где холодовые рецепторы более многочисленны, чем тепловые рецепторы. Тепловые центральные терморецепторы, расположенные в гипоталамусе, спинном мозге, внутренних органах и крупных венах, более многочисленны, чем холодовые терморецепторы. Влияние активации центральных терморецепторов наиболее значимо с точки зрения температуры ядра, и, по-видимому, активация тепловых терморецепторов вызывает ингибирование холодовых рецепторов

Ноцицепторы — рецепторы боли, которые направлены на предупреждение о потенциально опасных стимулах, обнаружение экстремальных значений температуры и давления, а также химических

веществах, связанных с травмой, преобразующие эти стимулы в дальнодействующие электрические сигналы, которые передаются в высшие мозговые центры. Активация функционально различных популяций кожных ноцицепторов и обработка передаваемой ими информации обеспечивают богатое разнообразие качеств боли. Большинство ноцицепторов не миелинизированы с аксонами небольшого диаметра (С-волокна, красные). Первоначальная быстро возникающая боль опосредуется ноцицепторами А-волокон, аксоны которых миелинизированы и поддерживают скорость проведения около 5–30 м/с. Ноцицептивные волокна были классифицированы на основе их скорости проводимости, чувствительности и порога к вредным механическим воздействиям, теплу и холоду. С-волокна играют важную роль в ощущении тепла

Проприорецепторы — датчики положения тела в пространстве и движения. Они расположены в мышцах, суставах, сухожилиях. У млекопитающих существует два типа основных проприоцептивных органов: мышечные веретена и сухожильные органы Гольджи (расположены в середине мышечных волокон, в месте соединения сухожилия и мышцы). Проприоцепторы реагируют на механическую деформацию афферентных окончаний, вызывая потенциалы действия с особенно высокой точностью и низкой адаптацией. Это свойство делает проприоцепторы исключительно хорошо приспособленными для непрерывного отслеживания положения и движения тела. Наиболее известным и наиболее широко применяемым примером двигательной программы, которая зависит от проприоцепции, является спинальный моносинаптический рефлекс растяжения, также известный как рефлекс коленного рефлекса. Кратковременное воздействие на связку надколенника растягивает четырехглавую мышцу и мышечное веретено в ней. Растяжение мышечного веретена, в свою очередь, вызывает активацию проприоцептивных нейронов, которые затем взаимодействуют с нижестоящими спинальными двигательными нейронами для вытягивания ноги. Нормальная проприоцепция является важнейшим компонентом успешных рефлексов коленного рефлекса, тогда как дефицит рефлекса указывает не только на аномальную проприо-

цепцию, но и на повреждение в рефлекторной дуге, либо интернейрона, либо двигательного нейрона, либо мышечной функции.

Сенсорная система состоит из сенсорных нейронов (включая сенсорные рецепторные клетки), нервных путей и частей мозга, участвующих в сенсорном восприятии. Сенсорные системы кодируют четыре аспекта стимула: тип (модальность), интенсивность, местоположение и длительность.

8.2. ОРГАН ЗРЕНИЯ (ORGANUM VISUS)

Орган зрения (рис. 37) включает следующие отделы:

- глазное яблоко;
- вспомогательные органы глаза.

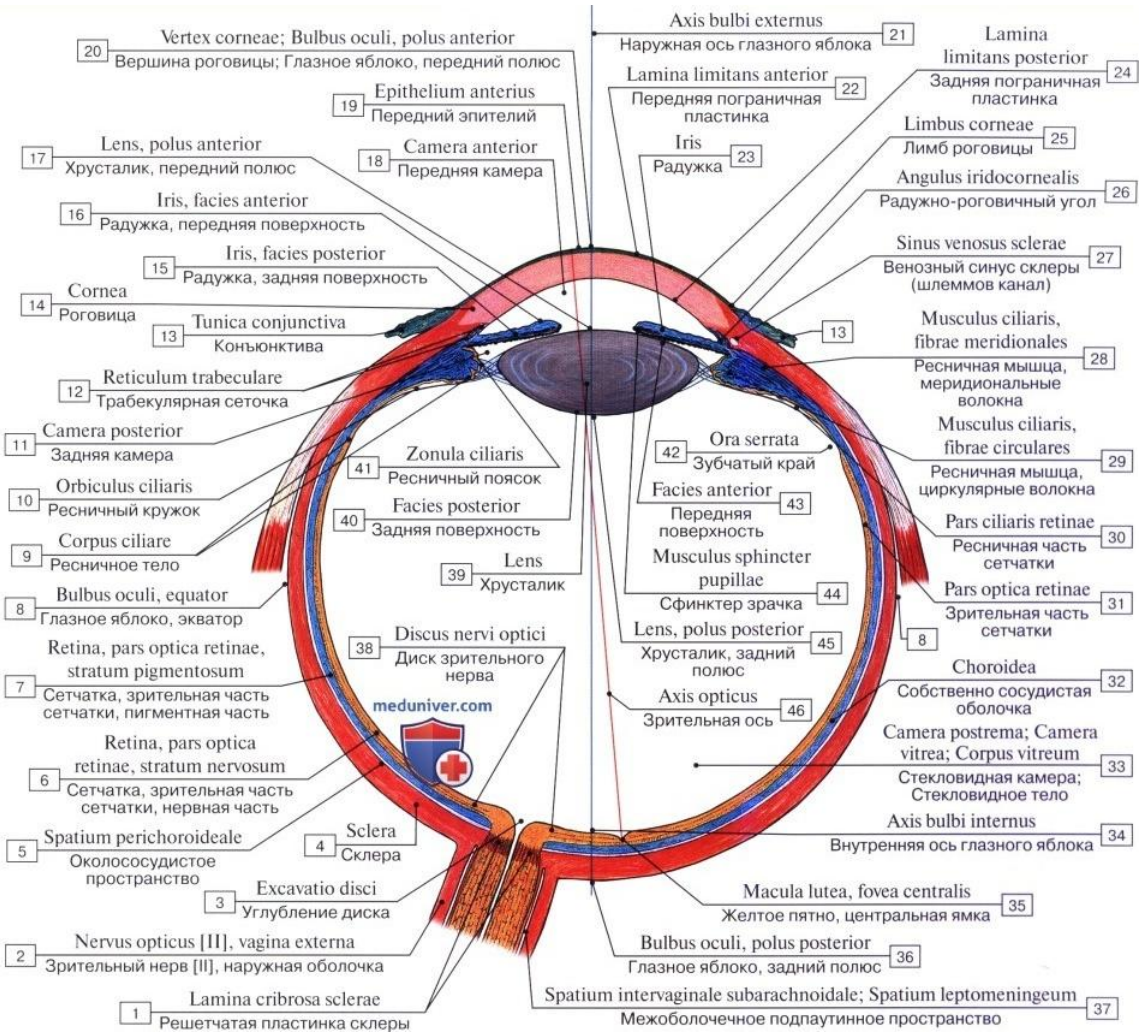


Рис. 37. Оси глазного яблока
(Источник: utbrb.ru)

Глазное яблоко *(bulbus oculi)* — это сенсорный парный орган почти сферической формы, диаметром около 2,5 см, расположен в глазнице черепа, находящейся на передней поверхности его лицевой части, ниже лба и латеральнее носа. Каждая глазница вмещает один глаз, окруженный костями, мышцами, кровеносными сосудами и жиром, которые обеспечивают поддержку и защиту.

Глазное яблоко состоит из 3 слоев:

- внешний волокнистый слой, обеспечивающий форму глаза и его защиту, включает следующие элементы: роговица, склера;

- средний сосудистый слой — обеспечивает кровоснабжение глаза и содержит пигментированные структуры, включает следующие элементы: хориоидея, ресничное тело, ирис (радужка);

- внутренний нервный слой (сетчатка) — отвечает за обнаружение света и преобразование его в электрические импульсы, включает сетчатку и оптический диск (рис. 38).

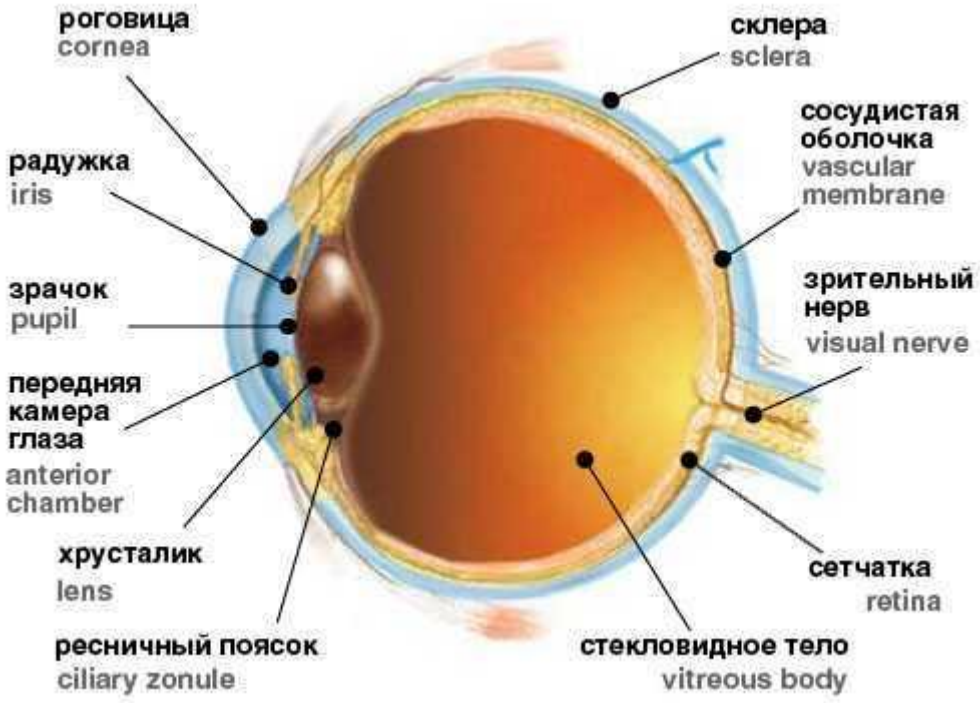


Рис. 38. Строение глазного яблока
(Источник: utbrb.ru)

Наружная оболочка (фиброзная капсула глаза, capsula fibrosa) на 5/6 состоит из склеры и на 1/6 — из роговицы. Склера — наружный, непрозрачный слой глазного яблока белого цвета, представленный хаотично переплетающимися коллагеновыми и эластическими волокнами. К склере прикрепляются мышцы, отвечающие за движение глазного яблока.

В передней части глазного яблока склера переходит в роговицу — прозрачную часть куполообразной формы, через которую световые лучи проходят к хрусталику. Совместно с хрусталиком роговица выполняет функцию фокусировки света на сетчатке глаза.

Фиброзная оболочка выполняет защитную функцию: она плотная, прочная и ригидная. Кроме того, фиброзная оболочка обеспечивает шарообразную форму глаза и участвует в офтальмотонусе.

Сосудистая оболочка (vascularium membrana) расположена между склерой и сетчаткой, отвечает за питание внешних слоев сетчатки. Кроме того, сосудистая оболочка содержит пигменты, помогающие поглощению рассеянного света и предотвращать отражение внутри глазного яблока — сосудистый пигментированный слой, снабжающий сетчатку кислородом и питательными веществами (хориоидея).

Ресничное тело (corpus ciliarium) сосудистой оболочки глаза является мышечной и сосудистой структурой. Ресничное тело расположено за радужной оболочкой и содержит ресничные мышцы (контролируют форму хрусталика при его фокусировке) и ресничные отростки (вырабатывают водянистую влагу — жидкость, заполняющую переднюю камеру глаза).

Радужка (iris) — окружает зрачок. Содержит гладкие мышцы, контролирующие размер зрачка и регулирующие таким образом количество света, попадающего в глаз.

Сетчатка (retina) — внутренний слой глазного яблока, выстилающий его заднюю часть. Сетчатка содержит следующие слои:

- фоторецепторный слой — содержит фоторецепторы (палочки и колбочки), способные различать цвета. Колбочки — фоторецепторы, функционирующие в условиях яркого освещения, их наличие обеспе-

чивает цветовое зрение. Палочки — не воспринимают цвет, они более чувствительны к интенсивности света и позволяют видеть при тусклом освещении, обнаруживая формы и движение предметов;

- биполярный слой — осуществляет передачу сигнала от фоторецепторов к ганглиозным клеткам;

- ганглиозный слой — передает сигналы в мозг через зрительный нерв;

- желтое пятно — центральная область сетчатки, характеризуется высоким скоплением колбочек, обеспечивающих четкое центральное зрение;

- центральная ямка — центр макулы (светочувствительной ткани, обеспечивающей наилучшее центральное и периферическое зрение и высокую остроту зрения.

Хрусталик (lens) представляет собой прозрачный диск двояковыпуклой формы, расположенный непосредственно за радужкой. Основная функция хрусталика — фокусирование света на сетчатке. При рассматривании предметов, находящихся на ближнем и дальнем расстоянии от глаз, хрусталик меняет форму за счет действия цилиарных мышц.

Вспомогательные органы глаза представлены на рис. 39.

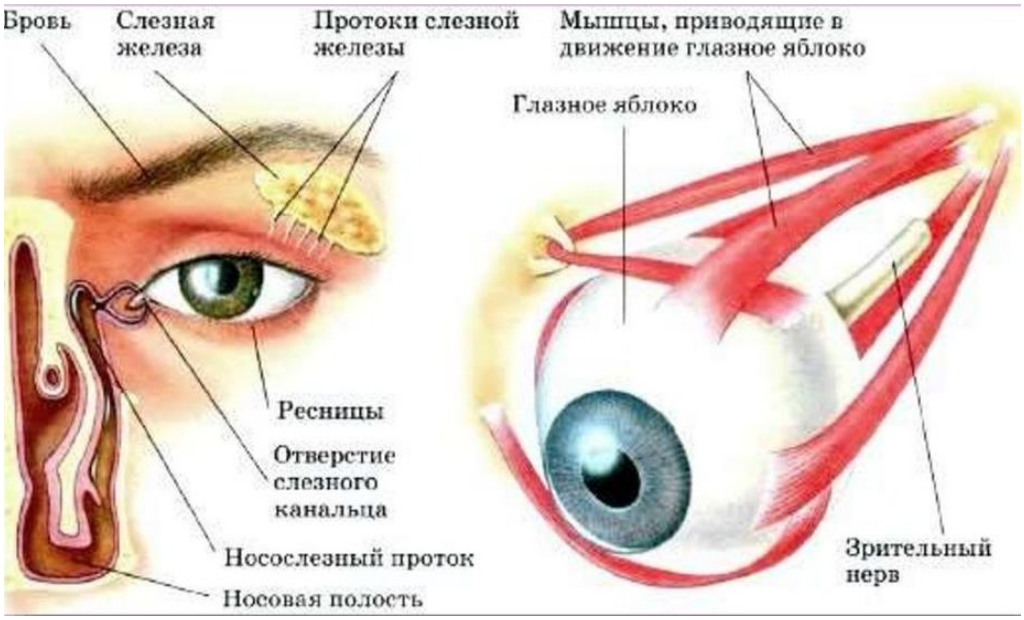


Рис. 39. Вспомогательные органы глаза
(Источник: utbrb.ru)

Шесть мышц глазного яблока (верхняя и нижняя прямые мышцы, медиальная и латеральная прямые мышцы, верхняя и нижняя косые мышцы) иннервируются глазодвигательным нервом, блоковым нервом и отводящим нервом.

Веки (palpebra) выполняют механическую защиту глаза и организуют распределение слезы при моргании. Брови и ресницы защищают глаза от чрезмерного света и мусора). Конъюктива (тонкая прозрачная мембрана, выстилающая веки и покрывающая склеру) определяет легкость скольжения век и глазного яблока. Слезный аппарат включает слезные железы, носослезный проток.

8.3. ОРГАН СЛУХА И РАВНОВЕСИЯ

Органы слуха и равновесия подразделяются на наружное, среднее и внутреннее ухо (рис. 40).

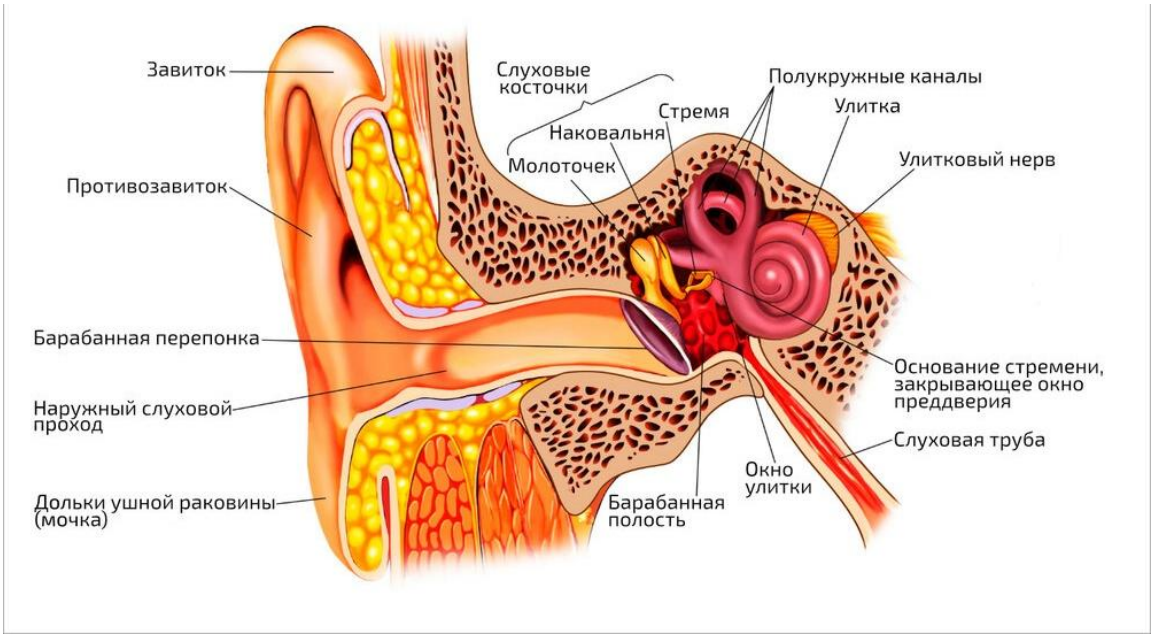


Рис. 40. Строение органа слуха
(Источник: utbrb.ru)

Наружное ухо *(aures exteriores)* представляет собой ушную раковину и наружный слуховой проход. Структуры наружного уха участвуют в проведении и фокусировке звуковых колебаний к барабанной перепонке и далее к среднему уху и внутреннему уху.

Ушная раковина (auricula) — внешняя часть уха, парный орган, расположенный по бокам головы; открывается в наружный слуховой проход, ведущий к барабанной перепонке. Ушная раковина состоит из кожи и хряща. Сальные железы выделяют маслянистое вещество, называемое кожным салом, в корневой канал волосяных фолликулов, в то время как церуминозные железы являются железами, которые открываются в основание волосяных фолликулов и вырабатывают влажный белый секрет, который темнеет и густеет по мере высыхания, становясь липким. В отличие от остальной части тела, где кожа растет от базальных слоев к поверхности, кожа в наружном слуховом проходе мигрирует от барабанной перепонки к входу; скорость миграции различается у разных людей. Отшелушивание мигрировавшей кожи смешивается с выделениями желез, образуя серу; любое накопление в наружном слуховом проходе — например, мертвые клетки кожи, пыль, мусор, выпавшие волосы или серу — естественным образом перемещается в ушную раковину

Наружный слуховой проход (canalis auditorii externi) — трубка, ведущая от наружного уха к барабанной перепонке, выстланная кожей и имеющая длину приблизительно 2,5 см. В продолжение ушной раковины внешняя треть состоит из хряща; кожа, выстилающая этот хрящ, имеет волосяные фолликулы и железы, вырабатывающие воск, которые представляют собой комбинацию церуминозных и сальных желез.

Среднее ухо *(aurem mediam)* — сложная система отверстий и каналов, объединяющая барабанную полость и слуховую трубу, а также 3 слуховые косточки (молоточек, наковальня, стремечко), передающие колебание барабанной перепонки в волны во внутреннем ухе.

Барабанная перепонка (tympanum) — это тонкая эластичная мембрана конической формы, которая отделяет наружное ухо от среднего. Она отвечает за усиление поступающих через ухо звуков путем вибрации.

Слуховые косточки (ossiculae auditoriae) являются самыми маленькими костями в теле человека, они передают механическую энергию от барабанной перепонки к вестибулярному окну внутреннего уха. Молоточек при помощи связки прикреплен к медиальной поверхности барабанной перепонки и посредством наковальни соединен со стремечком. Основание стремечка находится в овальном окне, окруженное гибкой связкой. При передаче колебаний от молоточка к стремечку сила колебаний усиливается примерно в 20 раз, поскольку площадь барабанной перепонки примерно в 20 раз больше площади овального окна.

В среднем ухе есть два незаблокированных отверстия. Одно открывается в сосцевидные воздушные ячейки в сосцевидном отростке височной кости. Другое, называемое *евстахиевой трубой,* соединяет среднее ухо с носоглоткой и помогает выравнивать давление между средним ухом и атмосферным воздухом.

Внутреннее ухо *(auris interioris)* образовано костным лабиринтом и перепончатым лабиринтом и расположено в височной кости. Во внутреннем уровне присутствуют 2 типа рецепторов:

- кортиевый орган — расположен в улитковом канале, отвечает за восприятие звуковых сигналов, а именно — их преобразование в электрохимические сигналы;

- рецепторы вестибулярного аппарата расположены в эллипсе и мешочке (для восприятия статического равновесия) и в полукружных каналах (для восприятия кинетического равновесия).

8.4. ОРГАН ОБОНЯНИЯ

Обонятельная система человека содержит множество органов, включая обонятельный эпителий, обонятельный тракт. Орган обоняния находится в слизистой оболочке верхней носовой раковины и прилегающей к ней части перегородки носа (рис. 41).

Рис. 41. Орган обоняния человека
(Источник: utbrb.ru)

Обонятельные рецепторные нейроны находятся в промежуточном слое обонятельной слизистой оболочки, тогда как поддерживающие клетки и сенсорные реснички расположены в апикальном слое, где тянутся дендриты обонятельных нейронов. Сенсорные нейроны обонятельного эпителия проецируются в обонятельную луковицу ЦНС.

У людей обоняние важно для оценки окружающей среды. Поэтому функциональная обонятельная система обнаруживает и дифференцирует различные химические раздражители.

8.5. ОРГАН ВКУСА

Орган вкуса человека — **язык** *(lingua)* (рис. 42).

Вкусовая система состоит из вкусовых сенсорных органов, называемых вкусовыми почками, их иннервации и сосочков, на которых они в основном расположены. В настоящее время вкусовые клетки классифицируются по типам клеток на основе физиологических и иммуногистохимических свойств, поскольку неясно, передаются ли вкусовые качества через собственные отдельные нервные волокна (гипотеза маркированных линий) или же отдельные вкусовые клетки специализируются на более чем одном вкусовом качестве (гипотеза о

поперечном волокнистом паттерне). Выделяют клетки вкусовых сосочков I, II, III и IV типов.

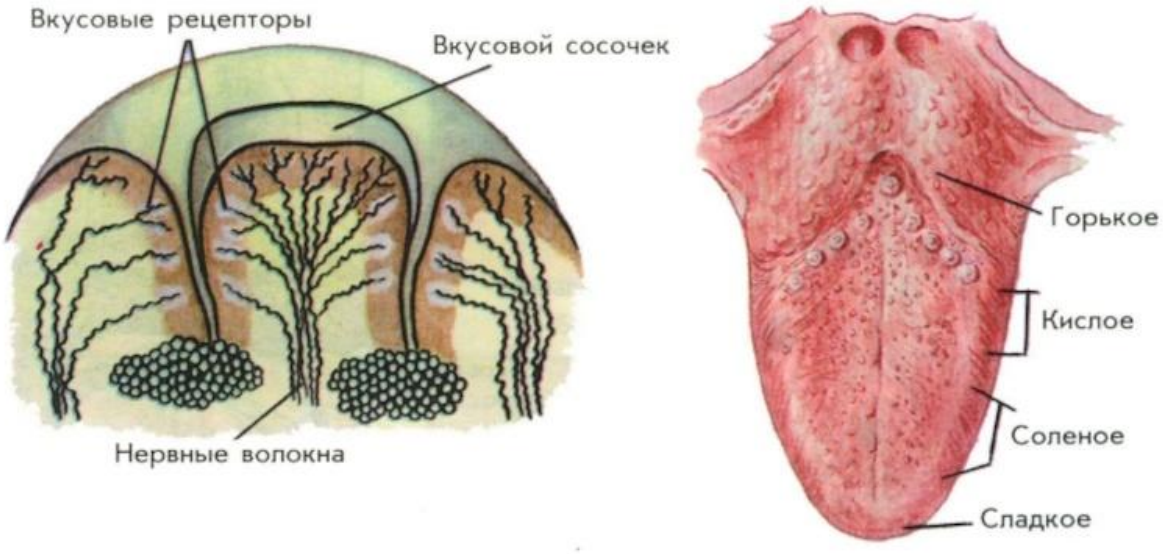


Рис. 42. Орган вкуса человека
(Источник: utbrb.ru)

Вкусовые сосочки представляют собой скопления из 50–100 нейроэпителиальных клеток, расположенных по всей полости рта, включая надгортанник и гортань. Они отвечают за начальный процесс трансдукции, который в конечном итоге приводит к восприятию горьких, кислых, соленых, сладких и умами (острых) ощущений.

Иннервация языка подразделяется на двигательную и сенсорную (вкусовая чувствительность и общая чувствительность). Соматические ощущения передаются от языка через язычный нерв и нижнечелюстной нерв. Вкусовые ощущения передаются через вкусовой нерв.

Чувство вкуса функционирует в координации с обонянием. Количество вкусовых сосочков существенно различается у разных людей, но большее их количество увеличивает чувствительность. У женщин, как правило, большее количество вкусовых сосочков, чем у мужчин.

Архитектура и центральный сетевой профиль вкусовых афферентных нейронов больше напоминают соматосенсорные и болевые

пути, чем у родственной хемосенсорной системы обоняния. Тем не менее сенсорные клетки обоняния и вкуса имеют много общего. Например, обе демонстрируют непрерывный оборот сенсорных и опорных клеток и обе имеют схожие механизмы трансдукции. Однако обонятельные сенсорные нейроны проецируются непосредственно в мозг без синапса через наборы пучков нервных волокон, обонятельные нити, тогда как вкусовые сенсорные нейроны сначала синапсируют с рецепторными клетками вкусовых сосочков у основания почки, прежде чем проецироваться в мозг. В зависимости от их расположения нейроны, питающие вкусовые сосочки, возникают по крайней мере из трех разных нервов, все из которых входят с периферии в ядро одиночного тракта ствола мозга. В случае вкуса таламус является основной ретрансляционной станцией для афферентов перед тем, как они достигнут коры, тогда как в случае обоняния таламус почти полностью обходит своими центральными путями. Интеграция информации обеих сенсорных систем, а также информации от зрения и механосенсорики, в конечном итоге происходит в высших корковых областях, таких как передняя островковая доля и орбитофронтальная кора.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение соматосенсорной системы и раскройте ее роль.
2. Какие вы знаете уровни ощущения? Опишите их структурную и функциональную характеристики.
3. Каковы строение и функции органа зрения?
4. Каковы строение и функции органа слуха и равновесия?
5. Каковы строение и функции органа обоняния?
6. Каковы строение и функции органа вкуса?

ТЕСТ ПО ТЕМЕ 8

1. Прием сенсорной информации различными областями ЦНС осуществляется на:

А. Уровне рецептора

Б. Уровне контура

В. Уровне восприятия

2. Генерирование нервного импульса происходит на:

А. Уровне рецептора

Б. Уровне контура

В. Уровне восприятия

3. Механорецепторы, играющие роль в осознанном распознавании ориентации и скорости движения различных частей тела:

А. Тактильные

Б. Слуховые

В. Датчики равновесия

4. Рецептор, преобразующие химическую информацию в электрический сигнал:

А. Механорецепторы

Б. Хеморецепторы

В. Фоторецепторы

Г. Терморецепторы

Д. Ноцицепторы

5. Рецепторы, расположенные в сетчатке глаза:

А. Механорецепторы

Б. Хеморецепторы

В. Фоторецепторы

Г. Терморецепторы

Д. Ноцицепторы

6. Рецепторы, которые направлены на предупреждение о потенциально опасных стимулах, обнаружение экстремальных значений температуры и давления, а также химических веществах, связанных с травмой:

А. Механорецепторы

Б. Хеморецепторы

В. Фоторецепторы

Г. Терморецепторы

Д. Ноцицепторы

7. Проприорецепторы расположены:

А. В коже

Б. В мышцах, суставах, сухожилиях

В. В костях

8. Орган зрения включает следующие отделы (отметить лишнее):

А. Глазное яблоко

Б. Затылочная доля головного мозга

В. Вспомогательные органы глаза

9. Орган слуха включает структурные элементы (отметьте лишнее):

А. Наружное ухо

Б. Среднее ухо

В. Промежуточное ухо

Г. Внутреннее ухо

10. Сладкий вкус ощущается при помощи вкусовых рецепторов, расположенных:

А. У основания языка

Б. В медиальной части языка

В. На латеральной части языка

Г. На кончике языка

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Апикальный — верхушечный, расположенный на верхушке или принадлежащий к ней, обращенный кверху.

Дистальный — расположенный на отдалении от центра тела или органа.

Дорсальный — спинной, расположенный со стороны спины.

Интерстициальное пространство — пространство между клетками, межклеточное пространство.

Латеральный — боковой, удаленный от средней линии.

Медиальный — срединный, расположенный ближе к срединной продольной плоскости тела или органа.

Проксимальный — расположение органа или его части ближе к центру тела или к срединной (медианной) его плоскости; противоположен термину дистальный.

Саггитальный — разрез, идущий в плоскости двусторонней симметрии тела.

ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4
1 – А 2 – Б 3 – Д 4 – А 5 – Б 6 – В 7 – А 8 – Б 9 – В 10 – Г 11 – А 12 – Б 13 – В 14 – Г	1 – В 2 – Б 3 – А 4 – Г 5 – Д 6 – Е 7 – А 8 – Б 9 – В 10 – Г 11 – Д 12 – А 13 – А 14 – Б 15 - А	1 – Б 2 – Д 3 – Б 4 – В 5 – Г 6 – В 7 – Б 8 – Б 9 – В 10 - Б	1 – Б 2 – А 3 – В 4 – А 5 – Г 6 – Б 7 – А 8 – Б 9 – А 10 – Б 11 – В 12 – А 13 – Б 14 - Б
Тема 5	**Тема 6**	**Тема 7**	**Тема 8**
1 – А 2 – А 3 – Б 4 – В 5 – А 6 – Б 7 – Б 8 – А 9 – В 10 – В 11 – А 12 – Б 13 - Б	1 – В 2 – А 3 – А 4 – А 5 – В 6 – А 7 – Б 8 – Б 9 – В 10 – Б	1 – Б 2 – Б 3 – Б 4 – А 5 – Г 6 – В 7 – А 8 – А 9 – А 10 – Б	1 – В 2 – А 3 – А 4 – Б 5 – В 6 – Д 7 – Б 8 – Б 9 – В 10 – Г

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Анатомия человека. В двух томах / под редакцией М.Р. Сапина. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Медицина, 2001.

2. Анатомия человека. Иллюстрированный учебник в 3 томах. Т. 1. Опорно-двигательный аппарат / под редакцией Л.Л. Колесникова. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 320 с.

3. Анатомия человека. Иллюстрированный учебник в 3 томах. Т. 2. Спланхнология и сердечно-сосудистая система / под редакцией Л.Л. Колесникова. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 320 с.

4. Анатомия человека. Иллюстрированный учебник. Т. 3. Нервная система. Органы чувств / под редакцией Л.Л. Колесникова. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. — 216 с.

5. *Билич Г.Л., Крыжановский В.А.* Анатомия человека. Атлас. В 3 т. Т. 3. — Москва : СпецЛит, 2013. — 442 с.

6. *Гайворонский И.В.* Анатомия человека. В 2 т. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023.

7. *Синельников Р.Д., Синельников Я.Р.* Атлас анатомии человека. В 4 т. — Москва, 1990.

Интернет-ресурсы:

1. Официальный Telegram-канал Э.С. Кафарова. — URL: https://t.me/edgarkafarov.

2. Сообщество ВКонтакте «Анатомия человека | Эдгар Кафаров». — URL: https://vk.com/anatomyeducation.

3. Канал Эдгара Кафарова на Яндекс-Дзене. — URL: https://dzen.ru/edgarkafarov.

4. Учебно-образовательная платформа «Академия Эдгара Кафарова», «Anatomy-education» с выдачей сертификата. — URL: https://anatomy-education.ru/.