

Лекция 1

Предмет и содержание анатомии

История развития и методы исследования анатомии

Анатомия человека - это наука о форме и строении, происхождении и развитии человеческого организма. Анатомия изучает внешние формы тела человека и его частей, отдельных органов, их конструкцию, микроскопическое строение, основные этапы развития человека в процессе эволюции, особенности строения органов в разные возрастные периоды.

Анатомия человека - наука биологическая. Человек выделился из животного мира, поднялся на верхнюю ступеньку эволюции. Однако он, как живое существо, принадлежит к животному миру. Поэтому анатомия изучает строение тела человека с учетом биологических закономерностей, присущих живым существам, особенно млекопитающим животным. Для понимания строения тела человека, его отличий от животных, анатомы сравнивают строение человека со строением животных, находящихся на разных этапах эволюции, формирование человеческого организма в условиях внешней среды с учетом основных этапов развития человека. Для каждого возрастного периода характерны свои черты строения. В детском, подростковом и в юношеском возрастных периодах организм еще не достиг зрелости, высоты своего развития. На протяжении этих возрастных периодов продолжается дифференцировка тканей, растут органы, изменяются взаимоотношения между ними. В зрелом возрасте строение тела человека уже более или менее стабильно. Однако и здесь происходит перестройка в органах, соответственно возрасту, условиям жизни, влиянию факторов внешней среды.

Человек состоит из огромного количества клеток, из большого числа тканей и органов, но это не сумма частей, а целостный слаженный живой организм. Но, несмотря на это, вначале анатомия изучает человеческий организм по системам. Это обусловлено невозможностью сразу охватить всю сложность строения организма. Поэтому-то и приходится производить искусственное разделение его на части и анализировать их по отдельности, ибо целое познается через знание частей. Но поскольку анатомия - это наука о строении целого организма, а не отдельных его систем, необходим синтез (объединение) знаний о строении отдельных органов и систем. Без этого невозможно создать целостное представление о строении тела человека.

Современную анатомию называют функциональной, поскольку она изучает строение тела человека в связи с функциями. Нельзя понять механизм перестройки кости без учета ее функций, действующих на нее мышц; анатомию кровеносных сосудов без понимания гемодинамики.

Строение тела современного человека — результат длительной эволюции животного мира. Для понимания **филогенеза** человека (развития рода, от греч. *phylon* - род, *genesis* - происхождение) анатомия использует

данные палеонтологии, ископаемые остатки костей предков человека. Помогают этому и материалы *сравнительной анатомии*, которая исследует и сопоставляет строение тела животных, находящихся на разных этапах эволюции. Важно также понимать развитие конкретного человека в индивидуальном развитии, в *онтогенезе* (от греч. *on.ontos* - существо), в котором выделяют ряд периодов. Рост и развитие человека до рождения рассматривает *эмбриология* (от греч. *embrio* - зародыш, росток; *logos* - учение), а после рождения, т.е. в постнатальный период (от лат. *natus* - рожденный) изучает *возрастная анатомия*. В связи с увеличением продолжительности жизни человека и особым вниманием к пожилому и старческому возрасту во второй половине XX века в возрастной анатомии выделен период, который изучает наука о старости — *геронтология* (от греч. *geron, gerontos* - старик).

Изучение строения тела человека по системам (костная, мышечная, пищеварительная и т.д.) получило название *систематической анатомии*. Строение тела человека по областям с учетом положения органов, их взаимоотношений друг с другом и со скелетом изучает *топографическая анатомия*, которая имеет важное практическое значение в клинике при обследовании пациентов и проведении оперативных вмешательств. Внешние формы тела человека, пропорции его изучает *пластическая анатомия*. Она исследует также топографию внутренних органов в связи с необходимостью объяснения внешних форм. Систематическая анатомия изучает строение здорового, не измененного болезнью организма. Поэтому этот предмет имеет и другое название - *нормальная анатомия*, в отличие от *патологической анатомии*, изучающей пораженные тем или иным заболеванием органы и ткани. Наука о человеке — *антропология* (от греч. *anthropos* - человек), изучает человека, находящегося в конкретных социально-природных условиях с учетом его происхождения и эволюции. Таким образом, анатомия, физиология, эмбриология - это три основные составляющие великой науки о живом **БИОЛОГИИ**.

Место анатомии в ряду медико-биологических и клинических дисциплин

Медицина (от лат. *medicus* — врачевный, лечебный) область науки и практической деятельности, направленная на сохранение и укрепление здоровья людей, предупреждение и лечение болезней. Знание анатомии в системе медицинского образования неоспоримо. Плохо зная строение тела человека, врач вместо пользы, может нанести вред больному. Вот почему прежде чем начать постигать клинические дисциплины, необходимо хорошо изучить анатомию, которая вместе с физиологией составляет фундамент медицины.

Современная функциональная анатомия разрушает границы между различными клиническими дисциплинами, взаимообогащая и объединяя их. Как анатомы дают новую информацию практическим врачам, так и анатомия

расширяет "свой кругозор" усилиями представителей других дисциплин. Заслугой анатомии лишь в последние десятилетия явилась разработка учения о доле, сегментарном строении органов, что способствовало развитию новых хирургических методов. Анатомическими методами подготовлена теоретическая база микрохирургии.

Только в курсе анатомии будущий врач может наглядно сопоставить истинное строение органа, части тела с его рентгеновским или ультразвуковым изображением. Это и многое другое обуславливает фундаментальную роль анатомии в системе подготовки врача. Изучение анатомии позволяет составить целостное представление о строении организма нормального, здорового человека, понимать многообразие вариантов и возможных аномалий развития. На основе этих знаний врач может правильно понять изменения, возникающие в результате развития патологических процессов в организме, его системах и органах. Не зная анатомии нельзя изучить и познать врачебные специальности (терапию, хирургию, травматологию, оториноларингологию, офтальмологию, неврологию и др.). Ибо как сказал великий русский ученый Е.О.Мухин: **"Врач не анатом не только не полезен, но и вреден"**.

Сравнивая строение органа, ткани и организма в целом у здорового человека и у больного на различных этапах заболевания, можно проследить за характером морфологических изменений, свойственных этой болезни. Знание этих морфологических особенностей способствует раскрытию основ механизмов заболеваний.

Принципы и методы исследования в анатомии

Современная анатомия построена на трех основных принципах изучения организмов:

- 1. Принцип целостности организма,**
- 2. Принцип соответствия структуры и функции.**
- 3. Принцип единства организма и среды.**

Организм — это не простая сумма отдельных органов, тканей, клеток. Организм — это система динамически взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, которые постоянно оказывают влияние друг на друга. Кроме того, на организм в целом и отдельные органы оказывают влияние и факторы среды обитания (внешние факторы). Поэтому для полного изучения структуры биологических объектов, в том числе и человека, необходимо использовать следующие основные (направления) подходы:

- **эволюционно-анатомический** подход — Изучение закономерностей строения организма, развившихся под влиянием внутренних и внешних воздействий на протяжении всей эволюции вида и всего животного мира;
- **функционально-анатомический** подход — изучение строения организма и его отдельных частей, органов в динамике их функционирования;

- *возрастно-анатомический* (онтогенетический) подход — изучение особенностей строения организма, находящегося на определенной стадии индивидуального развития;
- *прикладной* (практический) подход (или принцип единства теории и практики) - изучение анатомии не обособленно; а применительно целям практической медицины и физической культуры. Ведь как писал известный русский акушер-гинеколог А.И.Губарев: "Без анатомии нет ни терапии, ни хирургии, а одни лишь приметы и предрассудки".

Анатомия изучает строение тела мертвого человека во имя познания закономерностей строения организма живого. Основным методом анатомического исследования является *рассечение*, вскрытие (от греч. *anatitno* - *производит вскрытие, вскрывать*), а также *наблюдение, осмотр формы* тела, отдельного органа или группы органов. Наряду с анатомированием (*препарированием, диссекцией* от лат. *dissectio* - *разрезание*) в анатомии используются и другие методы исследования.

Метод инъекции - наполнение полостей тела, кровеносных и лимфатических сосудов, протоков, бронхов, кишечника и других полых органов окрашенными массами. *Метод коррозии* - после заполнения изучаемых полостей затвердевающей массой с последующим химическим растворением окружающих тканей можно увидеть истинную форму полости, в которую вливалась масса. Лучшее представление о взаиморасположении полых органов и окружающих тканей дает *метод просветления* - обесцвечивание тканей органа, при котором видны инъецированные органы. При этом сохраняется пространственное взаимоотношение изучаемых объектов. Также актуален и предложенный Н.И.Лироковым *метод распилов замороженного трупа*, при котором предварительно замороженный труп разрезают на пластины заданной толщины. Автор метода после фиксации помещал эти пластины в музейные стеклянные сосуды с фиксирующим раствором (формальдегидом). В настоящее время этот метод дополнен *методами пластикации* - замещения воды и липидов тканей организма прозрачными, или окрашенными пластическими массами (силиконом, эпоксидными смолами, полиэстерами). Пластинированные препараты долговечны, пригодны для постоянного изучения, гигиеничны. По уровням исследования различают *макроскопическую анатомию* (от греч. *macrds* - *большой; всорёо* - *смотрю, вижу*), изучающую строение тела человека, отдельных органов, групп органов невооруженным глазом; *микроскопическую анатомию* (от греч. *micros* - *малый*), изучающую внутреннее строение методами световой и электронной *микроскопии*. Строение тканей изучает наука *гистология* (от греч. *histds* - *ткань*), строение клетки - *цитология* (от греч. *cytos* - *клетка*).

Современные средства исследования позволяют изучать строение тела и отдельных его структур живого человека. Внешние формы и пропорции

тела человека изучаются **антропометрическими методами**, основанными на измерении и сопоставлении размеров различных частей тела. Строение скелета, расположение и вид кровеносных и лимфатических сосудов, внутренних органов, мозга и других органов изучаются **методами лучевой диагностики**'.

- *рентгенологические методы*

- *рентгеноскопия, рентгенография*, основанные на различиях в степени поглощения X-лучей (лучей Рентгена) разными тканями, что регистрируется на экране, или пленке (бумаге). Степень поглощения X-лучей зависит от: 1) атомного номера элементов, входящих в состав вещества; 2) от плотности вещества; 3) от толщины слоя вещества. Особенность человеческого организма - неодинаковость этих показателей. При дополнении данного метода инъекцией полых органов рентгеноконтрастными массами можно увидеть и контуры этих органов (*бронхография, ангиография* и др.).

- *компьютерная рентгеновская томография* - метод послойного рентгенологического исследования органов и тканей, основанный на компьютерной обработке множества рентгеновских изображений, выполненных под разными углами.

- *ультразвуковая томография (эхография, сонография)* основывается на изучении изображений структур, тканей, органов и систем организма, полученных в результате приема и преобразования зондирующего ультразвукового излучения частотой 3,5-7,5 МГц в заданной плоскости, что позволяет получить картину, которая напоминает черно-белое изображение пироговского (замороженного) анатомического среза.

- *магнито-резонансная томография (МРТ, ЯМР)* основана на регистрации радиосигналов ядер водорода, находящихся в тканевой жидкости или жировой ткани. Этот метод позволяет получить картину, которая напоминает черно-белое изображение пироговского (замороженного) анатомического среза.

Представление об окраске, рельефе внутренних покровов органов и слизистых оболочек с помощью приборов, введенных через естественные и искусственные отверстия, дают *методы эндоскопии*. Для выяснения функционального значения органа, ткани или системы органов и тканей служат *экспериментальные методы*.

При учете результатов всех этих методов исследования должны быть применены *описательный (систематический) и топографический принципы*.

Основные стадии эмбриогенеза человека.

Зародышевые листки и их производные

В программу курса анатомии человека входят вопросы возрастной анатомии. Поэтому, для понимания особенностей строения тела человека в различные возрастные периоды, необходимо представлять себе основные стадии развития человеческого организма, то есть его онтогенез, который разделен на 2 периода:

- 1) пренатальный, внутриутробный - от момента зачатия до рождения;
- 2) постнатальный, внеутробный - от момента рождения до смерти.

Все этапы развития организма в пренатальный период подробно изучаются в курсе эмбриологии. Однако, для понимания органогенеза и возникающих при этом пороков развития, знание которых входит в предмет макроскопической анатомии, необходимо совершить краткий экскурс в эмбриогенез, разделяющийся на 5 стадий.

1. Оплодотворение, т.е. проникновение мужской половой клетки сперматозоида в женскую яйцеклетку завершается образованием нового одноклеточного организма-зиготы.
2. Дробление зиготы на дочерние клетки с формированием многоклеточного зародыша - бластоцисты, состоящей из двух пластинок (наружной - трофобласта, внутренней - эмбриобласта) и внутренней полости - бластоцеля, происходит в течение 1-й недели развития зародыша.
3. Гастрюляция — процесс образования зародышевых листков протекает в 2 фазы. В течение первой фазы, которая начинается на 7-е сутки эмбриогенеза, происходит деляминация — расщепление эмбри-областа на 2 листка: эпибласт (первичную эктодерму) и гипобласт (первичную энтодерму). В течение второй фазы гастрюляции, начинающейся на 14-15 сутки эмбриогенеза, происходит формирование трехслойного зародыша, состоящего из трех зародышевых листков — эктодермы, мезодермы и энтодермы, а также мезенхимы, заполняющей все пространство между листками.
4. Обособление тела зародыша от внезародышевых органов начинается с 20-х суток эмбриогенеза. При этом зародыш как бы скручивается в трубку. Эту стадию иначе называют нотогенез (процесс образования осевого комплекса зачатков). Этот термин применен в связи с тем, что образующиеся из зародышевых листков эмбриональные зачатки располагаются по длинной, продольной оси тела.

Дифференцировка зародышевых листков начинается на 3-й неделе эмбриогенеза. Результатом ее являются следующие преобразования.

Эктодерма. В конце 3-й недели эмбриогенеза в эктодерме образуется *нервная пластинка*, которая превращается в *нервный желоб*, а затем постепенно погружается под эктодерму и замыкается в *нервную трубку*. Одновременно из части эктодермы, находящейся между нейроэктодермой и кожной эктодермой, образуются *ганглиозные пластинки* (нервный гребень), которые располагаются по бокам от нервной трубки. Нервная трубка служит источником развития нервной ткани головного и спинного мозга, задней доли гипофиза, черепномозговых нервов, двигательных корешков спинномозговых нервов, сетчатки глаза и зрительного нерва. Из ганглиозных пластинок образуется нервная ткань нервных ганглиев (спинальных, краниальных и вегетативных), нервов, мозговое вещество надпочечников и

параганглиев. Остальная, кожная эктодерма служит источником развития эпидермиса кожи и его производных (волос, желез, ногтей), эпителия слизистой оболочки ротовой полости и анального канала, многослойного эпителия нижней части влагалища, зубной эмали, эпителия передней и промежуточной долей гипофиза, переднего эпителия роговицы, эпителия конъюнктивы глаза, хрусталика, эпителия внутреннего уха, обонятельного эпителия слизистой оболочки носа и обонятельного нерва.

Мезодерма[^] Ее дифференцировка начинается с 20-х суток эмбриогенеза. Вначале разделяется на дорзальную и вентральную мезодерму. Дорзальная мезодерма по длине зародыша разделяется на сегменты — сомиты. Сегментация дорзальной мезодермы начинается на переднем конце зародыша и распространяется в каудальном направлении. Количество сомитов достигает 44 пар. Каждый сомит дифференцируется на 3 части: наружную - *дерматом*, среднюю - *миотом*, внутреннюю - *склеротом*. Из дерматома формируется дерма кожи. Миотом служит источником для образования скелетной поперечнополосатой мышечной ткани. Из склеротома образуются костная и хрящевая ткани.

Между дорзальной и вентральной мезодермой находится промежуточная мезодерма - *нефротом*. В краниальных отделах тела зародыша он сегментируется, в каудальных остается не сегментированным. Из сегментированных отделов нефротома последовательно развиваются предпочка и первичная почка, а в мужском организме - и выносящие канальцы придатка яичка. Из несегментированной части нефротома, нефрогенной ткани, формируется эпителий всех отделов нефрона окончательной почки.

Вентральная мезодерма (*спланхнотом*) не сегментируется. Она разделяется на два листка - висцеральный (*спланхноплевра*) и париентальный (*соматоплевра*) листки спланхнотома. Между ними находится вторичная полость тела — *целом*. Из листков спланхнотома развиваются: мезотелий серозных оболочек, поперечно-полосатая сердечная мышечная ткань, корковое вещество надпочечников, эпителий половых желез. Из висцерального листка спланхнотома выселяются клетки мезенхимы, из которой образуются соединительные и гладкая мышечная ткани внутренних органов и сосудов.

Энтодерма,, При скручивании тела зародыша в трубку кишечная энтодерма отделяется от внезародышевой энтодермы желчного мешка и превращается в кишечную трубку. Кишечная трубка является источником для образования эпителия желудка, кишечника, печени, желчного пузыря и поджелудочной железы, а также эпителия дыхательных путей (кроме полости носа) и легкого.

В результате преобразований на этапе нотогенеза формируется осевой комплекс зародыша, состоящий из следующих основных зачатков:

Кожная эктодерма.

Нервная трубка и ганглиозные пластинки.
Сомиты, состоящие из дерматома, миотома и склеротома.
Нефротом.
Спланхнотом.
Хордальный отросток (у человека из него образуются студенистые ядра межпозвоночных дисков).
Кишечная трубка.
Мезенхима.

Стадия гистогенеза, органогенеза и системогенеза протекает с 5-й по 8-ю неделю жизни зародыша. На протяжении этой стадии из тканевых зачатков формируются ткани и органы. — это период развития органов (органогенез) и тканей (гистогенез). Начиная с III месяцев и в течение всего плодного периода происходят рост и дальнейшее развитие образовавшихся органов и частей тела.

Лекция 2

Остеология (osteologia) — учение о костях. Строение скелета. Химический состав костей.

Данный раздел изучает скелет в целом, отдельные кости, костную ткань. Как раздел антропологии, изучает закономерности изменчивости скелета в зависимости от половых, расовых и возрастных особенностей и его морфологию.

Остеология (от остео... и...логия), раздел анатомии, изучающий костный скелет. Первое описание многих костей дано ещё в трудах Гиппократов. Развитие О. связано с введением в практику вскрытия и последующей обработки трупов, гистологической техники и микроскопии костей, рентгеновского метода исследования.

В антропологии задача остеологических исследований состоит в установлении закономерностей (расовых, половых, возрастных) изменчивости размеров и формы скелета современного человека, а также его морфогенеза (изучение морфологии ископаемого человека, исследование внутриутробного развития скелета). О. основывается преимущественно на посмертном изучении скелета. В О. применяются как измерительные, так и описательные методы.

Данные остеологии используются в палеонтологии и антропологии при определении возраста скелета. Важное значение остеология приобрела в медицине в связи с развитием методов хирургического лечения заболеваний и повреждений костей и суставов.

В СССР принята следующая классификация болезней костей: травматические (переломы, травматические артрозы, деформирующий спондилёз), воспалительные (неспецифические, например остеомиелит, остит; специфические — туберкулёзные, сифилитические и другие),

дистрофические (токсические, алиментарные, эндокринные, при болезнях внутренних органов и др.), диспластические (недостаточное и избыточное развитие, в том числе гигантизм; пороки развития хрящевой ткани; остеосклероз); к этой же группе относят опухоли костей — доброкачественные (остеома, хондрома и др.) и злокачественные (первичные — остеогенная саркома, хондросаркома, опухоль Юинга; вторичные — метастатические).

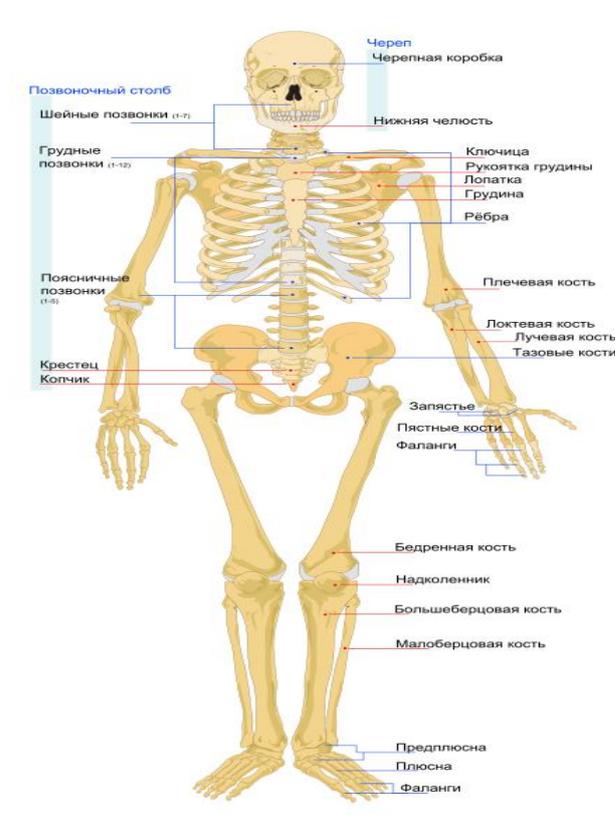
Выделяют:

Общая остеология

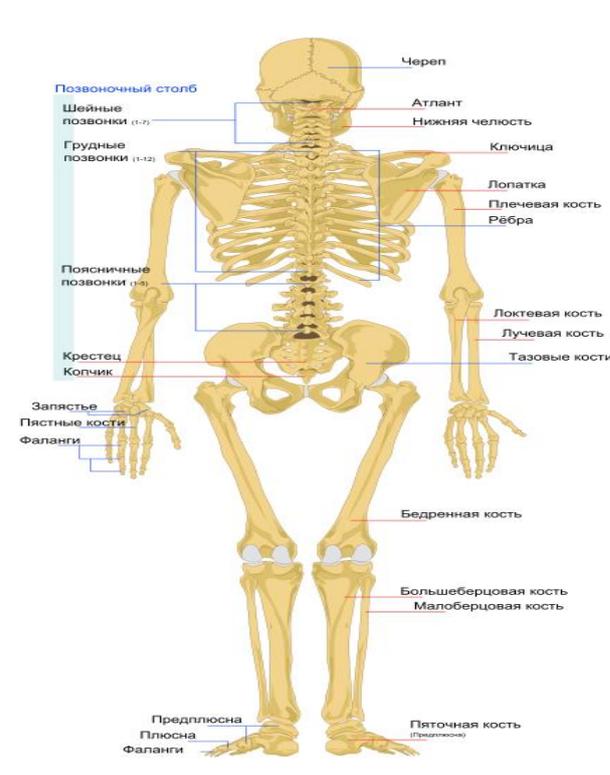
Частная остеология

Сравнительная остеология

Возрастная остеология.



Скелет человека (вид спереди)



Скелет человека (вид сзади)

Скелет взрослого человека состоит из 200-208 костей.

В скобках приведены латинские названия, число в скобках указывает на количество одинаковых костей.

Череп (cranium) состоит из 29 костей.

Мозговой отдел (8 костей):

лобная кость (os frontale);

теменная кость (os parietale) (2);

затылочная кость (os occipitale);

клиновидная кость (os sphenoidale);

височная кость (os temporale) (2);

решётчатая кость (os ethmoidale).

Лицевой отдел (15 костей):

верхняя челюсть (maxilla) (2);

нёбная кость (os palatinum) (2);

сошник (vomer);

скуловая кость (os zygomaticum) (2);

носовая кость (os nasale) (2);

слёзная кость (os lacrimale) (2);

нижняя носовая раковина (concha nasalis inferior) (2);

нижняя челюсть (mandibula);

подъязычная кость (os hyoideum).

Кости среднего уха (3×2):
молоточек (malleus) (2);
наковальня (incus) (2);
стремя (stapes) (2).
Кости туловища

Позвоночный столб (columna vertebralis) состоит из 32—34 позвонков:
шейные позвонки (7, vertebrae cervicales), в т.ч. атлант (atlas) и эпистрофей (axis);
грудные позвонки (12, vertebrae thoracicae);
поясничные позвонки (5, vertebrae lumbalis);
крестец (os sacrum);
копчик (os coccygis).

Грудная клетка (cavities thoracis) состоит из 37 костей (из них 12 грудных позвонков относятся ещё и к позвоночнику):
рёбра (costae) (12×2);
грудина (sternum).
Кости верхней конечности

Пояс верхней конечности (cingulum membri superioris) (2×2):
лопатка (scapula) (2);
ключица (clavicula) (2).

Свободная часть верхней конечности (pars libera membri superioris) (3×2)

Плечо (brachium) :
Плечевая кость (humerus) (2).

Предплечье (antebrachium):
локтевая кость (ulna) (2);
лучевая кость (radius) (2).

Кисть (manus) (27×2).
Запястье (carpus) (8×2):
ладьевидная кость (os scaphoideum) (2);
полулунная кость (os lunatum) (2);
трёхгранная кость (os triquetrum) (2);
гороховидная кость (os pisiforme) (2);
кость-трапеция (os trapezium) (2);
трапецевидная кость (os trapezoideum) (2);
головчатая кость (os capitatum) (2);
крючковидная кость (os hamatum) (2).

Пясть (metacarpus):

Пястные кости (ossa metacarpi) (5×2).

Кости пальцев (ossa digitorum) (14×2) — по 5 пальцев на каждой кисти, по 3 фаланги в каждом пальце, кроме большого (I) пальца, у которого 2 фаланги: (большой палец, I (pollex); указательный палец, II (index); средний палец, III (digitus medius); безымянный палец, IV (digitus anularis); мизинец, V (digitus minimus)).

проксимальная фаланга (phalanx proximalis) (5×2);

средняя фаланга (phalanx media) (4×2);

дистальная фаланга (phalanx distalis) (5×2).

Кости нижней конечности[править | править вики-текст]

Пояс нижней конечности (cingulum membri inferioris)

Тазовая кость (os coxae) (2):

подвздошная кость (os ilium) (2);

седалищная кость (os ischii) (2);

лобковая кость (os pubis) (2).

Свободная часть нижней конечности (pars libera membri inferioris) (30×2)

Бедро (femur):

бедренная кость (femur) (2);

надколенник (patella) (2).

Голень (crus):

большеберцовая кость (tibia) (2);

малоберцовая кость (fibula) (2).

Стопа (pes, pedis) (26×2)

Предплюсна (tarsus) (7×2):

пяточная кость (calcaneus) (2);

таранная кость (talus) (2);

ладьевидная кость (os naviculare) (2);

медиальная клиновидная кость (os cuneiforme mediale) (2);

промежуточная клиновидная кость (os cuneiforme intermedium) (2);

латеральная клиновидная кость (os cuneiforme laterale) (2);

кубовидная кость (os cuboideum) (2).

Плюсна (metatarsus):

Плюсневые кости (ossa metatarsi) (5×2).

Кости пальцев (ossa digitorum) (14×2) — по 5 пальцев на каждой стопе, по 3 фаланги в каждом пальце, кроме большого (I) пальца (hallux), у которого 2 фаланги:

проксимальная фаланга (phalanx proximalis) (5×2);

средняя фаланга (phalanx media) (4×2);
дистальная фаланга (phalanx distalis) (5×2).

Скелёт человека (др.-греч. σκελετος — «высушенный») — совокупность костей организма, пассивная часть опорно-двигательного аппарата. Название указывает на старинный способ изготовления скелета - высушивание на солнце или в горячем песке.

Описание

В составе скелета взрослого человека около 206 костей, из них 33-34 - непарные, остальные - парные. 23 кости образуют череп, 26 - позвоночный столб, 25 - ребра и грудину, 64 - скелет верхних конечностей, 62 - скелет нижних конечностей.

Кости скелета образованы костной и хрящевой тканями, которые относятся к хрящевым тканям. Состоят кости из клеток и межклеточного вещества.

У взрослых людей на протяжении большей части жизни соотношение массы скелета и тела удерживается на уровне 20%. У пожилых и старых этот показатель несколько уменьшается. Сухой, мацерированный (последовательно обезжиренный, отбеленный, высушенный) скелет человека весит 5-6 кг.

Подъязычная кость — единственная кость непосредственно не связанная с другими, — топографически находится на шее, но традиционно относится к костям лицевого отдела черепа. Она подвешена мышцами к костям черепа и соединена с гортанью.

Непосредственно к скелету не относятся 6 особых косточек (по три с каждой стороны), расположенных в среднем ухе; слуховые косточки соединяются только друг с другом и участвуют в работе органа слуха, осуществляя передачу колебаний с барабанной перепонки во внутреннее ухо.

Функции скелета

I. Механические:

опора (формирование жёсткого костно-хрящевого остова тела, к которому прикрепляются мышцы, фасции и многие внутренние органы);

движение (благодаря наличию подвижных соединений между костями, кости работают как рычаги, приводимые в движение мышцами);

защита внутренних органов (формирование костных вмещилищ для головного мозга и органов чувств (череп), для спинного мозга (позвоночный канал));

рессорная (амортизирующая) функция (благодаря наличию специальных анатомических образований, уменьшающих и смягчающих сотрясения при

движениях: арочная конструкция стопы, хрящевые прослойки между костями и др.).

II. Биологические:

кроветворная (гемопоэтическая) функция (в костном мозге происходит гемопоэз - образование новых клеток крови);

участие в обмене веществ (является хранилищем большей части кальция и фосфора организма).

Организация

Скелет человека устроен по общему для всех позвоночных животных принципу. Кости скелета подразделяются на две группы: осевой скелет и добавочный скелет. К осевому скелету относятся кости, лежащие посередине и образующие остов тела; это все кости головы и шеи, позвоночник, рёбра и грудина. Добавочный скелет составляют ключицы, лопатки, кости верхних конечностей, кости таза и кости нижних конечностей.

Осевой скелет

Череп — костная основа головы, являетсяместилищем головного мозга, а также органов зрения, слуха и обоняния. Череп имеет два отдела: мозговой и лицевой.

Грудная клетка — имеет форму усечённого сжатого конуса, является костной основой груди иместилищем для внутренних органов. Состоит из 12 грудных позвонков, 12 пар рёбер и грудины.

Позвоночный столб, или позвоночник — является главной осью тела, опорой всего скелета; внутри позвоночного канала проходит спинной мозг. Подразделяется на шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый отделы.

Добавочный скелет

Пояс верхних конечностей — обеспечивает присоединение верхних конечностей к осевому скелету. Состоит из парных лопаток и ключиц.

Верхние конечности — максимально приспособлены для выполнения трудовой деятельности. Конечность состоит из трёх отделов: плеча, предплечья и кисти.

Пояс нижних конечностей — обеспечивает присоединение нижних конечностей к осевому скелету, а также являетсяместилищем и опорой для органов пищеварительной, мочевыделительной и половой систем.

Нижние конечности — приспособлены для опоры и перемещения тела в пространстве во всех направлениях, кроме вертикально вверх (не считая прыжка).

Половые особенности

Мужской и женский скелет в целом построены по одному типу, и кардинальных различий между ними нет. Они заключаются лишь в немного изменённой форме или размерах отдельных костей и, соответственно, включающих их структур. Вот некоторые из наиболее явных различий. Кости конечностей и пальцев у мужчин в среднем длиннее и толще, а бугристости на костях (следы прикрепления мышц), как правило, выражены сильнее. У женщин более широкий таз, а также более узкая грудная клетка.

Половые различия черепа у человека незначительны, поэтому зачастую бывает трудно отличить мужской череп от женского. Однако у мужчин сильнее выпирают надбровные дуги и затылочный бугор, глазницы имеют относительно большую величину, лучше выражены околоносовые пазухи. Кости мужского черепа обычно несколько толще, чем кости женского. Продольный (передне-задний) и вертикальный размеры у мужского черепа больше. Вместительность черепа у мужчин равна примерно 1450 куб. см, а у женщин 1300 куб. см. Разница объясняется меньшими размерами тела женщины.[2]

Развитие скелета

В эмбриональном периоде у всех Позвоночных первым зачатком внутреннего скелета является спинная струна (*chorda dorsalis*), или хорда, происходящая из мезодермы.

Скелет человека в процессе развития последовательно проходит 3 стадии:

соединительнотканная (перепончатая) - на 3-4 неделе внутриутробного развития - скелет включает в себя хорду и соединительную ткань.

хрящевая - на 5-7 неделе внутриутробного развития - скелет включает в себя хорду и хрящевой скелет.

костная - с 8 недели внутриутробного развития - скелет представлен остатками хорды (в виде студенистого ядра межпозвоночных дисков) и непосредственно костным скелетом.

Эти все стадии проходят все ("вторичные") кости скелета, кроме костей свода черепа, большинства костей лица и части ключицы, которые развиваются без стадии хряща и, соответственно, называются "первичными" или "покровными" костями скелета. Покровные кости можно рассматривать как производные наружного скелета, сместившегося вглубь мезодермы и присоединившегося к внутреннему скелету в качестве его дополнения.[4]

Развитие кости (Остеогенез).

У новорождённого ребёнка в скелете почти 270 костей, что намного больше, чем у взрослого. Такое различие возникло из-за того, что детский скелет содержит большое количество мелких косточек, которые срастаются в

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

Заболевания

Известно множество заболеваний костной системы. Многие из них сопровождаются ограничением подвижности, а некоторые могут приводить и к полному обездвиживанию человека. Серьёзную угрозу для жизни и здоровья представляют злокачественные и доброкачественные опухоли костей, требующие часто проведения радикального хирургического лечения; обычно поражённую конечность ампутуют. Помимо костей нередко поражаются и суставы. Болезни суставов часто сопровождаются значительным нарушением подвижности и сильными болями. При остеопорозе увеличивается ломкость костей, кости становятся хрупкими; это системное заболевание скелета чаще всего возникает у пожилых людей и у женщин после менопаузы.

Рентгеноанатомия скелета

Кости живого человека можно изучать методом рентгеновского исследования. Наличие в костях солей кальция делает кости менее "прозрачными" для рентгеновских лучей, чем окружающие их мягкие ткани. Вследствие неодинакового строения костей, присутствия в них более или менее толстого слоя компактного коркового вещества (а внутри от него - губчатого вещества) можно увидеть и различить кости и их части на рентгенограммах. На рентгенограммах можно также увидеть точки окостенения и по ним определить возраст, проследить замещение эпифизарного хряща костной тканью, сращение частей кости (появление синостоза).[2]

Интересные факты

Отдельные части скелета можно различить уже у 5-недельного зародыша (размером с горошину), у которого наиболее заметной частью является позвоночник, образующий выразительную дугу.

Скелет новорождённого ребёнка состоит из более чем трёхсот хрящиков, но в результате того что многие из них срастаются в процессе взросления, в скелете взрослого их остаётся лишь 206.

Самая длинная кость скелета — бедренная кость, а самая маленькая — стремя в среднем ухе.

Иногда различают "твёрдый" (кости) и "мягкий" (фасции, связки, капсулы) скелеты.

Масса "живого" скелета составляет у новорождённых примерно 11% массы тела, а у детей других возрастных групп - от 9 до 18%.

Скелет человека — это опора тела, и от его правильного развития зависит здоровье и правильное функционирование всех органов.

Химический состав кости

В состав живой кости взрослого входит воды 50%, жира 15,75%, оссеина (коллагеновых волокон) 12,4%, неорганических веществ 21,85%. Неорганические вещества представлены различными солями. Больше всего содержится фосфата извести — 60%, карбоната извести — 5,9%, сульфата магния—1,4%. Кроме того, в костях имеются представители всех земных элементов, Минеральные соли легко растворяются в слабом растворе соляной или азотной кислоты. Этот процесс называется декальцинацией. После такой обработки в костях остается только органическое вещество, сохраняющее форму кости. Оно пористо и эластично, как губка. При удалении органических веществ путем сжигания кость также сохраняет первоначальную форму, но становится хрупкой и легко крошится. Только сочетание органических и неорганических веществ делает кость твердой и упругой. Ее прочность значительно возрастает благодаря сложной архитектуре компактного и губчатого вещества.

Строение и химический состав костей

Кости занимают строго определенное место в организме человека. Как и любой орган, кость представлена разными видами тканей, основное место среди которых занимает костная ткань, являющаяся разновидностью соединительной ткани.

Кость (os) имеет сложное строение и химический состав. В живом организме в составе кости взрослого человека присутствует до 50 % воды, 28,15 % органических и 21,85 % неорганических веществ. Неорганические вещества представлены соединениями кальция, фосфора, магния и других элементов. Мацерированная кость на 1/3 состоит из органических веществ, получивших название «оссеин», на 2/3 - из неорганических веществ

Прочность кости обеспечивается физико-химическим единством неорганических и органических веществ и особенностями ее конструкции. Преобладание органических веществ обеспечивает значительную упругость, эластичность кости. При увеличении доли неорганических соединений (в старческом возрасте, при некоторых заболеваниях) кость становится ломкой, хрупкой. Соотношение неорганических веществ в составе кости у разных людей неодинаково. Даже у одного и того же человека оно изменяется на

протяжении жизни, зависит от особенностей питания, профессиональной деятельности, наследственности, экологических условий и др.

Большинство костей взрослого человека состоит из пластинчатой костной ткани. Из нее образовано компактное и губчатое вещество, распределение которых зависит от функциональных нагрузок на кость.

Компактное вещество (*substantia compacta*) кости образует диафизы трубчатых костей, в виде тонкой пластины покрывает снаружи их эпифизы, а также губчатые и плоские кости, построенные из губчатого вещества. Компактное вещество кости пронизано тонкими каналами, в которых проходят кровеносные сосуды, нервные волокна. Одни каналы располагаются преимущественно параллельно поверхности кости (*центральные, или гаверсовы, каналы*), другие открываются на поверхности костипитательными **отверстиями** (*foramina nutriticia*), через которые в толщу кости проникают артерии и нервы, а выходят вены.

Стенки **центральных (гаверсовых) каналов** (*canales centrales*) образованы концентрическими пластинками толщиной 4-15 мкм, как бы вставленными друг в друга. Вокруг одного канала от 4 до 20 таких костных пластинок. Центральный канал вместе с окружающими его пластинками называют **остеоном (гаверсова система)**. Остеон является структурно-функциональной единицей компактного вещества кости. Пространства между остеонами заполнены *вставочными пластинками*. Наружный слой компактного вещества сформирован *наружными окружающими пластинками*, являющимися продуктом костеобразующей функции надкостницы. Внутренний слой, ограничивающий костно-мозговую полость, представлен *внутренними окружающими пластинками*, образующимися из остеогенных клеток эндоста.

Губчатое (трабекулярное) вещество кости (*substantia spongiosa*) напоминает губку, построенную из костных пластинок (балок) с ячейками между ними. Расположение и размеры костных балок определяются нагрузками, которые испытывает кость в виде растяжения и сжатия. Линии, соответствующие ориентации костных балок, называют кривыми сжатия и растяжения. Расположение костных балок под углом друг к другу способствует равномерной передаче на кость давления (мышечной тяги). Такая конструкция придает кости прочность при наименьшей затрате костного вещества.

Вся кость, кроме ее суставных поверхностей, покрыта соединительнотканной оболочкой - надкостницей. **Надкостница** (*periosteum*) прочно срастается с костью за счет соединительнотканых прободающих (шарпеевых) волокон, проникающих в глубь кости. У надкостницы выделяют два слоя. *Наружный фиброзный слой* образован коллагеновыми волокнами, придающими особую прочность надкостнице. В нем проходят кровеносные сосуды и нервы. *Внутренний слой* - ростковый, камбиальный. Он прилежит непосредственно к наружной поверхности кости, содержит остеогенные

клетки, за счет которых кость растет в толщину и регенерирует после повреждения. Таким образом, надкостница выполняет не только защитную и трофическую, но и костеобразующую функции.

Изнутри, со стороны костно-мозговых полостей, кость покрыта эндостом. Эндост (endost) в виде тонкой пластинки плотно прилежит к внутренней поверхности кости и также выполняет остеогенную функцию.

Кости отличаются значительной пластичностью. Они легко перестраиваются под действием тренировок, физических нагрузок, что проявляется в увеличении или уменьшении количества остеонов, изменении толщины костных пластинок компактного и губчатого веществ. Для оптимального развития кости предпочтительны умеренные регулярные физические нагрузки. Сидячий образ жизни, малые нагрузки способствуют ослаблению и истончению кости. Кость приобретает крупноячеистое строение и даже частично рассасывается (резорбция кости, остеопороз). Профессия также оказывает влияние на особенность строения кости. Существенную роль, помимо внешнесредовых, играют также наследственно-половые факторы.

Пластичность костной ткани, ее активная перестройка обусловлены образованием новых костных клеток, межклеточного вещества на фоне разрушения (резорбции) имеющейся костной ткани. Резорбция обеспечивается деятельностью остеокластов. На месте разрушающейся кости формируются новые костные балки, новые остеоны.

Кость как орган

Каждая кость имеет свое эмбриональное развитие и форму, занимает присущее ей место в теле, всегда соединяется с другими костями (кроме подъязычной кости и сесамовидных костей, располагающихся в мягких тканях). В состав каждой кости входят представители всех четырех видов тканей: соединительная ткань, эндотелий, мышечная и нервная ткани, формирующие такую структуру, которая способна очень быстро перестраиваться под влиянием внешних и внутренних факторов. Функциональным элементом кости являются костные клетки — остеобласты, способные вырабатывать промежуточное белковое вещество (оссеин) и откладывать минеральные соли. Кость активно участвует в обмене веществ, постоянно находясь под влиянием нервной системы, гормональной деятельности организма, условий питания, степени физической нагрузки и др. Поэтому кости, как и все другие органы, составляют весьма динамичную систему. У человека насчитывается около 250 костей (включая зубы). Число костей непостоянно, так как, например, в черепе встречаются дополнительные кости.

Функция костной ткани многообразна. Первая и наиболее важная — функция опоры для мягких тканей, подавляющее большинство которых начинается и прикрепляется на костях. Мышцы, перекидываясь через места соединения костей, производят смещение одной кости в отношении другой

или поверхности земли. Тем самым кости принимают участие в выполнении всех движений, совершаемых человеком. Кости также формируют полости (черепная, спинномозговая, тазовая и грудная) для защиты внутренних органов. В кости находится красный костный мозг, который выполняет функцию гемопоэза (кровообразование). Кости осуществляют функцию депо для минеральных веществ и микроэлементов.

Строение внутренней соединительнотканной пластинки кости

Внутренняя поверхность полости длинных трубчатых костей выстлана очень тонкой соединительнотканной пластинкой (endosteum), содержащей остеобласты и остеокласты, которые во время роста образуют новые внутренние общие костные пластинки и разрушают существующее костное вещество. Внутренняя соединительнотканная пластинка сращена волокнами с костью и ретикулярной основой костного мозга.

Части тела

Анатомическое строение человека рассматривается при его вертикальном положении с сомкнутыми ногами, руками, вытянутыми вдоль туловища, и ладонями, обращенными вперед (положение супинации). Выделяют следующие части тела. Голова (caput) содержит череп (cranium), лицо (facies), нос (nasus), рот (os). Шея (cervix). Туловище (truncus) имеет спину (dorsum), грудь (thorax), живот (abdomen), таз (pelvis). Верхняя конечность (membrum superius) разделяется на подмышку (axilla), плечо (brachium), локоть (cubitus), предплечье (antebrachium), кисть (manus). Нижняя конечность (membrum inferius) состоит из бедра (femur), колена (genu), голени (crus), стопы (pes). В каждой части тела имеются определенные области, которые описываются в соответствующих отделах.

Половые различия, конституциональные типы, антропологические особенности человека

Внешний вид человека определяется формами его тела, зависящими от рельефа скелета и тонуса мышц, толщины подкожного жирового слоя, эластических свойств кожи.

Положение человека в природе

Антропогенез объясняет место современного человека (*Homo sapiens*) в зоологической системе. По принятой классификации для систематики животного мира, разработанной на основе достижений палеонтологии, анатомии, сравнительной анатомии, биологии и эмбриологии, человек относится к типу хордовых, подтипу позвоночных, классу млекопитающих, отряду приматов, подотряду обезьян, надсемейству антропоморфных, семейству гоминид.

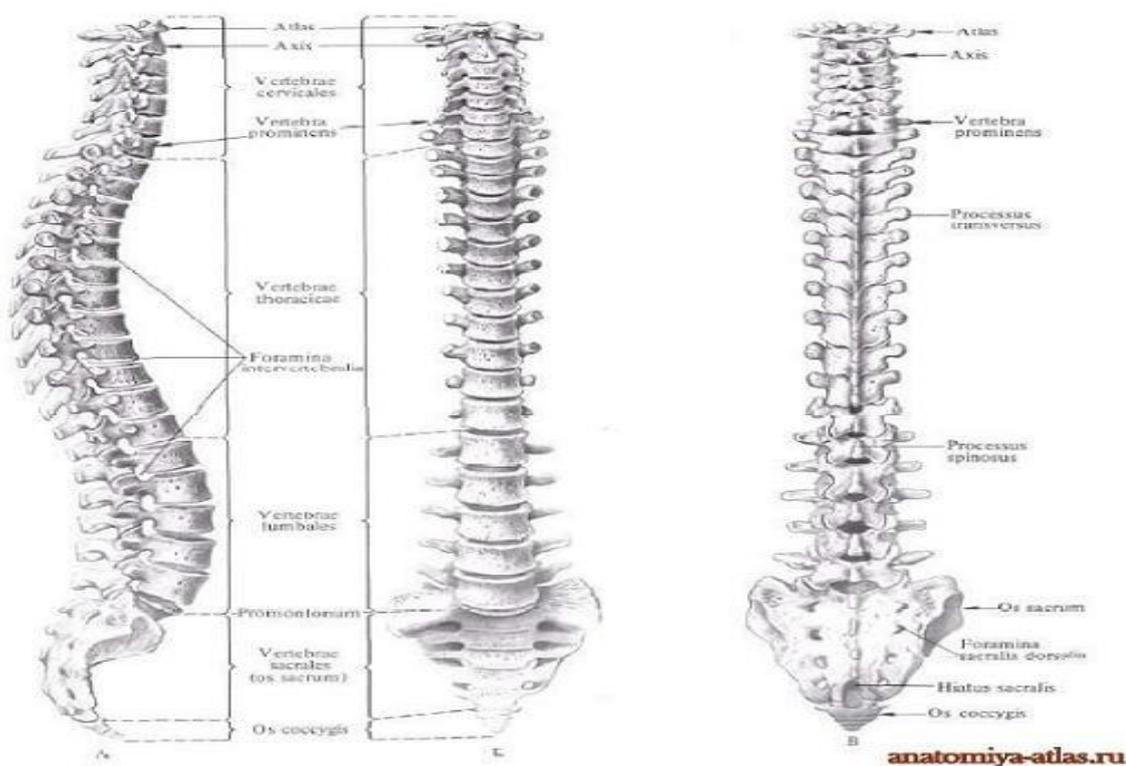
Лекция 3 Позвоночный столб и его части

Позвонки, *vertebrae*, числом 33-34, в виде налагающихся друг на друга колец складываются в одну колонну – позвоночный столб, *columna vertebralis*.

В позвоночном столбе различают шейные позвонки, *vertebrae cervicales* (7), грудные позвонки, *vertebrae thoracicae* (12), поясничные позвонки, *vertebrae lumbales* (5), крестец, *os sacrum* (5), и копчик, *os coccygis* (4 или 5 позвонков).

Позвоночный столб взрослого человека образует в сагиттальной плоскости четыре изгиба, *curvaturae*: шейный, грудной, поясничный (брюшной) и крестцовый (тазовый). При этом шейный и поясничный изгибы выпуклостью обращены кпереди (лордоз), а грудной и тазовый изгибы – кзади (кифоз),

Все позвонки делят на две группы: так называемые истинные и ложные позвонки. В первую группу входят шейные, грудные и поясничные позвонки, во вторую – крестцовые позвонки, сросшиеся в крестец, и копчиковые, сросшиеся в копчик.



Позвонок, *vertebra*, имеет тело, дугу и отростки. Тело позвонка, *corpus vertebrae (vertebralis)*, представляет собой переднюю утолщенную часть позвонка. Сверху и снизу оно ограничено поверхностями, обращенными соответственно к выше- и нижележащему позвонкам, спереди и с боков – несколько вогнутой поверхностью, а сзади – уплощенной. На теле позвонка,

особенно на его задней поверхности, имеется множество питательных отверстий, *foramina nutriticia*, – следы прохождения сосудов и нервов в вещество кости. Тела позвонков соединены между собой межпозвоночными дисками (хрящами) и образуют весьма гибкую колонку - **позвоночный столб**, *columna vertebralis*.

Дуга позвонка, *arcus vertebrae (vertebralis)*, ограничивает сзади и с боков позвоночное отверстие, *foramen vertebrae*; располагаясь одно над другим, отверстия образуют позвоночный канал, *canalis vertebralis*, в котором залегает спинной мозг. От заднебоковых граней тела позвонка дуга начинается суженным отрезком – это ножка дуги позвонка, *pediculus arcus vertebrae (vertebralis)*, переходящая в пластинку дуги позвонка, *lamina arcus vertebrae (vertebralis)*. На верхней и нижней поверхностях ножки имеются верхняя позвоночная вырезка, *incisura vertebralis superior*, и нижняя позвоночная вырезка, *incisura vertebralis inferior*. Верхняя вырезка одного позвонка, прилегая к нижней вырезке верхнего позвонка, образует межпозвоночное отверстие, *foramen intervertebrale*, для прохождения спинномозгового нерва и сосудов.

Отростки позвонка, *processus vertebrae*, в количестве семи, выступают на дуге позвонка. Один из них, непарный, направлен от середины дуги кзади – это остистый отросток, *processus spinosus*. Остальные отростки парные. Одна пара – верхние суставные отростки, *processus articulares superiores*, располагается со стороны верхней поверхности дуги, другая пара – нижние суставные отростки, *processus articulares inferiores*. Выступает со стороны нижней поверхности дуги и третья пара – поперечные отростки, *processus transversi* отходит со стороны боковых поверхностей дуги.

На суставных отростках имеются суставные поверхности, *facies articulares*. Этими поверхностями каждый вышележащий позвонок сочленяется с нижележащим.

Позвоночный столб поддерживает голову и верхнюю часть туловища. Это прочная, гибкая цепочка костей, которая называется позвоночником. Соединения между двумя соседними позвонками (межпозвоночные диски) обеспечивают лишь ограниченные движения, однако в целом позвоночный столб весьма подвижен.

Позвоночный столб тянется от основания черепа до копчикового рога — места соединения его с тазом. Через него масса головы и туловища распределяется на ноги. Кости позвоночного столба окружают и защищают спинной мозг, который начинается от нижней части головного мозга. Позвоночник имеет S-образную форму (ее придают ему 4 изгиба), которая хорошо видна в боковой проекции. Он крепкий, гибкий, обеспечивает равновесие, располагая тело непосредственно над стопами, а также компенсирует нагрузки, возникающие при движении.

У взрослых имеется 26 позвонков, хотя два из них - крестец и копчик, образованы несколькими сросшимися позвонками. У всех позвонков

одинаковый план строения. Позвонок имеет вид костного кольца, окружающего позвоночное отверстие, через который проходит спинной мозг. Утолщенная часть составляет тело позвонка и образует переднюю часть кольца; сзади расположена дуга позвонка. На дуге расположены отростки (два поперечных и один остистый), к которым прикрепляются связки и мышцы спины, фиксирующие положение позвоночного столба, не давая совершать слишком резкие наклоны и поддерживая его в вертикальном положении. Между позвонками расположены межпозвонковые дисковых образования, наполненные желеобразным веществом, которые позволяют позвонкам незначительно смещаться относительно друг друга при ходьбе, прыжках или беге.

В соответствии с расположением, размером, формой и выполняемыми функциями позвонки делят на 5 типов. 7 позвонков небольшого размера образуют гибкую шею. Самый верхний из них, атлант, связан с черепом и обеспечивает смещение (кивательные движения) головы вперед. Атлант связан цилиндрическим суставом с соседним, вторым - осевым шейным позвонком, что обеспечивает повороты головы из стороны в сторону. Затем следуют 12 грудных позвонков, формирующих середину позвоночного столба. Каждый из них соединен с ребрами. Пять поясничных позвонков несут на себе основную массу верхней части туловища и головы. Треугольной формы крестец образован пятью сросшимися и прочно соединенными с костями таза позвонками. Копчик, или хвостовая кость, образован четырьмя сросшимися позвонками и заканчивается копчиковым рогом.

Различают 5 отделов позвоночника:

- Шейный отдел (7 позвонков, С1—С7);
- Грудной отдел (12 позвонков, Th1—Th12);
- Поясничный отдел (5 позвонков, L1—L5);
- Крестцовый отдел (5 позвонков, S1—S5);
- Копчиковый отдел (3-5 позвонков, Сх1—Сх3-5)

Есть 2 вида изгиба позвоночника: лордоз и кифоз.

Лордоз — это те части позвоночника, которые выгнуты вентрально (вперед) — шейный и поясничный.

Кифоз — это те части позвоночника, которые выгнуты дорсально (назад) — грудной и крестцовый.

Изгибы позвоночника способствуют сохранению человеком равновесия. Во время быстрых, резких движений изгибы пружинят и смягчают толчки, испытываемые телом.

Шейный отдел

В шейном отделе позвоночника человека располагаются 7 позвонков. Этот отдел является самым подвижным. Первые два позвонка шейного отдела, атлант (лат. *Atlas*) и эпистрофей (лат. *Axis*), имеют атипичное строение. У атланта отсутствует тело позвонка — он состоит из передней и

задней дуг, соединённых между собой боковыми костными утолщениями (латеральными массами). Атлант прикрепляется к затылочному отверстию в черепе с помощью мышцелков. В передней части. Эпистрофей имеет костный вырост — зубовидный отросток или зуб. Он фиксируется связками в невральном кольце атланта, представляя собой ось вращения позвонка. Благодаря строению этих позвонков, человек может совершать разнообразные движения головой.

Из-за минимальной нагрузки тела шейные позвонки невелики. Поперечные отростки имеют собственные отверстия (образуются при сращении с рудиментами рёбер), в которых проходят позвоночные артерия и вена. В месте сращения поперечного отростка с рудиментом ребра образуются бугорки (передний и задний). Передний бугорок сильно развит у VI шейного позвонка («сонный бугорок») — к нему можно прижать сонную артерию в случае кровотечения. Остистые отростки шейных позвонков раздвоены (кроме I, у которого остистый отросток отсутствует, и VII). Остистый отросток VII позвонка называется «выступающим». Он является точкой отсчёта позвонков при осмотре пациента.

Грудной отдел

Грудной отдел позвоночника состоит из 12 позвонков. К телам этих позвонков полуподвижно прикреплены рёбра. Грудные позвонки и рёбра, впереди соединённые грудиной, образуют грудную клетку. Только 10 пар рёбер прикрепляются к груди, остальные свободны.

Тела увеличиваются из-за увеличения нагрузки и имеют рёберные ямки для сочленения с головками рёбер. Обычно один позвонок имеет 2 полуямки — верхнюю и нижнюю. Однако I-й грудной позвонок имеет полную верхнюю ямку и нижнюю полуямку, X-й — только верхнюю полуямку, XI-й и XII-й — имеют полные ямки для соответствующих рёбер. Остистые отростки грудных позвонков длинные, наклонены вниз, черепицеобразно накладываясь друг на друга. Суставные отростки направлены фронтально. На передней поверхности поперечных отростков — рёберные ямки для сочленения с бугорками рёбер (у XI, XII их нет).

Поясничный отдел

В поясничном отделе располагается 5 позвонков. На поясничный отдел приходится очень большая масса, поэтому тела поясничных позвонков самые крупные. Остистые отростки направлены прямо назад. Суставные отростки обращены сагиттально. Есть рёберные отростки (рудименты рёбер), добавочные отростки (остатки поперечных отростков, не слившиеся с ребром), сосцевидные отростки — след прикрепления мышц.

Крестцовый отдел

5 крестцовых позвонков у взрослого человека образуют крестец (os sacrum). У ребёнка состоит из отдельных позвонков, которые срастаются в юношеском возрасте.

Копчиковый отдел

Включает 4-5 позвонков и является неподвижной частью позвоночника.

Развитие позвоночного столба у человека

Выселяющаяся из медиовентральной части (склеротома) каждого сомита мезенхима обволакивает хорду и нервную трубку — образуются первичные (перепончатые) позвонки. Такие позвонки состоят из тела и невральная дуги, метамерно расположенных с дорсальной и вентральной сторон хорды.

На 5-й неделе внутриутробного развития в телах, дорсальной и вентральной дугах появляются островки хрящевой ткани, которые в дальнейшем сливаются. Хорда теряет своё значение, сохраняясь в виде студенистого ядра межпозвоночных дисков между телами позвонков. Дорсальные дуги, разрастаясь и сливаясь, образуют отростки (непарные остистые и парные суставные и поперечные), а вентральные дуги растут в стороны и, проникая в вентральные отделы миотомов, дают начало рёбрам.

На 8-й неделе хрящевой скелет зародыша человека заменяется костным. В конце 8-й недели внутриутробного развития начинают окостеневать позвонки. На каждом позвонке возникают 3 точки окостенения: одна в теле и две в дуге. В дуге точки окостенения сливаются на 1-м году жизни, а дуга срастается с телом на 3-м году жизни (или позже). Добавочные точки окостенения в верхней и нижней частях тела позвонка возникают в 5—6 лет, а окончательно позвонок окостеневаает в 20—25 лет.

Шейные позвонки (I и II) отличаются по развитию от остальных. Атлант имеет по одной точке окостенения в будущих латеральных массах, отсюда костная ткань разрастается в заднюю дугу. В передней дуге точка окостенения появляется лишь на 1-м году жизни. Часть тела атланта ещё на стадии хрящевого позвонка отделяется от него и соединяется с телом II шейного позвонка, превращаясь в зубовидный отросток (зуб). Зуб имеет самостоятельную точку окостенения, которая сливается с костным телом II позвонка на 3—5-м году жизни ребёнка.

У трёх верхних крестцовых позвонков на 6—7 месяце внутриутробного развития появляются добавочные точки окостенения, за счёт которых развиваются латеральные части крестца (рудименты крестцовых рёбер). На 17—25 году крестцовые позвонки срастаются в единый крестец.

В копчиковых (рудиментарных позвонках) появляется по одной точке окостенения в различное время (в период от 1 года до 20 лет).

У зародыша человека закладывается 38 позвонков: 7 шейных, 13 грудных, 5 поясничных и 12—13 крестцовых и копчиковых. В период роста эмбриона происходят следующие изменения: 13-я пара рёбер редуцируется и срастается с поперечными отростками 13-го грудного позвонка, который становится 1-м поясничным (а последний поясничный позвонок становится 1-м крестцовым). В дальнейшем происходит редукция

большинства копчиковых позвонков. Таким образом, к моменту рождения плода позвоночный столб состоит из 33—34 позвонков.

Варианты и аномалии развития позвоночного столба человека

Ассимиляция атланта (сращение I шейного позвонка с черепом) — может комбинироваться с расщеплением его задней дуги. Ассимиляция атланта является редкой аномалией. Она может сопровождаться различными изменениями в строении атланта и затылочной кости. Данные об ассимиляции атланта могут представлять несомненный интерес в клинической практике при проведении оперативных вмешательств в этой области.

Аномалии такого рода (*spina bifida*) могут встречаться и у других позвонков, чаще у поясничных и крестцовых. Число крестцовых позвонков за счёт ассимиляции поясничных может увеличиваться до 6—7 («сакрализация»), при соответствующем увеличении крестцового канала и увеличении количества крестцовых отверстий. Реже наблюдается уменьшение количества крестцовых позвонков до 4 при увеличении числа поясничных («люмбализация»).

При наличии шейных рёбер VII шейный позвонок приобретает сходство с грудным. В случае наличия 13-й пары рёбер увеличивается число типичных грудных позвонков.

Аномалия Киммерли — это мальформация краниовертебрального перехода, связанная с атипичным врожденным дефектом атланта в виде костной дугообразной перегородки на задней дуге над бороздой позвоночной артерии.

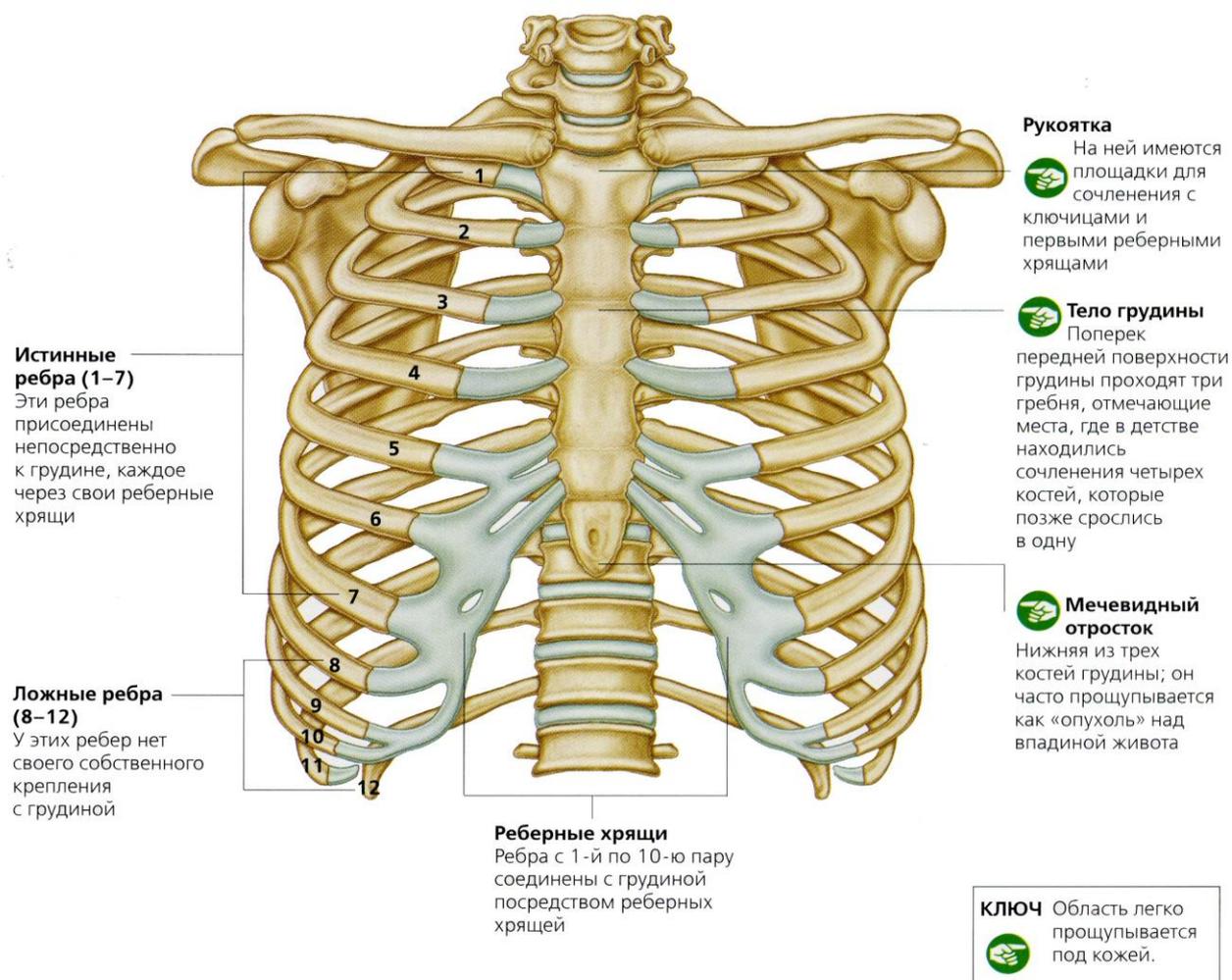
Первая помощь при травмах позвоночника

При подозрении на травму позвоночника нельзя передвигать и переворачивать пострадавшего. В тех случаях когда оставление на месте приведёт к неизбежным дополнительным травмам или смерти, передвижение пострадавшего осуществляется на твёрдой поверхности, с максимальным сохранением положения в котором он находился до начала перемещения. Помните, что при изменении положения тела, попытке уложить травмированного на живот или придать ему более удобную позу, вы можете провести ущемление спинного мозга позвонками, что приведёт к параличу нижележащих отделов и пожизненной инвалидности больного.

Лекция 4

Кости грудной клетки

Грудная клетка защищает жизненно важные органы. На них также есть места для прикрепления мышц спины, груди и плеч. Кроме того, грудная клетка достаточно легко движется при дыхании.



Грудная клетка состоит из грудины, 12 пар ребер и хрящей, которыми ребра соединены с грудиной.

Опорой для грудной клетки являются 12 грудных позвонков, а сама она состоит из 12 пар ребер, реберных хрящей и грудины, находящейся спереди.

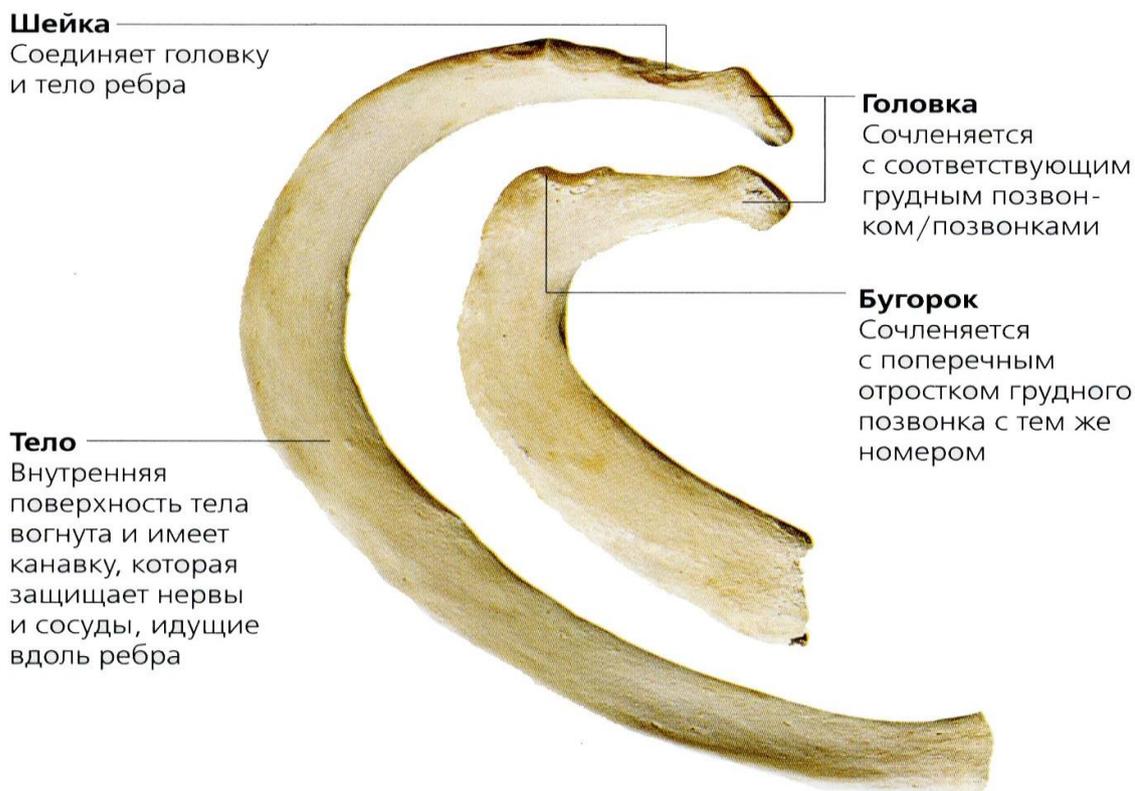
РЕБРА

Каждая из 12 пар ребер прикреплена сзади к соответствующему по номеру грудному позвонку. Далее ребра изгибаются вокруг грудной полости, немного спускаясь при этом вниз. В передней части тела они сходятся. Все ребра можно разделить на две группы в соответствии со способом их прикрепления в передней части.

- Истинные (позвоночно-грудинные) ребра. Верхние семь пар ребер спереди присоединены непосредственно к грудины через свои реберные хрящи.
 - Ложные ребра. Ребра с 8-й по 10-ю пару (позвоночно-хрящевые) не имеют непосредственного крепления к грудины, а соединены с ней

через сросшиеся реберные хрящи. Нижние две пары вообще не имеют креплений с костью или хрящом и поэтому называются колеблющимися. Их передние концы погружены в мускулатуру передней брюшной стенки.

Строение ребер



Здесь мы видим снизу первое и второе правые ребра. Они не похожи на ребра с номерами с 3-го по 10-й, поскольку они более плоские, короткие и сильнее изогнуты.

Ребра с 3-й по 10-ю пары почти не отличаются друг от друга, поэтому их можно назвать типичными. Эти ребра состоят из следующих областей.

- **Головка.** Она соединяется с грудным позвонком того же номера и с позвонком над ним (например, 4-е ребро соединяется с 4-м и 3-м грудными позвонками).
- **Шейка.** Этот узкий участок соединяет головку с телом ребра.
- **Бугорок.** Эта приподнятая область находится в месте соединения головки и тела; на бугорке находится поверхность для сочленения с поперечным отростком грудного позвонка.
- **Тело.** Ребро в области тела представляет сплюснутую изогнутую кость, которая идет кругом, чтобы соединиться с грудиной.
- **Первое ребро.** Это самое широкое, самое короткое и плоское ребро; оно имеет поверхность для сочленения с первым грудным позвонком и заметный «неравносторонний» бугорок.

- Второе ребро. Это ребро гораздо тоньше, чем первое, и его тело напоминает тела типичных ребер. На середине тела имеется бугорок для прикрепления мышц.
- 11-е и 12-е ребра (колеблющиеся). У них на головках всего по одной суставной поверхности и нет места на бугорке, которым ребро сочленялось бы с поперечным отростком соответствующего грудного позвонка. На конце тел у них имеется лишь хрящевой колпачок, и они не соединяются с другими ребрами.

Ребра, costae 12 пар, - узкие, различной длины изогнутые костные пластинки, симметрично располагаются по бокам грудного отдела позвоночного столба.

В каждом ребре различают более длинную костную часть ребра, *os costale*, короткую хрящевую - реберный хрящ, *cartilago costalis*, и два конца - передний, обращенный к груди, и задний, обращенный к позвоночному столбу.

Костная часть, в свою очередь, включает три явно различимых отдела: головку, шейку и тело. Головка ребра, *caput costae*, располагается на его позвоночном конце. На ней имеется суставная поверхность головки ребра, *facies articularis capitis costae*. Эту поверхность на II-X ребрах разделяет горизонтально идущий гребень головки ребра, *crista capitis costae*, на верхнюю, меньшую, и нижнюю, большую, части, каждая из которых соответственно сочленяется с реберными ямками двух соседних позвонков. Шейка ребра, *collum costae*, - наиболее суженная и округлая часть ребра, несет на верхнем крае гребень шейки ребра, *crista colli costae* (I и XII ребра этого гребня не имеют).

На границе с телом у 10 верхних пар ребер на шейке имеется небольшой бугорок ребра, *tuberculum costae*, на котором находится суставная поверхность бугорка ребра, *facies articularis tuberculi costae*, сочленяющаяся с поперечной реберной ямкой соответствующего позвонка.

Между задней поверхностью шейки ребра и передней поверхностью поперечного отростка соответствующего позвонка образуется реберно-поперечное отверстие, *foramen costotransversarium*.

Тело ребра, *corpus costae*, представленное губчатой костью, имеет различную длину: от I пары ребер до VII (реже VIII) длина тела постепенно возрастает, у следующих ребер тело последовательно укорачивается, простираясь от бугорка до грудинного конца ребра, является наиболее длинным отделом костной части ребра. На некотором расстоянии от бугорка тело ребра, сильно изгибаясь, образует угол ребра, *angulus costae*. У I ребра он совпадает с бугорком передней лестничной мышцы (*tuberculum m. scaleni anterioris*), перед которым проходит борозда подключичной вены (*sulcus v. subclaviae*), а за ним — борозда подключичной артерии (*sulcus a. subclaviae*), а на остальных ребрах расстояние между этими образованиями

увеличивается (вплоть до XI ребра); тело XII ребра угла не образует. На всем протяжении тело ребра уплощено. Это позволяет различать в нем две поверхности: внутреннюю, вогнутую, и наружную, выпуклую, и два края: верхний, округлый, и нижний, острый. На внутренней поверхности вдоль нижнего края проходит борозда ребра, *sulcus costae*, где залегают межреберные артерия, вена и нерв. Края ребер описывают спираль, поэтому ребро перекручено вокруг своей длинной оси.

На переднем грудном конце костной части ребра имеется ямка с небольшой шероховатостью; к ней прикрепляется реберный хрящ.

Реберные хрящи, *cartilagine costales* (их также 12 пар), являются продолжением костных частей ребер. От I до II ребра они постепенно удлиняются и соединяются непосредственно с грудиной. Верхние 7 пар ребер - истинные ребра, *costae verae*, нижние

Ложные ребра

Ложные ребра (5 пар) - *costae spuriae*, XI и XII ребра - колеблющиеся ребра, *costae fluitantes*. Хрящи VIII, IX и X ребер непосредственно к груди не подходят, но каждый из них присоединяется к хрящу вышележащего ребра. Хрящи XI и XII ребер (иногда X) не достигают грудины и своими хрящевыми концами лежат свободно в мышцах брюшной стенки.

Некоторые особенности имеют две первые и две последние пары ребер. Первое ребро, *costa prima* (I), короче, но шире остальных, имеет почти горизонтально расположенные верхнюю и нижнюю поверхности (вместо наружной и внутренней у других ребер). На верхней поверхности ребра, в переднем отделе, имеется бугорок передней лестничной мышцы, *tuberculum t. scaleni anterioris* (место прикрепления указанной мышцы). Кнаружи и кзади от бугорка лежит неглубокая борозда подключичной артерии, *sulcus a. subclaviae* (след пролегающей здесь одноименной артерии, *a. subclavia*), кзади от которой находится небольшая шероховатость (место прикрепления средней лестничной мышцы, *m. scalenus medius*). Кпереди и кнутри от бугорка имеется слабо выраженная борозда подключичной вены, *sulcus v. subclaviae*. Суставная поверхность головки I ребра не разделена гребнем; шейка длинная и тонкая; реберный угол совпадает с бугорком ребра.

Второе ребро, *costa secunda* (II), имеет на наружной поверхности шероховатость - бугристость передней зубчатой мышцы, *tuberositas t. serrati anterioris* (место прикрепления зубца указанной мышцы).

Одиннадцатое и двенадцатое ребра, *costa XI et costa XII*, имеют не разделенные гребнем суставные поверхности головки. На XI ребре угол, шейка, бугорок и реберная борозда выражены слабо, а на XII они отсутствуют.

Грудина

Грудина, *sternum*, - непарная кость удлинённой формы с несколько выпуклой передней поверхностью и соответственно вогнутой задней поверхностью. Грудина занимает отдел передней стенки грудной клетки. На ней различают рукоятку, тело и мечевидный отросток. Все эти три части соединяются между собой хрящевыми прослойками, которые с возрастом окостеневают.

Рукоятка грудины, *manubrium sterni*, - наиболее широкая часть, толстая вверху, тоньше и уже внизу, имеет на верхнем крае яремную вырезку, *incisura jugularis*, легко прощупываемую через кожу. По бокам яремной вырезки располагаются ключичные вырезки, *incisurae clavicales*, - места сочленения грудины с грудинными концами ключиц.

Несколько ниже, на боковом крае, находится вырезка I ребра, *incisura costalis I*, - место сращения с хрящом I ребра. Еще ниже имеется небольшое углубление - верхний участок реберной вырезки II ребра; нижний участок этой вырезки находится на теле грудины.

Тело грудины, *corpus sterni*, почти в 3 раза длиннее рукоятки, но уже ее. Тело грудины у женщин короче, чем у мужчин.

Передняя поверхность грудины имеет следы слияния ее частей в процессе эмбрионального развития в виде слабо выраженных поперечно идущих линий.

Хрящевое соединение верхнего края тела с нижним краем рукоятки получило название синхондроза рукоятки грудины, *synchondrosis manubriosternalis*, при этом тело и рукоятка сходятся, образуя тупой, открытый кзади угол грудины, *angulus sterni*. Этот выступ находится на уровне сочленения II ребра с грудиной и легко прощупывается через кожу.

На боковом крае тела грудины различают четыре полные и две неполные реберные вырезки, *incisurae costales*, - места сочленения грудины с хрящами I—VII ребер. Одна неполная вырезка находится вверху бокового края грудины и соответствует хрящу II ребра, другая - внизу бокового края и соответствует хрящу VII ребра; четыре полные вырезки залегают между ними и соответствуют III—VI ребрам.

Участки боковых отделов, лежащие между двумя соседними реберными вырезками, имеют форму полулунных углублений.

Мечевидный отросток, *processus xiphoides*, - самая короткая часть грудины, может быть различным по величине и форме, с раздвоенной верхушкой или с отверстием посредине. Острая или притуплённая верхушка обращена либо кпереди, либо кзади. В верхнебоковом отделе мечевидного отростка имеется неполная вырезка, сочленяющаяся с хрящом VII ребра.

Мечевидный отросток образует с телом грудины синхондроз мечевидного отростка, *synchondrosis xiphosternalis*. К старости мечевидный отросток, окостеневая, срастается с телом грудины.

Иногда выше рукоятки грудины, в толще подъязычной группы мышц или в медиальной ножке грудино-ключично-сосцевидной мышцы,

располагаются 1-3 нагрудные когти, *ossa suprasternalia*. Они сочленяются с рукояткой грудины.

Грудная клетка

Грудную клетку, *compares thoracis*, составляют грудной отдел позвоночного столба, ребра (12 пар) и грудина.

Грудная клетка образует грудную полость, *cavitas thoracis*, имеющую форму усеченного конуса, обращенного широким основанием книзу, а усеченной верхушкой - кверху, в грудной клетке различают переднюю, заднюю и боковые стенки, верхнее и нижнее отверстие, которые ограничивают грудную полость.

Передняя стенка короче остальных стенок, образуется грудиной и хрящами ребер. Располагаясь косо, она больше выступает кпереди своими нижними отделами, чем верхними. Задняя стенка длиннее передней, образована грудными позвонками и участками ребер от головок до углов; ее направление почти вертикально.

На наружной поверхности задней стенки грудной клетки, между остистыми отростками позвонков и углами ребер, с обеих сторон образуется два желоба – спинные борозды; в них залегают глубокие мышцы спины. На внутренней поверхности грудной клетки, между выступающими телами позвонков и углами ребер, также образуется два желоба - легочные борозды, *sulci pulmonales*; к ним примыкают позвоночной частью реберной поверхности легкие.

Боковые стенки длиннее передней и задней, образованы телами ребер и бывают более или менее выпуклыми.

Пространства, ограниченные сверху и снизу двумя соседними ребрами, спереди - боковым краем грудины и сзади - позвонками, называют межреберьями. *spatia intercostalia*; они выполнены связками, межреберными мышцами и мембранами.

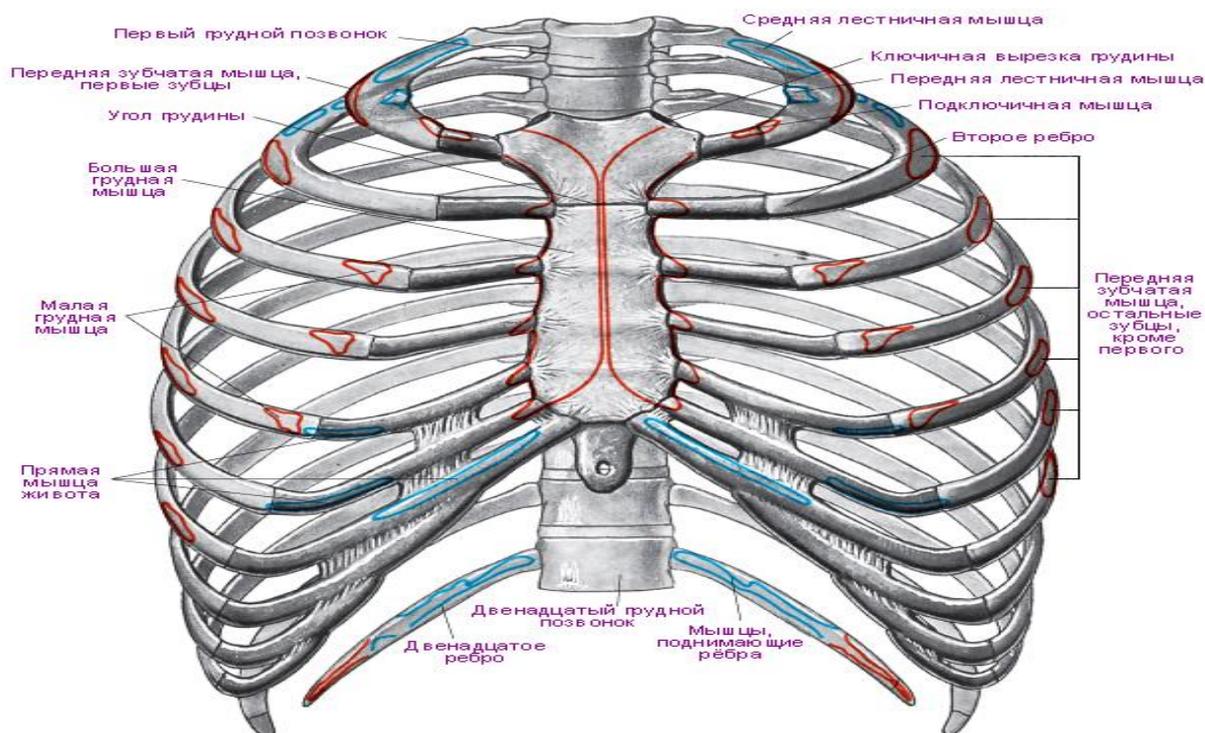
Грудная клетка, *compares thoracis*, ограниченная указанными стенками, имеет два отверстия - верхнее и нижнее, которые называются апертурами.

Верхняя апертура грудной клетки, *apertura thoracis superior*, меньше нижней, ограничена спереди верхним краем рукоятки, с боков - первыми ребрами и сзади - телом I грудного позвонка. Она имеет поперечно-овальную форму и расположена в плоскости, наклоненной сзади наперед и книзу. Верхний край рукоятки грудиTM находится на уровне промежутка между II и III грудными позвонками.

Нижняя апертура грудной клетки, *apertura thoracis inferior*, ограничена спереди мечевидным отростком и образованной хрящевыми концами ложных ребер реберной дугой, с боков - свободными концами XI и XII ребер и нижними краями XII ребер, сзади - телом XII грудного позвонка.

Реберная дуга, *arcus costalis*, у мечевидного отростка образует открытый книзу подгрудный угол, *angulus infrasternal'is*.

Форма грудной клетки у различных людей разная (плоская, цилиндрическая или коническая). У лиц с узкой грудной клеткой подгрудный угол острее и межреберья шире, а сама (грудная клетка) длиннее, чем у лиц с широкой грудной клеткой. Грудная клетка у мужчин длиннее, шире и более конусообразна, чем у женщин. Форма грудной клетки зависит также от возраста.



Суставы грудной клетки

Ребра соединяются подвижно задними своими концами с телами и поперечными отростками грудных позвонков посредством реберно-позвоночных суставов, *articulationes costovertebrales*, передними концами - с грудиной грудино-реберными суставами, *articulationes sternocostales*.

Реберно-позвоночные суставы

Задние концы ребер сочленяются с позвонками при помощи двух суставов:

1. Сустав головки ребра, *articulatio capitis costae*, образуется суставной поверхностью головки ребра и реберными ямками тел позвонков. Головки от II до X ребер конусовидные и соприкасаются с соответствующими суставными ямками тел двух позвонков. Суставные поверхности на телах позвонков в большинстве случаев образуются двумя ямками: меньшей верхней реберной ямкой, *fovea costalis superior*, которая имеется в нижней

части тела вышележащего позвонка, и большей нижней реберной ямкой, *fovea costalis inferior*, лежащей у верхнего края расположенного ниже позвонка. Ребра I, XI и XII сочленяются только с ямкой одного позвонка. Суставные поверхности реберных ямок позвонков и головок ребер покрыты волокнистым хрящом.

В полости суставов II-X ребер залегает внутрисуставная связка головки ребра, *lig. capituli costae intraarticularis*. Она направляется от гребня головки ребра к межпозвоночному диску и делит полость сустава на две камеры. Суставная капсула тонкая и подкрепляется лучистой связкой головки ребра, *lig. capituli costae radiatum*, которая берет начало от передней поверхности головки ребра и прикрепляется веерообразно к выше- и нижележащим позвонкам и межпозвоночному диску.

2. Реберно-поперечный сустав, *articulatio costotransversaria*, образуется сочленением суставной поверхности бугорка ребра, *facies articularis tuberculi costae*, с реберной ямкой поперечных отростков грудных позвонков. Суставы эти имеются только у 10 верхних ребер. Суставные поверхности их покрыты гиалиновым хрящом, Суставная капсула тонкая, прикрепляется по краю суставных поверхностей.

Сустав укреплен многочисленными связками:

- а) верхняя реберно-поперечная связка, *lig. costotransversarium superius*, берет начало от нижней поверхности поперечного отростка и прикрепляется к гребню шейки нижележащего ребра;
- б) латеральная реберно-поперечная связка, *lig. costotransversarium laterale*, натягивается между основаниями поперечного и остистого отростков и задней поверхностью шейки нижележащего ребра;
- в) реберно-поперечная связка, *lig. costotransversarium*, залегает между задней поверхностью шейки ребра и передней поверхностью поперечного отростка соответствующего позвонка, заполняя реберно-поперечное отверстие, *foramen costotransversarium*;
- г) пояснично-реберная связка, *lig. lumbocostal*, - толстая фиброзная пластинка, натянутая между реберными отростками L(1) и L(2) и нижним краем XII ребра. Она фиксирует ребро и одновременно укрепляет апоневроз поперечной мышцы живота.

Суставы головки и бугорка ребра представляют собой по форме цилиндрические суставы, причем функционально они связаны: при акте дыхания движения происходят одновременно в обоих суставах.

Грудино-реберные суставы

Передние концы ребер заканчиваются реберными хрящами.

Костная часть ребер соединяется с реберными хрящами посредством реберно-хрящевых суставов, *articulationes costochondrales*, причем надкостница ребра продолжается в напхряшнику соответствующего реберного хряща, а само соединение между ними с возрастом пропитывается

известью. Реберный хрящ [ребра срастается с грудиной, Реберные хрящи II—VII ребер сочленяются с реберными вырезками грудины, образуя грудно-реберные суставы, *articulationes sternocostal*. Полость этих суставов представляет узкую, вертикально расположенную щель, которая в полости сустава II реберного хряща имеет внутрисуставную грудно- реберную связку, *lig. sternocostal intraarticular*, Она идет от реберного хряща II ребра к месту соединения рукоятки и тела грудины.

В полостях других грудно-реберных суставов эта связка слабо выражена или отсутствует.

Суставные капсулы этих суставов, образованные надхрящницей реберных хрящей, укрепляются лучистыми грудно-реберными связками, *ligg. sternocostalia radiata*, из которых передние мощнее задних. Связки эти идут лучеобразно от конца реберного хряща к передней и задней поверхностям грудины, образуя перекресты и переплеты с одноименными связками противоположной стороны, а также с выше- и нижележащими связками. В результате этого образуется покрывающий грудину крепкий фиброзный слой — мембрана грудины, *membrana sterni*.

Пучки волокон, которые следуют от передней поверхности VI VII реберных хрящей косо вниз и медиально к мечевидному отростку, образуют реберно-мечевидные связки, *ligg. enstnxiptnidea*.

Кроме того, в межреберных промежутках располагаются наружная и внутренняя межреберные мембраны.

Наружная межреберная мембрана, *membrana intercostalis externa*, залегает на передней поверхности грудной клетки в области реберных хрящей. Составляющие ее пучки начинаются от нижнего края хряща и, направляясь косо вниз и кпереди, заканчиваются на верхнем крае нижележащего хряща. Внутренняя межреберная мембрана, *membrana intercostalis interna*, располагается в задних отделах межреберий. Ее пучки начинаются от верхнего края ребра и, направляясь косо вверх и кпереди, прикрепляются к нижнему краю вышележащего ребра. В участках расположения мембран межреберные мышцы отсутствуют. Обе мембраны укрепляют межреберья.

Реберные хрящи от V до IX ребра соединяются между собой посредством плотной волокнистой ткани и межхрящевых суставов, *articulationes interchondrales*.

Лекция 5

Кости свободных верхних и нижних конечностей.

Кости верхней конечности (*ossa membri superioris*) и кости нижней конечности (*ossa membri inferioris*) составляют добавочный скелет (*skeleton appendiculare*).

Скелет (кости) верхней конечности

Скелет верхних конечностей образуется костями плечевого пояса и костями свободной верхней конечности.

К костям плечевого пояса относятся: 2 лопатки и 2 ключицы.

Костям верхней конечности относятся: плечевая кость, кости предплечья (лучевая и локтевая) и кости кисти рук (запястье, пясти и фаланги пальцев).

Плечевой сустав образован головкой плечевой кости и суставной впадины лопатки. В этом суставе возможны сгибания и разгибание, приведение и отведение, вращение наружу и вращение во внутрь.

КОСТИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Кости верхней конечности образуют пояс, представленный лопаткой и ключицей, и свободную часть верхней конечности, состоящую из плечевой кости, образующей плечо (*brachim*), костей предплечья (*antebrachim*) - лучевой и локтевой, и костей кисти (*manus*) - запястья, пясти и пальцев.

ПОЯС ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

ЛОПАТКА (*scapula*) – плоская кость треугольной формы, расположенная на задней поверхности грудной клетки. Лопатка имеет передняя реберную и заднюю поверхности. На лопатке различают 3 края: верхний, медиальный и латеральный, и 3 угла: верхний, нижний и латеральный. Переднюю поверхность занимает подлопаточная ямка. На задней поверхности располагаются ость лопатки (*spina scapulae*), надостная ямка (*fossa supraspinata*) и подостная ямка (*fossa infraspinata*). Латеральным углом лопатки несет суставную впадину (*cavitas glenoidalis*), надсуставной и подсуставной бугорки. Лопатка имеет 2 отростка: акромион (*acromion*) – продолжение ости лопатки и впереди от него - клювовидный отросток (*processus coracoideus*).

КЛЮЧИЦА (*clavicula*) – S-образно изогнутая трубчатая кость, соединяющая скелет верхней конечности со скелетом туловища. В ключице различают тело; утолщенный грудинный и плоский акромиальный концы. Верхняя поверхность ключицы гладкая, на нижней поверхности располагается конусовидный бугорок.

КОСТИ СВОБОДНОЙ ЧАСТИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

ПЛЕЧЕВАЯ КОСТЬ (*humerus*) – длинная трубчатая, которая имеет диафиз, проксимальный и дистальный эпифизы. Проксимальный эпифиз имеет головку плечевой кости, окруженную бороздкой (метафиз) - анатомической шейкой. Кнаружи от головки расположен большой бугорок, спереди - малый бугорок. Каждый из них продолжается в соответствующие гребни, ограничивающие межбугорковую борозду. Диафиз – тело плечевой кости. Его верхняя часть сужена и называется хирургической шейкой (*collum chirurgicum*). На латеральной поверхности тела имеется дельтовидная

бугристость, на задней - борозда лучевого нерва. Дистальный эпифиз – мыщелок плечевой кости (*condylus humeri*), имеющий блок плечевой кости (*trochlea humeri*) (медиально) и головку мыщелка плечевой кости (*capitulum humeri*) (латерально). По бокам от мыщелка находятся медиальный и латеральный надмыщелки (*epicondylus medialis et lateralis*), позади медиального проходит борозда локтевого нерва. Выше мыщелка спереди (медиально) и лучевая ямка (латерально), сзади - ямка локтевого отростка.

КОСТИ ПРЕДПЛЕЧЬЯ

ЛУЧЕВАЯ КОСТЬ (*radius*), длинная трубчатая кость, имеющая диафиз и два эпифиза: проксимальный и дистальный, в предплечье располагается латерально. Проксимальный эпифиз имеет головку лучевой кости с суставной ямкой и суставной окружностью. Ниже располагается шейка и бугристость лучевой кости. Диафиз лучевой кости – тело лучевой кости, трехгранной формы, имеет 3 поверхности и 3 края. Медиальный острый – межкостный край, направлен к локтевой кости. Дистальный эпифиз лучевой кости утолщен. На нем располагаются запястная суставная поверхность; латерально от нее - шиловидный отросток, медиально - локтевая вырезка.

ЛОКТЕВАЯ КОСТЬ (*ulna*) – длинная трубчатая кость, имеет диафиз и два эпифиза: проксимальный и дистальный, располагается в предплечье медиально. Проксимальный эпифиз локтевой кости имеет локтевой отросток (*olecranon*) и венечный отросток (*processus coronoideus*), разделенные блоковидной вырезкой. На латеральной поверхности эпифиза находится лучевая вырезка, спереди и снизу от него - бугристость локтевой кости. Диафиз – тело локтевой кости, трехгранной формы, имеет три поверхности и три края. Латеральный острый - межкостный край, направлен в сторону лучевой кости. Дистальный эпифиз локтевой кости имеет головку локтевой кости, суставную окружность и шиловидный отросток медиально.

КОСТИ КИСТИ представлены костями запястья (*ossa carpi*) (I); пястными костями (*ossa metacarpi*) (II) и костями пальцев кисти, или фалангами (*ossa digitorum seu phalanges*) (III).

КОСТИ ЗАПЯСТЬЯ (*ossa carpi*), мелкие губчатые кости, расположены в 2 ряда: проксимальный (4 кости) и дистальный (4 кости).

Проксимальный ряд (начиная от большого пальца) образуют: ладьевидная кость (*os scaphoideum*); полулунная кость (*os lunatum*); трехгранная кость (*os triquetrum*); гороховидная кость (*os pisiforme*).

Дистальный ряд (начиная от большого пальца) образуют: кость трапеция (*os trapezium*); трапециевидная кость (*os trapezoideum*); головчатая кость (*os capitatum*); крючковидная кость (*os hamatum*).

Кости запястья формируют углубление, обращенное кпереди – борозду запястья (*sulcus carpi*).

ПЯСТНЫЕ КОСТИ (*ossa metacarpi*) в количестве 5 относятся к коротким трубчатым костям. Они имеют диафиз – тело; проксимальный эпифиз – головку и дистальный эпифиз – основание.

Кости пальцев кисти (фаланги) Кости пальцев (*ossa digitorum seu phalanges*) относятся к коротким трубчатым костям. У каждого пальца, кроме большого, имеются 3 фаланги: проксимальная, средняя и дистальная. I палец (большой палец, *pollex*) имеет 2 фаланги: проксимальную и дистальную. Фаланга имеет диафиз – тело; проксимальный эпифиз – основание и дистальный эпифиз – головку.

Скелет нижней конечности

В состав скелета нижних конечностей входят кости пояса нижних конечностей (тазовый пояс) и кости свободной части нижней конечности).

Нижние конечности служат для перемещения человека в пространстве и являются своеобразными подставками, на которые опирается вся тяжесть тела. В связи с их функцией кости нижней конечности более массивные и менее подвижные по сравнению с костями верхних конечностей. Стопа потеряла хватательную функцию, пальцы укоротились. Большой палец располагается в одной плоскости с остальными и не имеет той подвижности, которая характерна для кисти. Стопа имеет сводчатое строение и выполняет рессорную функцию, смягчая толчки и удары при ходьбе и беге.

Пояс нижних конечностей состоит из парных тазовых костей, между которыми сзади расположен крестец. При соединении тазовых костей с крестцом образуется костный таз.

Тазовая кость — плоская кость, образовавшаяся в результате слияния трех костей: подвздошной, лонной и седалищной. Сращение происходит в области наибольшей нагрузки — вертлужной впадины, где сочленяется тазовый пояс со свободной частью нижней конечности (см. рис. 2.15). Подвздошная кость располагается кверху от вертлужной впадины, седалищная — книзу и кзади, а лонная — кпереди и книзу. Вертлужная впадина образована телами всех трех костей и имеет форму глубокой округлой ямки. Суставная поверхность ямки — гладкая, имеет форму полумесяца и прерывается вырезкой.

Подвздошная кость образована телом и крылом, которое заканчивается изогнутым гребнем подвздошной кости. Спереди гребень заканчивается передней верхней остью. Ниже нее располагается передняя нижняя подвздошная ость. Сзади подвздошный гребень также заканчивается задними верхней и нижней подвздошными остями. Передняя, внутренняя поверхность крыла подвздошной кости имеет слегка вогнутую поверхность и называется подвздошной ямкой, которая заполнена одноименной мышцей. Наружная поверхность подвздошной кости имеет ягодичные линии — следы прикрепления ягодичных мышц. Медиальная поверхность подвздошной кости занята ушковидной поверхностью (суставной), которая сочленяется с одноименной поверхностью крестца и образует крестцово-подвздошный

сустав. Этот сустав парный, плоский, тугоподвижный. Помимо капсулы, сустав укреплен передней и задней крестцовоподвздошными связками. Связки идут с передней и задней поверхностей крестца на внутреннюю и наружную поверхности подвздошной кости. Под ними проходит межкостная крестцово-подвздошная связка (проходит вне полости сустава). От гребня подвздошной кости к поперечным отросткам поясничных позвонков идет подвздошно-поясничная связка. Движения в суставе очень ограничены.

Седалищная кость имеет тело, входящее в состав вертлужной впадины. Утолщение ветви седалищной кости образует седалищный бугор.

Лонная, или лобковая кость, имеет тело и две ветви (нижнюю и верхнюю), расположенные под углом друг к другу. Здесь находится симфизиальная поверхность — место соединения с лонной костью противоположной стороны (лобковый симфиз). Данное соединение относится к полусуставам. Сращение происходит за счет межлобкового диска, представляющего собой волокнисто-хрящевую пластинку. Лобковый симфиз укреплен верхней и нижней лобковыми связками, которые располагаются по его верхнему и нижнему краям. Движения практически отсутствуют.

Собственные связки таза — это крестцово-остистая связка, крестцово-бугорная, а также запирательная мембрана, т.е. волокнистая соединительнотканная пластинка, закрывающая запирательное отверстие.

Соединяясь между собой, обе тазовые кости и крестец образуют полость для внутренних органов. Таз делится на два отдела: верхний, более широкий — большой таз и нижний, более узкий — малый таз.

Большой таз образован крыльями подвздошных костей, которые ограничивают его с боков; спереди он костных стенок не имеет, а сзади дополняется поясничными позвонками.

Малый таз отграничен от большого сверху пограничной линией, которая образована мысом крестца, с боков — дугообразной линией подвздошных костей и спереди — верхними ветвями лонных костей (это вход в малый таз).

Передняя стенка малого таза представлена лонными костями и очень короткая. Сзади стенка длинная и состоит из крестца и кончика. Боковые стенки малого таза образованы седалищными костями. Тазовая полость оканчивается тазовым выходом.

Половые различия в строении таза заключаются в следующем: кости женского таза тоньше и глаже, крылья подвздошных костей у женщин более развернуты в стороны, вход в женский таз имеет поперечно-овальную форму, а у мужчин — продольно-овальную. Место схождения нижних ветвей лонных костей у женского таза имеет форму дуги, а у мужского острый угол. Полость малого таза у женщин имеет форму цилиндра, а у мужчин — воронкообразную. Следовательно, мужской таз более высок и узок, а женский — низкий и широкий.

В составе скелета свободной части нижней конечности выделяют следующие отделы: бедро, голень, стопу.

Бедро представлено одной костью — бедренной. Это длинная трубчатая кость, самая крупная из трубчатых костей. В составе кости выделяют два конца (проксимальный и дистальный эпифизы) и тело (диафиз).

На проксимальном конце бедренной кости располагается головка, которая при помощи шейки присоединяется к телу кости. В месте соединения образуется угол, у мужчин он тупой (ок. 130°), а у женщин приближается к прямому. У места перехода шейки в тело бедра находятся два костных выступа — вертелы. Большой вертел представляет собой верхнее окончание тела бедренной кости и на медиальной поверхности имеет межвертельную ямку. Малый вертел помещается у нижнего края шейки с медиальной стороны и сзади. Оба вертела соединяются между собой на передней поверхности межвертельной линией, а по задней — межвертельным гребнем. Ко всем этим костным образованиям прикрепляются мышцы.

Тело бедренной кости округлой формы, передняя поверхность ровная, гладкая и образует изгиб вперед. На задней поверхности имеется шероховатая линия — место прикрепления мышц бедра. Шероховатая линия состоит из медиальной и латеральной губы. Вверху медиальная губа переходит в гребешковую линию — место прикрепления одноименной мышцы. Латеральная губа содержит ягодичную бугристость (место прикрепления большой ягодичной мышцы). Внизу обе губы расходятся и ограничивают подколенную поверхность треугольной формы.

Дистальный эпифиз представлен двумя костными образованиями — мышцелками (медиальным и латеральным), которые несут соответствующие надмышцелки. На передней поверхности мышцелков имеются поверхности надколенника, так как к ним прилегает задней поверхностью надколенник — самая большая сесамовидная кость. На задней стороне и внизу оба мышцелка разделены межмышцелковой ямкой.

Кости голени — большеберцовая и малоберцовая — по строению являются длинными трубчатыми костями.

Большеберцовая кость располагается медиально, а малоберцовая — латерально. Проксимальный эпифиз большеберцовой кости содержит два мышцелка (медиальный и латеральный), которые по верхней поверхности разделены межмышцелковым возвышением. На передней поверхности тела располагается бугристость большеберцовой кости — место прикрепления связки надколенника. Тело кости трехгранной формы и имеет три края — передний, медиальный и межкостный (обращен к малоберцовой кости) и три поверхности: заднюю, медиальную и латеральную. Дистальный эпифиз большеберцовой кости имеет медиальную лодыжку и суставную поверхность для сочленения с костями стопы.

Малоберцовая кость — тонкая, длинная, с утолщенными концами

(эпифизами). Проксимальный эпифиз содержит головку, которая сочленяется с латеральным мыщелком большеберцовой кости. Тело малоберцовой кости трехгранной формы. Нижний дистальный эпифиз утолщается в латеральную лодыжку.

В стопе различают три части: предплюсну, плюсну, кости пальцев стопы.

Предплюсна образована семью короткими губчатыми костями. Проксимальный ряд образован двумя довольно крупными костями: таранной и пяточной. Дистальный отдел представлен ладьевидной, тремя клиновидными (медиально) и кубовидной (латерально) костями.

Плюсна состоит из пяти коротких трубчатых плюсневых костей. У каждой плюсневой кости различают: проксимальный конец — основание, среднюю часть — тело, дистальный конец — головку.

Кости пальцев стопы — фаланги — короткие трубчатые кости. Каждый палец, кроме большого, имеет по три фаланги: проксимальную, среднюю, ногтевую (дистальную).

Лекция 6 (1)

Кости черепа – (Cranium). Анатомическое строение костей черепа и лица.

Череп (лат. *cranium*) — костный каркас головы, совокупность костей. Череп человека сформирован 23 костями (из которых 8 — парные и 7 — непарные), помимо которых в полости среднего уха присутствует ещё три парные слуховые косточки — молоточек, наковальня и стремя, а также 32 (28, 20; 4 x 8, 7 или 5) зуба на верхней и нижней челюстях.

□ **Функции черепа**

1. защитная (содержит головной мозг и органы чувств, защищая эти образования от повреждений);
2. опорная (служит вместилищем для головного мозга, органов чувств, начальных отделов пищеварительной и дыхательной систем);
3. двигательная (сочленяется с позвоночным столбом).

Строение черепа

Череп, в целом, состоит из:

- Наружное основание черепа;
- Внутреннее основание черепа: передняя, средняя, задняя черепные ямки;
- Глазница;
- Височная и подвисочная ямки;
- Крылонёбная ямка;
- Костное, или твёрдое небо;
- Полость носа.

По признакам функционального назначения в черепе выделяют несколько отделов:

А — мозговой череп (cranium neurale (neurocranium) seu cranium cerebrale). К нему относятся:

- крыша, или свод черепа (calvaria seu fornix cranii). Кости крыши относятся к плоским костям;
- основание черепа (basis cranii). Кости основания черепа относятся к смешанным костям, некоторые из них являются пневматическими — содержат воздухоносные полости (пазухи). Различают наружное (basis cranii externa) и внутреннее основание черепа (basis cranii interna).

Кости мозгового отдела

- Непарные: затылочная (os occipitale), лобная (os frontale), клиновидная (os sphenoidale), решётчатая (os ethmoidale) кости.
- Парные: височная (os temporale) и теменная (os parietale) кости.

Б — висцеральный, или лицевой череп (cranium viscerale (viscerocranium) seu cranium faciale). Кости лицевого черепа относятся к смешанным костям.

Кости лицевого отдела

- Непарные: сошник (vomer), нижняя челюсть (mandibula), и подъязычная кость (os hyoideum).
- Парные: верхняя челюсть (maxilla), нижняя носовая раковина (concha nasalis inferior), нёбная (os palatinum), скуловая (os zygomaticum), носовая (os nasale), слёзная (os lacrimale) кости.

Мозговой отдел значительно преобладает над лицевым. Из костей верхней и нижней челюсти растут зубы (dentes).

Для запоминания костей черепа можно воспользоваться мнемоническим стишком:

Лоб, затылок, темя-два,
Клин, решётка, два виска,
Челюсть, скулы, нос, сошник,
Нёбо, слёзы, подъязык,
Челюсть, раковины две,
Целый череп в голове.

Соединения костей черепа

Все кости черепа, кроме нижней челюсти, соединены малоподвижными фиброзными соединениями — швами; нижняя челюсть — подвижным височно-нижнечелюстным суставом.

Швы черепа

Кости черепа соединяются при помощи швов. Кости лица, прилегая друг к другу ровными краями, образуют плоские (гармоничные) швы. На месте соединения чешуи височной кости и нижнего края теменной кости образуется чешуйчатый шов. К зубчатым швам относят венечный, сагиттальный и лямбдовидный швы. **Венечный шов** образуется соединением теменных костей и лобной кости. Соединение между собой

двух теменных костей образует **сагиттальный шов**. Соединение двух теменных костей и затылочной образуют **ламбдовидный шов**. На пересечении сагиттального и венечного швов у детей образуется большой родничок (место, в котором соединительная ткань ещё не перешла в костную). На пересечении сагиттального и ламбдовидного швов образуется малый родничок. Следует отметить, что у детей швы более эластичны, а у взрослых, особенно у стариков, большинство швов окостеневают.

Височно-нижнечелюстной сустав

Человек получил значительное развитие височно-нижнечелюстного сустава, в котором возможны: опускание и поднятие нижней челюсти, смещение её влево и вправо, движение вперёд-назад. Все эти возможности используются в акте жевания, а также способствуют членораздельной речи. Нижняя челюсть — единственная подвижная кость черепа.

Развитие черепа

В процессе своего формирования часть костей черепа проходят три стадии — перепончатую (у новорождённых детей можно видеть остатки в виде родничков), хрящевую стадию (как и большинство костей скелета) и костную. Эти стадии для человека и высших Млекопитающих являются временными: переходя из одной в другую, они соответствуют постоянным формам в филогенезе.

Между развитием мозгового черепа и головного мозга существует определенное соответствие. Развитие черепа у человека сложно и связано с развитием мозга и органов чувств. Кости мозгового черепа развиваются из склеротомов головных сомитов (производных дорсальной мезодермы), кости лицевого черепа развиваются на основе висцеральных дуг (производных вентральной несегментированной мезодермы). Первым признаком образования черепа у человека является скопление мезенхимы (из головных сомитов, то есть дорсальной мезодермы) вокруг хорды на уровне заднего мозга, откуда скопление распространяется под передние части мозга, образуя основание для развивающегося мозга и органов чувств, и окружает мозговые пузыри с боков (5-я неделя внутриутробного развития — перепончатый череп, мозговая капсула). Вскоре основание превращается в хрящевое (клетки мезенхимы превращаются в хрящевые) и имеет носовую, глазные и слуховые капсулы.

Череп человека 2-3-го месяцев внутриутробного развития имеет хрящевое основание и перепончатую крышу и называется **первичным черепом** (cranium primordiale). В первичном черепе заметно слияние первичных частей, которые в дальнейшем становятся отдельными костями, но до появления центров окостенения отдельные кости не определяются. При появлении центров окостенения (с 8-й недели внутриутробного развития) не сразу возможно определить форму и границы костей, так как многие кости черепа формируются путём срастания нескольких костей и имеют несколько

центров окостенения. Центры окостенения появляются в определенных местах черепа в строгой последовательности, и костные образования, постепенно увеличиваясь в размерах, сближаются друг с другом, замещая хрящевую ткань. В результате в основании черепа сохраняются только прослойки хрящевой ткани, и на всю жизнь остается хрящ в переднем отделе обонятельной капсулы — хрящ перегородки и хрящи крыльев носа.

Кости основания черепа, с которыми связаны капсулы органов чувств, являются филогенетически более древними, образуются на основе хряща (окостеневают энхондрально) за исключением барабанной части височной кости и медиальной пластинки крыловидных отростков клиновидной кости. Параллельно с окостенением основания черепа идет развитие костей крыши, которые являются филогенетически более молодыми и образуются на основе соединительной ткани (окостеневают эндесмально). Вначале участки костной ткани отделены друг от друга широкими промежутками соединительной ткани. По мере роста костей эти промежутки уменьшаются, но ко времени рождения полностью не исчезают.

Кости лицевого черепа (филогенетически более молодые) развиваются на основе висцеральных дуг и обонятельной капсулы, окостеневают эндесмально (за небольшим исключением). Таким образом, хрящи висцеральных дуг развиваются отдельно от первичного черепа. Преобразование висцеральных дуг формирует скелет лицевого черепа.

Часть костей проходит хрящевую стадию (подъязычная кость, шиловидный отросток височной кости), остальные кости лицевого черепа формируются как первичные (покровные) кости. Хрящи висцеральных дуг подвергаются обратному развитию, а из прилежащей соединительной ткани развиваются перепончатые кости, в которых потом появляются центры окостенения.

Слезная и носовая кости, сошник, решетчатая кость, нижняя носовая раковина развиваются в связи с обонятельной капсулой, первые три — как первичные кости, последние две — как вторичные.

Череп новорождённого

У новорождённых мозговой отдел в восемь раз больше лицевого, челюсти недоразвиты. Между костями мозгового отдела располагаются перепончатые участки — роднички, обеспечивающие незначительную подвижность костей при рождении ребенка и увеличение объемов мозга. Самый большой — передний родничок — имеет ромбовидную форму и находится на стыке венечного и стреловидного швов (зарастает на втором году жизни). Затылочный родничок имеет форму треугольника, расположен на стыке стреловидного и лямбдовидного швов (зарастает на втором месяце жизни). Клиновидные роднички расположены на стыке клиновидной, височной и теменной костей (зарастает на втором месяце жизни). Сосцевидный родничок расположен на стыке височной, теменной, затылочной костей (зарастает на втором месяце жизни).

Развитие черепа ко времени рождения не закончено, оно продолжается и после рождения. Различают три периода развития черепа после рождения:

1. период роста преимущественно в высоту (от рождения до 7 лет);
2. период относительного покоя (от 7 до 14 лет);
3. период роста преимущественно лицевого черепа (от начала полового созревания — 14 лет — до окончания роста скелета — 20-25 лет).

Формы черепа

- Черепной указатель — стандартные формы черепа
- Акроцефалия — аномальная форма черепа в виде башни
- Краниосиностоз — аномальная форма черепа в результате раннего сращения швов свода черепа

Лекция 6 (2)

УЧЕНИЕ О МЫШЦАХ – МИОЛОГИЯ

История миологии

Древними авторами миология не рассматривалась как отдельный раздел анатомии, однако первые дошедшие до нас изыскания в сфере миологии проводил уже древнегреческий врач Гиппократ. Кинематическую роль мышц первыми описывали Аристотель и Гален, анализировавшие движения животных и человека; Гален впервые указал на наличие мышц-антагонистов, вызывающих движение в противоположных направлениях. Средневековый учёный Авиценна впервые описал глазодвигательные мышцы.

Основоположниками научной анатомии в целом и миологии в частности стали Леонардо да Винчи и Андреас Везалий, одними из первых начавшие вскрывать трупы для исследования и описания строения человеческого тела. Перу Леонардо да Винчи принадлежит множество подробных анатомических зарисовок мышц и их описаний при различных состояниях тела, Везалий осуществил систематическое изложение описательной анатомии мышц в своём труде «О строении человеческого тела». Веком позже врач и анатом Томас Виллис (Виллизий) впервые описал миофибриллы и их роль в мышечном сокращении. Хирург и анатом Николай Иванович Пирогов, в числе прочих трудов по топографической анатомии, заложил основу учения о топографии фасций как о вспомогательном аппарате мышечной и сосудистой систем. Пётр Францевич Лесгафт и его последователи разрабатывали направление функциональной миологии, изучая роль среды и физических упражнений в развитии организма, характер изменений в мышцах и костях при физических нагрузках и т.д. Физиолог Иван Михайлович Сеченов выдвинул концепцию мышечной чувствительности (проприоцепции).

Мышцы (*musculi*) представляют активную часть опорно-двигательного аппарата и обеспечивают движения, которые имеют первостепенное

значение для жизнедеятельности человека. Мышцы образованы *исчерченной (поперечнополосатой) мышечной тканью*, составляющей **скелетную мускулатуру**. Мышцы внутренних органов и сосудов состоят из *неисчерченных (гладких) мышечных волокон*.

РАЗВИТИЕ МЫШЦ И ФАСЦИЙ

Скелетная мускулатура развивается из дорсальной части среднего зародышевого листка, располагающегося по бокам хорды и нервной трубки. Дорсальный отдел мезодермы в конце 3-й недели эмбрионального развития начинает делиться на первичные сегменты, или *сомиты*. Разделение сомитов происходит постепенно от краниального отдела к каудальному. К 6-й неделе у эмбриона насчитывается 39 пар сомитов: 4 *затылочных*, 8 *шейных*, 12 *грудных*, 5 *поясничных*, 5 *крестцовых* и 5 *копчиковых*.

Сомиты отделяются друг от друга поперечными соединительнотканными перегородками, или *миосептами*. В дальнейшем по мере развития эмбриона происходит разделение сомитов на 3 части: дорсомедиальную - *миотом*, из которого формируются скелетные мышцы; вентролатеральную - *дерматом*, образующий соединительнотканную основу кожи; оставшаяся часть сомитов образует *склеротом*, клетки которого в последующем дифференцируются в позвонки (рис. 47). Миотом, разрастаясь в переднем направлении, делится на дорсальную и вентральную части. Из дорсальной части образуются мышцы спины, а из вентральной - мускулатура, расположенная на передней и боковой поверхностях туловища. Развитие мышц тесно связано с эволюцией нервной системы. В каждый миотом врастают ветви спинномозговых нервов, образовавшихся на том же сегментарном уровне соответственно делению миотома. Спинномозговые нервы делятся на передние и задние ветви.

Мышцы головы и шеи развиваются из мезодермы жаберных дуг и называются *бранхиомерными*. Из мезенхимы первой дуги образуются жевательные мышцы, часть мышц шеи, а также мышца, напрягающая барабанную перепонку. Эти мышцы иннервируются двигательными волокнами тройничного нерва.

Лицевые (мимические) мышцы образуются из второй жаберной дуги путем миграции из области шеи на лицо и голову, причем вместе с мышечной массой гиоидной дуги переносятся и ветви лицевого нерва. Из третьей жаберной дуги образуются шилоглоточная мышца и часть констрикторов глотки, иннервируемых IX парой черепных нервов. Мышцы, лежащие ниже подъязычной кости, и глубокие мышцы шеи происходят из шейных миотомов. Их иннервируют ветви из шейного сплетения. Из четвертой жаберной дуги развиваются мышцы гортани и остальные констрикторы глотки, иннервируемые X парой черепных нервов.

Дальнейшее развитие мышечной системы происходит различными путями. Продольное расщепление мышечной массы ведет к образованию

отдельных самостоятельных мышц. Так образуются трапециевидная и грудино-ключично-сосцевидная мышцы. Тангенциальное расщепление способствует образованию двух косых и поперечных мышц переднебоковой стенки живота. Срастание частей соседних миотомов может привести к формированию единой мышцы. Например, прямая мышца живота образуется в результате срастания передних частей VI-VII грудных миотомов. Иногда наблюдается частичная или полная миграция зачатков мышц к другим сегментарным уровням: например, лицевые мышцы мигрируют на лицо из области шеи. Возможна дегенерация всего мышечного сегмента или его части с последующей заменой соединительной тканью и образованием апоневрозов. Так, например, образуется сухожильный шлем головы, связывающий 2 брюшка затылочно-лобной мышцы. Мышцы, которые в процессе развития остаются на том же месте, образуют местную, *аутохтонную*, *мускулатуру* (*autos* - тот же самый, *chton* - земля). К ним относится прямая мышца живота. Мышцы, которые перемещаются с туловища на конечности, называются *транкофугальными* (*truncus* - ствол, *fugo* - обращаю в бегство): например, передняя зубчатая мышца, а мышцы, перемещающиеся с конечностей на туловище, - *труккопетальными* (*peto* - стремлюсь). К последним относится, например, большая грудная мышца.

ОБЩАЯ МИОЛОГИЯ

Основная функция как исчерченной, так и неисчерченной мышечной ткани - сократимость. Скелетная мышечная ткань состоит из **мышечных волокон** длиной 4-5, реже 10-12 см. Каждое мышечное волокно имеет оболочку - *сарколемму*, под которой находится множество ядер. Под ней же расположена саркоплазма, содержащая сократительные нити - *миофибриллы*. Под микроскопом видна поперечная исчерченность мышечных волокон. Неоднородность структуры волокон скелетной мышечной ткани обусловлена тем, что миофибриллы состоят из светлых (изотропные, полоса I) и темных (анизотропные, полоса A) полос. Скелетные мышцы составляют около 1/3 массы тела взрослого человека и примерно 1/4 массы тела детей. К старости мышечная масса уменьшается. У спортсменов масса мышц может составлять 50% общей массы тела.

У человека более 400 скелетных мышц. Форма мышц разнообразна (рис. 48). Классификация мышц представлена в таблице 1.

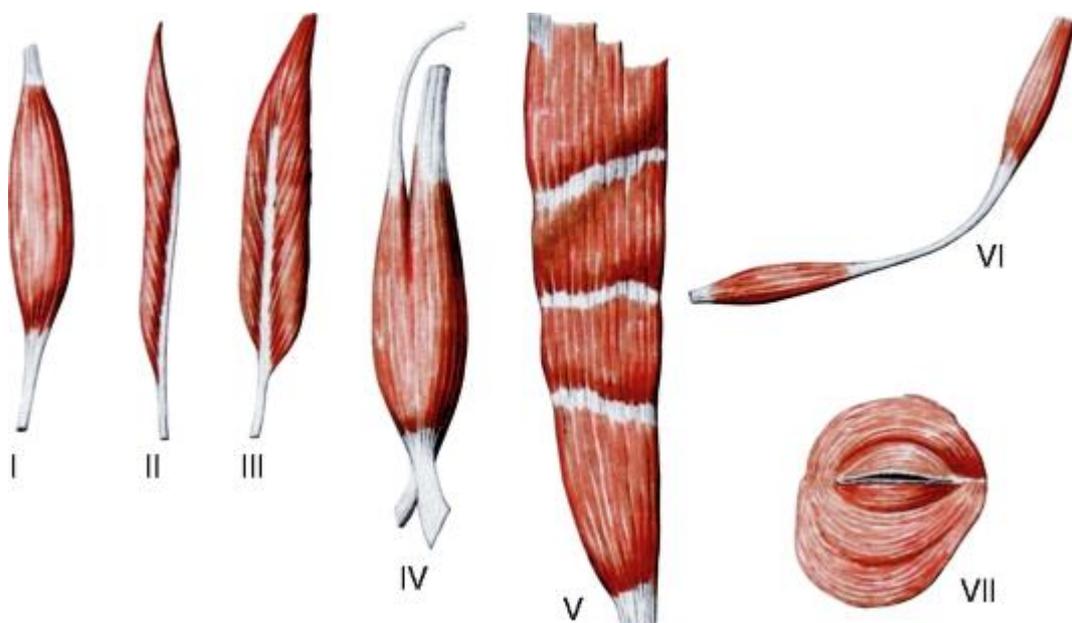


Рис. 48. Мышцы различной формы:

I - веретенообразная; II - одноперистая; III - двуперистая; IV - двуглавая; V - мышца, имеющая сухожильные перемычки; VI - двубрюшная; VII - сфинктер (круговая)

Таблица 1. Подразделение мышц

По форме	По числу брюшек	По числу головок	По расположению	По функции
<ul style="list-style-type: none"> • Веретенообразная • Плоская • Прямая • Треугольная • Квадратная • Круговая • Перистая (одноперистая, двуперистая, многоперистая) 	Двубрюшная	<ul style="list-style-type: none"> • Двуглавая • Трехглавая • Четырехглавая 	Кожная	<ul style="list-style-type: none"> • Отводящая • Приводящая • Вращатель • Сгибатель • Разгибатель • Пронатор • Супинатор • Противопоставляющая • Сфинктер (сжиматель) • Дилататор (расширитель)

На туловище мышцы чаще плоские. Мышцы конечностей, наоборот, веретенообразной формы или перистые, с меньшей площадью прикрепления к костям. Они, как правило, участвуют в движениях с выраженной амплитудой. Движения, обусловленные короткими мышцами, имеют

небольшой размах. В отличие от длинных мышц короткие обычно обладают большей силой и могут преодолевать значительные сопротивления.

В длинных мышцах выделяют среднюю утолщенную часть - брюшко (*venter*), переходящее на концах в сухожилия (*tendo*), при помощи которых мышца прикрепляется к кости. В связи с этим различают сухожилие начала и сухожилие прикрепления, мышцы, соответствующие двум точкам соединения с костями: *фиксированной* и *подвижной*. Сухожилие начала вместе с частью брюшка мышцы называется головкой (*caput*). Мышцы также могут присоединяться к костям короткими фиброзными пучками, связанными с внутримышечной соединительной тканью. Такое прикрепление получило название мясистого и чаще наблюдается у места начала мышцы. Бывают и неоднородные прикрепления: наполовину мышечные, наполовину сухожильные.

Сухожилия построены из плотной соединительной ткани, отличаются большой сопротивляемостью на растяжение. Они белого цвета, блестящие. Сухожилия плоских мышц, например косых мышц живота, образуют плоские сухожильные растяжения, называемые апоневрозами (*aponeurosis*). Длинные мышцы имеют длинные тонкие сухожилия цилиндрической формы. Сухожилия прочно прикрепляются к костям, срастаясь с надкостницей и даже проникая в вещество кости.

Для названия мышц используют ряд признаков. Одни мышцы получили наименование по внешней форме: *дельтовидная*, *ромбовидная*; другие - по функции: *сгибатели*, *разгибатели*, *отводящие*, *приводящие*; третьи - по числу головок или строению: *двуглавые*, *полусухожильные*; четвертые - по месту положения: *затылочная*, *ягодичная*; пятые - по месту начала и прикрепления: *челюстно-подъязычная*, *грудино-ключично-сосцевидная*; шестые - по направлению: *прямая*, *косая*, *поперечная мышцы живота*.

Мышечные волокна могут иметь различное направление по отношению к оси сухожилия. Если волокна располагаются косо и по одну сторону сухожилия, то мышца называется *одноперистой* (*m. unipennatus*), если мышечные волокна лежат по обеим сторонам сухожилия, то мышца называется *двуперистой* (*m. bipennatus*). Мышечные волокна могут идти веерообразно, создавая мощное сухожилие (например, височная мышца). Если мышечные волокна концентрируются вокруг естественных отверстий, то образуются сфинктеры (*m. sphincter*); например, мышцы окружности рта, глаза.

Вспомогательный аппарат мышц

К вспомогательному аппарату мышц относятся фасции, синовиальные сумки, синовиальные влагалища, мышечные блоки и сесамовидные кости.

Фасции (*fasciae*) представляют собой плотные соединительнотканые пластины. Различают подкожную поверхностную фасцию и глубокую собственную.

Поверхностная фасция (*fascia superficialis*) построена из рыхлой волокнистой соединительной ткани. Она находится под кожей и охватывает сплошным слоем все тело за исключением головы. Пучки фасции, располагаясь в различных направлениях, отделяют жировые дольки подкожной жировой клетчатки друг от друга. На многих участках поверхностной фасции содержится большее или меньшее количество жира. На подошвах стоп и на ладонях жир образует возвышения, выполняющие защитную функцию.

Собственная фасция (*fascia propria*) состоит из фиброзной ткани и развита лучше, чем поверхностная. Охватывая мышцу или группу мышц, собственная фасция образует для них фасциальные влагалища с отверстиями для прохождения сосудов и нервов. Фасции развиты не везде одинаково. Там, где сильнее мышцы, фасции выражены лучше (например, на нижних конечностях). Если мышцы располагаются в несколько слоев, то собственная фасция расщепляется на пластинки - поверхностную и глубокую. В некоторых местах собственная фасция образует фиброзные отростки между группами мышц, межмышечные перегородки (*septa intermuscularia*), которые проникают в глубину и срастаются с надкостницей.

Различают 2 вида влагалищ мышц: *фасциальные*, образованные фасциями, и *костно-фасциальные*, образованные фасциями и костями. В некоторых мышцах, например в большой ягодичной, фасция имеет пластинчатые отростки, проникающие между отдельными мышечными пучками.

Благодаря межмышечным и внутримышечным перегородкам фасции представляют опору для мышц, сосудов, нервов, внутренних органов. Мышца может начинаться от фасции или прикрепляться к ней. Фасция способствует сокращению мышц в определенном направлении и препятствует ее смещению в стороны, является мягким остовом для мышц. При нарушении целостности фасции мышцы в этом месте выпячиваются, образуя мышечную грыжу. Фасции легко отделяются от окружающей соединительной ткани и покрываемых ими мышц, с которыми они связаны перимизием. В отдельных областях тела человека (например, ягодичной, дельтовидной), фасции, охватывающие мышцы, посылают соединительнотканые перегородки между отдельными пучками мышечных волокон, тем самым увеличивая связь фасции с мышцами.

Движения мышц облегчают **синовиальные сумки** (*bb. synoviales*) - замкнутые полости, заполненные синовиальной жидкостью. По месту расположения их делят на *сухожильные*, *суставные* и *подкожные*.

Сухожильные расположены обычно на конечностях между сухожилиями, суставные - в области суставов, иногда соединяясь с их полостью. *Подкожные сумки* находятся в участках тела, испытывающих значительное трение или давление (например, сумка коленного сустава).

Синовиальное влагалище (*vag. synovialis*) сходно с двухслойной трубкой. Синовиальные влагалища сухожилий замкнутые и заполнены синовией. Состоят из двух слоев: наружного фиброзного и внутреннего синовиального. Синовиальный имеет 2 листка: внутренний, плотно прилежащий к сухожилию, - перитендиний (*peritendineum*) и наружный - эпитендиний (*epitendineum*). Внутренний листок соединен с наружным по длине там, где трение всего слабее, образуя брыжейку сухожилия - мезотендиний (*mesotendineum*), по которому в сухожилие проходят сосуды и нервы.

Мышечный блок (*trochlea muscularis*) образуется в тех местах, где мышца меняет направление и перебрасывается через костные и фиброзные образования. Благодаря блоку мышца не смещается в сторону. Между сухожилием и блоком расположена синовиальная сумка.

Сесамовидные кости (*ossa sesamoidea*) располагаются в толще сухожилий вблизи от места их прикрепления к костям. Сесамовидные кости увеличивают угол прикрепления сухожилия к костям и тем самым способствуют увеличению силы мышцы.

Мышца как орган

Мышца - орган, состоящий из исчерченных (скелетных) мышечных волокон, скрепленных рыхлой соединительной тканью, в которой проходят сосуды и нервы. Мышечные волокна связаны межпучковой соединительной тканью - **эндомизием** (*endomysium*). Отдельные мышечные пучки, покрытые эндомизием, получили название пучков 1-го порядка. Посредством прослоек соединительной ткани - **перимизия** (*perimysium*), они объединяются в пучки 2-го и 3-го порядков. Снаружи мышцу покрывает соединительнотканная оболочка - **эпимизий** (*epimysium*) (рис. 52).

Если мышца перекидывается через сустав или с одной кости на другую, то она называется **односуставной**, а если идет мимо двух или нескольких суставов - **двусуставной** или **многосуставной**. Мышцы не только приводят в движение отдельные части скелета, к которым они прикрепляются, но и могут способствовать более сложным движениям, изменяя положение костей. Отдельные мышцы или группу мышц, принимающих участие в движениях, противоположных по направлению, называют **антагонистами**. Например, мышцы, сгибающие стопу, являются антагонистами по отношению к мышцам, ее разгибающим. Мышцы, участвующие в одном и том же движении и расположенные по одну сторону сустава, называют **синергистами**. Односуставные мышцы одноосных суставов всегда выполняют в отношении этих суставов только одну функцию. Например, плечевая мышца является сгибателем предплечья, а трехглавая мышца плеча - ее антагонистом. Многие мышцы выполняют более сложные функции, являясь по отношению друг к другу то антагонистами, то синергистами. Так, двуглавая мышца плеча вместе с круглым пронатором сгибает предплечье, но в то же время она может

вращать лучевую кость наружу, а круглый пронатор поворачивает ее внутрь. Отдельные части одной и той же мышцы могут выполнять различные функции. Например, если сокращаются передние пучки средней ягодичной мышцы, то бедро вращается внутрь; если задние, то бедро вращается наружу; при сокращении всей мышцы происходит отведение бедра.

Мышца, перекидываясь через суставы, соединяет различные костные точки, к которым она прикрепляется своими концами. Проксимальный конец обычно считают *началом мышцы*, или фиксированной точкой взаимодействия которых обеспечивает сокращение миофибриллы (*punctum fixum*), противоположный, дистальный конец - *подвижной точкой* (*punctum mobile*). Однако при некоторых движениях неподвижная точка может становиться подвижной и наоборот.

Мышцы имеют сеть кровеносных сосудов, по которым с кровью доставляются питательные вещества и кислород, а выносятся углекислый газ и продукты обмена. Во время работы мышц в них происходит усиленный обмен веществ с выделением значительного количества тепла. От ближайших артериальных стволов отходят артерии, которые проникают в брюшко мышцы с внутренней стороны, наиболее защищенной. Места, куда входят артерии, вены и нервы, называются *сосудисто-нервными воротами мышцы*. Местонахождение этих ворот имеет важное значение при оперативных вмешательствах. Вены формируются из внутримышечной венозной сети. Каждую артерию сопровождают две вены, которые выходят из ворот мышцы и впадают в близлежащие венозные сосуды.

Сокращение мышц происходит под действием импульсов, возникающих в ЦНС. В мышцах имеются двигательные и чувствительные нервные окончания. Из ЦНС по двигательным (эфферентным) нервным волокнам возбуждение поступает в мышцу, к нервно-мышечным окончаниям различной формы, и мышца сокращается. По чувствительным (афферентным) волокнам от мышцы в ЦНС поступают импульсы, сигнализирующие о состоянии мышцы в данный момент. Чувствительные окончания в мышцах имеют нервно-мышечное веретено, которое является органом мышечного чувства. Помимо эфферентных и афферентных, к мышцам подходят симпатические нервные волокна, которые обуславливают в мышце состояние некоторого сокращения, называемого *мышечным тонусом*.

Работа мышц

Основное свойство мышечной ткани - *сократимость*. Сокращаясь, мышца производит *механическую работу*. Величина механической работы, совершаемой сокращающейся мышцей, выражается в килограммометрах, как произведение веса груза, поднимаемого мускулом, на высоту поднятия. Сила, проявляемая мышцей, зависит от числа ее мышечных волокон, т.е. чем толще мышца, тем она сильнее. Длина мышечного брюшка обуславливает высоту поднятия груза, в среднем мышца при полном сокращении укорачивается

приблизительно на половину своей длины. Во время сложных движений сокращаются несколько групп мышц одновременно, причем характер их сокращения и участие в движении неодинаковы. Различают *преодолевающую*, *уступающую* и *удерживающую работу мышц*. Под преодолевающей подразумевается работа, при которой мышца преодолевает сопротивление. В случае уступающей работы мышца становится напряженной, постепенно уступая действию силы тяжести. Под удерживающей работой понимают такое состояние мышцы, при котором ее сокращение уравнивает действие сопротивления, в результате чего движения не происходит.

Мышцы действуют на кости, которые соединены между собой суставами, так что получается рычаг того или иного рода. В механике различают рычаги: первого и второго рода. В рычаге первого рода, или *рычаге равновесия*, точка опоры расположена между точками приложения сил. Расстояние от точки приложения силы до точки опоры называется плечом рычага, а расстояние от точки опоры до точки сопротивления - плечом сопротивления. Условием равновесия рычага является равенство произведения величины силы на длину плеч. Примером рычага равновесия может служить *атлантозатылочный сустав*.

Рычаг второго рода бывает двух видов. При рычаге первого вида (*рычаг силы*) сопротивление наблюдается между точкой опоры и точкой приложения силы. Плечо силы мышечной тяги при этом больше плеча силы тяжести. Примером рычага силы является стопа во время подъема на головки плюсневых костей (рис. 53, б). Местом опоры в данном случае служат головки плюсневых костей, через которые проходит ось вращения всей стопы. Сила мышечной тяги, идущей от пяточной кости вверх по направлению тяги трехглавой мышцы голени, имеет большее плечо, чем сила тяжести. Сила тяжести передается через кости голени на стопу и давит непосредственно на таранную кость, тем самым способствуя опусканию стопы.

Второй вид рычага (*рычаг скорости*) характеризуется тем, что точка приложения мышечной тяги находится вблизи оси вращения и плечо мышечной тяги меньше, чем плечо сопротивления. Пример рычага такого вида - *локтевой сустав* при сгибании. Точка опоры лежит в локтевом суставе, точка приложения силы - в области бугристостей локтевой и лучевой костей, т.е. несколько впереди от точки опоры, точка сопротивления - на дистальном конце руки, т.е. значительно дальше от точки опоры. Такой рычаг приводит к выигрышу в скорости, но к потере в силе.

При сокращении разные мышцы развивают различную силу. Эта сила зависит от ряда морфологических особенностей. Например, чем больше мышечных волокон, тем мышца сильнее. Если сравнить мышцу с параллельно идущими волокнами и перистую мышцу, то при одинаковом

объеме перистая мышца окажется сильнее, так как количество волокон в ней больше.

Не менее важное значение для проявления силы мышц имеет способ их прикрепления к костям. Чем больше площадь опоры мышцы на скелете, тем лучше условия для проявления ее силы. Сила мышцы в значительной степени зависит от величины угла, под которым она прикрепляется к кости. Чем ближе этот угол к прямому, тем больше составляющая силы, направленной на совершение движения в суставе, и, следовательно, мышца расходует больше силы непосредственно на перемещение костного звена в пространстве. Сила мышц зависит от массы мышечной ткани, расположения самих мышц, их напряженности. У спортсменов, физически развитых людей мышечная сила больше, чем у лиц, не занимающихся физическим трудом. Физические упражнения, тяжелый физический труд способствуют увеличению объема и утолщению мышц. У людей пожилого возраста объем мышц несколько уменьшается, вследствие чего снижается их сила.

Кроме описанных морфологических условий, для проявления мышечной силы большое значение имеет степень ее возбуждения под влиянием ЦНС. Чем сильнее стимулирующие импульсы, идущие из ЦНС, тем большую силу развивает мышца. Отмечается определенная зависимость между силой мышцы и ее поперечным сечением. Чем больше поперечник мышцы, тем она сильнее. Считают, что 1 см² поперечного сечения мышцы соответствует силе около 8-10 кг.

Понятие о статике и динамике тела человека

Мышечную работу можно разделить на миостатическую и миодинамическую.

Миостатическая работа выражается в удержании частей тела или всего тела в определенном положении. В этом положении сила тяжести, действующая на тело, уравновешена с противодействующей реакцией опоры. Чтобы зафиксировать определенное положение тела, активно работают мышцы, сохраняющие равновесие. При таком положении тела действие внешних сил не вызывает движения. Например, мышцы своей удерживающей работой обеспечивают вертикальное положение тела, хотя на него продолжают действовать внешние силы (сила тяжести). Следовательно, миостатическое положение тела является временно уравновешенным положением, за которым последуют активные движения.

Миодинамическая работа обуславливается активной изменчивостью мышц, связанной с движением тела. Любое движение тела сопровождается изменением скорости (ускоренное, замедленное или равномерное движение) и направления (прямолинейное, криволинейное, вращательное движение). Движение отдельных частей тела по отношению к окружающим его предметам называется *относительным движением*.

На тело или его части могут действовать внутренние (мышечная тяга, инерция) и внешние (сила тяжести, реакция опоры, сопротивление воздуха и

т.д.) силы. Взаимодействуя между собой, внутренние и внешние силы определяют форму и характер тела и его частей: изменяется поза с перемещением центра тяжести, тело и его части могут совершать ускоренное, равномерное или замедленное движение.

Движения человеческого тела, выполняемые скелетной мускулатурой, крайне разнообразны. По механическому признаку их можно разделить на поступательные, вращательные и сложные. При поступательном движении тела его части движутся по одинаковым траекториям. Во время вращательного движения все части тела движутся по окружностям, центры которых располагаются на одной прямой, называемой осью вращения. При сложном движении части тела совершают одновременно поступательное и вращательное движения.

Любое тело, свободно перемещающееся в пространстве, обладает *6 степенями свободы* в виде поступательного и вращательного движений в 3 измерениях (вверх и вниз, вперед и назад, вправо и влево). Если тело закреплено в одной точке, то оно не может совершать поступательного движения, но может вращаться относительно 3 осей, т.е. имеет 3 степени свободы. Если тело закреплено в двух точках, то оно имеет 1 степень свободы и может вращаться вокруг одной оси. Тремя степенями свободы обладают шаровидные суставы, двумя - эллипсоидные, седловидные и мыщелковые, одной - цилиндрические и блоковидные суставы.

Центр тяжести

Под **центром тяжести** какого-либо тела в механике подразумевают точку приложения равнодействующей нескольких разнонаправленных сил тяжести, действующих на отдельные его части.

Положение центра тяжести тела человека имеет большое значение для сохранения равновесия стоя и при различных движениях. Человеческое тело неоднородно, поэтому центр его тяжести не совпадает с центром тела и меняется в зависимости от перемещения частей тела в пространстве. Человек стоит устойчиво, если вертикальная линия, опущенная из центра тяжести, будет находиться в центре площади, образованной ступнями. Стоит наклониться вперед или в сторону и вывести отвесную линию из центра тяжести за пределы площади опоры, как человек начинает падать. Чтобы этого не произошло, в сторону падения выставляют ногу, тем самым перемещая площадь опоры.

Плотность верхней половины тела человека меньше, чем нижней. Экспериментально установлено, что при «военной» осанке центр тяжести расположен на уровне II крестцового позвонка, а отвесная линия из центра тяжести проходит на 3 см кпереди от лодыжек.

Положение центра тяжести человеческого тела очень изменчиво и зависит от возраста, пола, конституции, роста, а также от физического развития. Например, у мужчин центр тяжести находится несколько выше, чем у женщин, а у детей в раннем возрасте выше, чем у взрослых. Тело стоит

тем прочнее, чем шире площадь опоры и чем ниже расположен центр тяжести.

МЫШЦЫ И ФАСЦИИ ТУЛОВИЩА

Мышцы и фасции туловища делят по месту их расположения на *подзатылочные мышцы, мышцы спины, груди, живота и промежности*. Мышцы туловища являются парными и располагаются симметрично - справа и слева.

Развитие мышц туловища

Скелетная мускулатура появляется на 4-й неделе эмбрионального развития из миотомов. Клетки миотомов - миобласты - дифференцируются и превращаются в исчерченные скелетные мышечные волокна. Дорсальная часть миотомов, располагаясь рядом с остистыми отростками позвонков, дает начало мускулатуре спины; из вентральной части миотомов образуются мышцы шеи, груди и живота.

Иннервация дорсальной и вентральной мускулатуры туловища различна: дорсальные мышцы иннервируются задними ветвями спинномозговых нервов, вентральные - передними.

В дальнейшем в миотомы прорастает соединительнотканная перегородка, разделяющая их на поверхностные и глубокие слои и соответственно группы мышц. Одновременно с развитием мышц спины идет формирование соединительнотканного покрова - фасций. Наиболее развита и хорошо выражена *пояснично-грудная фасция*.

Диафрагма образуется из шейных миотомов. Возникшие мышечные зачатки диафрагмы в области шеи продвигаются вниз, где, сливаясь, образуют мышечно-сухожильную пластинку, закрывающую нижнюю апертуру грудной клетки.

Мышцы спины

Спина (*dorsum*) - задняя поверхность туловища и шеи; вверху она включает *выю* - заднюю поверхность шеи и достигает наружного затылочного выступа, снизу ограничена боковыми краями крестца, копчика и гребнями подвздошных костей, латерально - задней подмышечной линией.

Мышцы спины по происхождению и положению делят на две группы: *поверхностные*, включающие мышцы плечевого пояса, - *трупкопетальные* (т.е. в процессе развития переместившиеся с конечности на туловище), а также мышцы, прикрепляющиеся к ребрам, и *глубокие*, образовавшиеся из дорсальных частей миотомов, т.е. аутохтонные.

Поверхностные мышцы спины

1. **Трапецевидная мышца (*m. trapezius*)** имеет треугольную форму; ее основание обращено к остистым отросткам позвонков, а верши на - к лопатке. Мышца начинается от затылочной кости, остистых отростков VII шейного и всех грудных позвонков; прикрепляется к акромиону и лопаточной ости.

Функция: верхние пучки мышцы поднимают лопатку, средние приближают ее к позвоночнику, нижние опускают. При фиксированных лопатках и двустороннем сокращении она запрокидывает голову и шею назад.

Иннервация: добавочный нерв, C_{II}-C_{IV}.

2. **Широчайшая мышца спины** (*m. latissimus dorsi*) начинается от остистых отростков 5-6 нижних грудных позвонков, от всех поясничных позвонков, дорсальной поверхности крестца, от гребня подвздошной кости; прикрепляется к гребню малого бугорка плечевой кости.

Функция: вращает плечевую кость внутрь, поднятую руку опускает, опущенную тянет назад к срединной плоскости. При фиксированных руках участвует в акте вдоха.

Иннервация: грудоспинной нерв, C_{VII}-C_{VIII}.

3. **Большая и малая ромбовидные мышцы** (*mm. rhomboideus major et minor*) начинаются от остистых отростков VI-VII шейных и 4 верхних грудных позвонков; прикрепляются к медиальному краю лопатки.

Функция: приближают лопатки к позвоночнику и поднимают их вверх.

Иннервация: дорсальный нерв лопатки, C_{IV}-C_V.

4. **Мышца, поднимающая лопатку** (*m. levator scapulae*), начинается от поперечных отростков 4 верхних шейных позвонков; прикрепляется к верхнему углу лопатки.

Функция: поднимает лопатку, при фиксированной лопатке наклоняет в сторону шейный отдел позвоночника.

Иннервация: дорсальный нерв лопатки, C_{IV}-C_V.

5. **Верхняя задняя зубчатая мышца** (*m. serratus posterior superior*) лежит под ромбовидной мышцей. Начинается от остистых отростков двух нижних шейных и двух верхних грудных позвонков, направляется вниз; прикрепляется к II-V ребрам.

Функция: поднимает ребра.

Иннервация: межреберные нервы, Th_I-Th_{IV}.

6. **Нижняя задняя зубчатая мышца** (*m. serratus posterior inferior*) начинается от остистых отростков двух нижних грудных и двух верхних поясничных позвонков; прикрепляется к 4 нижним ребрам.

Функция: опускает ребра.

Иннервация: межреберные нервы, Th_{IX}-Th_{XII}.

Глубокие мышцы спины

К глубоким мышцам спины относят 2 изолированных мышечных тракта - медиальный и латеральный, расположенные в костно-фиброзном канале, в желобах между остистыми и поперечными отростками позвонков и углами ребер. Медиальный тракт представлен короткими мышцами, залегающими глубоко в костно-фиброзном канале; латеральный лежит поверхностно и образован длинными мышцами. В задней области шеи поверх этих двух трактов располагается *ременная мышца шеи*.

Мышцы медиального тракта: **поперечно-остистая** (*m. transversospinal*) и **межостистые мышцы** (*mm. interspinales*). Поперечно-остистая мышца располагается от крестца до затылочной кости, к ней относятся полуостистые, многораздельные мышцы и мышцы-вращатели.

Функция: разгибают позвоночник, при сокращении на одной стороне наклоняют позвоночник и туловище в сторону, производят вращение позвоночника.

В задней области шеи располагаются **подзатылочные мышцы** (*mm. suboccipitales*): *передняя, латеральная, большая и малая задние мышцы головы, верхняя и нижняя косые мышцы головы, ременная мышца головы и длинная мышца головы.*

Функция: разгибают голову, вращают ее вместе с атлантом вокруг зубовидного отростка.

Мышцы латерального тракта: **мышца, выпрямляющая позвоночник** (*m. erector spinae*), состоит из подвздошно-реберной, длиннейшей и остистой мышц.

Функция: выпрямляют спину, опускают ребра и принимают участие в поддержании равновесия.

Иннервация глубоких мышц спины осуществляется задними ветвями шейных, грудных и поясничных спинномозговых нервов.

Фасции спины

В области спины имеются 3 фасции: *поверхностная, выйная, пояснично-грудная.*

Поверхностная фасция выражена слабо и является частью общей подкожной фасции.

Пояснично-грудная фасция (*fascia thoracolumbalis*) состоит из двух листков (пластинок) - поверхностного и глубокого (рис. 55). Поверхностный листок охватывает нижнюю и верхнюю зубчатые мышцы, образует фасциальные футляры для широчайшей мышцы спины, ромбовидной и трапецевидной мышц. Глубокий листок охватывает мышцу, выпрямляющую позвоночник. Вверху поверхностный листок покрывает ременные и полуостистые мышцы головы и шеи, где уплотняется, получая название **войной фасции** (*fascia nuchae*).

Мышцы груди

Грудь - часть туловища, ограниченная вверху условной линией, идущей от яремной вырезки грудины, далее по ключице к акромиально-ключичному сочленению, VII шейному позвонку; внизу она начинается от мечевидного отростка грудины, продолжается по реберной дуге (X ребру), затем по XI- XII ребрам и заканчивается на XII грудном позвонке.

Мышцы груди подразделяются на две группы: *мышцы груди, прикрепляющиеся к верхней конечности, и собственные*

мышцы груди (аутохтонные). Здесь же рассматривается и диафрагма, отделяющая грудную полость от брюшной.

Мышцы груди, прикрепляющиеся к верхней конечности

1. **Большая грудная мышца** (*m. pectoralis major*) состоит из 3 частей: ключичной (*pars clavicularis*), начинающейся от медиального конца ключицы; грудино-реберной (*pars sternocostalis*) - от грудины и хрящей II-VII ребер; брюшной (*pars abdominalis*) - от стенки влагалища прямой мышцы живота. Мышца прикрепляется общим сухожилием к гребню большого бугорка плечевой кости. Между краем ключичной части и краем дельтовидной мышцы образуется дельтовидно-грудная борозда (*sul. deltoideopectoralis*), которая вверху переходит в одноименный треугольник. В борозде проходит *v. cephalica*.

Функция: опускает поднятую руку, тянет ее вперед, одновременно вращает плечевую кость внутрь. При фиксированной руке поднимает ребра, тем самым участвует в акте вдоха.

Иннервация: медиальный и латеральный грудные нервы, C_V-C_{VIII}.

2. **Малая грудная мышца** (*m. pectoralis minor*) начинается от III- V ребер; прикрепляется к клювовидному отростку лопатки.

Функция: тянет лопатку вниз и медиально, при фиксированной лопатке поднимает ребра.

Иннервация: медиальный и латеральный грудные нервы, C_V-C_{VIII}.

3. **Подключичная мышца** (*m. subclavius*) начинается от I ребра; прикрепляется к *extremitas acromialis clavicularae*.

Функция: тянет ключицу вниз, при фиксированной ключице поднимает I ребро.

Иннервация: подключичный нерв, C_V-C_{VI}.

4. **Передняя зубчатая мышца** (*m. serratus anterior*) начинается зубцами от 8-9 верхних ребер; прикрепляется к медиальному краю лопатки и к ее нижнему углу.

Функция: тянет нижний угол лопатки вперед и латерально, тем самым поднимает руку выше горизонтальной линии; при фиксированной лопатке поднимает ребра, участвуя в акте вдоха.

Иннервация: длинный грудной нерв, C_V-C_{VIII}.

Собственные мышцы груди

1. **Наружные межреберные мышцы** (*mm. intercostales externi*) располагаются в межреберных промежутках от позвоночника до реберных хрящей. Начинаются от нижнего края вышележащего ребра, направляются косо вниз и вперед; прикрепляются к верхнему краю нижележащего ребра.

Функция: поднимают ребра, участвуя в акте вдоха.

Иннервация: межреберные нервы, Th_I-Th_{XI}.

2. **Внутренние межреберные мышцы** (*mm. intercostales interni*) лежат под наружными и имеют обратное направление хода мышечных волокон, располагаются на протяжении от грудины до углов ребер.

Функция: опускают ребра, участвуя в акте выдоха. Иннервация: межреберные нервы, Th_I-Th_{XI}.

3. **Подреберные мышцы** (*mm. subcostales*) непостоянные, располагаются в заднем отделе грудной клетки на внутренней поверхности ребер, снаружи от углов. Начинаются и прикрепляются как внутренние межреберные мышцы, но перекидываются через одно или два ребра.

Функция: опускают ребра.

Иннервация: межреберные нервы, Th_{VIII}-Th_{XI}.

4. **Поперечная мышца груди** (*m. transversus thoracis*) начинается от задней поверхности грудины, прикрепляется к III-VI ребрам.

Функция: опускает ребра.

Иннервация: межреберные нервы, Th_{III}-Th_{VI}.

Фасции груди

На груди выделяют фасции: *поверхностную, грудную, ключично-грудную, наружную межреберную и внутригрудную.*

1. **Поверхностная фасция** выражена слабо, образует капсулу для молочной железы.

2. **Грудная фасция** (*fascia pectoralis*) имеет 2 листка: поверхностный и глубокий. Они образуют влагалище большой грудной мышцы.

3. **Ключично-грудная фасция** (*fascia clavipectoralis*) образует влагалище подключичной и малой грудной мышц. Между грудной и ключично-грудной фасциями формируется клетчаточное субпекторальное пространство. Внизу, у нижнего края большой грудной мышцы, поверхностный и глубокий листки грудной фасции соединяются, переходя в подмышечную фасцию.

4. **Наружная межреберная фасция** покрывает наружные межреберные мышцы.

5. **Внутригрудная фасция** (*fascia endothoracica*) выстилает внутреннюю поверхность грудной клетки, переходя на диафрагму.

Диафрагма

Диафрагма (*diaphragma*) - непарная тонкая сухожильно-мышечная пластинка куполообразной формы. Диафрагма закрывает нижнюю апертуру грудной клетки, отделяя грудную полость от брюшной (рис. 58). Диафрагма начинается мышечно-сухожильными волокнами от костных образований, ограничивающих нижнюю апертуру грудной

клетки. Мышечные волокна, направляясь вверх, переходят в сухожильное растяжение, которое занимает центральное положение и называется сухожильным центром (*centrum tendineum*). В его правой части имеется отверстие нижней полой вены (*for. vv. cavae*).

В зависимости от места отхождения мышечных волокон диафрагмы в ней различают 3 части: поясничную, реберную, грудинную.

Поясничная часть (*pars lumbalis*) наиболее мощная, состоит из двух ножек - правой и левой (*crus dextrum et sinistrum*). На уровне XII грудного и I поясничного позвонков правая и левая ножки сходятся, ограничивая аортальное отверстие (*hiatus aorticus*), через которое проходят аорта и лежащий позади нее грудной лимфатический проток. Затем ножки частично снова перекрещиваются и, вновь расходясь, образуют пищеводное отверстие (*hiatus esophageus*) для прохождения пищевода и блуждающих нервов. Между мышечными пучками самих ножек справа проходят большой внутренностный нерв и непарная вена, а слева - тот же нерв и полунепарная вена.

Реберная часть (*pars costalis*) начинается зубцами от внутренней поверхности нижних 6 ребер. Мышечные волокна идут вертикально вверх и внутрь, заворачиваются дугообразно и оканчиваются в сухожильном центре.

Грудинная часть (*pars sternalis*) представляет собой наименьшую часть диафрагмы. Начинается от мечевидного отростка двумя пучками, которые поднимаются кверху и заканчиваются в сухожильном центре.

Диафрагма со стороны грудной полости покрыта внутригрудной фасцией, со стороны брюшной полости - внутрибрюшной фасцией. К фасциям прилежат серозные оболочки: со стороны грудной полости - диафрагмальная плевро, в средней части диафрагмы - перикард, со стороны брюшной полости - париетальный листок брюшины.

Функция: диафрагма - дыхательная мышца. При ее сокращении купол уплощается, опускаясь на 1-3 см, при этом увеличивается объем грудной полости. При расслаблении диафрагма поднимается кверху, вместимость грудной клетки уменьшается.

Иннервация: диафрагмальный нерв и межреберные нервы, C_{III}-C_V.

Мышцы живота

Живот - часть туловища, расположенная между грудной клеткой и тазом. Сверху ее ограничивают мечевидный отросток, реберные дуги и линия, соединяющая концы XII ребер с остистыми отростками XII грудных позвонков; снизу - симфиз, верхние ветви лобковых костей, гребни подвздошных костей; сзади - линия, соединяющая остистые отростки поясничных позвонков. Рассматривают также *полость живота* и его стенки (см. «Брюшная полость и брюшина»).

Различают две группы мышц живота: *переднебоковую*, объединяющую прямые, пирамидальные и широкие мышцы (наружные, внутренние косые и поперечные), и *заднюю*, представленную квадратными мышцами поясницы (рис. 59, 60). По средней линии сухожильные растяжения (апоневрозы) боковых широких мышц живота образуют фиброзную полосу, называемую **белой линией** (*linea alba*), которая идет от мечевидного отростка до симфиза.

Приблизительно на середине белой линии имеется **пупочное кольцо**

(*anulus umbilicalis*), закрытое фиброзной рубцовой тканью и кожей. Иногда пупочное кольцо служит местом образования пупочных грыж.

Переднебоковая группа мышц живота

1. **Прямая мышца живота** (*m. rectus abdominis*) парная, лежит сбоку от белой линии живота в сухожильном влагалище. Начинается от V-VII ребер и мечевидного отростка, идет вниз; прикрепляется к лобковой кости и симфизу. На своем протяжении пересекается сухожильными перемычками (*intersectiones tendineae*), которые в количестве 3-4 идут поперечно.

Влагалище прямой мышцы живота образовано апоневрозами косых мышц и поперечной и имеет две пластинки - переднюю и заднюю.

Верхние 3/4 *передней пластинки* влагалища образованы апоневрозом наружной косой мышцы живота и передним листком апоневроза внутренней косой мышцы, *задняя* - задним листком апоневроза внутренней косой мышцы и апоневрозом поперечной мышцы живота. Передняя пластинка нижней четверти влагалища формируется спереди апоневрозами всех 3 широких мышц живота, а задняя пластинка - лишь поперечной фасцией.

2. **Пирамидальная мышца** (*m. pyramidalis*) парная, начинается от лобковой кости; прикрепляется к белой линии живота.

Функция: пирамидальная мышца и прямая мышца живота натягивают белую линию.

3. **Наружная косая мышца живота** (*m. obliquus externus abdominis*) парная, самая широкая из всех мышц живота. Начинается на боковой поверхности грудной клетки от 8 нижних ребер. Мышечные пучки идут сверху вниз, снаружи кнутри. У наружного края прямой мышцы живота мышечные волокна переходят в сухожильное растяжение, образуя переднюю пластинку апоневроза прямой мышцы живота. Прикрепляется к наружной губе гребня подвздошной кости.

Нижний край апоневроза наружной косой мышцы живота перебрасывается между передней верхней подвздошной остью и лобковым бугорком и носит название паховой связки (*lig. inguinale*), натянутой в виде желоба. Волокна паховой связки, спускаясь вниз и медиально, расходятся, образуя две ножки - медиальную и латеральную, ограничивающие щель треугольной формы. Медиальная ножка (*crus mediale*) прикрепляется к симфизу, латеральная (*crus laterale*) - к лобковому бугорку. Медиальная и латеральная ножки ограничивают *поверхностное паховое кольцо*. В задненижнем отделе, между наружной косой мышцей живота спереди и широчайшей мышцей спины сзади, образуется *поясничный треугольник* (*trigonum lumbale*); снизу он ограничен гребнем подвздошной кости, дно составляет внутренняя косая мышца живота. Через этот треугольник могут выходить поясничные грыжи.

4. Внутренняя косая мышца живота (*m. obliquus internus abdominis*) парная, лежит под наружной косой мышцей живота. Начинается от

пояснично-грудной фасции и боковых отделов 2/3 паховой связки. Мышечные пучки идут веерообразно и прикрепляются к нижним краям X, XI, XII ребер, образуя апоневроз, который участвует в формировании влагалища прямой мышцы живота и белой линии.

5. Поперечная мышца живота (*m. transversus abdominis*) парная, располагается глубже внутренней косой мышцы живота. Начинается от внутренней поверхности шести нижних ребер, пояснично-грудной фасции и внутренней трети паховой связки, образует апоневроз, который формирует заднюю пластинку влагалища прямой мышцы живота и белую линию.

От нижнего края внутренней косой и поперечной мышц живота в паховом канале отщепляются волокна **мышцы, поднимающей яичко** (*t. cremaster*), которая в составе семенного канатика выходит через поверхностное паховое кольцо и достигает яичка.

Функция: мышцы переднебоковой группы оказывают давление на внутренности, образуя так называемый *брюшной пресс* (*prelum abdominale*). Это давление способствует опорожнению внутренних органов, например при дефекации, мочеиспускании, при родах, рвоте. Кроме того, мышцы сгибают позвоночник, приближая грудную клетку к тазу. Одновременное сокращение косых мышц живота вызывает повороты туловища в стороны, при этом в свою сторону поворачивают внутренняя и противоположная наружная косые мышцы. Опуская ребра, мышцы способствуют акту дыхания.

Иннервация: межреберные, подвздошно-подчревный и подвздошно-паховый нервы, Th_V-Th_{XII}, L_I-L_{II}.

Задняя группа мышц живота

Квадратная мышца поясницы (*m. quadratus lumborum*) парная, начинается от гребня подвздошной кости, от поперечных отростков 3-4 нижних поясничных позвонков; прикрепляется к нижнему краю XII ребра, поперечным отросткам II-V поясничных позвонков и к телу XII позвонка.

Функция: опускает XII ребро, при двустороннем сокращении сгибает поясничный отдел позвоночника, при одностороннем сгибает позвоночник в сторону.

Иннервация: поясничное сплетение, Th_{XII}, L_I-L_{II}.

Паховый канал

Паховый канал (*canalis inguinalis*) - щель, через которую проходят у мужчин *семенной канатик*, а у женщин - *круглая связка матки*.

Располагается в нижнем отделе брюшной стенки сверху вниз, снаружи внутрь, сзади наперед. Его длина 4,0-4,5 см. В канале различают 4 стенки и 2 отверстия. *Передняя* стенка образована апоневрозом наружной косой мышцы живота, *задняя* - поперечной фасцией, *верхняя* - нижними краями внутренней

косой и поперечной мышц живота, нижняя - желобом паховой связки. Наружное отверстие канала - **поверхностное паховое кольцо** (*anulus inguinalis superficialis*) - образовано ножками апоневроза наружной косой мышцы живота. Внутреннее отверстие - **глубокое паховое кольцо** (*anulus inguinalis profundus*) - располагается на задней поверхности передней стенки живота в виде углубления поперечной фасции живота. Оно соответствует латеральной паховой ямке, расположенной снаружи от латеральной пупочной складки, в толще которой проходит нижняя подчревная артерия (см. рис. 60; рис. 61).

Фасции живота

Каждая мышца живота покрыта собственной фасцией. В области поверхностного пахового кольца фасция продолжается на мышцу, поднимающую яичко, и носит название *fascia cremasterica*. Изнутри поперечная мышца покрыта поперечной фасцией, которая составляет часть **внутрибрюшной фасции** (*fascia endoabdominalis*).

В практическом отношении очень важно пространство, расположенное между поперечной фасцией живота и париетальным листком брюшины, так называемое предбрюшинное пространство (*spatium praeperitonealis*), которое кзади переходит в забрюшинное пространство (*spatium retroperitoneale*).

МЫШЦЫ И ФАЦИИ КОНЕЧНОСТЕЙ

Развитие мышц и фасций конечностей

Почки конечностей появляются в конце 4-й - начале 5-й недели внутриутробного периода на боковых поверхностях тела. В течение 6-7-й недели происходит рост конечностей в длину. Мышцы верхней конечности развиваются из почек мезодермы, образующихся из передних отделов 4 шейных и 1 грудного миотомов, мышцы нижних конечностей - из этих же отделов 4 поясничных и 3 крестцовых миотомов. Мезодерма, из которой формируются мышцы конечностей, сначала располагается дорсально и вентрально по отношению к костям конечностей. Дорсально расположенная мезодерма превращается в мышцы-разгибатели, отводящие мышцы и их фасции, а лежащая вентрально - в мышцы-сгибатели, приводящие мышцы и их фасции. На нижней конечности разгибатели перемещаются на переднюю поверхность, а сгибатели - на заднюю.

Мышцы и фасции верхней конечности

Мышцы пояса верхней конечности

Объединяющим звеном между свободной верхней конечностью и туловищем является *верхний*, или *плечевой*, пояс, подвижность которого обеспечивается грудиноключичным сочленением.

Мышцы пояса верхней конечности, или плечевого пояса, покрывая плечевой сустав со всех сторон, укрепляют его, а при сокращении обеспечивают разнообразные движения верхней конечности.

1. **Дельтовидная мышца** (*m. deltoideus*) имеет треугольную форму, окружает плечевой сустав снаружи, спереди и сзади. Начинается от

акромиального конца ключицы, акромиона и лопаточной ости; прикрепляется к дельтовидной бугристости плечевой кости.

Функция: передние пучки мышцы сгибают плечо, задние - разгибают, наружные - отводят плечо до горизонтального положения.

Иннервация: подмышечный нерв, C_{IV}-C_{VII}, Th_I.

2. Надостная мышца (*m. supraspinatus*) располагается в одноименной ямке лопатки. Начинается от надостных ямки и фасции, проходит под конической связкой; прикрепляется к большому бугорку плечевой кости и капсуле плечевого сустава.

Функция: отводит плечо и натягивает капсулу сустава, предохраняет ее от ущемления.

Иннервация: надлопаточный нерв, C_V-C_{VI}.

3. Подостная мышца (*m. infraspinatus*) заполняет подостную ямку лопатки. Волокна мышцы, направляясь кнаружи и кверху, переходят в сухожилие, прикрепляющееся к большому бугорку плечевой кости.

Функция: вращает плечо наружу, а также оттягивает капсулу плечевого сустава.

Иннервация: надлопаточный нерв, C_V-C_{VI}.

4. Малая круглая мышца (*m. teres minor*) лежит в латеральной части подостной ямки лопатки. Начинается от подостной фасции и латерального края лопатки; прикрепляется к большому бугорку плечевой кости.

Функция: вращает плечо кнаружи. Иннервация: подмышечный нерв, C_V-C_{VI}, Th_I.

5. Большая круглая мышца (*m. teres major*) начинается от дорсальной поверхности нижнего угла лопатки; прикрепляется к гребню малого бугорка плечевой кости.

Функция: тянет плечо назад, вращает внутрь и приводит к туловищу.

Иннервация: подлопаточный нерв, C_V-C_{VI}.

6. Подлопаточная мышца (*m. subscapularis*) заполняет подлопаточную ямку. Начинается от реберной поверхности лопатки и подлопаточной фасции; прикрепляется к малому бугорку плечевой кости и суставной капсуле.

Функция: вращает плечо внутрь, пронирует, приводит плечо к туловищу и оттягивает капсулу.

Иннервация: подлопаточный нерв, C_V-C_{VI}.

Мышцы свободной верхней конечности

Мышцы плеча

К мышцам плеча относятся длинные мышцы, которые располагаются на передней и задней поверхностях плечевой кости и образуют две группы - переднюю и заднюю, разделенные межмышечными медиальной и латеральной перегородками (*septa intermuscularia brachii mediale et laterale*).

Передняя группа - мышцы-сгибатели

1. **Двуглавая мышца плеча** (*m. biceps brachii*) двусуставная, действует на плечевой и локтевой суставы; имеет две головки - короткую и длинную. Короткая головка начинается от клювовидного отростка лопатки, длинная - от надсуставного бугорка лопатки. Сухожилие длинной головки проходит в полости плечевого сустава в межбугорковой борозде плечевой кости, окруженное межбугорковым синовиальным влагалищем (*vag. tendinis intertubercularis*). В средней трети плеча обе головки соединяются, образуя мышечное брюшко, которое прикрепляется к лучевой бугристости.

Функция: производит сгибание в лучевом и локтевом суставах, супинирует предплечье.

Иннервация: мышечно-кожный нерв, C_v-C_{vii}.

2. **Плечевая мышца** (*m. brachialis*) начинается на передней поверхности плечевой кости и межмышечных перегородок; прикрепляется к локтевой бугристости.

Функция: сгибает предплечье.

Иннервация: мышечно-кожный нерв, C_v-C_{vii}.

3. **Клювовидно-плечевая мышца** (*m. coracobrachialis*) начинается от клювовидного отростка лопатки; прикрепляется к медиальной поверхности плечевой кости.

Функция: сгибает плечо и тянет его к срединной плоскости. Иннервация: мышечно-кожный нерв, C_v-C_{vii}.

Задняя группа - мышцы-разгибатели

1. **Трехглавая мышца плеча** (*m. triceps brachii*) располагается на задней поверхности плечевой кости. Начинается тремя головками. Длинная головка (*caput longum*) начинается от подсуставного бугорка лопатки; латеральная (*caput laterale*) - от задней поверхности плечевой кости; медиальная (*caput mediale*) - также от задней поверхности плечевой кости. Все головки в дистальном отделе соединяются и прикрепляются к локтевому отростку локтевой кости.

Функция: разгибает предплечье в локтевом суставе. Иннервация: лучевой нерв, C_v-C_{viii}.

2. **Локтевая мышца** (*m. anconeus*) треугольной формы, начинается от латерального надмыщелка плечевой кости; прикрепляется к задней поверхности проксимального конца локтевой кости.

Функция: разгибает предплечье в локтевом суставе. Иннервация: лучевой нерв, C_v-C_{viii}.

Мышцы предплечья

Мышцы предплечья рассматривают в положении полной супинации. По функции они делятся на две группы: переднюю - сгибатели и пронаторы и заднюю - разгибатели и супинаторы (рис. 64, 65).

Передняя группа - сгибатели предплечья и кисти

1. **Плечелучевая мышца** (*m. brachioradialis*) начинается от латерального края плечевой кости и прикрепляется к латеральной поверхности лучевой кости над шиловидным отростком.

Функция: сгибает предплечье и устанавливает лучевую кость в среднем положении между пронацией и супинацией. Иннервация: лучевой нерв, C_v-C_{vi}.

2. **Круглый пронатор** (*m. pronator teres*) начинается от медиального надмыщелка плечевой кости, идет вниз и латерально; прикрепляется к заднему краю лучевой кости выше ее середины.

Функция: пронатор предплечья и участвует в ее сгибании. Иннервация: срединный нерв, C_{vi}-C_{vii}.

3. **Лучевой сгибатель запястья** (*m. flexor carpi radialis*) начинается от медиального надмыщелка плечевой кости; прикрепляется к основанию II пястной кости.

Функция: производит ладонное сгибание кисти. Иннервация: срединный нерв, C_{vi}-C_{vii}.

4. **Длинная ладонная мышца** (*m. palmaris longus*) начинается от медиального надмыщелка, образует длинное сухожилие, переходящее в ладонный апоневроз.

Функция: сгибает кисть, напрягает ладонный апоневроз. Иннервация: срединный нерв, C_{vii}-C_{viii}.

5. **Локтевой сгибатель запястья** (*m. flexor carpi ulnaris*) располагается медиально. Начинается от медиального надмыщелка плечевой кости, прикрепляется к гороховидной кости.

Функция: сгибает и приводит кисть. Иннервация: локтевой нерв, C_{vii}-C_{viii}.

Перечисленные 5 мышц составляют поверхностный слой сгибателей предплечья. Глубже лежат 4 мышцы, образующие глубокий слой.

1. **Поверхностный сгибатель пальцев** (*m. flexor digitorum superficialis*) начинается от медиального надмыщелка плечевой кости, венечного отростка локтевой кости. В дистальном конце мышца формирует 4 сухожилия, проходящих в канале запястья на кисть. Сухожилия прикрепляются к боковой поверхности средних фаланг II-V пальцев.

Функция: сгибает средние фаланги II-V пальцев и кисть. Иннервация: срединный нерв, C_{vii}-C_{viii}.

2. **Длинный сгибатель большого пальца, кисти** (*m. flexor pollicis longus*) начинается на передней поверхности лучевой кости; прикрепляется к основанию дистальной фаланги большого пальца.

Функция: сгибает дистальную фалангу большого пальца. Иннервация: срединный нерв, C_{vi}-C_{viii}.

3. **Глубокий сгибатель пальцев** (*m. flexor digitorum profundus*) начинается от передней поверхности локтевой кости. У дистального конца предплечья образует 4 сухожилия, которые проходят в канале запястья вместе с

сухожилиями поверхностного сгибателя пальцев и прикрепляются к основаниям дистальных фаланг II-V пальцев.

Функция: сгибает дистальные фаланги пальцев. Иннервация: срединный и локтевой нервы, C_{VII}-Th_I.

4. Квадратный пронатор (*m. pronator quadratus*) располагается в дистальном отделе предплечья, лежит под глубоким сгибателем пальцев. Начинается от передней поверхности локтевой кости; прикрепляется к передней поверхности лучевой кости.

Функция: вращает лучевую кость внутрь. Иннервация: срединный нерв, C_{VII}-Th_I.

Задняя группа - разгибатели предплечья и кисти располагаются в 2 слоя - поверхностный и глубокий. *Поверхностный слой*

1. Длинный лучевой разгибатель запястья (*m. extensor carpi radialis longus*) начинается от латерального края и от латерального надмыщелка плечевой кости; прикрепляется к основанию II пястной кости.

Функция: разгибает и отводит (совместно с *m. flexor carpi radialis*) кисть. Иннервация: лучевой нерв, C_{VI}-C_{VII}.

2. Короткий лучевой разгибатель запястья (*m. extensor carpi radialis brevis*) начинается от латерального надмыщелка плечевой кости; прикрепляется к основанию III пястной кости.

Функция: разгибает кисть. Иннервация: лучевой нерв, C_{VI}-C_{VIII}.

3. Разгибатель пальцев (*m. extensor digitorum*) начинается от латерального надмыщелка плечевой кости, в дистальном отделе делится на 4 сухожилия, которые проходят под удерживателем разгибателей (*retinaculum extensorum*), идут к тыльной поверхности II-V пальцев и прикрепляются к дистальным и средним фалангам.

Функция: разгибает II-у пальцы. Иннервация: лучевой нерв, C_{VI}-C_{VIII}.

4. Разгибатель мизинца (*m. extensor digiti minimi*) отделяется от разгибателя пальцев, прикрепляется к основанию дистальной фаланги у пальца.

Функция: разгибает у палец. Иннервация: лучевой нерв, C_{VI}-C_{VIII}.

5. Локтевой разгибатель запястья (*m. extensor carpi ulnaris*) начинается от латерального надмыщелка плечевой кости, прикрепляется к основанию у пястной кости.

Функция: разгибает и приводит (совместно с *m. flexor carpi ulnaris*) кисть. Иннервация: лучевой нерв, C_{VII}-C_{VIII}.

Глубокий слой

1. Супинатор (*m. supinator*) начинается от латерального надмыщелка плечевой кости. Прикрепляется к лучевой кости.

Функция: вращает лучевую кость наружу. Иннервация: лучевой нерв, C_V-C_{VI}.

2. Длинная мышца, отводящая большой палец кисти (*m. abductor pollicis longus*), начинается от дистальных отделов костей предплечья; прикрепляется к основанию I пястной кости.

Функция: отводит большой палец. Иннервация: лучевой нерв, C_{VI}-C_{VII}.

3. **Короткий разгибатель большого пальца кисти** (*m. extensor pollicis brevis*) начинается от задней поверхности лучевой кости; прикрепляется к проксимальной фаланге большого пальца.

Функция: разгибает большой палец. Иннервация: лучевой нерв, C_{VI}-C_{VII}.

4. **Длинный разгибатель большого пальца кисти** (*m. extensor pollicis longus*) начинается от задней поверхности локтевой кости; прикрепляется к задней поверхности дистальной фаланги большого пальца.

Функция: разгибает большой палец. Иннервация: лучевой нерв, C_{VI}-C_{VII}.

5. **Разгибатель указательного пальца** (*m. extensor indicis*) начинается от задней поверхности локтевой кости, вблизи головки; прикрепляется к сухожилию разгибателя пальцев, идущему к указательному пальцу.

Функция: разгибает II палец. Иннервация: лучевой нерв, C_{VII}-C_{VIII}.

Мышцы кисти

На кисти располагаются короткие мышцы, которые на ладонной поверхности образуют 3 группы: латеральную, медиальную и среднюю.

Латеральная группа. В ее состав входят 4 мышцы: **короткая мышца, отводящая большой палец кисти** (*m. abductor pollicis brevis*); **короткий сгибатель большого пальца кисти** (*m. flexor pollicis brevis*); **мышца, противопоставляющая большой палец кисти** (*m. opponens pollicis*); **мышца, приводящая большой палец кисти** (*m. adductor pollicis*). Все мышцы начинаются от костей запястья и удерживателя сгибателей; прикрепляются к основанию проксимальной I фаланги.

Функция: соответствует названиям мышц.

Иннервация: короткий сгибатель и приводящая мышца - локтевым нервом, C_{VII}-Th_I; короткая отводящая и противопоставляющая - срединным нервом, C_{VI}-C_{VII}.

Медиальная группа. Мышцы этой группы развиты слабее, чем латеральной. В ее состав входят 4 мышцы: **мышца, отводящая мизинец** (*m. abductor digiti minimi*); **короткий сгибатель мизинца** (*m. flexor digiti minimi brevis*); **мышца, противопоставляющая мизинец** (*m. opponens digiti minimi*). Начинаются от удерживателя сгибателей и костей запястья; прикрепляются к проксимальной фаланге мизинца и V пястной кости.

Функция: соответствует названиям мышц.

Иннервация: локтевой нерв, C_{VII}-Th_I.

Средняя группа. К этой группе принадлежат **червеобразные мышцы** (*mm. lumbricales*), **ладонные и тыльные межкостные мышцы** (*mm. interossei palmares et dorsales*).

Функция: червеобразные сгибают проксимальные фаланги II-V пальцев; ладонные межкостные сближают пальцы; тыльные раздвигают пальцы.

Иннервация: срединный, локтевой нервы, C_{VIII}-Th_I.

Фасции верхней конечности

Поверхностная фасция верхней конечности выражена слабо. **Собственная фасция** (*fascia propria*) образует хорошо выраженные

влагалища для групп и отдельных мышц. **Дельтовидная фасция** (*fascia deltoidea*) покрывает дельтовидную мышцу. Под ней располагается поддельтовидное пространство, сообщаемое с клетчаткой подмышечной впадины (ямки).

Фасция, выстилающая подмышечную впадину, называется **подмышечной фасцией** (*fascia axillaris*). Она переходит в собственную **фасцию плеча** (*fascia brachii*). Эта фасция, отдавая крепкие медиальную и латеральную межмышечные перегородки плеча (*septa intermuscularia brachii mediate et laterale*), образует 2 костно-фасциальных влагалища: переднее для мышц-сгибателей плеча и предплечья, заднее для мышц-разгибателей.

Фасция предплечья (*fascia antebrachii*) выражена хорошо, охватывает все мышцы предплечья; образует 3 костно-фасциальных влагалища: переднее, заднее и наружное. В переднем проходят сгибатели пальцев и кисти, в заднем - разгибатели пальцев и кисти, в наружном - плечелучевая мышца, длинный и короткий лучевые разгибатели запястья.

В дистальном отделе предплечья, на границе с кистью, фасция предплечья уплотняется, образуя **удерживатель мышц сгибателей и разгибателей** (*retinaculum musculorum flexorum et extensorum*), далее переходит на кисть, образуя **ладонный апоневроз** (*aponeurosis palmaris*). На кисти, помимо ладонного апоневроза, различают **тыльную фасцию кисти** (*fascia dorsalis manus*).

На ладонной поверхности в канале запястья (*canalis carpi*), через который перекидывается удерживатель мышц сгибателей, располагаются 2 синовиальных влагалища: для длинного сгибателя большого пальца кисти и общее для сухожилий поверхностного и глубокого сгибателей пальцев, которое с медиальной стороны без перерыва продолжается на сухожилие сгибателя мизинца вплоть до дистальной фаланги. Сухожилия сгибателей трех средних пальцев (II, III и IV) имеют свои обособленные синовиальные влагалища. Они не соединяются с синовиальными влагалищами ладони и лежат в костно-фиброзных каналах пальцев, окруженные круговыми и перекрестными связками.

На тыле кисти 6 синовиальных влагалищ: в *первом* проходят сухожилия длинной мышцы, отводящей большой палец кисти, и короткого разгибателя большого пальца; во *втором* - сухожилия длинного и короткого лучевых разгибателей кисти; в *третьем* - сухожилия длинного разгибателя большого пальца кисти; в *четвертом* - 4 сухожилия разгибателя пальцев; в *пятом* - сухожилие собственного разгибателя V пальца; в *шестом* - сухожилие локтевого разгибателя кисти.

На ладони выделяют 3 костно-фиброзных пространства: *медиальное* - для мышц мизинца, *латеральное* - для мышц большого пальца и *среднее* - для сухожилий поверхностного и глубокого сгибателей пальцев и червеобразных мышц.

Элементы топографии верхней конечности

На протяжении верхней конечности отмечаются различного рода промежутки между мышцами, которые представляют практический интерес, так как в них проходят сосуды и нервы.

Подмышечная ямка (*fossa axillaris*) ограничена спереди нижним краем большой грудной мышцы, *сзади* - нижним краем широчайшей и большой круглой мышц, *медиально* - условной линией, соединяющей края этих мышц на груди, *латерально* - условной линией, соединяющей те же края на внутренней поверхности плеча. По удалении подмышечной фасции выявляется **подмышечная полость** (*cavum axillare*), ее *передняя стенка* образована большой и малой грудными мышцами, *задняя* - широчайшей мышцей спины, большой круглой и подлопаточной мышцами, *медиальная* - передней зубчатой мышцей, *латеральная* - плечевой костью, клювовидно-плечевой мышцей и короткой головкой двуглавой мышцы. Подмышечная полость заполнена жировой клетчаткой, лимфатическими узлами, сосудами и нервами, кверху суживается и сообщается верхней апертурой с шейей.

На задней стенке подмышечной ямки находятся 2 отверстия: медиальное трехстороннее (*for. trilaterum*), ограниченное большой круглой и подлопаточной мышцами и длинной головкой трехглавой мышцы, а также латеральное четырехстороннее (*for. quadrilaterum*), ограниченное теми же мышцами и плечевой костью. Через эти отверстия проходят сосуды и нервы. В подмышечной полости выделяют 3 треугольника: ключично-грудной (*trigonum claviopectorale*), ограниченный сверху ключицей и снизу верхним краем малой грудной мышцы; грудной (*trigonum pectorale*), соответствующей контурам малой грудной мышцы; подгрудной (*trigonum subpectorale*), основанием обращенный латерально и расположенный между нижними краями малой (сверху) и большой (снизу) грудных мышц. На плече находятся медиальная бороздка (*sul. bicipitalis medialis*), содержащая сосудисто-нервный пучок, и латеральная бороздка (*sul. bicipitalis lateralis*). Они расположены по сторонам от двуглавой мышцы плеча.

На задней поверхности плеча, между медиальной и латеральной головками трехглавой мышцы и плечевой костью, располагается **плечемышечный канал** (*canalis humeromuscularis*).

На передней поверхности локтевого сустава находится **локтевая ямка** (*fossa cubiti*), ограниченная латерально плечелучевой мышцей, медиально - круглым пронатором. Дно ямки образует плечевая мышца.

На передней поверхности предплечья проходят 3 борозды.

Лучевая борозда (*sul. radialis*) располагается между плечевой мышцей и лучевым сгибателем запястья.

Локтевая борозда (*sul. ulnaris*) ограничена локтевым сгибателем запястья и поверхностным сгибателем пальцев.

Срединная борозда (*sul. medianus*) находится между лучевым сгибателем запястья и поверхностным сгибателем пальцев.

Мышцы и фасции нижней конечности

Мышцы пояса нижней конечности

Мышцы пояса нижней конечности (рис. 68-70) - таза - окружают тазобедренный сустав. Они начинаются от крестца, тазовых костей и позвоночника, прикрепляются к проксимальному концу бедренной кости. Топографически они делятся на две группы: внутренние и наружные мышцы таза.

Внутренние мышцы таза

1. **Подвздошно-поясничная мышца** (*m. iliopsoas*) состоит из двух мышц: **подвздошной** (*m. iliacus*), начинающейся в подвздошной ямке и **большой поясничной** (*t. psoas major*), берущей начало от XII грудного и I-II поясничных позвонков. Обе мышцы соединяются вместе, проходят под паховой связкой в мышечной лакуне и прикрепляются к малому вертелу бедренной кости.

Функция: сгибает бедро и поворачивает его кнаружи.

Иннервация: поясничное сплетение, L_I-S_{II}.

2. **Малая поясничная мышца** (*m. psoas minor*) непостоянная, начинается от тел XII грудного и I поясничного позвонков; прикрепляется к подвздошной фасции.

Функция: натягивает подвздошную фасцию. Иннервация: поясничное сплетение, L_I-L_{II}.

3. **Грушевидная мышца** (*m. piriformis*) начинается от тазовой поверхности крестца, проходит через большое седалищное отверстие; прикрепляется к большому вертелу бедренной кости.

Функция: вращает бедро наружу. Иннервация: крестцовое сплетение, S_I-S_{II}.

4. **Внутренняя запирающая мышца** (*m. obturatorius internus*) начинается от внутренней поверхности запирающей мембраны и внутренней поверхности тазовой кости вокруг запирающего отверстия; прикрепляется в вертельной ямке.

Функция: вращает бедро наружу. Иннервация: крестцовое сплетение, L_I-S_{II}.

5. **Верхняя и нижняя близнецовые мышцы** (*mm. gemellus superior et inferior*) начинаются от седалищной ости (верхняя) и седалищного бугра (нижняя); прикрепляются в вертельной ямке.

Функция: вращают бедро наружу. Иннервация: крестцовое сплетение, L_{IV}-S_{II}

Наружные мышцы таза

1. **Большая ягодичная мышца** (*m. gluteus maximus*) начинается от наружной поверхности подвздошной кости, от дорсальной поверхности крестца и копчика; прикрепляется к ягодичной бугристости бедренной кости.

Функция: разгибает бедро, вращает наружу, фиксирует таз. Иннервация: нижний ягодичный нерв, L_{III}-L_{IV}.

2. **Средняя и малая ягодичные мышцы** (*mm. gluteus medius et minimus*) располагаются под большой ягодичной мышцей. Начинаются от наружной поверхности подвздошной кости; прикрепляются к большому вертелу бедренной кости.

Функция: отводят бедро, передние пучки вращают внутрь, задние - наружу.

При фиксированных нижних конечностях наклоняют таз в сторону

Иннервация: верхний ягодичный нерв, L_{IV}-S_I

3. **Напрягатель широкой фасции** (*m. tensor fasciae latae*) располагается на наружной поверхности бедра. Начинается от подвздошного гребня, от верхней наружной подвздошной ости, идет вниз и переходит в широкую фасцию, покрывающую мышцы бедра.

Функция: напрягает широкую фасцию бедра, сгибает бедро и вращает его внутрь.

Иннервация: верхний ягодичный нерв, L_{IV}-S_I

4. **Квадратная мышца бедра** (*m. quadratus femoris*) начинается от седалищного бугра; прикрепляется к межвертельному гребню.

Функция: вращает бедро наружу. Иннервация: крестцовое сплетение, L_{IV}-S_I

5. **Наружная запирающая мышца** (*m. obturatorius externus*) начинается от наружной поверхности тазовой кости, от запирающей перепонки; прикрепляется в вертельной ямке.

Функция: вращает бедро наружу. Иннервация: запирающий нерв, L_{III}-L_{IV}.

Мышцы свободной нижней конечности

Мышцы бедра

На бедре различают 3 группы мышц: переднюю - мышцы-разгибатели, заднюю - мышцы-сгибатели и медиальную - приводящие мышцы

Передняя группа - мышцы-разгибатели

1. **Четырехглавая мышца бедра** (*m. quadriceps femoris*) располагается на передней поверхности бедра и состоит из 4 головок - мышц. **Прямая мышца бедра** (*m. rectus femoris*) лежит поверхностно на *m. vastus intermedius*; начинается от нижней передней подвздошной ости; **медиальная широкая мышца бедра** (*m. vastus medialis*) берет начало от медиальной губы шероховатой линии, а **латеральная широкая мышца бедра** (*m. vastus lateralis*) - от латеральной губы шероховатой линии; **промежуточная широкая мышца бедра** (*m. vastus intermedius*) начинается от передней поверхности бедра. В дистальном отделе все головки четырехглавой мышцы бедра переходят в общее сухожилие, охватывающее надколенник, и прикрепляются к бугристости большеберцовой кости.

Функция: разгибает голень в коленном суставе, сгибает бедро (только *m. rectus femoris*).

Иннервация: бедренный нерв, L_{II}-L_{III}

2. **Портняжная мышца** (*m. sartorius*) начинается от верхней передней подвздошной ости; прикрепляется к медиальной поверхности бугристости большеберцовой кости.

Функция: сгибает бедро и голень, согнутую в коленном суставе конечность вращает внутрь.

Иннервация: бедренный нерв, L_I-L_{II}.

Задняя группа - мышцы-разгибатели

1. **Двуглавая мышца бедра** (*m. biceps femoris*) имеет две головки, занимает латеральное положение. Короткая головка (*caput breve*) начинается от дистального отдела латеральной губы шероховатой линии, длинная головка (*caput longum*) - от седалищного бугра. Обе головки образуют общее брюшко, которое прикрепляется к головке малоберцовой кости.

Функция: при фиксированном тазе сгибает голень в коленном суставе и разгибает бедро.

Иннервация: седалищный нерв, L_{IV}-S_I.

2. **Полусухожильная мышца** (*m. semitendinosus*) располагается на медиальной поверхности бедра. Начинается от седалищного бугра, в средней части переходит в длинное сухожилие; прикрепляется к бугристости большеберцовой кости.

Функция: при фиксированном тазе сгибает голень и разгибает бедро.

Иннервация: седалищный нерв, L_V-S_{II}.

3. **Полуперепончатая мышца** (*m. semimembranosus*) начинается от седалищного бугра пластинчатым сухожилием, которое составляет половину длины мышцы; прикрепляется к медиальному мыщелку большеберцовой кости.

Функция: при фиксированном тазе разгибает бедро, сгибает и поворачивает голень внутрь.

Иннервация: седалищный нерв, L_{IV}-S_I.

Медиальная группа - приводящие мышцы

1. **Гребенчатая мышца** (*m. pectineus*).

2. **Длинная приводящая мышца** (*m. adductor longus*) начинается от верхней ветви лобковой кости.

3. **Тонкая мышца** (*m. gracilis*).

4. **Короткая приводящая мышца** (*m. adductor brevis*) берет начало от нижней ветви лобковой кости.

5. **Большая приводящая мышца** (*m. adductor magnus*) начинается от седалищного бугра и передней поверхности нижних ветвей седалищной и лобковой костей.

Все перечисленные мышцы прикрепляются к медиальной губе шероховатой линии, а тонкая мышца - к бугристости большеберцовой кости.

Функция: приводят и сгибают бедро; тонкая мышца сгибает голень и вращает внутрь.

Иннервация: запирательный нерв, L_{II}-L_{III}.

Мышцы голени

Мышцы голени подразделяются на 3 группы: переднюю, заднюю и латеральную.

Передняя группа

1. **Передняя большеберцовая мышца** (*m. tibialis anterior*) начинается от латерального мыщелка и латеральной поверхности большеберцовой кости; прикрепляется к медиальной клиновидной кости и основанию I плюсневой кости.

Функция: разгибает и супинирует стопу.

Иннервация: глубокий малоберцовый нерв, L_{IV}-S_I.

2. **Длинный разгибатель пальцев** (*m. extensor digitorum longus*) лежит латерально от предыдущей мышцы. Начинается от латерального мыщелка большеберцовой кости, от головки малоберцовой кости. Мышца делится на 5 сухожилий, из которых 4 прикрепляются к дистальным фалангам II-V пальцев, 5-е - к V плюсневой кости.

Функция: разгибает пальцы и стопу.

Иннервация: глубокий малоберцовый нерв, L_{IV}-S_I

3. **Длинный разгибатель большого пальца стопы** (*m. extensor hallucis longus*) начинается от нижнего отдела медиальной поверхности малоберцовой кости; прикрепляется к дистальной фаланге I пальца.

Функция: разгибает большой палец, разгибает и супинирует стопу.

Иннервация: глубокий малоберцовый нерв, L_{IV}-S_I

Задняя группа

1. **Трехглавая мышца голени** (*m. triceps surae*) образует поверхностный слой. Состоит из **икроножной мышцы** (*m. gastrocnemius*), начинающейся двумя головками от медиального и латерального мыщелков бедренной кости, и **камбаловидной мышцы** (*m. soleus*), отходящей от проксимальных отделов костей голени. Обе мышцы, соединяясь, образуют мощное **пяточное (ахиллово) сухожилие** (*tendo calcaneus*), прикрепляющееся к пяточному бугру.

Функция: сгибает стопу и голень. Иннервация: большеберцовый нерв, L_V-S_{II}

2. **Подошвенная мышца** (*m. plantaris*) начинается от подколенной поверхности бедренной кости, переходит в длинное сухожилие, которое прикрепляется к пяточной кости.

Функция: оттягивает капсулу коленного сустава кзади. Иннервация: большеберцовый нерв, L_V-S_{II}

3. **Подколенная мышца** (*m. popliteus*) образует вместе с последующими глубокий слой. Берет начало от латерального надмыщелка бедренной кости; прикрепляется к проксимальному эпифизу большеберцовой кости.

Функция: сгибает голень и вращает ее внутрь. Иннервация: большеберцовый нерв, L_V-S_{II}

4. **Длинный сгибатель большого пальца стопы** (*m. flexor hallucis longus*) начинается на задней поверхности малоберцовой кости и от межкостной перепонки, проходит позади медиальной лодыжки; прикрепляется к дистальной фаланге I пальца.

Функция: сгибает I палец.

Иннервация: большеберцовый нерв, L_V-S_{II}

5. **Длинный сгибатель пальцев** (*m. flexor digitorum longus*) начинается от задней поверхности большеберцовой кости, проходит позади медиальной лодыжки и на подошве разделяется на 4 сухожилия, которые прикрепляются к дистальным фалангам II-IV пальцев.

Функция: сгибает дистальные фаланги II-VI пальцев, а также сгибает и супинирует стопу.

Иннервация: большеберцовый нерв, L_V-S_{II}

6. **Задняя большеберцовая мышца** (*m. tibialis posterior*) лежит под предыдущими мышцами. Начинается от проксимальных эпифизов костей голени, огибает медиальную лодыжку, переходит на стопу; прикрепляется к бугристости ладьевидной кости, трем клиновидным костям.

Функция: сгибает и супинирует стопу. Иннервация: большеберцовый нерв, L_V-S_{II}

Латеральная группа

1. **Длинная малоберцовая мышца** (*m. fibularis longus*) начинается от головки малоберцовой кости; прикрепляется к медиальной клиновидной и I плюсневой костям.

Функция: поднимает латеральный край стопы, одновременно опускает медиальный край, сгибает стопу.

2. **Короткая малоберцовая мышца** (*m. fibularis brevis*) начинается от малоберцовой кости; прикрепляется к бугристости у плюсневой кости.

Функция: сгибает стопу, поднимает ее латеральный край. Иннервация: обе мышцы иннервируются поверхностным малоберцовым нервом, L_V-S_{II}

Мышцы стопы

Различают мышцы тыла и мышцы подошвы стопы. На тыле стопы располагаются две мышцы: **короткий разгибатель пальцев** (*m. extensor digitorum brevis*) и **короткий разгибатель большого пальца стопы**

(*m. extensor hallucis brevis*). Обе мышцы начинаются от пяточной кости, прикрепляются к фалангам I-V пальцев. Функция: разгибают пальцы.

Иннервация: глубокий малоберцовый нерв, L_{IV}-S_I На подошве мышцы делят на 3 группы. Медиальная группа состоит из **мышцы, отводящей большой палец стопы** (*m. abductor hallucis*), **короткого сгибателя большого пальца стопы** (*m. flexor hallucis brevis*) и **мышцы, приводящей большой палец стопы** (*m. adductor hallucis*). Латеральная группа включает **короткий сгибатель мизинца стопы** (*m. flexor digiti minimi brevis*) и **мышцу, отводящую мизинец стопы** (*m. abductor digiti minimi*). В среднюю группу входят **короткий сгибатель пальцев** (*m. flexor digitorum brevis*), **квадратная мышца подошвы** (*m. quadratus plantae*), **червеобразные мышцы** (*mm. lumbricales*), **подошвенные межкостные мышцы** (*mm. interossei plantares*) и **тыльные межкостные мышцы** (*mm. interossei dorsales*).

Функция: червеобразные мышцы сгибают фаланги пальцев, межкостные тыльные раздвигают, а межкостные подошвенные сдвигают пальцы.

Иннервация: медиальный и латеральный подошвенные нервы, L_V-S_{II}

Фасции нижней конечности

В полости большого таза **подвздошная фасция** (*fascia iliaca*) покрывает подвздошно-поясничную мышцу и является частью внутрибрюшной фасции. В медиальном направлении она образует подвздошногребенчатую дугу (*arcus iliopectineus*), разграничивающую под паховой связкой 2 пространства - латерально-мышечную лакуну (*lacuna musculorum*) (для бедренного нерва), и медиально-сосудистую лакуну (*lacuna vasorum*) (для бедренных сосудов).

Собственная фасция бедра - широкая фасция (*fascia lata*), отдавая отростки к шероховатой линии бедра, образует две межмышечные перегородки бедра: латеральную (*septum intermuscular femoris laterals*) и медиальную (*septum intermusculare femoris mediale*). Между межмышечными перегородками и бедренной костью образуются 3 **костно-фиброзных влагалища** мышц передней, задней и медиальной групп.

Под паховой связкой широкая фасция расщепляется на 2 листка - поверхностный и глубокий. **Поверхностный листок** широкой фасции образует подкожную щель (*hiatus saphenus*), ограниченную серповидным краем (*margo falciformis*) и закрытую **решетчатой фасцией** (*fascia cribrosa*). Через эту щель проходят сосуды и нервы. Подкожная щель является наружным отверстием **бедренного канала**. **Глубокий листок** широкой фасции покрывает *m. pectineus*.

Фасция голени (*fascia cruris*) - продолжение широкой фасции, отдает к малоберцовой кости две **межмышечные перегородки голени**: переднюю (*septum intermusculare anterius cruris*), отделяющую малоберцовые мышцы от разгибателей, и заднюю (*septum intermusculare posterius*), отделяющую разгибатели от сгибателей. В результате на голени образуются 3 **костнофиброзных влагалища** для мышц **передней, задней и латеральной** групп.

В дистальном отделе голени фасция спереди уплотняется и образует две связки: **верхний и нижний удерживатели сухожилий-разгибателей** (*retinaculi mm. extensorum superius et inferius*). Под ними проходят сухожилия мышц передней группы голени. Отходящие от нижнего удерживателя сухожилий-разгибателей перегородки делят пространство под связкой на 4 костно-фиброзных канала: 3 сухожильных и 1 сосудистый. В **латеральном канале** проходит сухожилие *m. extensor digitorum longus*, в среднем - *m. extensor hallucis longus*, в медиальном - *m. tibialis anterior*.

Между медиальной лодыжкой и пяточной костью перекидывается прочная связка - **удерживатель сухожилий-сгибателей** (*retinaculum musculorum flexorum*). От связки вглубь отходят перегородки, образующие 3 **костно-фиброзных канала**. Позади медиальной лодыжки проходит

сухожилие задней большеберцовой мышцы, кзади от него - сухожилие длинного сгибателя пальцев и глубже - сухожилие длинного сгибателя большого пальца стопы.

От латеральной лодыжки к пяточной кости отходят **верхний и нижний удерживатели малоберцовых мышц** (*retinaculi musculorum fibularium superius et inferius*), под которыми проходят сухожилия малоберцовых мышц. **Дорсальная фасция стопы** (*fascia dorsalis pedis*) тонкая, сростается с костями плюсны, образует поверхностный и глубокий листки, между которыми проходят сухожилия мышц-разгибателей. На подошвенной стороне имеется хорошо выраженное фасциальное утолщение - **подошвенный апоневроз** (*aponeurosis plantaris*). От него к костям стопы отходят медиальная и латеральная межмышечные перегородки, образующие 3 костно-фасциальных влагалища, соответствующие 3 группам мышц.

Элементы топографии нижней конечности

Грушевидная мышца, проходя через большое седалищное отверстие, делит его на 2 отверстия: надгрушевидное (*for. suprapiriforme*) и подгрушевидное (*for. infrapiriforme*). Через первое проходят верхняя ягодичная артерия, вена и одноименный нерв, через второе - половой нерв, половые артерия и вена, седалищный нерв и задний кожный нерв бедра, а также нижние ягодичные нервы, артерия и вена.

Полость малого таза сообщается с переднемедиальной поверхностью бедразапирабельным каналом (*canalis obturatorius*), стенки которого образуют лобковая кость и верхние края обеих запирабельных мышц. Канал имеет 2 отверстия: внутреннее и наружное, через них проходят одноименные сосуды и нервы.

В верхней трети бедра на его передней поверхности выделяют **бедренный треугольник** (*trigonum femorale*), ограниченный сверху паховой связкой, латерально - портняжной мышцей и медиально - длинной приводящей мышцей. В бедренном треугольнике находится **бедренный канал** (*canalis femoralis*) (рис. 73), не существующий в норме, но возникающий при бедренных грыжах. Канал имеет 3 стенки: *латеральную* - бедренную вену, *заднюю* - глубокий листок широкой фасции, *переднюю* - ее поверхностный листок, и два отверстия: внутреннее - бедренное кольцо (*anulus femoralis*), расположенное в медиальном углу сосудистой лакуны, ограниченное спереди паховой связкой, сзади - *lig. iliopectineum*, медиально - *лакунарной связкой* (место прикрепления паховой связки к лобковой кости), латерально - бедренной веной, и наружное - подкожную щель (*hiatus saphenus*). В нижней трети бедра определяется **приводящий канал** (*canalis adductorius*), идущий в подколенную ямку. Канал образован медиально большой приводящей мышцей, латерально - медиальной широкой мышцей, спереди - широкоприводящей межмышечной перегородкой (*septum intermusculare vastoadductorium*). В канале проходят бедренные сосуды и подкожный нерв.

Подколенная ямка (*fossa poplitea*) содержит одноименные сосуды, седалищный нерв и его ветви, лимфатические сосуды и узлы. Ямку формируют сверху и медиально сухожилия полуперепончатой и полусухожильной мышц, сверху и латерально - сухожилие двуглавой мышцы бедра, снизу и изнутри - медиальная головка икроножной мышцы, снизу и снаружи - латеральная головка той же мышцы. Подколенная ямка книзу переходит в **голеноподколенный канал** (*canalis cruropopliteus*), проходящий по задней поверхности голени, между поверхностным и глубоким слоями мышц голени. В канале проходят задние большеберцовые артерия, вена и нерв. От голеноподколенного канала ответвляется **нижний мышечно-малоберцовый канал** (*canalis musculoperoneus inferior*), лежащий между малоберцовой костью, длинным сгибателем большого пальца стопы и задней большеберцовой мышцей. На подошве проходят медиальная и латеральная подошвенные борозды (*suici plantares medialis et lateralis*), которые располагаются по бокам от *m. flexor digitorum brevis*.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О МЫШЦАХ ГОЛОВЫ И ШЕИ

Мышцы головы подразделяются на две основные группы: **мышцы лица** (*m. faciei*) и **жевательные мышцы** (*mm. masticatorii*). Другие группы мышц: наружные мышцы глазного яблока, мышцы слуховых косточек, мышцы языка, мышцы мягкого нёба и зева рассматриваются вместе с другими системами органов.

Мышцы лица представляют собой тонкие мышечные пучки, которые начинаются от костей черепа и прикрепляются к коже или целиком лежат в мягких тканях. При сокращении они приводят в движение кожу лица, что называется **мимикой** (ранее эти мышцы обозначались как **мимические**).

Наиболее значимой из мышц данной группы, залегающей на своде черепа, является **надчерепная мышца** (*m. epicranii*). Она имеет два брюшка из мышечной ткани - лобное и затылочное, между которыми находится широкое и плоское сухожилие - сухожильный шлем. При сокращении собирает кожу лба в поперечные складки.

К мышцам, окружающим глазную щель, относятся **круговая мышца глаза** (*m. orbicularis oculi*), которая закрывает глазную щель; **мышца, сморщивающая бровь** (*m. corrugator supercilii*), и **мышца, опускающая бровь** (*m. depressor supercilii*), а также **мышца гордецов** (*m. procerus*), опускающая кожу надпереносья вниз.

Около носовых отверстий располагаются **носовая мышца** (*m. nasalis*), суживающая носовые отверстия, и **мышца, опускающая перегородку носа** (*m. depressor septi nasi*).

Наибольшее количество мышц лица группируется вокруг ротовой щели. Это **круговая мышца рта** (*m. orbicularis oris*), которая частично залегаёт в толще губ, при сокращении вытягивает их вперед и суживает ротовую щель; **мышца, поднимающая верхнюю губу** (*m. levator labii superioris*); **мышца, поднимающая угол рта** (*m. levator anguli oris*); **мышца,**

опускающая нижнюю губу (*m. depressor labii inferioris*); **мышца, опускающая угол рта** (*m. depressor anguli oris*). Кроме того, тянут угол рта вверх **большая и малая скуловые мышцы** (*m.m. zygomaticus major et minor*), а латерально - **мышца смеха** (*m. risorius*) и **щечная мышца** (*m. buccinator*).

Жевательные мышцы, парные, более крупные и сильные, чем мышцы лица, производят движение нижней челюсти в височно-нижнечелюстном суставе. К ним относятся **жевательная мышца** (*m. masseter*), **височная мышца** (*m. temporalis*) и **медиальная крыловидная мышца** (*m. pterygoideus medialis*), которые при двустороннем сокращении поднимают нижнюю челюсть, а также **латеральная крыловидная мышца** (*m. pterygoideus lateralis*), при двустороннем сокращении выдвигающая челюсть вперед. Если сокращается та или иная мышца только с одной стороны (одностороннее сокращение), челюсть будет смещаться в сторону.

Мышцы шеи, парные, располагаются в несколько слоев. Наиболее поверхностно лежат **подкожная мышца шеи** (*platysma*), натягивающая кожу шеи, и **грудино-ключично-сосцевидная мышца** (*m. sternocleidomastoideus*), при двустороннем сокращении запрокидывающая голову.

Среднюю группу составляют **надподъязычные и подподъязычные мышцы**. К первым относятся **двубрюшная мышца** (*m. digastricus*), **челюстноподъязычная мышца** (*m. mylohyoideus*), **подбородочно-подъязычная мышца** (*m. geniohyoideus*), опускающие нижнюю челюсть, а также и **шилоподъязычная мышца** (*m. stylohyoideus*), приводящая в движение подъязычную кость. Надподъязычные мышцы образуют нижнюю стенку полости рта - диафрагму рта.

Подподъязычные мышцы тянут подъязычную кость вниз. К ним относятся **лопаточно-подъязычная мышца** (*m. omohyoideus*), **грудиноподъязычная мышца** (*m. sternohyoideus*), **грудинощитовидная и щитоподъязычная мышцы**.

Глубже средней группы залегают глубокие мышцы шеи. Среди них следует отметить **переднюю, среднюю и заднюю лестничные мышцы**, (*m.m. scalenus anterior, medius et posterior*) при двустороннем сокращении сгибающие шейный отдел позвоночника, а также **длинные мышцы шеи и головы** (*m.m. longus colli et capitis*), также наклоняющие соответственно шею и голову вперед. Вверху располагается еще одна группа мышц - **подзатылочные мышцы**, обеспечивающие движение головы.

Фасции головы и шеи

Мышцы лица, за исключением щечной мышцы, не покрыты фасциями. Наиболее хорошо сформированными фасциями головы являются **жевательная и височная**, покрывающие одноименные мышцы.

На шее по В.Н. Шевкуненко выделяют 5 фасций, подробно описанных во 2-м томе в разделе «Мышцы и фасции шеи». В современной Международной анатомической терминологии закреплены лишь 3 *пластинки* (поверхностная, предтрахеальная и предпозвоночная) *фасции шеи*, соответствующие трем из пяти фасций шеи по В.Н. Шевкуненко. Первая покрывает грудино-ключично-сосцевидную и надподъязычные мышцы, вторая - подъязычные, третья - глубокие мышцы шеи.

Лекция 7

Учение о внутренних органах – спланхнология

Спланхнология - (лат. *splanchnologia*, от греч. *splanchna* — «внутренности») — учение о внутренностях.

Внутренностями называют органы, которые преимущественно расположены в полостях тела: лица, шеи, грудной, брюшной и тазовой. Их также называют органами растительной жизни, так как они выполняют функции дыхания, питания, обмена веществ и размножения, что свойственно и растениям.

Объединение в системы происходит по функциональному, топографоанатомическому и генетическим признакам. В каждой системе органов, несмотря на неоднородность строения, все органы участвуют в выполнении одной функции. Один орган может входить в несколько систем органов.

Спланхнология изучает следующие системы органов:

- Пищеварительная система (лат. *systema digestorium*).
- Дыхательная система (лат. *systema respiratorium*).
- Мочеполовой аппарат (лат. *apparatus urogenitalis*):
 - Мочевая система (лат. *systema urinarium*)
 - Половая система (лат. *systema genitalium*).

Онтогенез внутренних органов человека

Вегетативные органы закладываются в вентральной части зародыша, где кишечная энтодерма, на 3 неделе развития, образует слепую первичную кишечную трубку (первичную кишку) окруженную мезодермой в виде парных целомических мешков, которые содержат вторичную полость тела. Из кишечной трубки развивается пищеварительная и дыхательная системы. Вторичная полость тела на 5 неделе делится на 4 серозных мешка: 3 в грудной полости (2 плевральных и 1 перикардиальный) и один в брюшной полости (брюшинный мешок).

На 4 неделе развития, эктодерма образует 2 впячивания — ротовая ямка и заднепроходная ямка, отделенные от первичной кишки двухслойными перегородками: глоточной и заднепроходной. На 4-5 неделе развития, перегородки прорываются (сначала глоточная, затем заднепроходная) и

первичная кишка получает сообщение с окружающей средой. В первичной кишке выделяют:

- Головная часть
 - Ротовая часть
 - Глоточная часть
- Туловищная часть
 - передняя кишка
 - средняя кишка
 - задняя кишка

Онтогенез пищеварительной системы

Ротовая часть дает начало части ротовой полости.

Глоточная часть дает начало глубоким отделам полости рта и глотке.

Передняя кишка дает начало пищеводу, желудку (первоначально (на 2 месяце) в виде веретенообразного расширения, которое поворачивается на 90 градусов) и начальной части двенадцатиперстной кишки.

Средняя кишка дает начало тонкой, слепой, восходящему и поперечному отделам ободочной кишки, двенадцатиперстной кишке.

Энтодерма двенадцатиперстной кишки образует 2 выпячивания:

- краниальное и каудальное выпячивания, из которых развиваются печень и желчный пузырь;
- вентрального и дорсального выпячивания, из которых формируется поджелудочная железа.

Связь печени и поджелудочной железы с кишкой сохраняется, преобразуясь в желчный проток и проток поджелудочной железы.

Задняя кишка дает начало нисходящему и сигмовидному отделу ободочной кишки, прямой кишке.

Большой сальник формируется из разросшейся складки дорсальной брыжейки желудка, в верхнем отделе, сальник задней стенкой срастается с поперечной ободочной кишкой и его брыжейкой

Онтогенез дыхательной системы

На 4-5 неделе развития, выпячивание (которое образуется на 3 неделе) глоточной части первичной кишки с вентральной стороны, приобретает форму трубки, расположенной спереди от туловищной части и делится на 2 асимметричных мешочка. Из проксимального отдела выраста формируются эпителий слизистой гортани, из дистального отдела формируется эпителий слизистой трахеи. Плевральные и перикардальный серозные мешки, отделяются выросшей диафрагмой от брюшной полости. Висцеральный листок вентральной мезодермы (спланхноплевра), ограничивающей с медиальной стороны первичную полость тела, образует висцеральную плевро, париетальный листок вентральной мезодермы (соматоплевра), дает начало париетальной плевре.

На 6 неделе развивается бронхиальное дерево, на каждом зачатке легкого появляются шаровидные выступы, соответствующие долям легкого

(справа 3, слева 2), на концах выпячиваний образуются новые выпячивания, а в свою очередь на них еще, вплоть до полного формирования легкого. Формирование и развитие бронхиол происходит с 4 по 6 месяц, на концах разветвлений которого образуются ацинусы, с альвеолами, окончательное формирование происходит к моменту рождения. Мезенхима покрывающая зачаток легкого дает начало соединительнотканным образованиям, гладкой мускулатуре дыхательной системы, хрящевым пластинкам бронхов и сосудам. Развитие хрящей гортани происходит из 2-3 жаберных дуг.

Онтогенез мочеполовой системы

Мочевая система человека развивается не из одного зачатка, а формируется из нескольких морфологических образований, сменяющих друг друга.

На 15-й день развития на медиальной стороне полости тела появляется нефротический тяж, на третьей неделе развития в нем образуется полость и проток (лат. ductus mesonephricus) достигает конечного отдела задней кишки — формируется головная почка (**предпочка** лат. pronephros), которая функционирует около 2 суток. Каждая предпочка состоит из нескольких протонефридий, которые начинаются в полости тела, в виде воронки, возле которой располагаются сосудистые клубочки, осуществляющие фильтрацию жидкости. Протонефридии открываются в парный протонефротический проток, который впадает в конечный отдел задней кишки.

Первичная почка лат. mesonephros (вольфово тело) — через 2 суток функционирования предпочки формируется первичная почка, она состоит 25-30 метанефридий формирующих почечное тельце вместе с сосудистым клубочком. Метанефридий соединяется с мезонефральным протоком, который служит выводным протоком первичной почки.

Постоянные почки — к концу третьего месяца, первичные почки заменяются постоянными почками (лат. metanephros), функционирующие как выделительные органы.

Мочевой пузырь возникает из клоаки, которая делится возникающей моче-заднекишечной перепонкой (лат. membrana urorectalis) на 2 части мочеполовую пазуху (лат. sinus urogenitalis) и прямую кишку

Строение внутренних органов

По строению, внутренние органы делят на:

- паренхиматозные (плотные) — печень, селезенка, поджелудочная железа.
- трубчатые (полые) — желудок, кишечник, мочеточники.

Паренхиматозные органы построены из паренхимы (функциональная ткань) и стромы (соединительнотканной основы).

Трубчатые органы имеют вид трубок различного диаметра и длины и состоят из четырех слоев:

- слизистая оболочка (лат. tunica mucosa)
- подслизистый слой (лат. tela submucosa)

- мышечная оболочка (лат. *tunica muscularis*)
 - серозная оболочка (лат. *tunica serosa*) или адвентиция (лат. *adventitia*)
- Слизистая оболочка выстилает органы изнутри, влажная, покрыта слизью, в зависимости от кровенаполнения сосудов имеет цвета, от ярко-красного, до бледно-розового. В слизистой оболочке располагаются как одноклеточные железы (бокаловидные клетки), так и собственно железы.

Слизистая оболочка состоит из трех слоев:

- эпителий (лат. *epithelium*) различных типов (в зависимости от органа)
- собственная пластинка слизистой оболочки (лат. *lamina propria mucosae*) состоящая из рыхлой соединительной ткани с железами и лимфоидными образованиями, местами лимфоидная ткань скапливается в виде лимфатических узелков.
- мышечная пластинка слизистой оболочки (лат. *lamina muscularis mucosae*) состоящая из гладкой мышечной ткани.

Подслизистый слой — слой соединительной ткани соединяющий слизистую и мышечную оболочки, он позволяет слизистой оболочке смещаться относительно мышечной и образовывать складки.

Мышечная оболочка состоит из гладкой мышечной ткани, однако в верхнем и нижних отделах пищеварительной трубки в её состав также входят поперечнополосатые волокна.

Серозная оболочка состоит из волокнистой соединительной ткани. С подлежащей тканью соединяется с помощью подсерозной клетчатки (лат. *tela subserosa*), а снаружи покрыта однослойным плоским эпителием (мезотелием). Серозная оболочка гладкая и влажная (придает «зеркальный блеск» органам) и за счет этого уменьшает трение между органами. Стенки грудной, брюшной и тазовой полостей, выстланы особыми серозными оболочками — плевра, перикард, брюшина.

Адвентиция представляет собой наружную соединительнотканную оболочку полых органов человека, не покрытую мезотелием.

Лекция 8

Анатомическое строение пищеварительной системы. Анатомия органов пищеварения. Ротовая полость и желудок.

В период внутриутробного развития функции органов пищеварения выражены слабо в связи с отсутствием пищевых раздражителей, стимулирующих секрецию их желез. Околоплодная жидкость, которую плод заглатывает со второй половины внутриутробного периода развития, является слабым раздражителем пищеварительных желез. В ответ на это они выделяют секрет, переваривающий небольшое количество белков, содержащихся в околоплодной жидкости. Секреторная функция пищеварительных желез усиленно развивается после рождения под

влиянием раздражающего действия пищевых веществ, вызывающих рефлекторное выделение пищеварительных соков.

Ротовая полость — телесное отверстие у животных и человека, через которое принимается пища и осуществляется дыхание. В ротовой полости расположены зубы и язык. Внешне рот может иметь различную форму. У человека он обрамлён губами. В ротовой полости происходит механическое измельчение и обработка пищи ферментами слюнных желез.

Глотка — часть пищеварительной трубки и дыхательных путей, которая является соединительным звеном между полостью носа и рта, с одной стороны, и пищеводом и гортанью — с другой. Представляет собой воронкообразный канал длиной 11—12 см, обращённый кверху широким концом и сплюснутый в переднезаднем направлении. В глотке перекрещиваются дыхательные и пищеварительные пути. Во время глотания вход в гортань закрывает надгортанник, поэтому пища попадает не в дыхательные пути, а в пищевод.

Пищевод — часть пищеварительного тракта. Представляет собой сплюснутую в переднезаднем направлении полую мышечную трубку, по которой пища из глотки поступает в желудок. Моторная функция пищевода обеспечивает быстрое продвижение проглоченного пищевого комка в желудок без перемешивания и толчков. Пищевод взрослого человека имеет длину 25—30 см. Координируются функции пищевода произвольными и непроизвольными механизмами.

Полость рта. Уже в период внутриутробного развития полностью формируется морфологическая основа сосательного рефлекса. 5-месячному плоду свойственны сосательные и глотательные движения. Новорожденный может сосать и глотать тотчас же после рождения. Сосательный рефлекс возникает у него даже при механическом раздражении кожи губ и лица. Строение ротовой полости ребенка приспособлено к осуществлению акта сосания. Когда ребенок берет в рот сосок, образуется плотно замкнутое пространство. При сосании в полости рта создается отрицательное давление, достигающее 40-100 *мм рт. ст.*, что способствует отсасыванию молока из груди матери.

Новорожденному свойственна некоторая сухость слизистой оболочки полости рта, так как слизистые и серозные железы функционально еще не вполне развиты. В течение первых 6 недель они выделяют небольшое количество слюны. Затем слюноотделение постепенно усиливается под влиянием пищевых раздражителей и возникает условно рефлекторное отделение слюны на вид и запах пищи, на положение при кормлении. В слюне содержится амилаза, но переваривающая сила ее мала.

Слизистые железы пищевода у новорожденного развиты слабо, его слизистая оболочка нежна и легкоранима. В связи с тем, что нижний конец пищевода расширен и его мышцы на границе с желудком слабы, шевеление ребенка после кормления может вызвать срыгивание. Оно

возникает и при перекармливании ребенка. В ротовой полости начинается физическая и химическая обработка пищи, а также осуществляется ее апробирование. С помощью специальных рецепторов в слизистой оболочке ротовой полости и языка мы распознаем вкус пищи, от их функции зависит удовлетворение и неудовлетворение едой. Специфической функцией ротовой полости является механическое измельчение пищи при ее пережевывании. Особый эффект физической обработки достигается наличием в ротовой полости костной основы, что отличает ее от других органов пищеварения, и языка. Язык – подвижный мышечный орган – имеет важнейшее значение не только в осуществлении речевой функции, но и в пищеварении. Передвижение пищи с помощью языка – необходимый компонент жевания.

Измельчение пищи осуществляется зубами. По функции и форме различают резцы, клыки, малые и большие коренные зубы. Общее число зубов у взрослых – 32.

Зубы закладываются и развиваются в толще челюсти. Еще во внутриутробном периоде развития закладываются зачатки постоянных зубов, сменяющих в определенном возрасте молочные.

На 6-8-м месяце жизни у ребенка начинают прорезываться временные, или молочные, зубы. Зубы могут появляться раньше или позднее в зависимости от индивидуальных особенностей развития, качества питания. Чаще всего первыми прорезываются средние резцы нижней челюсти, потом появляются верхние средние и верхние боковые; к концу первого года жизни прорезывается обычно 8 зубов. В течение второго года жизни, а иногда и начала третьего года заканчивается прорезывание всех 20 молочных зубов. Молочные зубы нежные и хрупкие, это следует учитывать при организации питания детей.

В 6-7 лет у детей начинают выпадать молочные зубы, и на смену им постепенно растут постоянные зубы. Перед сменой корни молочных зубов рассасываются, после чего они выпадают. Малые коренные и третьи большие коренные, или зубы мудрости, вырастают без молочных предшественников. Прорезывание постоянных зубов заканчивается к 14 годам. Исключение составляют зубы мудрости, появление которых порой задерживается до 25- 30 лет; в 15% случаев они отсутствуют на верхней челюсти вообще.

В связи с тем, что зачатки постоянных зубов находятся под молочными зубами, следует особо обращать внимание на состояние полости рта и зубов у детей школьного и дошкольного возраста.

Железы желудка. Секретция желез желудка у новорожденного ребенка невелика, но в желудочном соке содержатся все ферменты, содержащиеся в соке взрослого, отличие заключается в их количестве и небольшой переваривающей силе. Меньше и кислотность желудочного

сока, с возрастом она повышается, к 13 годам общая кислотность желудочного сока становится такой же, как и у взрослых.

В желудочном соке ребенка меньше, чем в соке взрослого, пепсина и больше химозина, который приспособлен для переваривания белков молока, являющегося преимущественной пищей ребенка. Кислотность среды желудочного сока ребенка соответствует оптимуму действия химозина.

В связи с общим ростом желудка, развитием его слизистой оболочки увеличиваются размер, количество и секреция желудочных желез. При этом повышается его кислотность, что приводит к увеличению ферментативной активности пепсина и снижается активность химозина.

Молоко матери в желудке ребенка переваривается в течение 2,5 – 3 ч, коровье молоко несколько дольше – в течение 3 – 4 ч.

Закономерности онтогенетического развития. К важным закономерностям роста и развития детей относятся неравномерность и непрерывность роста и развития, гетерохрония и явления опережающего созревания жизненно важных функциональных систем.

И. А. Аршавский сформулировал «энергетическое правило скелетных мышц» в качестве основного фактора, позволяющего понять не только специфические особенности физиологических функций организма в различные возрастные периоды, но и закономерности индивидуального развития. Согласно его данным, особенности энергетических процессов в различные возрастные периоды, а также изменение и преобразование деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем в процессе онтогенеза находятся в зависимости от соответствующего развития скелетной мускулатуры.

А. А. Маркосян к общим законам индивидуального развития отнес и надежность биологической системы.

Под *надежностью биологической системы* принято понимать такой уровень регулирования процессов в организме, когда обеспечивается их оптимальное протекание с экстренной мобилизацией резервных возможностей и взаимозаменяемостью, гарантирующей приспособление к новым условиям, и с быстрым возвратом к исходному состоянию. Согласно этой концепции, весь путь развития от зачатия до естественного конца проходит при наличии запаса жизненных возможностей. Эти резервные возможности обеспечивают развитие и оптимальное течение жизненных процессов при меняющихся условиях внешней среды.

П. К. Анохин выдвинул *учение о гетерохронии* (неравномерное созревание функциональных систем) и, вытекающее из него, – *учение о системогенезе*. Согласно его представлениям, под функциональной системой следует понимать широкое функциональное объединение различно локализованных структур на основе получения конечного приспособительного эффекта, необходимого в данный момент (например,

функциональная система акта сосания, функциональная система, обеспечивающая передвижение тела в пространстве, и др.).

Функциональные системы созревают неравномерно, включаются поэтапно, сменяются, обеспечивая организму приспособление в различные периоды онтогенетического развития.

Системогенез как общая закономерность развития особенно четко выявляется на стадии эмбрионального развития. Однако гетерохронное созревание, поэтапное включение и смена функциональных систем характерны и для других этапов индивидуального развития.

Полость рта у ребенка относительно мала, заполнена языком. Язык короткий, широкий и толстый. При закрытой ротовой полости он соприкасается со щеками и твердым небом. Губы и щеки сравнительно толстые, с достаточно развитой мускулатурой и плотными жировыми комочками Биша. На деснах имеются валикообразные утолщения, также играющие роль в акте сосания.

Слизистая оболочка полости рта нежная, богато снабжена кровеносными сосудами и относительно сухая. Сухость обусловлена недостаточным развитием слюнных желез и дефицитом слюны у детей до 3–4 месяца жизни. Слизистая полости рта легко ранима, что следует учитывать при проведении туалета ротовой полости. Развитие слюнных желез заканчивается к 3–4 месяцам, и с этого времени начинается усиленное выделение слюны (физиологическая саливация). Слюна – результат секреции трех пар слюнных желез (околоушных, подчелюстных и подъязычных) и мелких железок полости рта. Реакция слюны у новорожденных нейтральная или слабокислая. С первых дней жизни в ней содержится амилолитический фермент. Она способствует ослизнению пищи и пенообразованию, со второго полугодия жизни возрастает ее бактерицидность.

Вход в **гортань** у ребенка грудного возраста лежит высоко над нижним краем небной занавески и соединен с полостью рта; благодаря этому пища движется по сторонам от выступающей гортани через сообщение между полостью рта и глоткой. Поэтому ребенок может дышать и сосать одновременно. Из полости рта пища попадает через пищевод в желудок.

Пищевод. В начале развития пищевод имеет вид трубки, просвет которой вследствие пролиферации клеточной массы заполнен. На 3–4 месяце внутриутробного развития наблюдается закладка желез, которые начинают активно секретировать. Это способствует образованию просвета в пищеводе. Нарушение процесса реканализации является причиной врожденных сужений и стриктур развития пищевода.

У новорожденных пищевод представляет собой мышечную трубку веретенообразной формы, выстланной изнутри слизистой оболочкой. Вход в пищевод расположен на уровне диска между III и IV шейными позвонками, к 2 годам – на уровне IV–V шейных позвонков, в 12 лет – на уровне VI–VII позвонков. Длина пищевода у новорожденного 10–12 см, в возрасте 5 лет –

16 см; ширина его у новорожденного 7–8 мм, к 1 году – 1 см и к 12 годам – 1,5 см (размеры пищевода необходимо учитывать при проведении инструментальных исследований).

В пищеводе различают *три анатомических сужения* – в начальной части, на уровне бифуркации трахеи и диафрагмальное. Анатомические сужения пищевода у новорожденных и детей первого года жизни выражены относительно слабо. К особенностям пищевода следует отнести полное отсутствие желез и недостаточное развитие мышечно-эластической ткани. Слизистая оболочка его нежна и богато кровоснабжена. Вне акта глотания переход глотки в пищевод закрыт. Перистальтика пищевода возникает при глотательных движениях. Переход пищевода в желудок во все периоды детства располагается на уровне X–XI грудных позвонков.

Желудок представляет собой эластичный мешковидный орган. Расположен в левом подреберье, его кардиальная часть фиксирована слева от X грудного позвонка, привратник находится близ средней линии на уровне XII грудного позвонка, приблизительно на середине между пупком и мечевидным отростком. Это положение значительно меняется в зависимости от возраста ребенка и формы желудка. Изменчивость формы, объема и размеров желудка зависит от степени развития мышечного слоя, характера питания, воздействия соседних органов. У детей грудного возраста желудок расположен горизонтально, но как только ребенок начинает ходить, он принимает более вертикальное положение.

К рождению ребенка дно и кардиальный отдел желудка развиты недостаточно, а пилорический отдел – значительно лучше, чем объясняются частые срыгивания. Срыгиванию способствует также заглатывание воздуха при сосании (**аэрофагия**), при неправильной технике вскармливания, короткой уздечке языка, жадном сосании, слишком быстром выделении молока из груди матери.

Емкость желудка новорожденного составляет 30–35 мл, к 1 году увеличивается до 250–300 мл, к 8 годам достигает 1000 мл.

Слизистая оболочка желудка нежная, богата кровеносными сосудами, бедна эластической тканью, содержит мало пищеварительных желез. Мышечный слой развит недостаточно. Отмечается скудное выделение желудочного сока, обладающего низкой кислотностью.

Пищеварительные железы желудка делятся на фундальные (главные, обкладочные и добавочные), секретирующие соляную кислоту, пепсин и слизь, кардиальные (добавочные клетки), выделяющие муцин, и пилорические (главные и добавочные клетки). Некоторые из них начинают функционировать внутриутробно (обкладочные и главные), но в целом секреторный аппарат желудка у детей первого года жизни развит недостаточно и функциональные способности его низкие.

Желудок обладает двумя основными *функциями* – *секреторной и моторной*. Секреторная деятельность желудка, состоящая из двух фаз –

нервно-рефлекторной и химико-гуморальной, – имеет много особенностей и зависит от степени развития ЦНС и качества питания.

Желудочный сок ребенка грудного возраста содержит те же составные части, что и желудочный сок взрослого: сычужный фермент, соляную кислоту, пепсин, липазу, но содержание их понижено, особенно у новорожденных, и возрастает постепенно. Пепсин расщепляет белки на альбумины и пептоны. Липаза расщепляет нейтральные жиры на жирные кислоты и глицерин. Сычужный фермент (самый активный из ферментов у детей грудного возраста) створаживает молоко.

Общая кислотность на первом году жизни в 2,5–3 раза ниже, чем у взрослых, и равна 20–40. Свободная соляная кислота определяется при грудном вскармливании через 1–1,5 часа, а при искусственном – через 2,5–3 часа после кормления. Кислотность желудочного сока подвержена значительным колебаниям в зависимости от характера и режима питания, состояния желудочно-кишечного тракта.

Важная роль в осуществлении моторной функции желудка принадлежит деятельности привратника, благодаря рефлекторному периодическому открытию и закрытию которого пищевые массы переходят небольшими порциями из желудка в двенадцатиперстную кишку. Первые месяцы жизни моторная функция желудка плохо выражена, перистальтика вялая, газовый пузырь увеличен. У детей грудного возраста возможно повышение тонуса мускулатуры желудка в пилорическом отделе, максимальным проявлением которого бывает пилороспазм. В старшем возрасте иногда бывает кардиоспазм.

Функциональная недостаточность с возрастом уменьшается, что объясняется, во-первых, постепенной выработкой условных рефлексов на пищевые раздражители; во-вторых, усложнением пищевого режима ребенка; в-третьих, развитием коры головного мозга. К 2-м годам структурные и физиологические особенности желудка соответствуют таковым у взрослого человека.

Лекция 9

Строение поджелудочной железы, печени, желчного пузыря, кишечника.

Желудок — полый мышечный орган, расположенный в левом подреберье и эпигастрии. Желудок является резервуаром для проглоченной пищи, а также осуществляет химическое переваривание этой пищи. Объём пустого желудка составляет около 500 мл. После принятия пищи он обычно растягивается до одного литра, но может увеличиться и до четырёх. Кроме того, осуществляет секрецию биологически активных веществ и выполняет функцию всасывания.

Тонкая кишка — отдел пищеварительного тракта человека, расположенный между желудком и толстой кишкой. В тонкой кишке в основном и происходит процесс пищеварения: в тонкой кишке вырабатываются ферменты, которые совместно с ферментами, вырабатываемыми поджелудочной железой и желчным пузырем, способствуют расщеплению пищи на отдельные компоненты. Тонкая кишка является самым длинным отделом пищеварительного тракта; её брыжеечный отдел занимает почти весь нижний этаж брюшной полости и частично полость малого таза. Диаметр тонкой кишки неравномерен: в проксимальном её отделе он равен 4—6 см, в дистальном — 2,5—3 см.

Толстая кишка — нижняя, конечная часть пищеварительного тракта, а именно нижняя часть кишечника, в которой происходит в основном всасывание воды и формирование из пищевой кашицы (химуса) оформленного кала. Толстая кишка располагается в брюшной полости и в полости малого таза, её длина колеблется от 1,5 до 2 метров. Внутренность толстой кишки выстлана слизистой оболочкой, облегчающей продвижение кала и предохраняющей стенки кишки от вредного воздействия пищеварительных ферментов и механических повреждений. Мышцы толстой кишки работают независимо от воли человека.

Печень (лат. *hepar*, греч. *jecor*) — жизненно важный непарный внутренний орган, расположенный в брюшной полости под правым куполом диафрагмы (в большинстве случаев) и выполняющий множество различных физиологических функций. Клетки печени образуют так называемые печёночные балки, которые получают кровоснабжение из двух систем: артериальной (как все органы и системы организма), так и воротной вены (по которой оттекает кровь от желудка, кишечника и больших пищеварительных желез, приносящая необходимое сырьё для работы печени). Кровь из печёночных балок оттекает в систему нижней полой вены. Там же начинаются желчевыводящие пути, отводящие желчь из печёночных балок в желчный пузырь и двенадцатиперстную кишку. Желчь совместно с панкреатическими ферментами участвует в пищеварении.

Поджелудочная железа человека (лат. *pancreas*) — орган пищеварительной системы; крупная железа, обладающая функциями внешней и внутренней секреции. Внешнесекреторная функция органа реализуется выделением панкреатического сока, содержащего пищеварительные ферменты для переваривания жиров, белков и углеводов — главным образом, трипсина и панкреатической липазы и амилазы. Основной панкреатический секрет протоковых клеток содержит и бикарбонат-анионы, участвующие в нейтрализации кислого желудочного химуса. Секрет поджелудочной железы накапливается в междольковых протоках, которые

сливаются с главным выводным протоком, открывающимся в двенадцатиперстную кишку. Островковый аппарат поджелудочной железы является эндокринным органом, производя гормоныинсулин и глюкагон, участвующие в регуляции углеводного обмена, а также соматостатин, угнетающий секрецию многих желез, панкреатический полипептид, который подавляет секрецию поджелудочной железы и стимулирует секрецию желудочного сока и грелин, известный как «гормон голода» (возбуждает аппетит).

Желчный пузырь представляет собой мешкообразный резервуар для вырабатываемой в печени жёлчи; он имеет удлинённую форму с одним широким, другим узким концом, причем ширина пузыря от дна к шейке уменьшается постепенно. Длина жёлчного пузыря колеблется от 8 до 14 см, ширина — от 3 до 5 см, ёмкость его достигает 40—70 см³. Он имеет тёмно-зелёную окраску и относительно тонкую стенку. У человека находится в правой продольной борозде, на нижней поверхности печени. Пузырный жёлчный проток в воротах печени соединяется с печёночным протоком. Через слияние этих двух протоков образуется общий жёлчный проток, объединяющийся затем с главным протоком поджелудочной железы и, через сфинктер Одди, открывающийся в двенадцатиперстную кишку в фатеровом сосочке.

Кишечник начинается от привратника желудка и заканчивается заднепроходным отверстием. Различают тонкую и толстую кишку. Первая подразделяется на короткую двенадцатиперстную, тощую и подвздошную кишки. Вторая – на слепую, ободочную (восходящую, поперечную, нисходящую, сигмовидную) и прямую кишки.

Двенадцатиперстная кишка новорожденного расположена на уровне I-го поясничного позвонка и имеет округлую форму. К 12 годам она опускается до III–IV поясничного позвонка. Длина двенадцатиперстной кишки до 4 лет составляет 7–13 см (у взрослых до 24–30 см). У детей раннего возраста она весьма подвижна, но к 7 годам вокруг нее появляется жировая ткань, которая фиксирует кишку и уменьшает ее подвижность.

В верхней части двенадцатиперстной кишки происходит ощелачивание кислого желудочного химуса, подготовка к действию ферментов, которые поступают из поджелудочной железы и образуются в кишечнике, и смешивание с желчью (желчь поступает из печени через желчные протоки).

Тощая кишка занимает $\frac{2}{5}$, а подвздошная $\frac{3}{5}$ длины тонкого кишечника без двенадцатиперстной кишки. Между ними нет четкой границы.

Подвздошная кишка заканчивается илеоцекальным клапаном. У детей раннего возраста отмечается относительная его слабость, в связи с чем содержимое слепой кишки, наиболее богатое бактериальной флорой, может забрасываться в подвздошную кишку. У детей старшего возраста такое состояние считается патологическим.

Тонкий кишечник у детей занимает непостоянное положение, что зависит от степени его наполнения, положения тела, тонуса кишок и мышц брюшины. По сравнению со взрослыми он имеет относительно большую длину, а кишечные петли лежат более компактно за счет относительно большой печени и недоразвития малого таза. После первого года жизни по мере развития малого таза расположение петель тонкого кишечника становится более постоянным.

В тонком кишечнике грудного ребенка содержится сравнительно много газов, которые постепенно уменьшаются в объеме и исчезают к 7 годам (у взрослых в норме газов в тонком кишечнике нет).

К другим особенностям кишечника у детей грудного и раннего возраста относятся:

- большая проницаемость кишечного эпителия;
- слабое развитие мышечного слоя и эластических волокон кишечной стенки;
- нежность слизистой оболочки и большое содержание в ней кровеносных сосудов;
- хорошее развитие ворсинок и складчатости слизистой оболочки при недостаточности секреторного аппарата и незаконченности развития нервных путей.

Это способствует легкому возникновению функциональных нарушений и благоприятствует проникновению в кровь нерасщепленных составных частей пищи, токсико-аллергических веществ и микроорганизмов.

После 5–7 лет гистологическое строение слизистой оболочки уже не отличается от ее строения у взрослых.

Брыжейка, весьма тонкая у новорожденных, значительно увеличивается в длину в течение первого года жизни и опускается вместе с кишкой. Это, по-видимому, обуславливает у ребенка относительно частые завороты кишок и инвагинации.

Лимфа, оттекающая от тонкой кишки, не проходит через печень, поэтому продукты всасывания вместе с лимфой через грудной проток попадают непосредственно в циркулирующую кровь.

Толстый кишечник имеет длину, равную росту ребенка. Части толстой кишки развиты в различной степени. У новорожденного нет салниковых отростков, ленты ободочной кишки едва намечены, гаустры отсутствуют до шестимесячного возраста. Анатомическое строение толстой кишки после 3–4-летнего возраста такое же, как у взрослого.

Слепая кишка, имеющая воронкообразную форму, расположена тем выше, чем младше ребенок. У новорожденного она находится непосредственно под печенью. Чем выше расположена слепая кишка, тем больше недоразвита восходящая. Окончательное формирование слепой кишки заканчивается к году.

Аппендикс у новорожденного имеет конусовидную форму, широко открытый вход и длину 4–5 см, к концу 1 года – 7 см (у взрослых 9–12 см). Он обладает большей подвижностью из-за длинной брыжейки и может оказываться в любой части полости живота, но наиболее часто занимает ретроцекальное положение.

Ободочная кишка в виде обода окружает петли тонкой кишки. Восходящая часть ободочной кишки у новорожденного очень короткая (2–9 см), начинает увеличиваться после года.

Поперечная часть ободочной кишки у новорожденного находится в эпигастральной области, имеет подковообразную форму, длину от 4 до 27 см; к 2-м годам она приближается к горизонтальному положению. Брыжейка поперечной части ободочной кишки тонкая и сравнительно длинная, благодаря чему кишка легко перемещается при заполнении желудка и тонкого кишечника.

Нисходящая часть ободочной кишки у новорожденных уже, чем остальные части толстой кишки; длина ее удваивается к 1 году, а к 5 годам достигает 15 см. Она слабо подвижна и редко имеет брыжейку.

Сигмовидная кишка – наиболее подвижная и относительно длинная часть толстой кишки (12–29 см). До 5 лет она расположена обычно в брюшной полости вследствие недоразвитого малого таза, а затем опускается в малый таз. Подвижность ее обусловлена длинной брыжейкой. К 7 годам кишка теряет свою подвижность в результате укорочения брыжейки и скопления вокруг нее жировой ткани.

Прямая кишка у детей первых месяцев относительно длинная и при наполнении может занимать малый таз. У новорожденного ампула прямой кишки слабо дифференцирована, жировая клетчатка не развита, вследствие чего ампула плохо фиксирована. Свое окончательное положение прямая кишка занимает к 2-м годам. Благодаря хорошо развитому подслизистому слою и слабой фиксации слизистой оболочки у детей раннего возраста нередко наблюдается ее выпадение.

Анус у детей расположен более дорсально, чем у взрослых, на расстоянии 20 мм от копчика.

Лекция 10

Анатомическое строение дыхательной системы

Дыхательная система человека состоит из тканей и органов, обеспечивающих легочную вентиляцию и легочное дыхание. К воздухоносным путям относятся: нос, полость носа, носоглотка, гортань, трахея, бронхи и бронхиолы. Легкие состоят из бронхиол и альвеолярных мешочков, а также из артерий, капилляров и вен легочного круга кровообращения. К элементам костно-мышечной системы, связанным с дыханием, относятся ребра, межреберные мышцы, диафрагма и вспомогательные дыхательные мышцы.

Воздухоносные пути.

Нос и полость носа служат проводящими каналами для воздуха, в которых он нагревается, увлажняется и фильтруется. В полости носа заключены также обонятельные рецепторы. Наружная часть носа образована треугольным костно-хрящевым остовом, который покрыт кожей; два овальных отверстия на нижней поверхности ноздри открываются каждое в клиновидную полость носа. Эти полости разделены перегородкой. Три легких губчатых завитка (раковины) выдаются из боковых стенок ноздрей, частично разделяя полости на четыре незамкнутых прохода (носовые ходы). Полость носа выстлана богато васкуляризованной слизистой оболочкой. Многочисленные жесткие волоски, а также снабженные ресничками эпителиальные и бокаловидные клетки служат для очистки вдыхаемого воздуха от твердых частиц. В верхней части полости лежат обонятельные клетки.

Гортань лежит между трахеей и корнем языка. Полость гортани разделена двумя складками слизистой оболочки, не полностью сходящимися по средней линии. Пространство между этими складками - голосовая щель защищено пластинкой волокнистого хряща - надгортанником. По краям голосовой щели в слизистой оболочке лежат фиброзные эластичные связки, которые называются нижними, или истинными, голосовыми складками

(связками). Над ними находятся ложные голосовые складки, которые защищают истинные голосовые складки и сохраняют их влажными; они помогают также задерживать дыхание, а при глотании препятствуют попаданию пищи в гортань. Специализированные мышцы натягивают и расслабляют истинные и ложные голосовые складки. Эти мышцы играют важную роль при фонации, а также препятствуют попаданию каких-либо частиц в дыхательные пути.

Трахея начинается у нижнего конца гортани и спускается в грудную полость, где делится на правый и левый бронхи; стенка ее образована соединительной тканью и хрящом. У большинства млекопитающих хрящи образуют неполные кольца. Части, примыкающие к пищеводу, замещены фиброзной связкой. Правый бронх обычно короче и шире левого. Войдя в легкие, главные бронхи постепенно делятся на все более мелкие трубки (бронхиолы), самые мелкие из которых-конечные бронхиолы являются последним элементом воздухоносных путей. От гортани до конечных бронхиол трубки выстланы мерцательным эпителием.

Легкие

В целом легкие имеют вид губчатых, по-тых конусовидных образований, лежащих о обеих половинах грудной полости. Наименьший структурный элемент легкого - долька состоит из конечной бронхиолы, ведущей в легочную бронхиолу и альвеолярный мешок. Стенки легочной бронхиолы и альвеолярного мешка образуют углубления-альвеолы. Такая структура легких увеличивает их дыхательную поверхность, которая в 50-100 раз превышает поверхность тела. Относительная величина поверхности, через которую в легких происходит газообмен, больше у животных с высокой активностью и подвижностью. Стенки альвеол состоят из одного слоя эпителиальных клеток и окружены легочными капиллярами. Внутренняя поверхность альвеолы покрыта поверхностно-активным веществом сурфактантом. Как полагают, сурфактант является продуктом секреции гранулярных клеток. Отдельная альвеола, тесно соприкасающаяся с соседними структурами, имеет форму неправильного многогранника и приблизительные размеры до 250 мкм. Принято считать, что общая поверхность альвеол, через которую осуществляется газообмен, экспоненциально зависит от веса тела. С возрастом отмечается уменьшение площади поверхности альвеол.

Плевра

Каждое легкое окружено мешком -плеврой. Наружный (париетальный) листок плевры примыкает к внутренней поверхности грудной стенки и диафрагме, внутренний (висцеральный) покрывает легкое. Щель между листками называется плевральной полостью. При движении грудной клетки

внутренний листок обычно легко скользит по наружному. Давление в плевральной полости всегда меньше атмосферного (отрицательное). В условиях покоя внутриплевральное давление у человека в среднем на 4,5 торр ниже атмосферного (-4,5 торр). Межплевральное пространство между легкими называется средостением; в нем находятся трахея, зобная железа (тимус) и сердце с большими сосудами, лимфатические узлы и пищевод.

Кровеносные сосуды легких

Легочная артерия несет кровь от правого желудочка сердца, она делится на правую и левую ветви, которые направляются к легким. Эти артерии ветвятся, следуя за бронхами, снабжают крупные структуры легкого и образуют капилляры, оплетающие стенки альвеол.

Воздух в альвеоле отделен от крови в капилляре стенкой альвеолы, стенкой капилляра и в некоторых случаях промежуточным слоем между ними. Из капилляров кровь поступает в мелкие вены, которые в конце концов соединяются и образуют легочные вены, доставляющие кровь в левое предсердие.

Бронхиальные артерии большого круга тоже приносят кровь к легким, а именно снабжают бронхи и бронхиолы, лимфатические узлы, стенки кровеносных сосудов и плевру. Большая часть этой крови оттекает в бронхиальные вены, а оттуда - в непарную (справа) и в полунепарную (слева). Очень небольшое количество артериальной бронхиальной крови поступает в легочные вены.

Дыхательные мышцы

Дыхательные мышцы - это те мышцы, сокращения которых изменяют объем грудной клетки. Мышцы, направляющиеся от головы, шеи, рук и некоторых верхних грудных и нижних шейных позвонков, а также наружные межреберные мышцы, соединяющие ребро с ребром, приподнимают ребра и увеличивают объем грудной клетки. Диафрагма - мышечно-сухожильная пластина, прикрепленная к позвонкам, ребрам и груди, отделяет грудную полость от брюшной. Это главная мышца, участвующая в нормальном вдохе. При усиленном вдохе сокращаются дополнительные группы мышц. При усиленном выдохе действуют мышцы, прикрепленные между ребрами (внутренние межреберные мышцы), к ребрам и нижним грудным и верхним поясничным позвонкам, а также мышцы брюшной полости; они опускают ребра и прижимают брюшные органы к расслабившейся диафрагме, уменьшая таким образом емкость грудной клетки.

Лекция 11

Учение о системе кровообращения – ангиология. Сердце человека.

Ангиоло́гия (от греч. *ἀγγείον* — *сосуд* и *λόγος* — *учение*) — раздел анатомии и клинической медицины, изучающий кровеносные и лимфатические сосуды, их строение и функционирование, их заболевания и патологические состояния, методы диагностики, профилактики и лечения этих заболеваний. Выделяют анатомическую ангиологию (часть систематической анатомии) и клиническую ангиологию (часть клинической медицины).

□ История

Впервые термин был введён Клавдием Галеном, который называл ангиологией операцию по иссечению части кровеносного сосуда, то есть, хирургическую операцию на кровеносных сосудах.

Выделение ангиологии в самостоятельный раздел медицины диктовалось прежде всего распространённостью сосудистых заболеваний, являющихся причиной гибели или инвалидности большого контингента людей как в мирное, так и в военное время. Так, по данным Б. В. Петровского и Ф. М. Плоткина, 32,9% всех ранений сосудов в период Отечественной войны 1941-1945 годов составляли изолированные поражения артерий, а 64,5% — сочетанные поражения артерий и вен. По статистике московских прозектур, каждый десятый человек из числа лиц старше 30 лет умирает от атеросклероза артерий. По данным И. А. Костромова (1948), варикозное расширение вен наблюдалось у 15,3% обследованных пациентов. Некоторые зарубежные авторы (Додд и Коккетт (H. Dodd, F. Cockett), 1956) считают, что варикозным расширением вен страдает каждая пятая женщина и каждый пятнадцатый мужчина.

Врачам Древнего Рима, Греции и Египта были известны признаки артериального, венозного кровотечения, методы их остановки, а также такие заболевания, как варикозное расширение вен, «самопроизвольная гангрена» и др. В 3-4 веках нашей эры Антиллусом и Филагриусом были предложены операции при аневризмах, которые практически в неизменном виде сохранились до 30-40-х годов нашего столетия. Гиппократ предлагал ампутацию конечности при «самопроизвольной гангрене». В работах врачей средневековья Везалия Андреаса и Амбруаза Паре много места уделяется именно вопросам временной или постоянной остановки кровотечения из сосудов.

Интенсивное развитие ангиологии началось с 17 века. Накапливаются знания об анатомии и физиологии артерий, вен и капилляров, описываются ранее неизвестные поражения сосудов Вильям Купер, 1702; Дюпюитрен (G. Dupuytren), 1833; Винивартер, 1879; Н. И. Пирогов, 1866; Рейно (M. A. G. Raynaud), 1862) предлагаются различные, в основном физиотерапевтические, методы лечения. Появляются первые классификации поражений сосудов и делаются попытки научно обосновать ряд хирургических вмешательств на сосудах: перевязку с учётом коллатерального кровообращения, удаление

аневризм и тому подобное (В. Пеликан, 1817; И. В. Буяльский, 1823; Н. И. Пирогов, 1832). В этот же период делается первая удачная операция ушивания раны плечевой артерии (Халловел (Hallowel), 1759).

Внедрение в медицину методов асептики и антисептики, наркоза и рентгенологии позволило в середине 19 века хирургии, в частности ангиологии, по-новому подойти к хирургическому лечению ряда заболеваний сосудов. Делаются попытки обосновать возможность наложения сосудистого шва при поражении сосудов и предлагаются самые различные модификации швов. В 1902 году Каррель (A. Carrel) опубликовал свою основополагающую работу, посвящённую сосудистому шву. В последующих исследованиях, посвящённых ауто-, гомо- и гетеропластике сосудов, он закладывает основы современной сосудистой реконструктивной хирургии.

В 1928 году Дос Сантос, Ламас и Калдас (R. Dos Santos, A. Lamas, P. Caldas) с успехом применили в клинике усовершенствованную методику внутриартериального введения контрастных веществ (иопромид) для уточнения характера поражения периферических артерий. Контрастное изображение сосудов малого круга впервые получил Форссманн (W. Forssmann, 1929). В ангиологии широко применяется ангиография для диагностики поражений магистральных артерий и вен. Совершенствовались аппаратура и методики проведения исследований, улучшались контрастные препараты. Все это и привело к тому, что ангиография становится основным диагностическим пособием в ангиологии, позволяющим точно установить характер поражения, его протяжённость и степень развития коллатерального кровообращения.

Современную интерпретацию сформулировал Л. Хейстер. Кроме Галена, большой вклад в становление ангиологических знаний внесли Везалий, Мальпиги и другие.

Классификация

Кровеносные сосуды человека

Все сосуды человеческого организма делятся на несколько видов:

-
- Артерии,
 - Артериолы,
 - Вены,
 - Венулы,
 - Капилляры,
 - Лимфатические протоки.
-

Раздел ангиологии, занимающийся лечением венозных и лимфатических сосудов, называется флебология, а изучением заболеваний артерий — артериология.

Типы кровеносных сосудов 1. *Магистральные сосуды* — это наиболее крупные артерии, в которых ритмически пульсирующий, изменчивый кровоток превращается в более равномерный и плавный. Стенки этих

сосудов содержат мало гладкомышечных элементов и много эластических волокон. Магистральные сосуды оказывают небольшое сопротивление кровотоку.

2. *Резистивные сосуды* (сосуды сопротивления) включают в себя прекапиллярные (мелкие артерии, артериолы, прекапиллярные сфинктеры) и посткапиллярные (венулы и мелкие вены) сосуды сопротивления. Соотношение между тонусом пре- и посткапиллярных сосудов определяет уровень гидростатического давления в капиллярах, величину фильтрационного давления и интенсивность обмена жидкости.

3. *Истинные капилляры* (обменные сосуды) — важнейший отдел сердечно-сосудистой системы. Через тонкие стенки капилляров происходит обмен между кровью и тканями (транскапиллярный обмен). Стенки капилляров не содержат гладкомышечных элементов.

4. *Ёмкостные сосуды* — венозный отдел сердечно-сосудистой системы. Ёмкостными эти сосуды называют потому, что они вмещают примерно 70-80% всей крови.

5. *Шунтирующие сосуды* — артериовенозные анастомозы, обеспечивающие прямую связь между мелкими артериями и венами в обход капиллярного ложа.^[5]

Сердечно-сосудистая система

Сердечные сосуды

Сердечно-сосудистая система — система органов, состоящая из кровеносных сосудов и сердца, являющегося главным органом этой системы. К основным сосудам относят:

- Общую сонную артерию.
- Подключичную артерию.
- Аорту — самая крупная артерия человеческого организма.
- Лёгочную артерию.
- Лёгочную вену.
- Лёгочный ствол
- Нижнюю полую вену.
- Верхнюю полую вену
- Коронарные артерии и вены, снабжающие саму сердечную мышцу (миокард) кислородом и питательными веществами.

Кровеносные сосуды верхних конечностей

Артериальные сосуды верхних конечностей кровоснабжают мягкие ткани и кости. Магистральные артерии разветвляются, образуя множество более мелких сосудов, которые формируют анастомозы в области локтя и запястья.

- Подключичная артерия ответвляется от дуги аорты и проходит за ключицей.
- Подключичная вена впадает в верхнюю полую вену через левую плечеголовную вену.
- Подмышечная артерия переходит в плечевую артерию.

- Подмышечная вена является магистральной веной, впадает в подключичную вену.
- Плечевая вена образована вследствие объединения лучевой и локтевой вены.
- Передняя и задняя артерии окружают плечевую кость.
- Латеральная подкожная вена руки проходит со внешней стороны руки выше локтевого сустава, затем преодолевает глубокую фасцию плеча, соединяясь с подмышечной веной.
- Медиальная подкожная вена руки на середине плеча становится глубокой веной и располагается вдоль плечевой артерии, затем соединяется с плечевой веной, образуя подмышечную вену.
- Глубокая артерия плеча проходит сзади вокруг плечевой кости, сопровождая лучевой нерв в одноимённой борозде.
- Добавочная вена предплечья соединяется с латеральной подкожной веной руки выше локтевого сустава.
- Плечевая артерия, от которой отходят небольшие ветви, кровоснабжающие прилегающие мышцы и плечевую кость.
- Серединная вена локтя является магистральной веной, соединяет латеральную подкожную вену с медиальной подкожной веной руки; используется для проведения венепункции.
- Лучевая артерия расположена под плечелучевой мышцей.
- Локтевая артерия, являющаяся как бы продолжением плечевой артерии, отходящая от неё в локтевой ямке на уровне венечного отростка локтевой кости.
- Глубокая ладонная дуга является петлёй, образованной артериями, кровоснабжающими кисть.
- Поперечный анастомоз является сетью кровеносных сосудов, обеспечивающей отток крови от кисти и пальцев.
- Пальцевые артерии отходят от ладонных дуг, кровоснабжают пальцы.
- Ладонные пальцевые вены обеспечивает отток крови от пальцев.

Кровеносная система головного мозга

Кровеносные сосуды головного мозга

Кровеносные сосуды располагаются в губчатом веществе — диплоэ (*diploe*), находящемся между наружной и внутренней пластинками компактного вещества. Кровоснабжение головного мозга и отток крови происходит с помощью нескольких артерий и вен:

- Передняя мозговая артерия (лат. *arteria cerebri anterior*) — довольно крупная артерия, направляется кзади над мозолистым телом и кровоснабжает большую часть медиальной поверхности полушарий большого мозга.
- Передняя соединительная артерия (лат. *arteria communicans posterior*) соединяет передние мозговые артерии между собой.

- Средняя мозговая артерия (лат. *arteria cerebri media*) является второй конечной ветвью внутренней сонной артерии. Проходит между лобной и теменной долями в латеральной борозде и кровоснабжает большую часть верхнелатеральной поверхности полушария большого мозга.
- Глазная артерия (лат. *arteria ophthalmica*) является парным крупный сосудом, направляющимся через зрительный канал в глазницу, залегая кнаружи от зрительного нерва.
- Внутренняя сонная артерия (лат. *arteria carotis interna*) — парная крупная артерия шеи и головы.
- Наружная сонная артерия (лат. *arteria carotis externa*), которая отходит от внутренней сонной артерии.
- Передняя хориоидальная артерия отходит от супраклиноидной части внутренней сонной артерии.
- Задняя соединительная артерия (лат. *communicans posterior*) берёт начало от внутренней сонной артерии и, направляясь кзади и немного внутрь, подходит к задней мозговой артерии.
- Артерии моста — артерии, лежащие в варолиевом мосту и снабжающие кровью головной мозг.
- Базиллярная артерия (лат. *arteria basilaris*) является непарным кровеносным сосудом, который располагается в базиллярной борозде моста.
- Передняя и задняя нижние мозжечковые артерии.
- Позвоночная артерия.
- Верхняя анастомотическая вена.
- Лобная диплоическая вена (лат. *v. diploica frontalis*) залегают в толще чешуи лобной кости, вблизи средней линии и несёт венозную кровь частично в верхний сагиттальный синус и частично — в надглазничную вену.

Кровеносные сосуды нижних конечностей

Бедренная артерия (лат. *arteria femoralis*) является продолжением наружной подвздошной артерии и начинается под паховой связкой в сосудистой лакуне.

- Бедренная вена (лат. *v. femoralis*) иногда бывает парная, сопровождает одноимённую артерию в приводящий канал (лат. *canalis adductorius*), а затем в бедренный треугольник (лат. *trigonum femorale*), проходит под паховой связкой в сосудистую лакуну (лат. *lacuna vasorum*), где переходит в наружную подвздошную вену (лат. *v. iliaca externa*). На своём пути бедренная вена принимает ряд вен, которые сопровождают одноимённые артерии.
- Глубокая артерия бёдра (лат. *arteria profunda femoris*) — крупная ветка бедренной артерии.

Лимфатические сосуды

Сосуды, по которым в организме происходит отток лимфы из тканей и органов в венозную систему; часть лимфатической системы.^[13] Лимфатические сосуды отсутствуют лишь в хрящах, глазах, зубах, эпидермисе, головном и спинном мозгу, однако в 2015 году сотрудники университета Виргинии сообщили, что в головном мозгу всё же есть лимфатическая система.^[14]

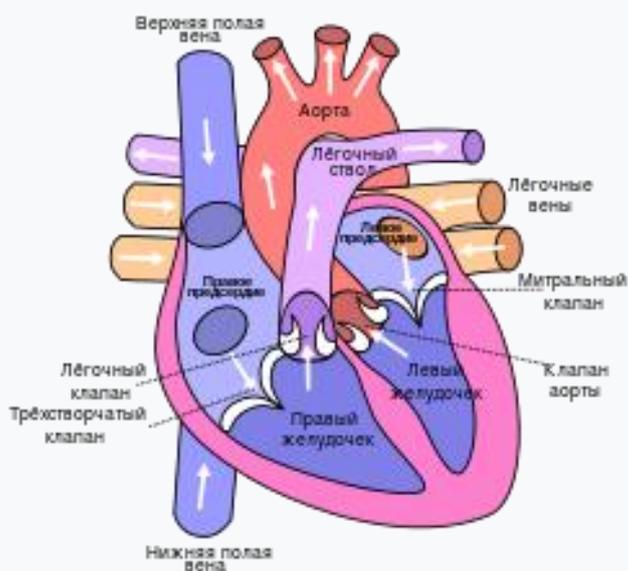
Именно в лимфатических сосудах уничтожаются болезнетворные микробы, бактерии и другие инородные частицы. Все лимфатические сосуды, соединяясь вместе, образуют два больших протока:

- Грудной лимфатический проток (лат. *ductus thoracicus*), который начинается от слияния правого и левого поясничных стволов.
- Правый лимфатический проток (лат. *ductus lymphaticus dexter*) представляет собой короткий, длиной 1-1,5 см, и диаметром до 2 мм лимфатический сосуд, который залегает в правой большой надключичной ямке и впадает в правый венозный угол.

Отличия от сосудистой хирургии

Ангиология также тесно связана с сосудистой хирургией. Сосудистая хирургия, в свою очередь, является одним из медицинских направлений в США (vascular surgery), Германии (Gefäßchirurgie) и других странах. Она охватывает консервативные (нехирургические), эндоваскулярные или оперативные методы лечения сосудов, в то время как ангиология является наукой и разделом анатомии, изучающим сосудистую и лимфатическую систему.

Сердце



Сердце человека

<u>Система</u>	<u>Кровообращение</u>
<u>Кровоснабжение</u>	<u>Правая коронарная артерия, левая коронарная артерия</u>
<u>Венозный отток</u>	большая вена сердца, средняя вена сердца, малая вена сердца, передние вены сердца, малые вена, задняя вена левого желудочка, косая вена левого предсердия
<u>Иннервация</u>	симпатическая иннервация — шейный симпатический ганглий, грудной симпатический ганглий парасимпатическая иннервация — кардинальные верхние и нижние ветви блуждающего нерва.
<u>Лимфа</u>	нижние трахеобронхиальные лимфоузлы, передние средостенные лимфоузлы.

Сердце человека — это конусообразный полый мышечный орган, в который поступает кровь из впадающих в него венозных стволов и перекачивающий её в артерии, которые примыкают к сердцу. Полость сердца разделена на два предсердия и два желудочка. Левое предсердие и левый желудочек в совокупности образуют «артериальное сердце», названное так по типу проходящей через него крови, правый желудочек и правое предсердие объединяются в «венозное сердце», названное по тому же принципу. Сокращение сердца называется систола, а расслабление — диастола.

Форма сердца не одинакова у разных людей. Она определяется возрастом, полом, телосложением, здоровьем и другими факторами. В упрощенных моделях описывается сферой, эллипсоидами, фигурами пересечения эллиптического параболоида и трёхосного эллипсоида. Мера вытянутости (фактор) формы есть отношение наибольших продольного и поперечного линейных размеров сердца. При гиперстеническом типе телосложения отношение близко к единице и астеническом — порядка 1,5. Длина сердца взрослого человека колеблется от 10 до 15 см (чаще 12—13

см), ширина в основании 8—11 см (чаще 9—10 см) и переднезадний размер 5—8,5 см (чаще 6,5—7 см). Масса сердца в среднем составляет у мужчин 332 г (от 274 до 385 г), у женщин — 253 г (от 203 до 302 г)

Анатомическое строение сердца

Сердце находится в центре грудной клетки и смещено нижним левым краем в левую сторону, в так называемой околосердечной сумке — перикарде, который отделяет сердце от других органов.

По отношению к средней линии тела сердце располагается несимметрично — около 2/3 слева от неё и около 1/3 — справа. В зависимости от направления проекции продольной оси (от середины его основания до верхушки) на переднюю грудную стенку различают поперечное, косое и вертикальное положение сердца. Вертикальное положение чаще встречается у людей с узкой и длинной грудной клеткой, поперечное — у лиц с широкой и короткой грудной клеткой.

Сердце состоит из четырёх отдельных полостей, называемых камерами: левое предсердие, правое предсердие, левый желудочек, правый желудочек. Они разделены перегородками. В правое предсердие входят полые, в левое предсердие — лёгочные вены. Из правого желудочка и левого желудочка выходят, соответственно, лёгочная артерия (лёгочный ствол) и восходящая аорта. Правый желудочек и левое предсердие замыкают малый круг кровообращения, левый желудочек и правое предсердие — большой круг. Сердце расположено в нижней части переднего средостения, большая часть его передней поверхности прикрыта лёгкими с впадающими участками полых и лёгочных вен, а также выходящими аортой и лёгочным стволом. В полости перикарда содержится небольшое количество серозной жидкости. Стенка левого желудочка приблизительно в три раза толще, чем стенка правого желудочка, так как левый должен быть достаточно сильным, чтобы вытолкнуть кровь в большой круг кровообращения для всего организма (сопротивление потоку крови в большом круге кровообращения в несколько раз больше, а давление крови в несколько раз выше, чем в малом круге кровообращения).

Существует необходимость поддержания тока крови в одном направлении, в противном случае сердце могло бы наполниться той самой кровью, которая перед этим была отправлена в артерии. Ответственными за ток крови в одном направлении являются клапаны, которые в соответствующий момент открываются и закрываются, пропуская кровь или ставя ей заслон. Клапан между левым предсердием и левым желудочком называется митральный клапан или двухстворчатый клапан, так как состоит из двух лепестков. Клапан между правым предсердием и правым желудочком носит название трёхстворчатый клапан — он состоит из трёх лепестков. В сердце находятся ещё аортальный и лёгочный клапаны. Они контролируют вытекание крови из обоих желудочков.

Кровоснабжение

Каждая клетка сердечной ткани должна иметь постоянное поступление кислорода и питательных веществ. Этот процесс обеспечивается собственным кровообращением сердца по системе его коронарных сосудов; его принято обозначать как «*коронарное кровообращение*». Название происходит от 2 артерий, которые, как венец, оплетают сердце. Коронарные артерии непосредственно отходят от аорты. Через коронарную систему проходит до 20 % вытолкнутой сердцем крови. Только такая мощная порция обогащенной кислородом крови обеспечивает непрерывную работу животного насоса человеческого организма.

Иннервация

Сердце получает чувствительную, симпатическую и парасимпатическую иннервацию. Симпатические волокна от правого и левого симпатических стволов, проходя в составе сердечных нервов, передают импульсы, которые ускоряют ритм сердца, расширяют просвет венечных артерий, а парасимпатические волокна проводят импульсы, которые замедляют сердечный ритм и сужают просвет венечных артерий. Чувствительные волокна от рецепторов стенок сердца и его сосудов идут в составе нервов к соответствующим центрам спинного и головного мозга.

Гистологическое строение сердца

Стенка сердца состоит из трёх слоёв — эпикарда, миокарда и эндокарда. Эпикард состоит из тонкой (не более 0,3—0,7 мм) пластинки соединительной ткани, эндокард состоит из эпителиальной ткани, а миокард состоит из сердечной поперечно-полосатой мышечной ткани. Клетки миокарда принято называть кардиомиоцитами.

Миокард густо пронизан кровеносными сосудами и нервными волокнами, образующими несколько нервных сплетений. На каждый капилляр миокарда приходится примерно четыре нервных волокна.^[B: 31]

Биофизический взгляд на строение сердца

Схема пространственно-временной организации нормальной работы сердца человека. Зеленые надписи и стрелки указывают время прихода волны возбуждения в данную область сердца. Голубые врезки показывают форму профиля бегущей волны (т. н. «потенциала действия») в разных областях сердца, обусловленную различием свойств элементов возбудимой среды, которую формируют ткани сердца. Бежевая врезка — нормальное распространение бегущей волны возбуждения из пейсмейкерной зоны в центре (синусового узла) в сторону краев (по рабочему миокарду) в простейшей имитационной математической модели.

С точки зрения современной науки, сердце представляет собой многокомпонентную полимерную неоднородную активную среду естественного происхождения. Тонкая организация структуры этой среды и обеспечивает её основные биологические функции.

Неоднородная структура сердца, лежащая в основе его тонкой организации, была многократно подтверждена сначала при помощи

методов электрофизиологии, а затем и методами вычислительной биологии (см. рисунок).

Автоволновые свойства сердечной ткани уже более чем столетия активно исследуются и российской, и мировой наукой.

Новый научный взгляд на этот биологический объект позволяет по-новому подойти к решению проблемы создания искусственного сердца: задача сводится к налаживанию базирующегося на современных нанотехнологиях производства искусственной полимерной активной среды с аналогичной автоволновой функцией

Лекция 12 (1)

Анатомия развития нервной системы.

— целостная морфологическая и функциональная совокупность различных взаимосвязанных нервных структур, которая совместно с эндокринной системой обеспечивает взаимосвязанную регуляцию деятельности всех систем организма и реакцию на изменение условий внутренней и внешней среды. Нервная система действует как интегративная система, связывая в одно целое чувствительность, двигательную активность и работу других регуляторных систем (эндокринной и иммунной).

☑ **Общая характеристика нервной системы**

Всё разнообразие значений нервной системы вытекает из её свойств.

1. Возбудимость, раздражимость и проводимость характеризуются как функции времени, то есть это — процесс, возникающий от раздражения до проявления ответной деятельности органа. Согласно электрической теории распространения нервного импульса в нервном волокне, он распространяется за счёт перехода локальных очагов возбуждения на соседние неактивные области нервного волокна или процесса распространяющейся деполяризации потенциала действия, представляющего подобие электрического тока. В синапсах протекает другой — химический процесс, при котором развитие волны возбуждения-поляризации принадлежит медиатору ацетилхолину, то есть химической реакции.
2. Нервная система обладает свойством трансформации и генерации энергий внешней и внутренней среды и преобразования их в нервный процесс.
3. К особенно важному свойству нервной системы относится свойство мозга хранить информацию в процессе не только онто-, но и филогенеза.

Декарт: «Раздражение ступни передаётся по нервам в мозг, взаимодействует там с духом и таким образом порождает ощущение боли».

Нейроны

Нервная система состоит из нейронов, или нервных клеток и нейроглии, или нейроглиальных (или глиальных) клеток. **Нейроны** — это основные структурные и функциональные элементы как в центральной, так и периферической нервной системе. Нейроны — это возбудимые клетки, то есть они способны генерировать и передавать электрические импульсы (потенциалы действия). Нейроны имеют различную форму и размеры, формируют отростки двух типов: *аксоны* и *дендриты*. Дендритов может быть много, несколько, один или не быть вообще. Обычно у нейрона несколько коротких разветвлённых дендритов, по которым импульсы следуют к телу нейрона, и всегда один длинный аксон, по которому импульсы идут от тела нейрона к другим клеткам (нейронам, мышечным либо железистым клеткам). Нейроны, по форме и характеру отхождения от них отростков, бывают: униполярные (одноотростковые), биполярные (двухотростковые), псевдоуниполярные (ложноотростковые) и мультиполярные (многоотростковые). По размерам нейроны бывают: мелкие (до 5 мкм), средние (до 30 мкм) и крупные (до 100 мкм). Длина отростков у нейронов различна: например, у одних длина отростков микроскопическая, а у других до 1,5 м. Так, например, нейрон находится в спинном мозге, а его отростки заканчиваются в пальцах рук или ног. Передача нервного импульса (возбуждения), а также регуляция его интенсивности, с одного нейрона на другие клетки происходит посредством специализированных контактов — синапсов.

Нейроглия

Глиальные клетки более многочисленны, чем нейроны и составляют по крайней мере половину объёма ЦНС, но в отличие от нейронов они не могут генерировать потенциалов действия. Нейроглиальные клетки различны по строению и происхождению, они выполняют вспомогательные функции в нервной системе, обеспечивая опорную, трофическую, секреторную, разграничительную и защитную функции.

Вегетативная нервная система (от лат. *vegetatio* — возбуждение, от лат. *vegetativus* — растительный), **ВНС, автономная нервная система, ганглионарная нервная система** (от лат. *ganglion* — нервный узел), **висцеральная нервная система** (от лат. *viscera* — внутренности), **органная нервная система, чревная нервная система, *systema nervosum autonomicum* (PNA)** — часть нервной системы организма, комплекс центральных и периферических клеточных структур, регулирующих функциональный уровень организма, необходимый для адекватной реакции всех его систем.

Вегетативная нервная система — отдел нервной системы, регулирующий деятельность внутренних органов, желез внутренней и внешней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов^[2]. Играет

ведущую роль в поддержании постоянства внутренней среды организма и в приспособительных реакциях всех позвоночных.

Анатомически и функционально вегетативная нервная система подразделяется на симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую. Симпатические и парасимпатические центры находятся под контролем коры больших полушарий и гипоталамических центров.

В симпатическом и парасимпатическом отделах имеются центральная и периферическая части. Центральную часть образуют тела нейронов, лежащих в спинном и головном мозге. Эти скопления нервных клеток получили название вегетативных ядер. Отходящие от ядер волокна, вегетативные ганглии, лежащие за пределами центральной нервной системы, и нервные сплетения в стенках внутренних органов образуют периферическую часть вегетативной нервной системы.

Симпатические ядра расположены в спинном мозге. Отходящие от него нервные волокна заканчиваются за пределами спинного мозга в симпатических узлах, от которых берут начало нервные волокна. Эти волокна подходят ко всем органам.

Парасимпатические ядра лежат в среднем и продолговатом мозге и в крестцовой части спинного мозга. Нервные волокна от ядер продолговатого мозга входят в состав блуждающих нервов. От ядер крестцовой части нервные волокна идут к кишечнику, органам выделения.

Метасимпатическая нервная система представлена нервными сплетениями и мелкими ганглиями в стенках пищеварительного тракта, мочевого пузыря, сердца и некоторых других органов.

Деятельность вегетативной нервной системы не зависит от воли человека. Это означает, что в обычных условиях человек не может волевым усилием заставить сердце биться реже или мышцы желудка — не сокращаться. Однако достичь сознательного влияния на многие параметры, контролируемые ВНС, можно с помощью специальных методов тренировки — например, с использованием методов биологической обратной связи.

Симпатическая нервная система усиливает обмен веществ, повышает возбуждаемость большинства тканей, мобилизует силы организма на активную деятельность. Парасимпатическая система способствует восстановлению израсходованных запасов энергии, регулирует работу организма во время сна.

Под контролем автономной системы находятся органы кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения, размножения, а также обмен веществ и рост. Фактически эфферентный отдел ВНС осуществляет нервную регуляцию функций всех органов и тканей, кроме скелетных мышц, которыми управляет соматическая нервная система.

В отличие от соматической нервной системы, двигательный эффекторный нейрон в автономной нервной системе находится на периферии, и спинной мозг лишь косвенно управляет его импульсами.

Термины *автономная система, висцеральная система, симпатический отдел нервной системы* неоднозначны. В настоящее время симпатическими называют только часть висцеральных эфферентных волокон. Однако различные авторы используют термин «симпатический» по-разному:

- в узком понимании, как описано в предложении выше;
- в качестве синонима термина «автономный»;
- как название всей висцеральной («вегетативной») нервной системы — как афферентной, так и эфферентной.

Терминологическая путаница возникает также, когда автономной называют всю висцеральную систему (и афферентную, и эфферентную).

Классификация отделов висцеральной нервной системы позвоночных, приведённая в руководстве А. Ромера и Т. Парсонса, выглядит следующим образом:

Висцеральная нервная система:

- афферентная;
- эфферентная:
 - особая жаберная;
 - автономная:
- симпатическая;
- парасимпатическая.

□ Морфология

Выделение автономной (вегетативной) нервной системы обусловлено некоторыми особенностями её строения. К этим особенностям относятся следующие:

- очаговость локализации вегетативных ядер в ЦНС;
- скопление тел эффекторных нейронов в виде узлов (ганглиев) в составе вегетативных сплетений;
- двухнейронность нервного пути от вегетативного ядра в ЦНС к иннервируемому органу.

Волокна автономной нервной системы выходят не сегментарно, как в соматической нервной системе, а из трёх отстоящих друг от друга ограниченных участков мозга: черепного, груднопоясничного и крестцового.

Автономную нервную систему разделяют на симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую части. В симпатической части отростки спинномозговых нейронов

короче, ганглионарные длиннее. В парасимпатической системе, наоборот, отростки спинномозговых клеток длиннее, ганглионарных короче. Симпатические волокна иннервируют все без исключения органы, в то время как область иннервации парасимпатических волокон более ограничена.

Центральный и периферический отделы

Автономная (вегетативная) нервная система подразделяется по топографическому признаку делится на центральный и периферический отделы.

Центральный отдел

парасимпатические ядра 3, 7, 9 и 10 пар черепных нервов, лежащие в мозговом стволе (краниобульбарный отдел); ядра, лежащие в среднем мозге (мезоэнцефалический отдел); ядра, залегающие в сером веществе трёх крестцовых сегментов (сакральный отдел)

- симпатические ядра, расположенные в боковых рогах тораколумбального отдела спинного мозга;

Периферический отдел

вегетативные (автономные) нервы, ветви и нервные волокна, выходящие из головного и спинного мозга;

- вегетативные (автономные, висцеральные) сплетения;
- узлы (ганглии) вегетативных (автономных, висцеральных) сплетений;
- симпатический ствол (правый и левый) с его узлами (ганглиями), межузловыми и соединительными ветвями и симпатическими нервами;
- концевые узлы (ганглии) парасимпатической части вегетативной нервной системы.

Симпатический, парасимпатический и метасимпатический отделы

На основании топографии вегетативных ядер и узлов, различий в длине аксонов первого и второго нейронов эфферентного пути, а также особенностей функции вегетативная нервная система подразделяется на симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую.

Расположение ганглиев и строение проводящих путей

Нейроны ядер центрального отдела вегетативной нервной системы — первые эфферентные нейроны на пути от ЦНС (спинной и головной мозг) к иннервируемому органу. Нервные волокна, образованные отростками этих нейронов, носят название предузловых (преганглионарных) волокон, так как они идут до узлов периферической части вегетативной нервной системы и заканчиваются синапсами на клетках этих узлов. Преганглионарные волокна имеют миелиновую оболочку, благодаря чему отличаются беловатым цветом. Они выходят из мозга в составе корешков соответствующих черепных нервов и передних корешков спинномозговых нервов.

Вегетативные узлы (ганглии): входят в состав симпатических стволов (есть у большинства позвоночных, кроме круглоротых и хрящевых рыб), крупных вегетативных сплетений брюшной полости и таза, располагаются в области головы и в толще или возле органов пищеварительной и дыхательной систем, а также мочеполового аппарата, которые иннервируются вегетативной нервной системой. Узлы периферической части вегетативной нервной системы содержат тела вторых (эффекторных) нейронов, лежащих на пути к иннервируемым органам. Отростки этих вторых нейронов эфферентного пути, несущих нервный импульс из вегетативных узлов к рабочим органам (гладкая мускулатура, железы, ткани), являются послеузелковыми (постганглионарными) нервными волокнами. Из-за отсутствия миелиновой оболочки они имеют серый цвет. Постганглионарные волокна автономной нервной системы в большинстве своем тонкие (чаще всего их диаметр не превышает 7 мкм) и не имеют миелиновой оболочки. Поэтому возбуждение по ним распространяется медленно, а нервы автономной нервной системы характеризуются большим рефрактерным периодом и большой хронаксией.

Рефлекторная дуга

Строение рефлекторных дуг вегетативного отдела отличается от строения рефлекторных дуг соматической части нервной системы. В рефлекторной дуге вегетативной части нервной системы эфферентное звено состоит не из одного нейрона, а из двух, один из которых находится вне ЦНС. В целом простая вегетативная рефлекторная дуга представлена тремя нейронами.

Первое звено рефлекторной дуги — это чувствительный нейрон, тело которого располагается в спинномозговых узлах и в чувствительных узлах черепных нервов. Периферический отросток такого нейрона, имеющий чувствительное окончание — рецептор, берёт начало в органах и тканях. Центральный отросток в составе задних корешков спинномозговых нервов или чувствительных корешков черепных нервов направляется к соответствующим ядрам в спинной или головной мозг.

Второе звено рефлекторной дуги является эфферентным, поскольку несёт импульсы из спинного или головного мозга к рабочему органу. Этот эфферентный путь вегетативной рефлекторной дуги представлен двумя нейронами. Первый из этих нейронов, второй по счёту в простой вегетативной рефлекторной дуге, располагается в вегетативных ядрах ЦНС. Его можно называть вставочным, так как он находится между чувствительным (афферентным) звеном рефлекторной дуги и вторым (эфферентным) нейроном эфферентного пути.

Эффекторный нейрон представляет собой третий нейрон вегетативной рефлекторной дуги. Тела эффекторных (третьих) нейронов лежат в периферических узлах вегетативной нервной системы (симпатический ствол,

вегетативные узлы черепных нервов, узлы внеорганных и внутриорганных вегетативных сплетений). Отростки этих нейронов направляются к органам и тканям в составе органных вегетативных или смешанных нервов. Заканчиваются постганглионарные нервные волокна на гладких мышцах, железах и в других тканях соответствующими концевыми нервными аппаратами.

Лекция 12 (2)

Общее значение вегетативной регуляции

Вегетативная нервная система приспособливает работу внутренних органов к изменениям окружающей среды. ВНС обеспечивает гомеостаз (постоянство внутренней среды организма). ВНС также участвует во многих поведенческих актах, осуществляемых под управлением головного мозга, влияя не только на физическую, но и на психическую деятельность человека.

Роль симпатического и парасимпатического отделов

Симпатическая нервная система активируется при стрессовых реакциях. Для неё характерно генерализованное влияние, при этом симпатические волокна иннервируют подавляющее большинство органов.

Известно, что парасимпатическая стимуляция одних органов оказывает тормозное действие, а других — возбуждающее действие. В большинстве случаев действие парасимпатической и симпатической систем противоположно.

Влияние симпатического и парасимпатического отделов на отдельные органы

Влияние симпатического отдела:

- На сердце — повышает частоту и силу сокращений сердца.
 - На артерии — сужает артерии большинства органов, расширяет артерии скелетных мышц.
 - На кишечник — угнетает перистальтику кишечника и выработку пищеварительных ферментов.
 - На слюнные железы — угнетает слюноотделение.
 - На мочевой пузырь — расслабляет мочевой пузырь.
 - На бронхи и дыхание — расширяет бронхи и бронхиолы, усиливает вентиляцию лёгких.
 - На зрачок — расширяет зрачки.
-

Влияние парасимпатического отдела:

- На сердце — уменьшает частоту и силу сокращений сердца.
-

- На артерии — не влияет в большинстве органов, вызывает расширение артерий половых органов и мозга, сужение коронарных артерий и артерий лёгких.
- На кишечник — усиливает перистальтику кишечника и стимулирует выработку пищеварительных ферментов.
- На слюнные железы — стимулирует слюноотделение.
- На мочевой пузырь — сокращает мочевой пузырь.
- На бронхи и дыхание — сужает бронхи и бронхиолы, уменьшает вентиляцию лёгких.
- На зрачок — сужает зрачки.

Нейромедиаторы и клеточные рецепторы

Симпатический и парасимпатический отделы оказывают различное, в ряде случаев противонаправленное влияние на различные органы и ткани, а также перекрёстно влияют друг на друга. Различное воздействие этих отделов на одни и те же клетки связано со спецификой выделяемых ими нейромедиаторов и со спецификой рецепторов, имеющих на пресинаптических и постсинаптических мембранах нейронов автономной системы и их клеток-мишеней.

Преганглионарные нейроны обоих отделов автономной системы в качестве основного нейромедиатора выделяют ацетилхолин, который действует на никотиновые рецепторы ацетилхолина на постсинаптической мембране постганглионарных (эффektorных) нейронов. Постганглионарные нейроны симпатического отдела, как правило, выделяют в качестве медиатора норадреналин, который действует на адренорецепторы клеток-мишеней. На клетках-мишенях симпатических нейронов бета-1 и альфа-1 адренорецепторы в основном сосредоточены на постсинаптических мембранах (это означает, что *in vivo* на них действует в основном норадреналин), а альфа-2 и бета-2 рецепторы — на внесинаптических участках мембраны (на них в основном действует адреналин крови). Лишь некоторые постганглионарные нейроны симпатического отдела (например, действующие на потовые железы) выделяют ацетилхолин.

Постганглионарные нейроны парасимпатического отдела выделяют ацетилхолин, который действует на мускариновые рецепторы клеток-мишеней.

На пресинаптической мембране постганглионарных нейронов симпатического отдела преобладают два типа адренорецепторов: альфа-2 и бета-2 адренорецепторы. Кроме того, на мембране этих нейронов расположены рецепторы к пуриновым и пиримидиновым нуклеотидам (P2X-рецепторы АТФ и др.), никотиновые и мускариновые холинорецепторы, рецепторы нейропептидов и простагландинов, опиоидные рецепторы^[8].

При действии на альфа-2 адренорецепторы норадреналина или адреналина крови падает внутриклеточная концентрация ионов Ca^{2+} , и выделение норадреналина в синапсах блокируется. Возникает петля отрицательной обратной связи. Альфа-2 рецепторы более чувствительны к норадреналину, чем к адреналину.

При действии норадреналина и адреналина на бета-2 адренорецепторы выделение норадреналина обычно усиливается. Этот эффект наблюдается при обычном взаимодействии с G_s -белком, при котором растёт внутриклеточная концентрация цАМФ. Бета-два рецепторы более чувствительны к адреналину. Поскольку под действием норадреналина симпатических нервов из мозгового слоя надпочечников выделяется адреналин, возникает петля положительной обратной связи.

Однако в некоторых случаях активация бета-2 рецепторов может блокировать выделение норадреналина. Показано, что это может быть следствием взаимодействия бета-2 рецепторов с $G_{i/o}$ белками и связывания (секвестирования) ими G_s -белков, которое, в свою очередь, предотвращает взаимодействие G_s -белков с другими рецепторами.

При действии ацетилхолина на мускариновые рецепторы симпатических нейронов выделение норадреналина в их синапсах блокируется, а при действии на никотиновые рецепторы — стимулируется. Поскольку на пресинаптических мембранах симпатических нейронов преобладают мускариновые рецепторы, обычно активация парасимпатических нервов снижает уровень выделения норадреналина из симпатических нервов.

На пресинаптических мембранах постганглионарных нейронов парасимпатического отдела преобладают альфа-2 адренорецепторы. При действии на них норадреналина выделение ацетилхолина блокируется. Таким образом, симпатические и парасимпатические нервы взаимно ингибируют друг друга.

Развитие в эмбриогенезе

Развитие периферической (соматической) и вегетативной нервной системы. Периферическая (соматическая) и вегетативная нервная система развивается из наружного зародышевого листка — эктодермы. Черепные и спинномозговые нервы у плода закладываются очень рано (5-6 нед). Миелинизация нервных волокон происходит позже (у преддверного нерва — 4 мес; у большинства нервов — на 6-7-м месяце).

Спинномозговые и периферические вегетативные узлы закладываются одновременно с развитием спинного мозга. Исходным материалом для них служат клеточные элементы ганглиозной пластинки, её нейробласты и глиобласты, из которых образуются клеточные элементы спинномозговых узлов. Часть их смещается на периферию в места локализации вегетативных нервных узлов

Сравнительная анатомия и эволюция вегетативной нервной системы

У насекомых имеется так называемая симпатическая, или стомодеальная нервная система. В её состав входит фронтальный ганглий, который находится спереди от головного мозга и соединён парными коннективами с тритоцеребрумом. От него отходит непарный фронтальный нерв, тянущийся вдоль спинной стороны глотки и пищевода. Этот нерв соединяется с несколькими нервными ганглиями; отходящие от них нервы иннервируют переднюю кишку, слюнные железы и аорту.

Лекция 13

Анатомическое строение спинного мозга, переднего мозга, продолговатого мозга, мозжечка.

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

Головной мозг человека занимает почти всю полость мозгового отдела черепа, кости которого защищают головной мозг от внешних механических повреждений. В процессе роста и развития головной мозг принимает форму черепа.

Головной мозг человека содержит в среднем 100 миллиардов нейронов и потребляет для питания 50 % глюкозы, вырабатываемой печенью и поступающей в кровь.

Масса мозга

Масса мозга нормальных людей колеблется от 1000 до более чем 2000 грамм, что в среднем составляет приблизительно 2 % массы тела. Мозг мужчин имеет массу в среднем на 100—150 граммов больше, чем мозг женщин. Широко распространено мнение, что от массы мозга зависят умственные способности человека: чем больше масса мозга, тем одарённее человек. Однако очевидно, что это далеко не всегда так. Например, мозг И. С. Тургенева весил 2012 г, а мозг Анатоля Франса — 1017 г. Самый тяжёлый мозг — 2850 г — был обнаружен у индивида, который страдал эпилепсией и идиотией (Что могло быть результатом повреждения или травмы полученной из-за слабости черепа). Мозг его в функциональном отношении был неполноценным. Поэтому прямой зависимости между массой мозга и умственными способностями отдельного индивида нет.

Однако на больших выборках в многочисленных исследованиях обнаруживается положительная корреляция между массой мозга и умственными способностями, а также между массой определённых отделов мозга и различными показателями когнитивных способностей. Ряд учёных, однако, предостерегают от использования этих исследований для обоснования вывода о низких умственных способностях некоторых

этнических групп (таких как австралийские аборигены), у которых средний размер мозга меньше. Согласно Ричарду Линну, расовые различия в размере мозга объясняют около четверти разницы в интеллекте.

Степень развития мозга может быть оценена, в частности, по соотношению массы спинного мозга к головному. Так, у кошек оно — 1:1, у собак — 1:3, у низших обезьян — 1:16, у человека — 1:50. У людей верхнего палеолита мозг был заметно (на 10—12 %) крупнее мозга современного человека — 1:55—1:56.

Строение головного мозга

Объём мозга большинства людей находится в пределах 1250—1600 кубических сантиметров и составляет 91—95 % ёмкости черепа. В головном мозге различают пять отделов: продолговатый мозг, задний, включающий в себя мост и мозжечок, эпифиз, средний, промежуточный и передний мозг, представленный большими полушариями. Наряду с приведённым выше делением на отделы, весь мозг разделяют на три большие части:

- полушария большого мозга;
- мозжечок;
- ствол мозга.

Кора большого мозга покрывает два полушария головного мозга: правое и левое.

Оболочки головного мозга

Головной мозг, как и спинной, покрыт тремя оболочками: мягкой, паутинной и твердой.

Мягкая, или сосудистая, оболочка головного мозга (лат. *pia mater encephali*) непосредственно прилегает к веществу мозга, заходит во все борозды, покрывает все извилины. Состоит она из рыхлой соединительной ткани, в которой разветвляются многочисленные сосуды, питающие мозг. От сосудистой оболочки отходят тоненькие отростки соединительной ткани, которые углубляются в массу мозга.

Паутинная оболочка головного мозга (лат. *arachnoidea encephali*) — тоненькая, полупрозрачная, не имеет сосудов. Она плотно прилегает к извилинам мозга, но не заходит в борозды, вследствие чего между сосудистой и паутинной оболочками образуются подпаутинные цистерны, наполненные спинномозговой жидкостью, за счет которой и происходит питание паутинной оболочки. Самая большая, мозжечково-продолговатая цистерна, размещена сзади четвёртого желудочка, в неё открывается срединное отверстие четвёртого желудочка; цистерна боковой ямки лежит в

боковой борозде большого мозга; межножковая — между ножками мозга; цистерна перекресток — в месте зрительной хиазмы (перекресток).

Твёрдая оболочка головного мозга (лат. *dura mater encephali*) — это надкостница для внутренней мозговой поверхности костей черепа. В этой оболочке наблюдается наивысшая концентрация болевых рецепторов в организме человека, в то время как в самом мозге болевые рецепторы отсутствуют.

Твердая мозговая оболочка построена из плотной соединительной ткани, выстланной изнутри плоскими увлажненными клетками, плотно срастается с костями черепа в области его внутренней основы. Между твердой и паутинной оболочками находится субдуральное пространство, заполненное серозной жидкостью.

Продолговатый мозг

Продолговатый мозг (лат. *medulla oblongata*) развивается с пятого мозгового пузырька (дополнительного). Продолговатый мозг является продолжением спинного мозга с нарушенной сегментальностью. Серое вещество продолговатого мозга состоит из отдельных ядер черепных нервов. Белое вещество — это проводящие пути спинного и головного мозга, которые тянутся вверх в мозговой ствол, а оттуда в спинной мозг.

На передней поверхности продолговатого мозга содержится передняя срединная щель, по бокам которой лежат утолщённые белые волокна, называемые пирамидами. Пирамиды сужаются вниз в связи с тем, что часть их волокон переходит на противоположную сторону, образуя перекресток пирамид, образующих боковой пирамидный путь. Часть белых волокон, которые не перекрещиваются, образуют прямой пирамидный путь.

Мост

Мост (лат. *pons*) лежит выше продолговатого мозга. Это утолщённый валик с поперечно расположенными волокнами. По центру его проходит основная борозда, в которой лежит основная артерия головного мозга. По обе стороны борозды имеются заметные возвышения, образованные пирамидными путями. Мост состоит из большого количества поперечных волокон, которые образуют его белое вещество — нервные волокна. Между волокнами немало скоплений серого вещества, которое образует ядра моста. Продолжаясь до мозжечка, нервные волокна образуют его средние ножки.

Мозжечок

Мозжечок (лат. *cerebellum*) лежит на задней поверхности моста и продолговатого мозга в задней черепной ямке. Состоит из двух полушарий и червя, который соединяет полушария между собой. Масса мозжечка 120—150 г.

Мозжечок отделяется от большого мозга горизонтальной щелью, в которой твердая мозговая оболочка образует шатер мозжечка, натянутый над задней ямкой черепа. Каждое полушарие мозжечка состоит из серого и белого вещества.

Серое вещество мозжечка содержится поверх белого в виде коры. Нервные ядра лежат внутри полушарий мозжечка, масса которых в основном представлена белым веществом. Кора полушарий образует параллельно расположенные борозды, между которыми есть извилины такой же формы. Борозды разделяют каждое полушарие мозжечка на несколько частей. Одна из частей — клочок, прилегающей к средним ножкам мозжечка, выделяется больше других. Она филогенетически древнейшая. Лоскут и узелок червя появляются уже в низших позвоночных и связаны с функционированием вестибулярного аппарата.

Кора полушарий мозжечка состоит из двух слоев нервных клеток: наружного молекулярного и зернистого. Толщина коры 1-2,5 мм.

Серое вещество мозжечка разветвляется в белой (на срединном разрезе мозжечка видно будто веточку вечнозеленой туи), поэтому её называют деревом жизни мозжечка.

Мозжечок тремя парами ножек соединяется со стволом мозга. Ножки представлены пучками волокон. Нижние (хвостовые) ножки мозжечка идут к продолговатому мозгу и называются ещё верёвчатыми телами. В их состав входит задний спинно-мозго-мозжечковый путь.

Средние (мостовые) ножки мозжечка соединяются с мостом, в них проходят поперечные волокна к нейронам коры полушарий. Через средние ножки проходит корково-мостовой путь, благодаря которому кора большого мозга воздействует на мозжечок.

Верхние ножки мозжечка в виде белых волокон идут в направлении среднего мозга, где размещаются вдоль ножек среднего мозга и тесно к ним примыкают. Верхние (черепные) ножки мозжечка состоят в основном из волокон его ядер и служат основными путями, проводящими импульсы к зрительным буграм, подбугровому участку и красным ядрам.

Ножки расположены впереди, а покрывка — сзади. Между покрывкой и ножками пролегает водопровод среднего мозга (Сильвиев водопровод). Он соединяет четвёртый желудочек с третьим.

Главная функция мозжечка — рефлекторная координация движений и распределение мышечного тонуса.

Средний мозг

Покров среднего мозга (лат. *mesencephalon*) лежит над его крышкой и прикрывает сверху водопровод среднего мозга. На крышке содержится пластинка покрывки (четверохолмие). Два верхних холмика связаны с

функцией зрительного анализатора, выступают центрами ориентировочных рефлексов на зрительные раздражители, а потому называются зрительными. Два нижних бугорка — слуховые, связанные с ориентировочными рефлексами на звуковые раздражители. Верхние холмики связаны с латеральными коленчатыми телами промежуточного мозга с помощью верхних ручек, нижние холмики — нижними ручками с медиальными коленчатыми телами.

От пластинки покрывки начинается спинномозговой путь, который связывает головной мозг со спинным. По нему проходят эфферентные импульсы в ответ на зрительные и слуховые раздражения.

Большие полушария

В головном мозгу есть разные полушария. К большим полушариям принадлежат доли полушарий, кора большого мозга (плащ), базальные ганглии, обонятельный мозг и боковые желудочки. Полушария мозга разделены продольной щелью, в углублении которой содержится мозолистое тело, которое их соединяет. На каждом полушарии различают следующие поверхности:

1. верхнебоковую, выпуклую, обращенную к внутренней поверхности свода черепа;
2. нижнюю поверхность, расположенную на внутренней поверхности основания черепа;
3. медиальную поверхность, с помощью которой полушария соединяются между собой.

В каждом полушарии есть части, которые наиболее выступают: впереди, — лобный полюс, сзади — затылочный полюс, сбоку — височный полюс. Кроме того, каждое полушарие большого мозга разделяется на четыре большие доли: лобную, теменную, затылочную и височные. В углублении боковой ямки мозга лежит небольшая доля — островок. Полушарие поделено на доли бороздами. Самая глубокая из них — боковая, или латеральная, ещё она называется силвиевой бороздой. Боковая борозда отделяет височную долю от лобной и теменной. От верхнего края полушарий опускается вниз центральная борозда, или борозда Роланда. Она отделяет лобную долю мозга от теменной. Затылочная доля отделяется от теменной только со стороны медиальной поверхности полушарий — теменно-затылочной бороздой.

Полушария большого мозга извне покрыты серым веществом, образующим кору большого мозга, или плащ. В коре насчитывается 15 млрд клеток, а если учесть, что каждая из них имеет от 7 до 10 тыс. связей с соседними клетками, то можно сделать вывод о гибкости, устойчивости и надёжности функций коры. Поверхность коры значительно увеличивается за счет борозд и

извилин. Кора филогенетическая является самой большой структурой мозга, её площадь примерно 220 тысяч мм².

Развитие головного мозга

Пренатальное развитие

Развитие, происходящее в период до рождения, внутриутробное развитие плода. В пренатальный период происходит интенсивное физиологическое развитие мозга, его сенсорных и эффекторных систем.

Натальное состояние

Дифференциация систем коры головного мозга происходит постепенно, что приводит к неравномерному созреванию отдельных структур мозга.

При рождении у ребенка практически сформированы подкорковые образования и близки к конечной стадии созревания проекционные области мозга, в которых заканчиваются нервные связи, идущие от рецепторов разных органов чувств (анализаторных систем), и берут начало моторные проводящие пути.

Указанные области выступают конгломератом всех трех блоков мозга. Но среди них наибольшего уровня созревания достигают структуры блока регуляции активности мозга (первого блока мозга). Во втором (блоке приема, переработки и хранения информации) и третьем (блоке программирования, регуляции и контроля деятельности) блоках наиболее зрелыми оказываются только те участки коры, которые относятся к первичным долям, осуществляющим приём входящей информации (второй блок) и формирующие исходящие двигательные импульсы (3-й блок).

Другие зоны коры головного мозга к моменту рождения ребенка не достигают достаточного уровня зрелости. Об этом свидетельствует небольшой размер входящих в них клеток, малая ширина их верхних слоев, выполняющих ассоциативную функцию, относительно небольшой размер занимаемой ими площади и недостаточная миелинизация их элементов.

Период от 2 до 5 лет

В возрасте от *двух до пяти* лет происходит созревание вторичных, ассоциативных полей мозга, часть которых (вторичные гностические зоны анализаторных систем) находится во втором и третьем блоке (премоторная область). Эти структуры обеспечивают процессы перцепции и выполнение последовательности действий.

Период от 5 до 7 лет

Следующими созревают третичные (ассоциативные) поля мозга. Сначала развивается заднее ассоциативное поле — теменно-височно-затылочная область, затем, переднее ассоциативное поле — префронтальная область.

Третичные поля занимают наиболее высокое положение в иерархии взаимодействия различных мозговых зон, и здесь осуществляются самые сложные формы переработки информации. Задняя ассоциативная область обеспечивает синтез всей входящей разномодальной информации в надмодальное целостное отражение окружающей субъекта действительности во всей совокупности её связей и взаимоотношений. Передняя ассоциативная область отвечает за произвольную регуляцию сложных форм психической деятельности, включающую выбор необходимой, существенной для этой деятельности информации, формировании на её основе программ деятельности и контроль за правильным их протеканием.

Таким образом, каждый из трех функциональных блоков мозга достигает полной зрелости в разные сроки и созревание идет в последовательности от первого к третьему блоку. Это путь снизу вверх — от нижележащих образований к вышележащим, от подкорковых структур к первичным полям, от первичных полей к ассоциативным. Повреждение при формировании какого-либо из этих уровней может приводить к отклонениям в созревании следующего в силу отсутствия стимулирующих воздействий от нижележащего поврежденного уровня.

Лекция 14

Анализаторы и сенсорные системы

Зрительный анализатор

И.П. Павлов создал учение об анализаторах. Это упрощённое представление о восприятии. Он делил анализатор на 3 звена.

Строение анализатора

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

Таким образом, например, окончательное зрительное восприятие происходит в мозге, а не в глазу.

Понятие сенсорная система *шире*, чем анализатор. Она включает в себя дополнительные приспособления, системы настройки и системы саморегуляции. Сенсорная система предусматривает обратную связь между мозговыми анализирующими структурами и воспринимающим рецептивным аппаратом. Для сенсорных систем характерен процесс адаптации к раздражению.

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

Отличия между понятиями «сенсорная система» и «анализатор»

1. Сенсорная система **активна**, а не пассивна в передаче возбуждения.
2. В состав сенсорной системы входят *вспомогательные структуры*, обеспечивающие оптимальную настройку и работу рецепторов.
3. В состав сенсорной системы входят вспомогательные **нижние нервные центры**, которые не просто передают сенсорное возбуждение дальше, а меняют его характеристики и разделяют на несколько потоков, посылая их по разным направлениям.
4. Сенсорная система имеет *обратные связи* между последующими и предшествующими структурами, передающими сенсорное возбуждение.
5. Обработка и переработка сенсорного возбуждения происходит не только в коре головного мозга, но и в нижележащих структурах.
6. Сенсорная система активно подстраивается под восприятие раздражителя и приспособляется к нему, т. е. происходит её **адаптация**.
7. Сенсорная система сложнее, чем анализатор.

Вывод:

Сенсорная система = анализатор + система регуляции.

Зрительная система

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

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

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

Орган зрения (зрительный анализатор)

Орган зрения в основном воспринимает световые раздражения. Однако его функции весьма разнообразны. Посредством органа зрения определяется форма предметов, их величина, расстояние от глаза, направление, в котором движутся предметы, или их неподвижность, степень освещенности, цвет предметов.

Воспринимающий аппарат органа зрения - глаз - имеет весьма сложное устройство, благодаря которому обеспечивается, с одной стороны, защита нежных окончаний (рецепторов) зрительного нерва от всех других общих раздражений, а с другой - свободное прохождение световых лучей до глубоко лежащего светочувствительного слоя (сетчатки). Одних только светопреломляющих сред в оптической системе глаза имеется не менее шести.

Глаз, или глазное яблоко (*bulbus oculi*), имеет форму не вполне правильного шара, расположенного в переднем отделе глазницы. Глазное яблоко покоится на жировой подушке, выполняющей всю заднюю часть глазной впадины. При истощающих болезнях, когда жировая ткань в глазницах рассасывается, глаза погружаются глубже внутрь глазниц и кажутся "запавшими". Стенки глазного яблока состоят из трех оболочек; самая внутренняя из них - сетчатая - состоит из специфических нервных клеток и является собственно воспринимающим аппаратом глаза. На внутренней оболочке собираются световые лучи, которые прошли и преломились внутри глазного яблока через его прозрачные среды. Глаз снабжен рядом вспомогательных приспособлений, играющих защитную роль, а также двигательным аппаратом в виде нам уже известных шести глазных мышц и нескольких внутренних глазных мышц.

Оболочки глазного яблока. Наружная оболочка глаза - так называемая белочная оболочка (*sclera* - твердая) - состоит из плотной волокнистой соединительной ткани; она совершенно не пропускает световых лучей; на ней прикрепляются мышцы и соединительная оболочка глаза (конъюнктивы). Белочная оболочка спереди состоит из совершенно прозрачного вещества, резко отделяющегося от окружающих частей белочной оболочки. Эта часть белочной оболочки называется роговицей, или роговой оболочкой (*cornea*). Она круглая, несколько выпуклая и имеет сходство с часовым стеклышком, вставленным в белочную оболочку, причем в середине роговица тоньше (0,9 мм), чем по краям (1,2 мм) на границе с белочной. Роговица богата снабжена нервными окончаниями, которые проникают внутрь эпителиальных клеток и оканчиваются там пуговчатыми утолщениями. Кровеносные сосуды в роговице отсутствуют.

Кнутри от белочной оболочки, тесно прилегая к ней, располагается сосудистая оболочка (*chorioidea*), густо пронизанная большим количеством кровеносных сосудов. По всей круговой линии, начиная от места, где белочная оболочка переходит в роговую, сосудистая оболочка не прилегает к

роговой, а отходит в виде вертикально расположенной круглой пластинки; эта часть сосудистой оболочки носит название радужной оболочки (*iris*), она хорошо видна через прозрачную роговицу и, кроме сосудов, содержит большое количество пигмента, придающего глазу ту или иную окраску (голубую, серую, черную и т. д.). Вообще по всей сосудистой оболочке имеется слой темных пигментных клеток. В редких случаях пигмент может отсутствовать и тогда радужка из-за просвечивающих сосудов выглядит ярко-красной (у альбиносов).

В центре радужной оболочки имеется круглое отверстие - зрачок (*iripilla*), величина которого легко меняется в зависимости от степени освещения. Свет может проникать внутрь глаза только через отверстие зрачка - этого единственного "окошка" глаза, через которое человек смотрит на окружающий его внешний мир. Зрачок всегда кажется черным, как кажутся снаружи черными окна в домах, когда внутри темно. Вследствие наличия в радужной оболочке двух слоев гладких мышечных волокон, кругового и радиального, зрачок может изменять свой диаметр; в состоянии наибольшего расширения его диаметр равен примерно 7,5 мм, при максимальном же сужении он уменьшается до 1,5-2 мм. Круговой слой мышечных волокон суживает зрачок (сфинктер), а радиальный расширяет его (дилататор). При этом необходимо знать, что сжиматель зрачка (*m. sphincter pupillae*) иннервируется парасимпатическими волокнами из глазодвигательного нерва, а расширитель зрачка (*m. dilatator pupillae*) - волокнами симпатического нерва. Радужная оболочка, таким образом, регулирует количество света, поступающего в глаз; при сильном, ярком свете зрачок суживается и ограничивает поступление лучей, а при слабом - расширяется, давая возможность проникнуть большему количеству лучей, т. е. радужная оболочка играет роль то расширяющей, то суживающей диафрагмы, подобно диафрагме в фотоаппарате.

Кроме света, на диаметр зрачка влияют и некоторые вещества, например адреналин. Когда животное или человек находится в возбужденном состоянии (при испуге, гневе и т. д.), количество адреналина, в крови увеличивается и это вызывает расширение зрачка.

Движения мышц обоих зрачков управляются из одного центра и происходят содружественно. Поэтому оба зрачка всегда одинаково расширяются или суживаются. Даже если подействовать ярким светом на один только глаз, зрачок другого глаза тоже суживается.

Между радужной и роговой оболочкой имеется пространство, заполненное прозрачной жидкостью, - это так называемая передняя камера глаза.

Третья, самая внутренняя оболочка глаза располагается сейчас же за сосудистой и называется сетчатой оболочкой (*retina*) (рис. 336). Она образована разветвлениями окончаний зрительного нерва, который, подойдя к главному яблоку, проходит через белочную оболочку, причем оболочка

нерва сливается с белочной оболочкой глаза. Внутри глаза волокна нерва распределяются в виде тонкой сетчатой оболочки, которая выстилает задние $\frac{2}{3}$ внутренней поверхности глазного яблока; в свежем состоянии она прозрачна и имеет вид нежной беловато-розоватой пленочки толщиной 0,2 мм. Элементы стромы сетчатки состоят из опорных клеток, образующих в своей совокупности нечто вроде сетчатой структуры, откуда и произошло название сетчатая оболочка. Световые лучи воспринимает только ее задняя часть. Сетчатая оболочка, или сетчатка, как по своему развитию, так и по функции представляет собой часть нервной системы. Все же остальные части глазного яблока играют вспомогательную роль для восприятия сетчаткой зрительных раздражений.

Сетчатая оболочка - это часть мозга, выдвинутая наружу, ближе к поверхности тела, и сохраняющая с ним связь при помощи пары зрительных нервов. В тонком строении сетчатки и в строении коры мозга много общего. Сетчатка, как и кора мозга, имеет весьма сложное строение. Она состоит из 8 различных слоев клеток. Нервные клетки образуют в сетчатке цепи, состоящие из трех нейронов. Первые нейроны имеют дендриты в виде так называемых палочек и колбочек; эти нейроны являются конечными клетками зрительного нерва, они воспринимают зрительные раздражения и представляют собой световые рецепторы. Раздражения с этих конечных клеток передаются вторым биполярным нейронам, а от них третьим (рис. 336). От третьей группы мультиполярных ганглиозных нервных клеток сетчатки отходят нейриты, которые тянутся по дну глаза и образуют зрительный нерв, направляющийся через хиазму и зрительный тракт к наружному коленчатому телу.

Предполагается, что палочки воспринимают только яркость света, а колбочки цвет. Интересно отметить, что сетчатка у ночных животных (совы, летучие мыши и др.) не содержит колбочек, так как для них, по-видимому, цвет предметов не имеет никакого значения. В сетчатке же дневных животных (хамелеон, куры, голуби и др.), у которых зрение приспособлено к большим яркостям света, имеются только колбочки и почти нет палочек.

Палочки и колбочки в сетчатой оболочке глаза перемешаны между собой, но в некоторых местах они расположены очень густо, в других же редко или отсутствуют совсем. Сетчатая оболочка как бы покрыта мозаикой из палочек и колбочек; насколько мелка эта живая мозаика, можно судить хотя бы по тому, что в зрительном нерве насчитывают до 400000-800000 волокон, а на каждое волокно приходится примерно 7-8 колбочек и около 130 палочек. Таким образом, количество палочек в сетчатке оказывается большим, чем колбочек. Некоторые подсчеты показывают, что число палочек приближается к 130000000, тогда как число колбочек равно 7000000, т. е. на каждую колбочку приходится около 18 палочек. Длина палочки составляет около 40-60 μ , колбочки - около 20 μ .

Палочки и колбочки соединены с первыми нейронами зрительного тракта, образованными биполярными нервными клетками. Один из отростков клетки вступает в синаптическую связь с рецептором, другой отросток вступает в контакт со вторым нейроном зрительного тракта.

Число палочек и колбочек в сетчатке оказывается гораздо большим, чем число биполярных нервных клеток. Гистологические исследования показали, что каждая биполярная нервная клетка вступает в контакт не с одним только нейроэпителиальным элементом (палочкой), а одновременно со многими. У человека с каждым нервным волокном соединено, как уже упомянуто, 130 палочек, у тигра - 2500, у морской свинки - 20 и т. д.

Итак, каждый зрительный нерв содержит совокупность всех отростков ганглиозных клеток сетчатки одного глаза. В области хиазмы происходит неполный перекрест волокон, в результате чего в составе каждого зрительного тракта оказывается около 50% волокон противоположной стороны и столько же волокон своей стороны.

Импульсы от световых раздражений по зрительному нерву проходят к мозговой коре затылочной доли, где расположен зрительный центр.

Оптические приспособления глаза. Глаз обладает оптическими приспособлениями, служащими для преломления световых лучей. К ним относятся роговая оболочка, жидкость передней камеры, хрусталик и стекловидное тело.

Хрусталик (lens crystallina) представляет собой прозрачное двояковыпуклое тело с более плоской передней стороной. Он состоит из прозрачных шестиугольных призм, соединенных в одну однородную плотную массу и заключенных в особую, совершенно прозрачную и упругую оболочку - сумку хрусталика. Сосуды и нервы в хрусталике отсутствуют*. Там, где сосудистая оболочка переходит в радужную, имеется образование из всех трех оболочек глаза - так называемое ресничное, или цилиарное, тело, основную массу которого составляет богатая сосудами сосудистая оболочка. От цилиарного тела по направлению к хрусталику отходит ряд цилиарных отростков (числом до 70) с густой сетью капилляров; они выделяют жидкость в заднюю камеру глаза. Кроме сосудов, цилиарное тело содержит довольно мощное сократительное образование, состоящее из гладких мышечных волокон, пробегающих в трех направлениях, - это ресничная мышца (m. ciliaris); ширина ее 3 мм, а толщина до 0,8 мм. Эта мышца отличается способностью к гораздо более быстрым сокращениям, чем другие гладкие мышцы. Ресничная (аккомодационная) мышца вместе с цилиарным телом кольцом охватывает хрусталик с его сумкой. Ее радиальные и циркулярные волокна плотно соединены с сумкой хрусталика рядом упругих соединительнотканых волокон, составляющих связку хрусталика (циннова связка). Эта связка укрепляет хрусталик на месте; при натяжении ее хрусталик уплощается, при расслаблении - делается более выпуклым. Таким образом, происходит приспособление (аккомодация) глаза к рассматриванию

предметов, находящихся вблизи и вдали. Располагаясь сзади радужной оболочки, хрусталик прикрывает собой отверстие зрачка. Между радужной оболочкой, связкой хрусталика и ресничной мышцей образуется кольцевидная щель, носящая название задней камеры глаза. Эта камера также заполнена прозрачной жидкостью.

(Интересно отметить, что в экспериментах с культурами тканей (проф. Н. Г. Хлопина) хрусталик глаза обнаруживает свойства нервной ткани.)

Позади хрусталика обширное пространство глазного яблока (между хрусталиком и сетчатой оболочкой) заполнено стекловидным телом (corpus vitreum), представляющим собой совершенно прозрачную полужидкую студенистую массу, которая охватывается очень нежной и тонкой оболочкой, образующейся на ее поверхности. Эта оболочка спереди расщепляется на две пластинки, которые сливаются с передней и задней стенкой сумки хрусталика; между обеими пластинками остается опоясывающий хрусталик канал (петитов канал), также заполненный жидкостью. Эта светлая, совершенно прозрачная жидкость (humor aquaeus), заполняющая переднюю и заднюю камеры глаза, а также петитов канал, представляет собой серозную жидкость, выделяемую сосудами глазных оболочек. Ее присутствие обуславливает натянутое положение как стенок глазных камер, так и в особенности роговой оболочки.

Стекловидное тело вплотную прилегает к сетчатой оболочке и в силу своей прозрачности легко пропускает через себя световые лучи; благодаря упругости стекловидного тела глаз сохраняет свою постоянную форму.

Расстояние между преломляющими поверхностями глаз таковы: между задней и передней поверхностью роговицы (толщина роговицы) - 0,9 мм; между передней поверхностью хрусталика и вершиной передней поверхности роговицы - 3,6 мм. Толщина хрусталика равна 3,6 мм; расстояние между передней поверхностью роговицы и сетчаткой составляет 22,78 мм.

Вспомогательные части глаза. К вспомогательным органам глаза относятся глазные мышцы, веки, ресницы и слезный аппарат.

Всех глазных мышц семь; четыре прямые - верхняя, нижняя, наружная и внутренняя; две косые - верхняя и нижняя и одна, поднимающая верхнее веко. Глазные мышцы началом прикреплены к стенкам глазницы, а окончанием - приращены ко всей окружности глаза, к его наружной оболочке. Окружая глазное яблоко, мышцы движут его во всех направлениях. Из положения, когда глаз смотрит прямо вперед, он может повернуться кнаружи на 42° , кнутри на 45° , вверх на 54° и вниз на 57° . Движения глаз совершаются содружественно.

Прямые мышцы при сокращений тянут глазное яблоко каждая в свою сторону; верхняя косая направляет его вниз и кнаружи, а нижняя - вверх и кнаружи.

Непосредственно позади глазного яблока расположена особая фасция вогнутой формы (тенонова капсула), в которой глазное яблоко, подобно суставной головке, легко вращается при действии глазных мышц. Эта капсула тесно сращена с жировой подкладкой, заполняющей все пространство глазницы позади нее.

Веки (*palpebrae*) образованы тонкими, но плотными волокнистыми соединительнотканными пластинками, являющимися опорой век; снаружи они одеты нежной кожей с очень рыхлой подкожной клетчаткой. Впереди опорной пластинки века располагаются пучки круговой мышцы глаза, сокращение которой вызывает смыкание век. Внутренняя же поверхность век, обращенная к глазному яблоку, значительно изменена; она покрыта оболочкой, образованной многослойным цилиндрическим эпителием, и носит название соединительной, или конъюнктивы (*conjunctiva palpebrarum*). Конъюнктивa переходит с век на глазное яблоко, покрывая передний его отрезок до края роговицы. Таким образом, конъюнктивa образует между задней поверхностью век и глазным яблоком щелевидную полость (конъюнктивальный мешок), всегда наполненную слезной жидкостью, смачивающей при мигании век роговицу. На некотором расстоянии от края роговицы эпителий конъюнктивы превращается в многослойный плоский, переходящий в эпителий роговицы.

В области внутреннего угла глаза края верхнего и нижнего века расходятся, образуя расширение в виде бухты - слезное озеро. Здесь на крае каждого века имеется маленькое отверстие - слезная точка, ведущее в слезный каналец. Верхний и нижний слезный каналец открываются в слезный мешок. Последний продолжается в слезноносовый канал. Небольшая полулунная складочка в области медиального угла глаза является рудиментом мигательной перепонки, сохранившейся у низших позвоночных. По краям век располагаются в 2-3 ряда глазные ресницы (*cilia*); на верхнем веке их 100-150, на нижнем - 50-70. Волосяные мешочки ресниц связаны с маленькими сальными железами. Несколько позади ресничных волосков по самому внутреннему краю века находится ряд чрезвычайно мелких отверстий 30 особых сальных железок (мейбомиевы железы), которые залегают в толще опорных пластинок век. Веки и ресницы защищают глазную щель, а также нежную и чувствительную роговую оболочку от пыли и внедрения инородных тел, а также от прямых лучей света.

Слезный аппарат глаза состоит из двух трубчатых слезных желез (*glandulae lacrimales*), расположенных в наружноверхнем углу глазницы; их протоки в количестве около 10 открыты в щелевидную конъюнктивальную полость (мешок). Слезная жидкость омывает поверхность глазного яблока и скапливается в медиальном углу глаза - слезном озере. Для оттока слезной жидкости служит слезно-носовой канал, открывающийся в нижний носовой ход. Когда выделяется большое количество слезной жидкости, она не

успевают стекать через слезный канал и изливаются через край нижнего века (слезы). Слезная жидкость предохраняет роговицу от высыхания.

Поверхность здоровых глаз совершенно надежно защищена от микробов. Она, как говорят, "стерильна". Вредные микробы не только не могут на ней ужиться и размножиться, но гибнут и растворяются здесь весьма быстро. Оказывается, что слезные железы человека, как и животных, непрерывно выделяют и направляют через слезный проток на поверхность увлажненного глаза ничтожные количества весьма активного вещества - слезного лизоцима, способного быстро умертвлять и растворять попавшие на поверхность конъюнктивы глаза бактерии. Повреждения же слезной железы или закупорка ее выводного протока вызывают немедленное нагноение и поражение глаза разными видами болезнетворных микробов.

Из защитных приспособлений глаза можно еще назвать стенки орбиты, жировую клетчатку, предохраняющую его от толчков, брови, защищающие от стекающего со лба пота, веки, регулирующие силу светового раздражения и механически защищающие глаз, так как даже малейшее раздражение ресниц вызывает их смыкание.

Кровоснабжение глаза. Глазничная артерия, вступив в глазницу вместе со зрительным нервом, дает ветви в толщу зрительного нерва в виде его осевых сосудов, снабжает кровью глазные мышцы и другие образования глазной впадины. Проникая к оболочкам глаза, сосуды разделяются на мелкие и мельчайшие веточки, образуя густую и сложную капиллярную сеть в сосудистой оболочке глаза. Вены сетчатой оболочки вследствие свойственного им кругового расположения называются *vasa vortikosa*. Некоторые из маленьких вен, исходящих из ресничной мышцы, сливаются в одну кольцеобразную вену, так называемый шлеммов канал, или венозное кольцо, окружающее роговицу.

Кровоснабжение глаза осуществляется двумя различными артериальными сосудами, из которых каждый образует свой сосудистый тракт. В сетчатку кровь поступает через посредство а. *centralis retinae* и собирается венами сетчатки. Сосудистая оболочка глаза, цилиарное тело и радужка снабжаются кровью из ресничных артерий. Обе системы практически не анастомозируют одна с другой.

Зрительный анализатор состоит из глазного яблока, строение которого схематично представлено, проводящих путей и зрительной коры головного мозга.

- 1 - склера,
- 2 - сосудистая оболочка,
- 3 - сетчатка,
- 4 - роговица,

- 5 - радужка,
- 6 - ресничная мышца,
- 7 - хрусталик,
- 8 - стекловидное тело,
- 9 - диск зрительного нерва,
- 10 - зрительный нерв,
- 11 - желтое пятно.

Вокруг глаза расположены три пары глазодвигательных мышц. Одна пара поворачивает глаз влево и вправо, другая - вверх и вниз, а третья вращает его относительно оптической оси. Сами глазодвигательные мышцы управляются сигналами, поступающими из мозга. Эти три пары мышц служат исполнительными органами, обеспечивающими автоматическое слежение, благодаря чему глаз может легко сопровождать взором всякий движущийся вблизи и вдали объект.

Мышцы	глаза
1 - наружная	прямая;
2 - внутренняя	прямая;
3 - верхняя	прямая;
4 - мышца, поднимающая верхнее веко;	
5 - нижняя косая мышца;	
6 - нижняя прямая мышца.	

Глаз, глазное яблоко имеет почти шаровидную форму примерно 2,5 см в диаметре. Он состоит из нескольких оболочек, из них три - основные:

склера -	внешняя	оболочка,
сосудистая	оболочка -	средняя,
сетчатка -		внутренняя.

Склера имеет белый цвет с молочным отливом, кроме передней ее части, которая прозрачна и называется роговицей. Через роговицу свет поступает в глаз. Сосудистая оболочка, средний слой, содержит кровеносные сосуды, по которым кровь поступает для питания глаза. Прямо под роговицей сосудистая оболочка переходит в радужную оболочку, которая и определяет цвет глаз. В центре ее находится зрачок. Функция этой оболочки - ограничивать поступление света в глаз при его высокой яркости. Это достигается сужением зрачка при высокой освещенности и расширением - при низкой. За радужной оболочкой расположен хрусталик, похожий на двояковыпуклую линзу, который улавливает свет, когда он проходит через зрачок и фокусирует его на сетчатке. Вокруг хрусталика сосудистая оболочка образует ресничное тело, в котором заложена мышца, регулирующая кривизну хрусталика, что обеспечивает ясное и четкое видение разноудаленных предметов. Достигается это следующим образом.

Хрусталик в глазу "подвешен" на тонких радиальных нитях, которые охватывают его круговым поясом. Наружные концы этих нитей прикрепляются к ресничной мышце. Когда эта мышца расслаблена (в случае фокусировки взора на удаленном предмете), то кольцо, образуемое ее телом, имеет большой диаметр, нити, держащие хрусталик, натянуты, и его кривизна, а следовательно и преломляющая сила, минимальна. Когда же ресничная мышца напрягается (при рассматривании близко расположенного объекта), ее кольцо сужается, нити расслабляются, и хрусталик становится более выпуклым и, следовательно, более сильно преломляющим. Это свойство хрусталика менять свою преломляющую силу, а вместе с этим и фокусную точку всего глаза, называется аккомодацией.

Лучи света фокусируются оптической системой глаза на особом рецепторном (воспринимающем) аппарате - сетчатой оболочке. Сетчатка глаза - передний край мозга, исключительно сложное как по своей структуре, так и по функциям образование. В сетчатке позвоночных обычно различают 10 слоев нервных элементов, связанных между собой не только структурно-морфологически, но и функционально. Главным слоем сетчатки является тонкий слой светочувствительных клеток - фоторецепторов. Они бывают двух видов: отвечающие на слабый засвет (палочки) и отвечающие на сильный засвет (колбочки). Палочек насчитывается около 130 миллионов, и они расположены по всей сетчатке, кроме самого центра. Благодаря им обнаруживаются предметы на периферии поля зрения, в том числе при низкой освещенности. Колбочек насчитывается около 7 миллионов. Они расположены главным образом в центральной зоне сетчатки, в так называемом "желтом пятне". Сетчатка здесь максимально утончается, отсутствуют все слои, кроме слоя колбочек. "Желтым пятном" человек видит лучше всего: вся световая информация, попадающая на эту область сетчатки, передается наиболее полно и без искажений. В этой области возможно лишь дневное, цветное зрение, при помощи которого воспринимаются цвета окружающего нас мира.

От каждой светочувствительной клетки отходит нервное волокно, соединяющее рецепторы с центральной нервной системой. При этом каждую колбочку соединяет свое отдельное волокно, тогда как точно такое же волокно "обслуживает" целую группу палочек.

Под воздействием световых лучей в фоторецепторах происходит фотохимическая реакция (распад зрительных пигментов), в результате которой выделяется энергия (электрический потенциал), несущая зрительную информацию. Эта энергия в виде нервного возбуждения передается в другие слои сетчатки - на клетки-биполяры, а затем на ганглиозные клетки. При этом, благодаря сложным соединениям этих клеток, происходит удаление случайных "помех" в изображении, усиливаются слабые контрасты, острее воспринимаются движущиеся предметы. Нервные волокна со всей сетчатки собираются в зрительный нерв в особой области

сетчатки - "слепом пятне". Оно расположено в том месте, где зрительный нерв выходит из глаза, и все, что попадает на эту область, исчезает из поля зрения человека. Зрительные нервы правой и левой стороны перекрещиваются, причем у человека и высших обезьян перекрещиваются лишь половина волокон каждого зрительного нерва. В конечном счете вся зрительная информация в кодированном виде передается в виде импульсов по волокнам зрительного нерва в головной мозг, его высшую инстанцию - кору, где и происходит формирование зрительного образа.

Схема строения зрительного анализатора

- 1 - сетчатка,
- 2 - неперекрещенные волокна зрительного нерва,
- 3 - перекрещенные волокна зрительного нерва,
- 4 - зрительный тракт,
- 5 - наружное коленчатое тело,
- 6 - radiatio optici,
- 7 - lobus opticus,

Окружающий нас мир мы видим ясно, когда все отделы зрительного анализатора "работают" гармонично и без помех. Для того, чтобы изображение было резким, сетчатка, очевидно, должна находиться в заднем фокусе оптической системы глаза. Различные нарушения преломления световых лучей в оптической системе глаза, приводящие к расфокусировке изображения на сетчатке, называются аномалиями рефракции (аметропиями). К ним относятся близорукость (миопия), дальнозоркость (гиперметропия), возрастная дальнозоркость (пресбиопия) и астигматизм (рис. 5).

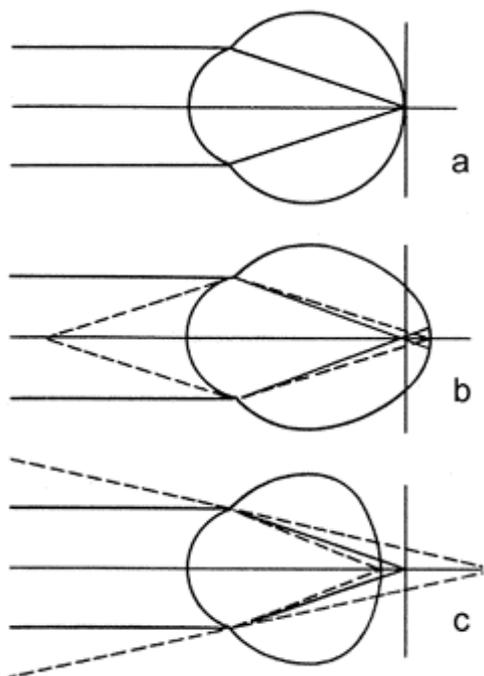
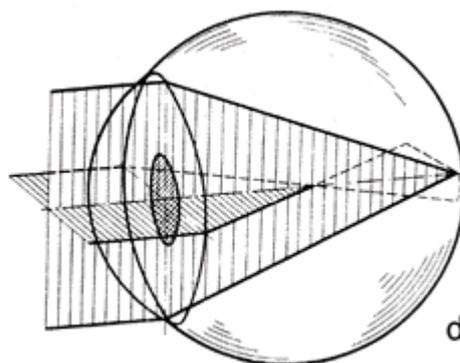


Рис.5. Ход лучей при различных видах клинической рефракции глаза

- a - эметропия (норма);
- b - миопия (близорукость);
- c - гиперметропия (дальнозоркость);
- d - астигматизм.



Фоторецепторы — светочувствительные сенсорные нейроны сетчатки глаза. Фоторецепторы содержатся вовнешнем зернистом слое сетчатки. Фоторецепторы отвечают гиперполяризацией (а не деполяризацией, как другие нейроны) в ответ на адекватный этим рецепторам сигнал — свет. Фоторецепторы размещаются в сетчатке очень плотно, в виде шестиугольников (гексагональная упаковка).

Классификация фоторецепторов

К фоторецепторам в сетчатке глаза человека относятся 3 вида колбочек (каждый тип возбуждается светом определенной длины волны), которые отвечают за цветное зрение, и один вид палочек, который отвечает за засумеречное зрение. В сетчатке глаза человека насчитывается $110 \div 125$ млн палочек и $4 \div 7$ млн колбочек.

Сравнение палочек и колбочек

Таблица, иллюстрирующая различия между палочками и колбочками (по книге Эрика Канделя «Принципы науки о нейронах»)

Палочки	Колбочки
Используются для <u>ночного зрения</u> (в условиях слабой освещенности)	Используются для <u>дневного зрения</u> (в условиях высокой освещенности)
Высокочувствительны; воспринимают и рассеянный свет	Не очень чувствительны к свету; реагируют только на прямой свет
Повреждение вызывает <u>никталопию</u> (гемералопию)	Повреждение вызывает слепоту, <u>дневную слепоту</u> , <u>ахроматопию</u>
Низкая острота зрения	Высокая острота зрения; лучшее пространственное разрешение
Нет в <u>центральной ямке</u>	Сосредоточены в <u>центральной ямке</u>
Замедленная реакция на свет	Быстрая реакция на свет, могут воспринимать более быстрые изменения у раздражителя
Имеют больше пигмента, чем колбочки	Имеют меньше пигмента
Мембранные диски не привязаны непосредственно к клеточной мембране	Мембранные диски крепятся к наружной мембране
В 20 раз больше, чем колбочек, по количеству.	
Один тип <u>фоточувствительного пигмента</u>	Три типа <u>фоточувствительных пигментов</u>

	у человека
Ср. Ахроматическое зрение	Ср. Цветное зрение

Связи между фоторецепторами

У позвоночных животных существуют горизонтальные связи между однотипными фоторецепторами (например, между колбочками с одинаковой чувствительностью), а в некоторых случаях — и между рецепторами разного типа. В сетчатке приматов связей между палочками не обнаружено. Несмотря на это, фоторецепторы на их освещение отвечают так, будто между ними есть связи. При освещении одного рецептора происходит его гиперполяризация. Если бы не было связей между фоторецепторами, то такое воздействие давало бы единственный отреагировавший фоторецептор сетчатки человека. Однако, опыты показывают, что соседние рецепторы тоже гиперполяризируются. Вероятное объяснение этого парадокса состоит в том, что колбочки центральной ямки расположены очень плотно, и изменение мембранного потенциала одного фоторецептора перетекает на соседние.

Фоторецепторы

Фоторецепторами являются палочки и колбочки, расположенные в наружном слое сетчатки. Палочки и колбочки сходны по своему строению, они состоят из четырех участков:

1. Наружный сегмент - светочувствительный участок, где световая энергия преобразуется в рецепторный потенциал. Наружный сегмент заполнен мембранными дисками, образованными плазматической мембраной. В палочках в каждом наружном сегменте содержится 600 - 1000 дисков, которые представляют собой уплощенные мембранные мешочки, уложенные как столбик монет. В колбочках мембранных дисков меньше, они представляют собой складки плазматической мембраны.
2. Перетяжка - место, где наружный сегмент почти полностью отделен от внутреннего впячиванием наружной мембраны. Связь между двумя сегментами осуществляется через цитоплазму и пару ресничек, переходящих из одного сегмента в другой.
3. Внутренний сегмент - область активного метаболизма, заполненная митохондриями, доставляющими энергию для процессов зрения, и полирибосомами, на которых синтезируются белки, участвующие в образовании мембранных дисков и зрительного пигмента. Здесь же расположено ядро.
4. Синаптическая область - место, где клетка образует синапсы с биполярными клетками. Диффузные биполярные клетки могут образовывать синапсы с несколькими палочками. Это явление, называемое синаптической конвергенцией, уменьшает остроту зрения, но повышает светочувствительность глаза. Моносинаптические биполярные клетки связывают одну колбочку с одной ганглиозной клеткой, что

обеспечивает лучшую по сравнению с палочками остроту зрения. Горизонтальные клетки и амакриновые клетки связывают вместе некоторое число палочек или колбочек. Благодаря этим клеткам зрительная информация еще до выхода из сетчатки подвергается определенной переработке. Эти клетки участвуют также в латеральном торможении.

Палочек в сетчатке содержится больше, чем колбочек - 120 млн и 6 - 7 млн соответственно. Тонкие, вытянутые палочки размером 50x3 мкм равномерно распределены по всей сетчатке, кроме центральной ямки, где преобладают удлиненные конические колбочки размером 60x1,5 мкм. Так как в центральной ямке колбочки очень плотно упакованы (150 тыс. на кв.мм), этот участок отличается высокой остротой зрения. Палочки обладают большей чувствительностью к свету и реагируют на более слабое освещение. Палочки содержат только один зрительный пигмент, не могут различать цвета и используются преимущественно в ночном зрении. Колбочки содержат три зрительных пигмента, что позволяет распознавать цвета, они используются преимущественно при дневном свете. Палочковое зрение отличается меньшей остротой, так как палочки расположены менее плотно и сигналы от них подвергаются конвергенции, но именно это обеспечивает высокую чувствительность, необходимую для ночного зрения.

Палочки содержат светочувствительный пигмент родопсин.

Клетки фоторецепторы:

палочки

колбочки

Лекция 15

Анатомическое строение слухового и вкусового анализаторов

Сенсорная система, обеспечивающая кодирование акустических стимулов и обуславливающая способность животных ориентироваться в окружающей среде посредством оценки акустических раздражителей. Периферические отделы слуховой системы представлены органами слуха и лежащими во внутреннем ухе фонорецепторами. На основе формирования сенсорных систем (слуховой и зрительной) формируется назывательная (номинативная) функция речи — ребёнок ассоциирует предметы и их названия.

Человеческое ухо состоит из трех частей:

- Наружное ухо — латеральная часть периферического отдела слуховой системы млекопитающих, птиц, некоторых пресмыкающихся^[8] и единичных видов земноводных. У наземных млекопитающих включает ушную раковину и наружный слуховой проход; от среднего уха отделяется барабанной перепонкой. Иногда последнюю рассматривают в качестве одной из структур наружного уха.

- Среднее ухо — часть слуховой системы млекопитающих (в том числе человека), развившаяся из костей нижней челюсти и обеспечивающая преобразование колебаний воздуха в колебания жидкости, наполняющей внутреннее ухо. Основной частью среднего уха является барабанная полость — небольшое пространство объёмом около 1 см³, находящееся в височной кости. Здесь находятся три слуховые косточки: молоточек, наковальня и стремечко — они передают звуковые колебания из наружного уха во внутреннее, одновременно усиливая их.
- Внутреннее ухо — один из трёх отделов органа слуха и равновесия. Является наиболее сложным отделом органов слуха, из-за своей замысловатой формы называется лабиринтом.

Слуховая сенсорная система человека

Слуховая система является одной из важнейших дистантных сенсорных систем человека, так как она является средством межличностного общения. Акустические (звуковые) сигналы, представляющие собой колебания воздуха с разной частотой и силой, возбуждают слуховые рецепторы, которые находятся в улитке внутреннего уха. Эти рецепторы активируют первые слуховые нейроны, после чего сенсорная информация передается в слуховую область коры большого мозга.

Наружное ухо.

Наружный слуховой проход проводит звуковые колебания к барабанной перепонке, которая отделяет наружное ухо от барабанной полости, или среднего уха. Она представляет собой тонкую (0,1 мм) перегородку и имеет форму направленной внутрь воронки. После того, как через наружный слуховой проход действуют звуковые колебания, перепонка начинает колебаться.

Среднее ухо.

В среднем ухе находятся три косточки: молоточек, наковальня и стремечко. Они последовательно передают колебания барабанной перепонки во внутреннее ухо. Рукоятка молоточка вплетена в барабанную перепонку, а другая его сторона соединена с наковальней. Сама наковальня передаёт колебания стремечку, которое передаёт колебания барабанной перепонки уменьшенной амплитуды, но увеличенной силы. В среднем ухе расположены две мышцы: стременная (*m. stapedius*) и напрягающая барабанную перепонку (*m. tensor tympani*). Первая из них, фиксирует стремечко, ограничивая тем самым его движения, а вторая сокращается и усиливает натяжение барабанной перепонки. Сокращаясь примерно через 10 мс, эти мышцы автоматически предохраняют внутреннее ухо от перегрузок.

Строение улитки.

Во внутреннем ухе находится улитка, представляющая собой костный спиральный канал с диаметром у основания 0,04 мм, а на вершине — 0,5 мм. Костный канал разделен двумя перепонками: преддверной (вестибулярной) мембраной и основной мембраной. На вершине улитки обе эти мембраны

соединяются. Верхний канал улитки сообщается с нижним каналом улитки через овальное отверстие улитки барабанной лестницей. Оба канала улитки заполнены перилимфой, которая напоминает по составу цереброспинальную жидкость. Между верхним и нижним каналами проходит средний — перепончатый канал, заполненный эндолимфой. Внутри среднего канала улитки на основной мембране расположен звуковоспринимающий аппарат, который содержит рецепторные волосковые клетки, трансформирующие механические колебания в электрические потенциалы.

Расположение и структура рецепторных клеток спирального органа.

Расположенные на основной мембране внутренние и наружные рецепторные волосковые клетки отделены друг от друга кортиевыми дугами. Внутренние волосковые клетки располагаются в один ряд, а наружные — в 3—4 ряда. Общее число этих клеток от 12 000 до 20 000. Один полюс удлинённой волосковой клетки фиксирован на основной мембране, а второй находится в полости перепончатого канала улитки.

Механизмы слуховой рецепции.

При действии звука основная мембрана начинает колебаться, а наиболее длинные волоски рецепторных клеток, наклоняясь, касаются покровной мембраны. Отклонение волоска на несколько градусов приводит к натяжению тончайших вертикальных нитей (микрофиламент) и открытию от 1 до 5 ионных каналов в мембране рецепторных клеток. После чего через открытый канал в волосок начинает течь калиевый ионный ток. Деполяризация пресинаптического окончания волосковой клетки приводит к выходу в синаптическую щель нейромедиатора, который воздействует на постсинаптическую мембрану афферентного волокна и вызывает генерацию в нём возбуждающего постсинаптического потенциала, после чего в нервные центры генерируются импульсы. Рецепторные клетки связаны между собой в пучок тонкими поперечными нитями. При сгибании одного или нескольких более длинных волосков, они тянут за собой все остальные волоски. По этой причине открываются ионные каналы всех волосков и обеспечивается достаточная величина рецепторного потенциала.

Электрические явления в улитке.

При отведении электрических потенциалов от разных частей улитки обнаружено пять различных феноменов:

- микрофонный потенциал улитки
- суммационный потенциал
- потенциалы слухового нерва
- мембранный потенциал слуховой рецепторной клетки
- потенциал эндолимфы

Первые три возникают под влиянием звуковых раздражений, а последние два не обусловлены действием звука. Если ввести в улитку электроды, а затем соединить их с динамиком и подействовать на ухо звуком, то динамик точно воспроизведет этот звук. Это явление называют микрофонным

эффектом улитки. Регистрируемый электрический потенциал (кохлеарный микрофонный потенциал) генерируется на мембране волосковой клетки в результате деформации волосков. При воздействии сильным звуком большой частоты (высокие тона) происходит сдвиг исходной разности потенциалов (суммационный потенциал). Суммационный потенциал может быть положительным и отрицательным. В результате возбуждения рецепторов импульсные сигналы генерируются в волокнах слухового нерва.

Вкусовой анализатор

Сенсорная система, при помощи которой воспринимаются вкусовые раздражения. Вкусовые органы — периферическая часть вкусового анализатора, состоящая из особых чувствительных клеток (вкусовых рецепторов). У большинства беспозвоночных вкусовые органы и органы обоняния ещё не разделены и являются органами общего химического чувства — вкуса и обоняния. Вкусовые органы насекомых представлены особыми хитиновыми волосками — сенсиллами, расположенными на ротовых придатках, в полости рта и др. В состав волоска входят опорные клетки, они окружают рецепторные клетки, дающие 2 тонких отростка — периферический, снабжённый видоизменённой ресничкой, которая заканчивается в области поры и непосредственно соприкасается со вкусовыми веществами, и центральный, идущий в центральную нервную систему. У низших позвоночных, например рыб, вкусовые органы могут располагаться по всему телу, но в особенности на губах, усиках, в ротовой полости, на жаберных дужках. У земноводных вкусовые органы находятся только в ротовой полости и отчасти в носовой. У млекопитающих животных и человека вкусовые органы помещаются главным образом на сосочках языка и отчасти на мягком нёбе и задней стенке глотки. Наибольшего развития вкусовые органы достигают у животных, медленно и хорошо пережёвывающих пищу.

Вкусовая сенсорная система — сенсорная система, при помощи которой воспринимаются вкусовые раздражения.

Вкусовые рецепторы, как и обонятельные рецепторы, являются хеморецепторами и предназначены для отслеживания химического состава окружающей среды. Вкус обычно рассматривают как контактное чувство: действующие молекулы находятся в растворе, который контактирует с рецептором, а обоняние, напротив, — дистантное чувство, и молекулы химических веществ доставляются к рецепторам потоками воздуха. Такая классификация очень условна как на клеточном, так и на молекулярном уровне (рецепторный механизм в случае как вкуса, так и обоняния может быть одним и тем же). Ещё труднее провести границу между вкусом и обонянием для водных животных, где стимулирующие вещества

всегда растворены, а также ряда беспозвоночных (плоских и кольчатых червей, моллюсков). В данной статье подробно рассматриваются собственно вкусовые сенсорные системы насекомых и млекопитающих.

Низшие беспозвоночные

Как оговаривалось выше, выделение вкусовой системы у многих беспозвоночных довольно условно. Тем не менее, вкусовыми рецепторами у них можно считать хеморецепторы, задействованные в пищевом поведении. Например, плоские черви планарии обладают хеморецепторами, которые локализованы в голове и функционируют при питании. Чарльз Дарвин показал, что дождевые черви способны различать краснокочанную и обычную капусту, а также листья моркови и сельдерея. Наземные моллюски используют хеморецепторы для обнаружения пищи.

Насекомые

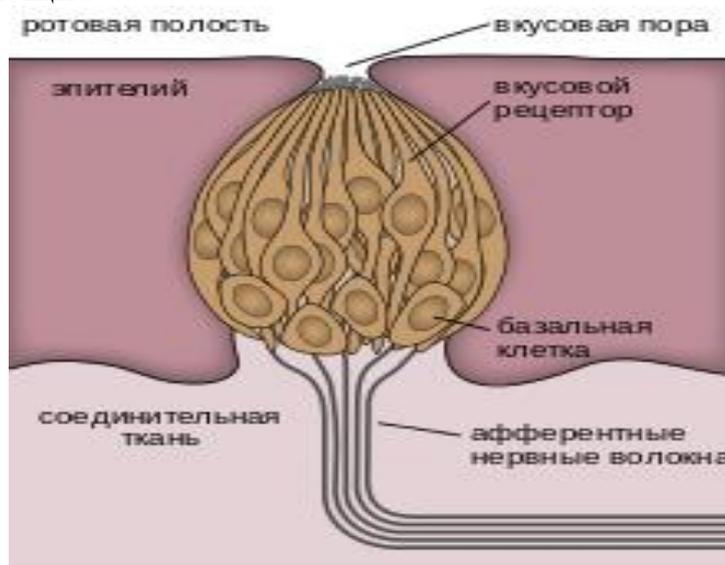
Исследование вкуса у насекомых началось с работ Минниха и Детье, которые изучали рефлекс вытягивания хоботка у бабочек и мясных мух в ответ на стимуляцию лапок питательными растворами. Позднее сходная хемочувствительность была показана в больших хеморецепторных волосках верхней губы (лабеллума) хоботка мух Calliphora и Phormia. При стимуляции губа выдвигается вперёд так, что волоски соприкасаются с жидкостью и тестируют её. Оказалось, что одиночный лабеллярный рецептор сахара по-разному отвечает на разные сахара, а частота импульсации возрастает с увеличением концентрации сахара. У мясных мух на лабеллуме расположены четыре группы хеморецепторных волосков, которые чувствительны преимущественно к сахарам, катионам, анионам или воде соответственно. Кроме того, сенсиллы, реагирующие на сахара, способны реагировать на некоторые аминокислоты и жирные кислоты, а водные рецепторы ингибируются солями. У других насекомых имеются другие рецепторы, соответствующие их пищевым предпочтениям. Так, растительоядные насекомые и гусеницы имеют рецепторы, чувствительные к химическим веществам, содержащимся в растительной пище.

Хеморецепторные сенсиллы насекомых имеют одну или несколько пор, причём контактные (вкусовые) сенсиллы имеют, как правило, одну пору, а дистантные (обонятельные) имеют несколько пор для увеличения чувствительности. Вкусовые сенсиллы представлены волосками или выростами разной формы и размеров и обычно мультимодальны. Лабеллярные сенсиллы мухи Phormia содержат 4 хеморецепторные и одну механорецепторную клетку. Внешние сегменты дендритов хеморецепторных клеток проходят вдоль сенсиллы и оканчиваются непосредственно под порой, а аксоны этих клеток идут в подглоточный ганглий.

При стимуляции сенсиллы вкусовым раздражителем кончик наружного сегмента хеморецепторной клетки деполяризуется, и деполяризация

электротонически распространяется вниз по наружному сегменту и достигает внутреннего сегмента. Деполяризация основания наружного сегмента распространяется к аксону хеморецепторной клетки, где и инициируется импульс. Строение хеморецепторной сенсиллы насекомых напоминает строение миелинизированного аксона позвоночных, однако вместо миелиновой оболочки усиление электротонического распространения тока по сенсилле обеспечивает кутикулярная оболочка, окружающая наружный сегмент.

Млекопитающие



Строение вкусовой почки

Органы вкуса млекопитающих представлены вкусовыми луковичками, или сосочками, которые расположены на слизистых оболочках языка, твёрдого нёба, а также глотки и надгортанника и содержат рецепторы вкуса (хеморецепторы). Традиционно считалось, что система восприятия вкусовых ощущений у млекопитающих — четырёхкомпонентная, причём первичными вкусами являются сладкий, солёный, кислый и горький. На рубеже XX—XXI вв. выявлен пятый тип рецепторов вкуса, отвечающий за восприятие «мясного» вкуса (умами)^[10]. Предполагается, что в ходе эволюции высокая чувствительность к горечи развилась как средство избегать ядов (многие вещества, воспринимаемые как горькие, ядовиты), а к сладости — для детектирования высокоэнергетических продуктов.^[11]

Вкусовые рецепторы млекопитающих находятся во вкусовых почках, представляющих собой видоизменённые эпителиальные клетки. В 2005 году было установлено, что одна чувствительная клетка экспрессирует только один тип рецепторов, а значит, чувствительна лишь к одному из пяти вкусов.

Рецепторы, реагирующие на сладкий и горький вкус, а также умами, метаботропные и связаны с G-белками. Например, у человека имеется свыше 30 типов рецепторов горького вкуса, но только один — для умами и один —

для сладкого. Входящие сенсорные импульсы горького вкуса проводятся G-белком α -гастдуцином. Рецептор умами представляет собой метаботропный глутаматный рецептор (mGluR4), стимуляция которого вызывает уменьшение концентрации цАМФ. Кислый вкус ощущается, когда присутствие ионов H^+ , характерное для кислой среды, ведёт к более частому закрыванию K^+ -каналов и тем самым деполяризует чувствительную клетку. Солёный вкус обусловлен наличием катионов Na^+ , K^+ и т. д., поскольку они, входя в чувствительную клетку по специфическим ионным каналам, деполяризуют клетку, однако присутствие анионов также играет свою роль^{[13][12]}. Информация от чувствительных клеток собирается лицевым нервом (передние 2/3 языка), языкоглоточным нервом (задняя 1/3 языка и твёрдое нёбо) и блуждающим нервом (глотка и надгортанник), откуда она поступает в особый пучок в продолговатом мозге. Далее она поступает в таламус, а далее — в соответствующую зону коры больших полушарий.

Традиционно было принято считать, сладкий и солёный вкус воспринимаются преимущественно кончиком языка, кислый — его боками, горький — средней частью спинки языка^[9]. Тем не менее, имеющиеся к настоящему моменту молекулярные и функциональные данные показывают, что все вкусовые рецепторы распределены по всей поверхности языка и отличаются лишь плотностью своего распределения. Таким образом, никакой «карты языка» не существует, вопреки ошибочным популярным представлениям.

В некоторых источниках в качестве отдельного вкуса выделяют вкус воды. Показано, что смешанная ветвь лицевого нерва млекопитающих содержит волокна, реагирующие на попадание воды на язык. Однако субъективно «вкус» воды воспринимается по-разному в зависимости от того, какое вкусовое ощущение ему предшествовало. Так, после действия хинина или лимонной кислоты вкус воды оценивается как сладкий, а после NaCl или сахарозы — как горький. Поэтому, возможно, между рецепторами воды и вышеупомянутых вкусовых ощущений есть взаимодействие.

В 2015 году были опубликованы результаты исследования, показавшего, что вкус неэтерифицированных жирных кислот («масляный вкус») совершенно отличен от пяти других вкусов (правда, между этим вкусом и умами обнаружилось некоторое перекрытие). Короткоцепочечные жирные кислоты имеют вкус, сходный с кислым, однако при увеличении длины ацильной цепи вкус кислоты становится всё более «масляным»

Лекция 16

Анатомическое строение тактильного и обонятельного анализаторов

Кожа является важной структурой тактильного анализатора. Непосредственно соприкасаясь с окружающей средой, она выполняет многообразные и очень важные функции: выступает в роли органа чувств (**рецепторная функция**), защищает внутренние органы от воздействий внешней среды (**защитная функция**), препятствует размножению на поверхности и проникновению в организм микроорганизмов (**иммунная функция**), путем расширения или сужения сосудов и выделения пота регулирует теплоотдачу (**терморегулирующая функция**), участвует в газообмене (**дыхательная функция**), в обмене веществ (**выделительная функция, синтез под воздействием ультрафиолетовых лучей витамина D**) и т.д. Кожные покровы взрослого человека составляют площадь 1,5–2 м², а ее масса – около 5% массы тела. Кожные покровы человека в своем составе имеют три слоя: эпидермис, дерма, или собственно кожа, и гиподерма, или подкожная жировая клетчатка.

Строение кожи:

Эпидермис (I): **1** – роговой слой; **2** – блестящий слой; **3** – зернистый слой; **4** – шиповатый слой; **5** – базальный слой; **6** – базальная мембрана.

Дерма (II) и гиподерма (III): **7** – стержень волоса; **8** – корень волоса; **9** – сальная железа; **10** – мышца, поднимающая волос; **11** – свободное нервное окончание (рецептор болевых ощущений); **12** – тельца Мейснера (а) и Меркеля (б) (осязательные рецепторы); **13** – тельца Краузе (рецептор Холодовой чувствительности); **14** – тельца Руффини (рецептор тепловой чувствительности); **15** – тельце Фатера-Пачини (рецептор давления и вибрации); **16** – чувствительные нервные волокна; **17** – потовая железа; **18** – поверхностная сосудистая сеть дермы; **19** – лимфатические сосуды; **20** – глубокая сосудистая сеть дермы; **21** – вены; **22** – артерии

Эпидермис – верхний, самый тонкий слой кожи – представляет собой многослойный плоский ороговевающий эпителий. Состоит из пяти слоев клеток, отличающихся степенью дифференцировки. Нижний (базальный) слой эпидермиса граничит с сосудами дермы. В нем наиболее активно протекают процессы деления и метаболизма. Перемещаясь вверх, клетки эпидермиса (кератиноциты) уплощаются, теряют ядро и органеллы, в них уменьшается содержание воды – в результате верхний (роговой) слой эпидермиса состоит из клеток, в которых не происходит обмена веществ.

Процесс перемещения занимает около месяца. Кроме представляющих подавляющее большинство кератиноцитов, в эпидермисе в меньшем количестве существуют другие виды клеток: меланоциты, выполняющие пигментообразующую функцию, клетки Лангерганса, являющиеся клетками иммунной системы, лимфоциты.

Дерма включает в себя сосочковый и сетчатый (ретикулярный) слои. Располагающиеся в дерме волокна коллагена и эластина являются опорным каркасом кожи и вместе с межклеточным веществом придают ей упругость. Здесь можно встретить гладкие мышечные волокна; сокращение мышц,

поднимающих волос, вызывают эффект "гусиной кожи". В дерме расположены сальные и потовые железы, корни волос, сосуды, осязательные клетки Меркеля и Мейснера, свободные нервные окончания.

Подкожно-жировая клетчатка (гиподерма) образована пучками продолжающихся волокон сетчатого слоя дермы и находящимися между ними жировыми клетками. Она защищает организм от резких перепадов температур, амортизирует механические воздействия, во время длительного периода недостатка питательных веществ организм получает энергию благодаря расщеплению жировых клеток.

Кожа ребенка раннего возраста имеет тонкий и рыхлый эпидермальный слой, снабжена множеством сосудов, отличается большим содержанием влаги, имеет хорошо развитую подкожно-жировую клетчатку. Анатомической особенностью кожи является разнообразие и большое количество не полностью созревших соединительнотканых клеток; отдельные их виды (тучные клетки) образуют биологически активные вещества и ферменты, которые способствуют возникновению у детей аллергических реакций.

В раннем возрасте функционируют эккринные потовые железы, которые достигают полного развития к 5–7 годам. Другой вид потовых желез, секрет которых имеет запах, – апокринные потовые железы – начинают функционировать лишь с началом полового созревания, а полного развития достигают с наступлением половой зрелости. В связи с незрелостью потовых желез потеря воды и минеральных веществ через кожу у детей в раннем возрасте в 2–3 раза больше, чем у взрослых.

Чем младше ребенок, тем более уязвима к неблагоприятным воздействиям кожа. У маленьких детей недостаточно развиты терморегулирующая и выделительная функции кожи, сравнительно легко возникают аллергические кожные реакции, значительно больше, чем у взрослых, развита всасывательная функция, которую необходимо учитывать при нанесении ребенку мазей и кремов. Дыхательная функция кожи играет в жизнедеятельности детского организма гораздо большую роль, чем у взрослого. У малышей очень несовершенны защитные возможности кожи. Трещины и ссадины у них на коже могут служить воротами для любой инфекции.

В то же время кожа ребенка обладает более высокой восстановительной способностью по сравнению с кожей взрослого; заживление ран у детей идет значительно быстрее. Важной функцией кожи в период роста организма является образование в ней витамина D. Тактильная функция кожи имеет большое значение не только во взаимодействии организма ребенка с внешней средой, но и обладает стимулирующим действием на развитие центральной нервной системы и проводящих путей.

Кожа является своеобразным зеркалом состояния здоровья целостного организма, на ее структуре отражается состояние кровообращения,

эндокринной системы, метаболизма. В частности, в пубертатном периоде нейроэндокринные преобразования, происходящие в организме, проявляются изменением деятельности сальных и потовых желез, что может приводить к воспалительным явлениям и угревой сыпи.

Тактильная система обеспечивает формирование ощущений давления, прикосновения, щекотки и вибрации.

Периферический отдел тактильной системы представлен различными видами рецепторов. Рецепторами, воспринимающими давление, являются неинкапсулированные нервные окончания, диски Меркеля, тельца Руффини, концевые колбы Краузе; тельца Мейснера воспринимают прикосновение; ощущение щекотки формируется при возбуждении неинкапсулированных нервных окончаний; ведущую роль в восприятии вибрации играют тельца Пачини, обладающие очень быстрой адаптацией.

Проводниковый отдел начинается дендритами А-волокон и лишь от рецепторов щекотки — С-волокон чувствительных нейронов спинальных ганглиев и ганглиев черепных нервов (первый нейрон). В заднем роге спинного мозга аксоны нейронов спинальных ганглиев без переключения в составе задних канатиков спинного мозга восходят к продолговатому мозгу, где образуют синапс со вторыми нейронами в ядрах заднего столба. От кожи головы и слизистой полости рта импульсы идут по тройнично-таламическому тракту: ко вторым нейронам, расположенным в главном ядре тригеминального комплекса в мосту. Далее проводящий путь тактильной системы следует через медиальную петлю к ядрам зрительного бугра (третий нейрон).

Корковый отдел находится в I и II зонах соматосенсорной области коры большого мозга (задняя центральная извилина), где локализуется четвертый нейрон. От проекционных зон коры тактильная информация поступает во фронтальные и задние ассоциативные зоны коры, благодаря которым завершается процесс восприятия.

Дополнительно:

Кожная рецепция. Кожные рецепторы. Рецепторная поверхность кожи огромна (1,4—2,1 м²). В коже сосредоточено множество рецепторов, чувствительных к прикосновению, давлению, вибрации, теплу и холоду, а также к болевым раздражениям. Их строение весьма различно. Они локализируются на разной глубине кожи и распределены неравномерно по ее поверхности. Больше всего таких рецепторов в коже пальцев рук, ладоней, подошв, губ и половых органов. У человека в коже с волосатым покровом (90 % всей кожной поверхности) основным типом рецепторов являются свободные окончания нервных волокон, идущих вдоль мелких сосудов, а также более глубоко локализованные разветвления тонких нервных волокон, оплетающих волосатую сумку.

Тактильная чувствительность

(лат. *tactilis* — осязаемый, от *tango* — касаюсь)

ощущение, возникающее при действии на кожную поверхность различных механических стимулов. Т. ч. разновидность осязания; зависит от вида воздействия: прикосновения, давления, вибрации (ритмичного прикосновения). Тактильные стимулы воспринимаются свободными нервными окончаниями, нервными сплетениями вокруг волосяных фолликулов, тельцами Пачини, Мейснера и Меркеля дисками (см. Мейснера тельца, Меркеля клетки) и др. Несколько дисков Меркеля или тельца Мейснера могут иннервироваться одним нервным волокном, составляя своеобразное тактильное образование. Инкапсулированные Рецепторы (типа тельца Пачини и Мейснера) определяют порог Т. ч.: они возбуждаются при прикосновении и вибрации и быстро адаптируются. Ощущение давления возникает при возбуждении медленно адаптирующихся рецепторов (таких, как свободные нервные окончания). По сравнению с др. кожными ощущениями Т. ч. быстро уменьшается при длительном раздражении, так как в целом процессы адаптации в тактильных рецепторах развиваются весьма быстро. Наиболее дифференцированная Т. ч. возникает при раздражении кончиков пальцев рук, губ, языка, где располагается большое количество разнообразных механорецепторных структур. Кожная часть тактильного Анализатора представлена в постцентральной и передней эктосильвиевой извилинах.

- **ТАКТИЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ** — (англ. tactile sensitivity) разновидность кожной чувствительности, которая связана с механическими раздражителями. С Т. ч. связаны ощущения прикосновения, давления и частично вибрации
- **ТАКТИЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ** — (от лат. *tactilis* осязаемый, от *tango* трогаю, касаюсь), ощущение, возникающее при действии на кожную поверхность разл. механич. раздражителей; разновидность осязания. Тактильные рецепторы расположены на поверхности кожи и некоторых слизистых.
- **ТАКТИЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ** — (от лат. *tactilis* осязание...) разновидность кожной чувствительности, с которой связаны ощущения прикосновения, давления и частично вибрации. Совокупность органов человека (рецепторы кожи, проводящие нервные пути, соответствующие центры в коре).
- **Тактильная чувствительность** — разновидность осязания, обеспечивающая различие формы и размера предмета, характера его поверхности, связанный с ощущением прикосновения предмета. Возможен благодаря наличию тактильных экстерорецепторов. Наибольшее количество тактильных.
- **ТАКТИЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ** — [от лат. *tactilis* осязательный] разновидность осязания; отражение в сознании некоторых механических свойств предмета, действующих на

соответствующие рецепторы кожной поверхности в качестве одного из видов раздражений прикосновения, давления.

- **Тактильная чувствительность** — Разновидность кожной чувствительности, с которой связаны ощущения прикосновения, давления и частично вибрации.
- **Чувствительность** — Чувствительность (*sensibilitas*) способность организма воспринимать различные раздражения, исходящие из внешней и внутренней среды, и реагировать на них. В основе Ч. лежат процессы рецепции.
- **Чувствительность (в биологии и медицине)** — Чувствительность способность организма воспринимать раздражения, исходящие из окружающей среды или из собственных тканей и органов, и отвечать на них дифференцированными формами реакций. Виды чувствительности
Общая чувствительность Поверхностная
- **ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ** — ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ, свойство животных и человека воспринимать раздражения из внешней среды и от собственных тканей и органов. У животных, обладающих нервной системой, специализированные чувствительные клетки (рецепторы) имеют высокую избирательную.
- **Чувствительность (в медицине)** — Чувствительность способность организма воспринимать раздражения, исходящие из окружающей среды или из собственных тканей и органов, и отвечать на них дифференцированными формами реакций. Виды чувствительности
Общая чувствительность Поверхностная.

Сенсорная система восприятия раздражений у позвоночных, осуществляющая восприятие, передачу и анализ обонятельных ощущений.

- *Периферический отдел* включает органы обоняния, обонятельный эпителий, содержащий хеморецепторы и обонятельный нерв. В парных проводящих нервных путях отсутствуют общие элементы, поэтому возможно одностороннее поражение обонятельных центров с нарушением обоняния на стороне поражения.
- *Вторичный центр обработки обонятельной информации* — первичные обонятельные центры (переднее продырявленное вещество (лат. *substantia perforata anterior*), лат. *area subcallosa* и прозрачная перегородка (лат. *septum pellucidum*)) и добавочный орган (вомер, воспринимающий феромоны)
- *Центральный отдел* — конечный центр анализа обонятельной информации — находится в переднем мозге. Он состоит из обонятельной луковицы, связанной ветвями обонятельного тракта с центрами, которые расположены в палеокортексе и в подкорковых ядрах.

Строение и функции обонятельного анализатора.

Периферическая часть обонятельного анализатора находится в слизистой оболочке верхнего носового хода и противоположащей части

носовой перегородки. Обонятельные клетки являются нейронами, их окружают опорные цилиндрические клетки. У человека их 60 млн. Вокруг каждой опорной клетки расположено 9—10 обонятельных. На поверхности каждой обонятельной клетки имеются реснички, которые увеличивают обонятельную поверхность, составляющую у человека примерно 5 см².

Из обонятельных клеток центростремительные импульсы по нервным волокнам, проходящим через отверстия в решетчатой кости и входящим в состав обонятельного нерва, и через подкорковые центры, где располагаются вторые и третьи нейроны, поступают в обонятельную зону больших полушарий.

Корковый отдел обонятельного анализатора находится в гиппокамповой извилине и в амониевом роге. Так как обонятельная поверхность расположена в стороне от потока воздуха при дыхании, то находящиеся в воздухе пахучие вещества проникают к ней путем диффузии. Обонятельные рецепторы обладают очень большой чувствительностью. Для возбуждения одной обонятельной клетки человека достаточно от 1 до 8 молекул пахучего вещества.

Обонятельная чувствительность исключительно велика и изменчива. Различают 7 первичных запахов: камфароидный, мускусный, цветочный, мятный, эфирный, острый, гнилостный, все остальные запахи представляют собой различные комбинации первичных. Интенсивность обоняния зависит от строения пахучего вещества, от его концентрации во вдыхаемом воздухе и от скорости прохождения воздуха к обонятельным клеткам. При непрерывном раздражении органа обоняния пахучим веществом наступает адаптация к данному запаху. Интенсивность обоняния и быстрота адаптации увеличиваются при возбуждении симпатической нервной системы.

Обоняние является древнейшим механизмом биологической адаптации и опосредовано филогенетическими архаичными структурами мозга. «Обонятельный мозг» входит в структуры лимбической системы, связанной с эмоциональной регуляцией психической деятельности. Поэтому запахи существенно влияют на уровень физической и умственной работоспособности человека, его самочувствие и настроение. Благодаря обширным связям обонятельной зоны с другими зонами при раздражении органа обоняния вызываются разнообразные двигательные и вегетативные рефлексы. Особенно тесно обоняние связано со вкусом.

Возрастные особенности обонятельного анализатора. Периферический отдел обонятельного анализатора начинает формироваться на 2-м месяце внутриутробного развития, а к 8 месяцам он уже полностью структурно оформлен.

С первых дней рождения ребенка проявляются его реакции на запах (возникновение различных мимических движений, общих движений тела, изменений работы сердца, частоты дыхания). Обоняние является важным компонентом формирования межмодального взаимодействия в выделении

ребенком матери в первые дни и недели жизни, а также ряда пищевых условных рефлексов. С возрастом увеличивается способность обонятельного анализатора к дифференцировке запахов, прочность и тонкость дифференцировки возрастает на 4-м месяце, однако у детей в 5—6 лет она остается более низкой, чем у взрослых. В пожилом возрасте порог различения запахов повышается, соответственно снижается острота обоняния. Систематические упражнения значительно обостряют обоняние; воспаление слизистой оболочки носа и курение — снижают.

Обоняние (лат. *olfactus*) — ощущение запаха, способность определять запах веществ, разновидность хеморецепции.

У позвоночных органом обоняния является обонятельный эпителий, расположенный в носовой полости на верхней носовой раковине. Вещества, перешедшие из паровой фазы в секрет на поверхности специализированных рецепторов — клеток обонятельного эпителия, вызывают их возбуждение. Нервные импульсы по обонятельным нервам поступают в обонятельные луковицы, а затем в подкорковые центры (миндалину и др.) и, наконец, в корковый центр обоняния мозга (височный отдел) и там обрабатываются. Обонятельный эпителий, нервы и центры обоняния мозга объединяют в обонятельный анализатор.

□ **Исследование обоняния**

Количественные характеристики обоняния человека исследует наука ольфактометрия (количественная оценка запаха) и одорометрия (качественная оценка запаха). Восприятие запахов нельзя измерить непосредственно. Вместо этого используют непрямые методы, такие как оценка интенсивности (как сильно ощущается запах?), определение порога восприятия (то есть при какой силе запах начинает ощущаться) и сравнение с другими запахами (на что похож данный запах?). Обычно наблюдается прямая зависимость между порогом восприятия и чувствительностью.

Американские учёные Ричард Аксель и Линда Бак получили в 2004 году Нобелевскую премию за исследование обоняния человека.

Эволюция обоняния

С эволюционной точки зрения обоняние — одно из самых древних и важнейших чувств, при помощи которого животные ориентируются в окружающей их среде. Этот анализатор является одним из главных у многих животных. «Он предшествовал всем другим чувствам, с помощью которых животное могло на расстоянии ощущать присутствие пищи, особой противоположного пола или приближение опасности»

Ставка на обоняние была стратегической в эволюции млекопитающих.

У приматов обоняние всегда было третьестепенным чувством, после зрения, слуха и даже осязания. Но у лемунообразных (мокроносые приматы) и широконосых обезьян оно используется для коммуникации между особями.

Ещё более слабое обоняние у человекообразных обезьян. Тем не менее человек выделяется даже на их фоне. Массовое превращение генов обонятельных рецепторов в псевдогены происходит около шести миллионов лет назад^[5], когда расходятся линии предков людей (гомининов) и шимпанзе и в линии человека проявляется тенденция к двуногому передвижению.

Запаховая сигнализация

Запаховыми апеллянтами, аттрактантами, пахучими

приманками именуется вещества, привлекающие животных своим запахом. **Телергонами** и **феромонами** — химические вещества, выделяемые животным в окружающую среду для воздействия на другие организмы. Muskusami условно называли секреты специфических кожных желёз, обычно имеющие сильный запах. Последние для краткости иногда именовали пахучими железами. К продуктам экскреции могут быть отнесены слюна, мускусы и т. д.; а также урина (моча) и экскременты. Под маркировочной активностью понимается поведение зверей, связанное с оставлением пахучих отметок продуктами экскреции, мускусами и т. д.

Связь обоняния у человека с полом

Обоняние зависит от пола, и женщины обычно превосходят мужчин по чувствительности, узнаванию и различению запахов. В очень небольшом количестве работ отмечено превосходство мужского пола. В исследовании Тулуза и Вахида было обнаружено, что женщины могли лучше мужчин определять запахи камфоры, цитрала, розовой и вишнёвой воды, мяты и анетолы. Аналогичные результаты были получены в ряде последующих работ. ЛеМагнен обнаружил, что женщины были более чувствительны к запаху тестостерона, но не обнаружил различий к запахам сафлора, гуаякола, амилсалицилата и эвкалипта. Более поздние исследования обнаружили различия к запахам многих веществ включая цитрал, амилацетат, производные андростенона, экзалтолид, фенилэтиловый спирт, m-ксилен и пиридин. Колега и Костер провели эксперименты с несколькими сотнями веществ. У девяти веществ порог обоняния был ниже у женщин. Они также обнаружили, что девочки превосходили мальчиков по ряду тестов различения запахов. Если судить по последнему метаанализу, то влияние пола незначительно. Последний метаанализ подтвердил то, что обоняние у женщины в среднем чуть лучше, но размер эффекта и величина этих различий оказалась крайне мала.

Известно, что обоняние женщин, не принимающих гормональных противозачаточных средств, меняется в течение менструального цикла. Наиболее острым обоняние делается в период незадолго до и после овуляции, например чувствительность к мужским феромонам возрастает в тысячи раз^{[22][23]}. У женщин же, принимающих противозачаточные таблетки, обоняние остаётся постоянным на протяжении всего цикла. В исследовании приняли участие женщины от 18 до 40 лет, которым было предложено различить запахи аниса, мускуса, гвоздики, нашатыря и цитруса.

Связь обоняния у человека с этносом

В социологии известен феномен ощущения людьми «чужого» запаха представителей чужой этнической группы^[24]. Патриарх Московский и всея Руси Сергей (Старгородский) полагал, что специфический запах представителей негроидной расы отпугивает акул. Осип Мандельштам отмечал, что в еврейских домах пахнет иначе, чем в «арийских».

Связь обоняния у человека с возрастом

У новорождённых младенцев обоняние развито сильно, но за один год жизни оно теряется на 40-50 %. Исследование проведённое на основе опроса 10.7 млн человек показало уменьшение чувствительности обоняния с возрастом по всем 6 исследованным запахам. Способность к различению запахов также уменьшалась. По последним метаанализам, где были обнаружены крайне слабые различия, потеря обоняния происходит примерно равными темпами. У женщин вероятнее более резкое падение обоняния приходится на период менопаузы.

Было показано, что с возрастом происходит атрофия обонятельных волокон и их количество в обонятельном нерве неуклонно уменьшается (таблица).

<i>Возрастная динамика атрофии волокон обонятельного нерва у человека</i>	
Возраст (годы)	Количество атрофированных волокон
0-15	8
16-30	20
31-45	33
46-60	57
61-75	68
76-91	73

Латерализация обоняния

Первичная обработка сигналов из стимулированной ноздри происходит на той же стороне тела (ипсилатерально), при этом связанные с обонянием области в коре являются прямой проекцией участков обонятельного эпителия.

Абсолютная чувствительность

Изучение абсолютной чувствительности во многих случаях обнаруживало конфликтные результаты. При определении порога восприятия, левая ноздря была более чувствительна у леворуких испытуемых, тогда как правая ноздря — у праворуких. Кэйн и Гент обнаружили большую чувствительность правой ноздри независимо от руки, однако в работах других авторов не было найдено никаких

различий. В двух последних работах авторы использовали фенилэтиловый спирт, для которого характерна слабая активность в отношении тройничного нерва. На результаты экспериментов также может влиять переключение доминантности ноздрей в течение каждого дня, каждые 1,5-2 часа. Можно заключить, что правая ноздря обладает несколько большей чувствительностью по крайней мере у праворуких. не верно!

Различие запахов

Результаты по различию запахов также как и по абсолютной чувствительности неоднозначны, но говорят о некотором превосходстве правой ноздри. Ряд авторов обнаружили преимущество правой ноздри независимо от рукости. Однако другие авторы обнаружили преимущество левой ноздри у леворуких испытуемых. В работе Савика и Берглунда преимущество правой ноздри было установлено только для знакомых запахов, тогда как Броман показал её преимущество также и для незнакомых запахов. Преимущество правой ноздри было показано при изучении категоризации запахов по интенсивности, хотя эти результаты были достоверны только для женщин.

Память на запахи

Различия между полушариями в распознавании запахов были более последовательны. Так пациенты с поражениями правого полушария распознавали запахи хуже пациентов с поражениями левого полушария, что может говорить о превосходстве правого полушария. В тестах по словесному и визуальному распознаванию запахов на здоровых испытуемых, когда первый стимул (запах) предлагался обеим сторонам, время реакции было меньше когда второй стимул (слово или картинка) предлагался правому полушарию по сравнению с левым. Олсон и Кэйн обнаружили только более короткий ответ правой ноздри на предлагаемые запахи и не обнаружили различия в совершенстве памяти. Другие авторы не обнаружили никаких различий в распознавании запахов.

Идентификация запахов

Пациенты с разобщёнными полушариями могли словесно распознавать запахи предлагаемые только левой ноздре и могли распознавать запахи, предлагаемые правой ноздре невербально. При этом левое полушарие имело преимущество как в вербальном, так и в невербальном распознавании запахов.

Расстройства обоняния

Расстройства обоняния могут быть в виде (названия от соответствующих греч. приставок и *osmē* — обоняние):

- аносмия
- гипосмия
- гиперосмия
- паросмия
- какосмия, в том числе обонятельные галлюцинации

- аллоэстезия
- осмофобия (ольфактофобия), в том числе обонятельное расстройство.
Существует также индивидуальная сниженная чувствительность к запахам, иногда доходящая до аносмии.

