Категория 1 – Функциональная анатомия костей и их соединений.

1 Химический состав костей сложный. Кость состоит из органических и неорганических веществ. Органические вещества, представленные белком – оссеином, составляют 30 – 40% сухой массы кости. Органические вещества придают костям эластичность. Неорганические вещества составляют 60 – 70% сухой массы кости и представлены главным образом солями фосфора и кальция. В небольших количествах (до 0,001%) кость содержит более 30 других различных элементов (Al, Fe, Se, Zn, Сu и др.). Неорганические вещества придают костям прочность и упругость. Соотношение компонентов костной ткани у разных людей неодинаково, и даже у одного и того же человека оно может меняться в зависимости от возраста, условий питания, физических нагрузок и других факторов окружающей среды.

Физические свойства костей

1. Анизотропия - неодинаковые механические свойства костей в разных направлениях  
2. Эластичность - способность восстанавливать форму после воздействия на кость  
3. Прочность - способность сохранять структуру без разрушений под нагрузками.

Особенности строения компактного вещества

 костные пластинки плотно прижаты друг к другу  
- образует наружный слой всех костей/, а также диафизы трубчатых костей  
- обладает высокой прочностью

Особенности строения губчатого вещества

- костные пластинки объединены в трабекулы (балки, перекладины)  
- между трабекулами расположена косномозговая полость, которая заполнена красным костным мозгом  
- Трабекулы расположены вдоль линий действия сил

2 Строение и функции костной ткани.

1. Плотная соединительная ткань. Вся кость, за исключением суставных поверхностей, покрыта соединительнотканной оболочкой — надкостницей, или периостом. Надкостница прочно сращена с костью при помощи прободающих волокон, проникающих вглубь кости. Наружный слой надкостницы — волокнистый, состоит из пучков коллагеновых волокон, которые обусловливают его прочность. В этом слое проходят нервы и кровеносные сосуды. Внутренний слой - остеогенный (костеобразующий) прилежит непосредственно к костной ткани. В нем расположены остеогенные клетки (остеобласты), за счет которых происходит развитие, рост в толщину и регенерация костей после повреждения. Таким образом, надкостница выполняет защитную, трофическую и костеобразующую функции. Изнутри кость покрыта эндостом - тонкой, волокнистой соединительнотканной оболочкой, содержащей остеогенные клетки и остеокласты. Эндост выстилает кость со стороны ее полости и находящегося в ней костного мозга.

2. Суставные поверхности кости покрыты суставным хрящом, как правило, гиалиновым. Кроме него в детском возрасте в трубчатых костях хрящевая ткань имеется между диафизом и эпифизом и называется метаэпифизарным хрящом или зоной роста. К 25 годам она полностью заменяется костной тканью.

3. Кровеносные сосуды входят в кость со стороны периоста через питательные отверстия, идут по питательным каналам и поступают в остеоны. По каналам остеонов они достигают капиллярной сети костного мозга, где формируются начальные венозные сосуды кости.

4. Нервы входят в кость через периост и идут вместе с сосудами.

5. Красный костный мозг у взрослого человека располагается в ячейках между перекладинами губчатого вещества эпифизов трубчатых костей и губчатого вещества плоских и губчатых костей. В нем различают миелоидную и лимфоидную ткани, расположенные в ретикулярной строме. Красный костный мозг выполняет кроветворную и иммунную функции.

6. Жѐлтый костный мозг находится в костномозговой полости диафизов трубчатых костей и выполняет питательную функцию, т.к. состоит в основном из жировой ткани.

Структурно-функциональная единица костной ткани, её строение.

Структурно-функциональной единицей костной ткани является остеон. Остеоны имеют вид цилиндров диаметром 100 - 500 мкм и длиной до нескольких сантиметров, которые лежат вдоль длинной оси кости. Каждый остеон состоит из 3 - 25 костных пластинок, расположенных концентрически вокруг канала остеона (гаверсова канала). Между пластинами остеона залегают специфические костные клетки – остеоциты. Отростки остеоцитов скрепляют между собой отдельные костные пластинки. В гаверсовом канале проходят один или два мелких кровеносных сосуда (артериола, венула или капилляр). Из остеонов состоят перекладины костного вещества, или балки. Если они лежат плотно, то образуют компактное вещество, а если между перекладинами есть пространство – то губчатое. Компактное вещество находится там, где требуется прочность (диафиз кости). В местах, где при большом объѐме нужна лѐгкость и прочность, формируется губчатое вещество (эпифизы костей). Перекладины губчатого вещества расположены не хаотично, а по линиям сжатия (масса тела) и растяжения (тяга мышц), что было установлено П.Ф.Лесгафтом

Кость как орган. Ткани, входящие в состав кости, их положение и функция.

**Кость** (os) — это орган, являющийся компонентом системы органов опоры и движения, имеющий типичную форму и строение, характерную архитектонику сосудов и нервов, построенный преимущественно из костной ткани, покрытый снаружи надкостницей (periosteum) и содержащий внутри костный мозг (medulla osseum).  Каждая кость имеет определенную форму, величину и положение в теле человека. На формообразование костей существенное влияние оказывают условия, в которых кости развиваются, и функциональные нагрузки, которые кости испытывают в процессе жизнедеятельности организма. Каждой кости свойственно определенное число источников кровоснабжения (артерий), наличие определенных мест их локализации и характерная внутриорганная архитектоника сосудов. Указанные особенности распространяются и на нервы, иннервирующие данную кость.  В состав каждой кости входят несколько тканей, находящихся в определенных соотношениях, но, безусловно, основной является пластинчатая костная ткань.

Снаружи кость покрыта (искл. сустав поверхности) надкостницей, periosteum, - тонкой, крепкой соединительнотканной пленкой, прикрепленной к кости с помощью соединительнотканных волокон. Она состоит из наружного волокнистого (фиброзного) слоя и внутреннего костеобразующего (камбиального, остеогенного). Надкостница богата нервами и сосудами. Питание кости осущетсвляется за счет кровеносных сосудов, проникающих из надкостницы в наружное компактное вещество через питательные отверстия (foramina nutricia). Рост кости в толщину осуществляется за счет остеобластов камбиального слоя. Суставные поверхности кости покрывает суст. хрящ, cartilago articularis.

**Остеобласты** – молодые, функционально активные клетки. В зрелой кости местами их локализации являются:

* надкостница;
* эндост;
* каналы остеонов.

В формирующейся костной ткани остеобласты располагаются на поверхности костного матрикса.

Активные остеобласты имеют кубическую форму, тонкие отростки, связывающие их с другими клетками, светлое ядро, базофильную цитоплазму, хорошо развитые органеллы белкового синтеза.

***Функции остеобластов:***

* остеобласты синтезируют и секретируют органический компонент. межклеточного вещества (остеоид); Органические компоненты костной ткани: коллаген I типа (90% всех белков), коллагены других типов (III,IV,V,IX,XIII типов) гликопротеины (остеонектин, остеокальцин), протеогликаны;
* остеобласты осуществляют процесс минерализации костного матрикса – отложение кристаллов гидроксиапатита и других неорганических солей вдоль фибрилл коллагена - путём синтеза и секреции неколлагеновых белков, контролирующих процесс минерализации, в частности щелочной фосфатазы;
* остеобласты участвуют в регуляции потока ионов Са и Р в костную ткань и обратно.
* остеобласты синтезируют и выделяют различные ростовые факторы, в том числе и морфогенетические белки кости, определяющие превращение остеогенных клеток в остеобласты.

**Остеоцит** – основной тип клеток зрелой костной ткани. Образуются из остеобластов, когда те в результате своей синтетической активности и минерализации оказываются окруженными со всех сторон минерализованным матриксом. При этом происходит утрата способности к делению, клетки уменьшаются в размерах, их синтетическая активность резко падает. Уплощенные тела остеоцитов лежат в полостях - лакунах, а их отростки – в костных канальцах – узких тоннелях в твёрдом минерализованном матриксе. Своими отростками остеоциты контактируютдруг с другом при помощи щелевых соединений. Благодаря этому создаётся единая сеть взаимодействующих клеток, связанная при помощи структурных гликопротеинов (остеонектин) с межклеточным веществом.

***Основная функция остеоцитов* -**поддержание нормального состояния костного матрикса и баланса кальция и фосфора в организме.

Данный дифферон включает клетки следующих стадий развития: остеогенные клетки → преостеобласты → остеобласты → остеоциты.

**Остеокласты** имеют иное – гематогенное – происхождение. Остеокласты образуются из моноцитов крови путём их слияния с формированием многоядерных гигантских клеток (точнее, симпластов).

***Функции остеокластов:***

* остеокласты осуществляют разрушение (резорбцию) костной ткани;
* поддержание **минерального** **гомеостаза**– в связи с высвобождениемпри разрушении матрикса большого количества минеральных веществ, поступающих в кровь.

Остеокласты имеют крупные размеры и большое число - до 20-50 - ядер. Остеокласты располагаются поодиночке в образованных ими углублениях костной ткани (в резорбционных лакунах, лакунах Хаушипа). Цитоплазма – ацидофильная, содержит хорошо развитый комплекс Гольджи, многочисленные лизосомы и мембранные пузырьки, митохондрии. Маркёрные ферменты остеокластов – особая форма кислой фосфатазы, карбоангидраза и АТФаза.

Строение трубчатой кости. Надкостница, её строение и функция. Рост кости в длину и толщину

Трубчатая кость как орган в основном построена из пластинчатой костной ткани, кроме бугорков.

**Строение диафиза**. Компактное вещество, образующее диафиз кости, состоит из костных пластинок, толщина которых колеблется от 4 до 12— 15 мкм. Костные пластинки располагаются в определенном порядке, образуя сложные образования (гаверсовы системы). В диафизе различают три слоя: наружный слой общих пластинок, средний, образованный концентрически напластованными вокруг сосудов костными пластинками — остеонами и называемый остеонным слоем, и внутренний слой общих пластинок.

1. **Наружные общие (генеральные) пластинки** не образуют полных колец вокруг диафиза кости, перекрываются на поверхности следующими слоями пластинок. В наружных общих пластинках залегают прободающие (фолькмановы) каналы, по которым из надкостницы внутрь кости входят сосуды.
2. **Внутренние общие пластинки** хорошо развиты только там, где компактное вещество кости непосредственно граничит с костномозговой полостью. В тех же местах, где компактное вещество переходит в губчатое, его внутренние общие пластинки продолжаются в пластинки перекладин губчатого вещества.
3. В среднем слое костные пластинки располагаются главным образом в остеонах, формируя остеонные пластинки, а также вставочные пластинки (бывшие остеоны), лежащие между остеонами. **Остеоны** (гаверсовы системы) являются структурными единицами компактного вещества трубчатой кости. Они представляют собой цилиндрические образования, состоящие из костных пластинок, как бы вставленных друг в друга. В костных пластинках и между ними располагаются тела костных клеток и их отростки, замурованные в костном межклеточном веществе. Каждый остеон отграничен от соседних остеонов так называемой спайной линией, образованной основным веществом, цементирующим их. В центральном канале (гаверсов канал) остеона проходят кровеносные сосуды с сопровождающей их соединительной тканью и остеогенными клетками.
4. **Вставочные пластинки** заполняют пространства между остеонами и являются остатками ранее существовавших остеонов, разрушенных в процессе перестройки кости

**Строение эпифиза**. Эпифизпредставляет собой губчатое вещество. Губчатое вещество – относительно легкое, мягкие ткани составляют в нем 75% объема. Оно состоит из трехмерной сети анастомозирующих трабекул (дуг, арок), разделенных межтрабекулярными пространствами, содержащими костный мозг. Такое строение обеспечивает не только большую площадь поверхности (порядка 10 м2), на которой осуществляются метаболические процессы, происходящие в кости, но и придает высокую механическую прочность при относительно небольшой массе. Наиболее толстые и мощные трабекулы располагаются в направлении действия максимальных механических нагрузок.

**Надкостница** покрывает кость снаружи и прочно прикреплена к ней толстыми пучками коллагеновых прободающих волокон, которые проникают и вплетаются в слой наружных общих пластинок кости. В надкостнице имеются два слоя:

1. **Наружный** **слой** надкостницы образован плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью, в которой преобладают волокна, идущие параллельно поверхности кости. Надкостница без резких границ переходит в участки прикрепления связок и мышц.
2. **Внутренний** **слой** надкостницы (у взрослых различим слабо, потому что нужен в основном для остеогенеза) состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани, в которой располагаются плоские веретеновидные клетки - покоящиеся остеобласты и их предшественники (преостеобласты).

Функции надкостницы:

1. **Трофическая** - надкостница обеспечивает питание кости, поскольку она содержит сосуды, которые (вместе с нервами) проникают из нее в кость через особые питательные отверстия.
2. **Регенераторная** - обусловлена наличием в ее внутреннем слое **камбиальных** **элементов**
3. **Механическая**, **опорная** - надхрящница обеспечивает механическую связь кости с другими структурами (сухожилиями, связками, мышцами), прикрепляющимся к ней.

**Собственное вещество кости –** это и есть пластинчатая и губчатая костная ткань.

* 1. Трубчатые кости. Они построены из губчатого и компактного вещества, образующего трубку с костномозговой полостью; выполняют все 3 функции скелета (опора, защита и движение). Из них длинные трубчатые кости (плечо и кости предплечья, бедро и кости голени) являются стойками и длинными рычагами движения и, кроме диафиза, имеют эндохондральные очаги окостенения в обоих эпифизах (биэпифизарные кости); короткие трубчатые кости (кости пястья, плюсны, фаланги) представляют короткие рычаги движения; из эпифизов эндохондральный очаг окостенения имеется только в одном (истинном) эпифизе (моноэпифизарные кости).
  2. II. Губчатые кости. Построены преимущественно из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного. Среди них различают длинные губчатые кости (ребра и грудина) и короткие (позвонки, кости запястья, предплюсны). К губчатым костям относятся сесамовидные кости, т. е. похожие на сесамовые зерна растения кунжут, откуда и происходит их название (надколенник, гороховидная кость, сесамовидные кости пальцев руки и ноги); функция их - вспомогательные приспособления для работы мышц; развитие - эндохондральное в толще сухожилий. Сесамовидные кости располагаются около суставов, участвуя в их образовании и способствуя движениям в них, но с костями скелета непосредственно не связаны.
  3. III. Плоские кости: а) плоские кости черепа (лобная и теменные) выполняют преимущественно защитную функцию. Они построены из 2 тонких пластинок компакт ного вещества, между которыми находится диплоэ, diploe, - губчатое вещество, содержащее каналы для вен. Эти кости развиваются на основе соединительной ткани (покровные кости); б) плоские кости поясов (лопатка, тазовые кости) выполняют функции опоры и защиты, построены преимущественно из губчатого вещества; развиваются на почве хрящевой ткани.
  4. IV. Смешанные кости (кости основания черепа). К ним относятся кости, сливающиеся из нескольких частей, имеющих разные функцию, строение и развитие. К смешанным костям можно отнести и ключицу, развивающуюся частью эндесмально, частью эндохондрально.

Механические функции скелета

Опорная функция состоит в том, что скелет вместе с соединениями костей составляет костно-хрящевую опору всего тела, к которой прикрепляются мягкие ткани и органы. Рессорная функция обусловлена наличием в скелете образований, смягчающих толчки и сотрясения (хрящевые прокладки, суставные хрящи между соединяющимися костями и т. п.). Защитная функция выражается в образовании из отдельных костей вместилищ для жизненно важных органов (например, позвоночный канал, в котором располагается спинной мозг; череп, в полости которого находится головной мозг; грудная клетка, защищающая органы грудной полости; таз, с важными для продолжения вида органами размножения). Также кости являются вместилищем костного мозга. Локомоторная функция возможна благодаря строению костей в виде длинных и коротких рычагов, соединенных подвижными сочленениями и приводимых в движение мышцами, управляемыми нервной системой.

Биологические функции скелета

Участие костей в минеральном обмене. Кости являются депо для минеральных солей фосфора, кальция, железа, меди и других соединений, а также они регулируют постоянство минерального состава жидкостей внутренней среды организма. Кроветворная и иммунная функции связаны с красным костным мозгом — центральным кроветворным органом, содержащим самоподдерживающуюся популяцию стволовых кроветворных клеток, из которых образуются клетки крови, в том числе и клетки иммунной системы — лимфоциты.

Различают *три вида*соединения костей:

1.*Синартрозы*– непрерывное соединение.

2**.***Гемиартрозы*– переходная форма соединений -*полусуставы*.

3. *Диартрозы*– прерывное соединение -**суставы**.

Обязательные элементы сустава

суставные поверхности, покрытые суставным хрящом и соответствующие друг другу. У подавляющего большинства суставов суставные поверхности покрыты гиалиновым хрящом. Суставной хрящ облегчает трение суставных поверхностей при движениях в суставе, а также амортизируют толчки при движении. Соответствие суставных поверхностей называется конгруэнтность: если одна поверхность выпуклая, то другая соответствующим образом вогнута; ϖ суставная капсула. Капсула прочно срастается с надкостницей вблизи суставных поверхностей; ϖ герметичная суставная полость, заполненная ϖ синовиальной жидкостью, которая смачивает суставные поверхности и облегчает их трение при движении.

Вспомогательные элементы суставов

связки, укрепляют сустав. По положению различают внекапсульные и внутрикапсульные связки. Последние лежат внутри полости сустава (внутрисуставные) – например, крестообразные связки коленного сустава. Внекапсульные связки расположены поверх суставной капсулы и встречаются во всех суставах. ϖ суставные хрящевые губы, идут по краю суставной поверхности, увеличивая еѐ площадь (например, в плечевом и тазобедренном суставах). ϖ внутрисуставные хрящи – диски или мениски. Они имеются в тех суставах, где суставные поверхности не конгруэнтны (не соответствуют друг другу) и дополняют суставные поверхности. Диски полностью перегораживают сустав, разделяя его на два этажа (например, диск грудинно- ключичного или височно-нижнечелюстного сустава); мениски имеют полулунную форму (мениски коленного сустава)

Классификации суставов

1. По числу суставных поверхностей и способу их соединения: a. простые суставы имеют только две суставные поверхности (плечевой, тазобедренный, межфаланговые суставы). b. сложные суставы имеют более двух сочленяющихся суставных поверхностей (локтевой, лучезапястный, коленный, голеностопный суставы). c. комплексные суставы содержат внутрисуставные диски или мениски (височно-нижнечелюстной и грудинно-ключичный суставы имеют диск, коленный сустав – мениски). d. комбинированные суставы – анатомически отдельные, но функционирующие вместе суставы (правый и левый височнонижнечелюстные суставы, правый и левый атлантозатылочные суставы, дугоотростчатые суставы позвоночного столба, поперечный сустав предплюсны).

2. По форме суставных поверхностей и объему движений в суставе (морфофункциональная классификация). Форма суставных поверхностей напоминает отрезки геометрических тел – цилиндра (это тело может вращаться только вокруг одной оси), эллипса (может вращаться вокруг двух осей) и шара (может вращаться вокруг трѐх и более осей). По количеству осей, вокруг которых выполняются движения в суставе, можно выделить одноосные, двухосные и многоосные суставы. a. Одноосные суставы: – цилиндрический сустав. Форма его суставной поверхности напоминает цилиндр с вертикальной осью вращения; поэтому в цилиндрических суставах можно выполнить только один вид движения – вращение вокруг вертикальной оси (например, срединный атлантоосевой сустав; проксимальный и дистальный лучелоктевые суставы между двумя костями предплечья); – блоковидный сустав. Его суставная поверхность напоминает цилиндр, лежащий на боку. Как правило, на цилиндре имеется направляющая бороздка, а на сочленяющейся с ним поверхности – гребешок, что устраняет возможность соскальзывания суставных поверхностей. В блоковидных суставах движение происходит вокруг фронтальной оси – сгибание и разгибание (например, межфаланговые суставы); проксимальный лучелоктевой сустав (цилиндрический); межфаланговый сустав (блоковидный). - винтообразный сустав (вариант блоковидного сустава) – направляющий гребешок и бороздка располагаются под углом к оси вращения в суставе. Движения в таком суставе, как и в блоковидном, происходят вокруг фронтальной оси – сгибание и разгибание, но с небольшим винтообразным смещением сочленяющихся костей (например, плечелоктевой сустав).

b. Двухосные суставы: – эллипсовидный сустав. Его суставные поверхности похожи на овал – одна выпуклая, другая вогнутая (например, лучезапястный сустав). В этом суставе движения можно делать вокруг двух взаимно перпендикулярных осей – фронтальной (сгибание, разгибание) и сагиттальной (отведение, приведение); лучезапястный сустав (эллипсовидный); мыщелковый сустав имеет парные эллипсовидные суставные поверхности, расположенные под небольшим углом друг к другу. Суставные поверхности могут иметь форму неправильного эллипса (атлантозатылочный сустав). В этих суставах идут движения вокруг двух осей, но в ограниченном объѐме, поскольку суставные поверхности не параллельны. Мыщелки могут находиться в одной капсуле (коленный сустав) или формировать два комбинированных сустава (височно-нижнечелюстные суставы, атлантозатылочные суставы); – седловидный сустав образован двумя вогнутыми эллипсовидными суставными поверхностями, расположенными под углом 900 друг к другу. Поверхности сидят «верхом» друг на друге; движения совершаются вокруг фронтальной и сагиттальной осей (грудинно-ключичный сустав, запястнопястный сустав I пальца). c. Многоосные суставы: плечевой сустав (шаровидный), тазобедренный сустав (чашеобразный) – шаровидный сустав имеет шаровидную по форме суставную поверхность (головку), которая сочленяется с конгруэнтной суставной впадиной (например, плечевой сустав). Движения совершаются вокруг всех основных осей: фронтальной (сгибание, разгибание), сагиттальной (отведение, приведение) и вертикальной (вращение); возможно круговое движение; – чашеобразный сустав образуется, если головка сустава глубоко охватывается суставной впадиной (тазобедренный сустав). Движения возможны вокруг всех осей, но объѐм движений меньше, чем в шаровидном суставе. – плоские суставы можно рассматривать как шаровидные с очень большим радиусом (межпозвоночные суставы). Суставные поверхности плоские, одинаковые по площади; движения возможны вокруг всех осей, но объѐм движений очень небольшой. Тугие суставы (как вариант плоских) имеют обычно плоскую суставную поверхность и очень крепкие туго натянутые связки, которые превращают их в малоподвижные соединения (крестцово-подвздошный сустав).

Факторы, влияющие на подвижность в суставе

Прежде всего, подвижность зависит от количества осей вращения, что определяется формой суставной поверхности сустава.

Подвижность зависит от разницы площадей суставных поверхностей. Движение в суставе возможно при скольжении одной суставной поверхности относительно другой. Соответственно, чем больше разница в площадях (т.е. чем более инконгруэнтны суставы по площади), тем больше амплитуда движений. Например, у плечевого сустава разница в площадях суставных поверхностей очень велика, и очень велика подвижность сустава. В тех же суставах, в которых площади суставных поверхностей равны (суставы конгруэнтны по площади), смещение их относительно друг друга возможно в небольшом объѐме – например, плоские суставы.

Подвижность зависит от активных и пассивных затяжек сустава – чем их больше, тем меньше амплитуда движений в суставе. К активным затяжкам относятся мышцы; пассивные – связки и капсула сустава. Соответственно, чем больше связок и чем они более тугие и плотные, тем меньше подвижность сустава (например, крестцово-подвздошный сустав).

Ограничивают подвижность суставов «костные тормозы» – т.е. выступы на кости, в которые упирается кость при движении. Например, отведение в плечевом суставе возможно только до горизонтального уровня, т.к. большой бугорок плечевой кости упирается в акромиальный отросток лопатки.

Подвижность зависит от состояния кровообращения и иннервации сустава – чем они лучше, тем выше подвижность.

Подвижность зависит от положения смежных звеньев тела. Например, сгибание бедра легче выполнить при согнутом коленном суставе.

Подвижность зависит от возраста и пола. Так, у женщин и детей подвижность суставов выше, чем у мужчин, т.к. у них более мягкие связки, удерживающие сустав, и меньше сила мышц, окружающих сустав. ϖ К внешним факторам относится температура окружающей среды и время суток. На холоде и в утренние часы подвижность суставов снижена

### Категория 2 – Функциональная анатомия мышц и морфологические критерии спортивного отбора в хоккее.

Мышцы являясь активной частью опорно-двигательного аппарата, имеют важнейшее значение в жизнедеятельности организма. Они оказывают влияние на все его системы и образования. Можно сформулировать следующие функции мускулатуры:

локомоторная, обеспечивающая передвижение тела в пространстве, а также отдельных звеньев тела относительно друг друга; ϖ статическая, обеспечивающая сохранения вертикального положения тела в пространстве

укрепление скелета, а в некоторых местах и соединение его отделов (синсаркоз), что видно на примере соединения лопатки с костями туловища;

придание формы телу, так как. внешний вид тела обусловлен развитием скелетной мускулатуры;

участие в обмене веществ, то есть выполнение акта жевания, глотания, кровообращения, дыхания;

обеспечивание сленораздельной речи и мимики. Таким образом мышцы обеспечивают выполнение целого ряда жизненно важных функций и участвуют во всех трудовых процессах человека, а также обеспечивают выполнение самых разнообразных физических упражнений. Все многообразие мышечной деятельности осуществляется при ведущей регулирующей и координирующей роли ЦНС, с которой скелетная мускулатура непрерывно связана чувствительными и двигательными нервами

1. Виды мышечной ткани

2. Поперечно-полосатая скелетная ткань

3. Гистогенез и регенерация мышечной ткани

4. Иннервация и кровоснабжение скелетных мышц

5. Сердечная поперечно-полосатая мышечная ткань

6. Гладкая мышечная ткань

7. Специальные гладкомышечные ткани

1. *Свойством сократимости* обладают практически все виды клеток, благодаря наличию в их цитоплазме сократительного аппарата, представленного сетью тонких микрофиламентов (5—7 нм), состоящих из сократительных белков - актина, миозина, тропомиозина и других. За счет взаимодействия названных белков микрофиламентов осуществляются сократительные процессы и обеспечивается движение в цитоплазме гиалоплазмы, органелл, вакуолей, образование псевдоподий и инвагинаций плазмолеммы, а также процессы фаго- и пиноцитоза, экзоцитоза, деления и перемещения клеток. Содержание сократительных элементов, а, следовательно, и сократительные процессы неодинаково выражены в разных типах клеток. Наиболее выражены сократительные структуры в клетках, основной функцией которых является сокращение. Такие клетки или их производные образуют мышечные ткани, которые обеспечивают сократительные процессы в полых внутренних органах и сосудах, перемещение частей тела относительно друг друга, поддержание позы и перемещение организма в пространстве. Помимо движения при сокращении выделяется большое количество тепла, а, следовательно, мышечные ткани участвуют в терморегуляции организма. *Мышечные ткани* неодинаковы по строению, источникам происхождения и иннервации, по функциональным особенностям. Наконец, следует отметить, что любая разновидность мышечной ткани, помимо сократительных элементов (мышечных клеток и мышечных волокон) включает в себя клеточные элементы и волокна рыхлой волокнистой соединительной ткани и сосуды, которые обеспечивают трофику мышечных элементов, осуществляют передачу усилий сокращения мышечных элементов на скелет. Однако, функционально ведущими элементами мышечных тканей являются мышечные клетки или мышечные волокна.

*Классификация мышечных тканей*

* Гладкая (неисчерченная)— мезенхимная;
* специальная — нейрального происхождения и эпидермального происхождения;
* Поперечно-полосатая (исчерченная)— скелетная;
* сердечная.

Как видно из представленной классификации мышечная ткань подразделяется по строению на две основные группы — гладкую и поперечно-полосатую. Каждая из двух групп в свою очередь подразделяется на разновидности, как по источникам происхождения, так и по строению и функциональным особенностям. *Гладкая мышечная ткань*, входящая в состав внутренних органов и сосудов, развивается из мезенхимы. К специальным мышечным тканям нейрального происхождения относятся гладкомышечные клетки радужной оболочки, эпидермального происхождения — миоэпителиальные клетки слюнных, слезных, потовых и молочных желез.

*Поперечно-полосатая мышечная ткань* подразделяется на скелетную и сердечную. Обе эти разновидности развиваются из мезодермы, но из разных ее частей: скелетная — из миотомов сомитов, сердечная — из висцерального листка спланхнотома.

Каждая разновидность мышечной ткани имеет свою *структурно-функциональную единицу.*Структурно-функциональной единицей гладкой мышечной ткани внутренних органов и радужной оболочки является гладкомышечная клетка — *миоцит;* специальной мышечной ткани эпидермального происхождения — *корзинчатый миоэпителиоцит*; сердечной мышечной ткани — *кардиомиоцит*; скелетной мышечной ткани - *мышечное волокно.*

2. Поперечно-полосатая скелетная мышечная ткань

Структурно-функциональной единицей поперечно полосатой мышечной ткани является *мышечное волокно*. Оно представляет собой вытянутое цилиндрическое образование с заостренными концами длиной от 1 мм до 40 мм (а по некоторым данным до 120 мм), диаметром 0,1 мм. Мышечное волокно окружено оболочкой — сарколеммой, в которой под электронным микроскопом отчетливо выделяются два листка: внутренний — является типичной плазмолеммой, а наружный представляет собой тонкую соединительнотканную пластинку — *базальную пластинку*. В узкой щели между плазмолеммой и базальной пластинкой располагаются мелкие клетки — *миосателлиты*. Таким образом, мышечное волокно является комплексным образованием и состоит из следующих основных *структурных компонентов*:

* миосимпласта;
* клеток миосателиттов;
* базальной пластинки.

*Базальная пластинка* образована тонкими коллагеновыми и ретикулярными волокнами, относится к опорному аппарату и выполняет вспомогательную функцию передачи сил сокращения на соединительнотканные элементы мышцы.

*Клетки миосателлиты* являются камбиальными (ростковыми) элементами мышечных волокон и играют роль в процессах их физиологической и репаративной регенерации.

*Миосимпласт* является основным структурным компонентом мышечного волокна как по объему, так и по выполняемым функциям. Он образуется посредством слияния самостоятельных недифференцированных мышечных клеток — *миобластов*. Миосимпласт можно рассматривать как вытянутую гигантскую многоядерную клетку, состоящую из большого числа ядер, цитоплазмы (саркоплазмы), плазмолеммы, включений, общих и специальных органелл. В миосимпласте содержится несколько тысяч (до 10 000) продольно вытянутых светлых ядер, располагающихся на периферии под плазмолеммой. Вблизи ядер локализуются фрагменты слабовыраженной зернистой эндоплазматической сети, пластинчатого комплекса и небольшое число митохондрий. Центриоли в симпласте отсутствуют. В саркоплазме содержатся включения гликогена и миоглобина, аналога гемоглобина эритроцитов. Отличительной особенностью миосимпласта является также наличие в нем *специализированных органелл*, к которым относятся:

* миофибриллы;
* саркоплазматическая сеть;
* канальцы Т-системы.

*Миофибриллы* — сократительные элементы миосимпласта — в большом количестве (до 1000—2000) локализуются в центральной части саркоплазмы миосимпласта. Они объединяются в пучки, между которыми содержатся прослойки саркоплазмы. Между миофибриллами локализуется большое число митохондрий (саркосом). Каждая миофибрилла простирается продольно на протяжении всего миосимпласта и своими свободными концами прикрепляется к его плазмолемме у конических концов. Диаметр миофибриллы составляет 0,2—0,5 мкм. По своему строению миофибриллы неоднородны по протяжению и подразделяются на *темные* (анизотропные) или А-диски, и *светлые*(изотропные) или I-диски. Темные и светлые диски всех миофибрилл располагаются на одном уровне и обуславливают поперечную исчерченность всего мышечного волокна. Темные и светлые диски в свою очередь состоят из еще более тонких волоконец — *протофибрилл*или *миофиламентов*. Темные диски образованы более толстыми миофиламентами (10—12 нм), состоящими из белка миозина. Светлые диски образованы тонкими миофиламентами (5—7 нм), состоящими из белка актина. Посредине I-диска поперечно актиновым миофиламентам проходит темная полоска — телофрагма или Z-линия, посредине А-диска проходит менее выраженная М-линия или мезофрагма. Актиновые миофиламенты по средине I-диска скрепляются белками, составляющими Z-линию, свободными концами частично входит в А-диск между толстыми миофиламентами. При этом, вокруг одного миозинового филамента располагаются 6 актиновых. При частичном сокращении миофибриллы актиновые миофиламенты как бы втягиваются в А—диск и в нем образуется светлая зона или Н-полоска, ограниченная свободными концами актиновых миофиламентов. Ширина Н-полоски зависит от степени сокращения миофибриллы.

Участок миофибриллы, расположенный между двумя Z-линиями носит название *саркомера* и является структурно-функциональной единицей миофибриллы. Саркомер включает в себя А-диск и расположенные по сторонам от него две половины I-диска. Следовательно, каждая миофибрилла представляет собой совокупность саркомеров. Именно в саркомере осуществляется процесс сокращения. Следует отметить, что конечные саркомеры каждой миофибриллы прикрепляются к плазмолемме миосимпласта актиновыми миофиламентами. Структурные элементы саркомера в расслабленном состоянии можно выразить *формулой*:

Z+1/2I+1/2A+M+1/2A+1/2I+Z

*Процесс сокращения* осуществляется посредством взаимодействия актиновых и миозиновых филаментов и образования между ними *актин-миозиновых мостиков*, посредством которых происходит втягивание актиновых миофиламентов в А-диски укорочение саркомера. Для развития этого процесса необходимы *три условия*:

* наличие энергии в виде АТФ;
* наличие ионов кальция;
* наличие биопотенциала.

*АТФ* образуется в саркосомах (митохондриях) в большом числе локализованных между миофибриллами. Выполнение двух последних условий осуществляется с помощью еще двух специализированных органелл —саркоплазматической сети и Т-канальцев.

*Саркоплазматическая сеть* представляет собой видоизмененную гладкую эндоплазматическую сеть и состоит из расширенных полостей и анастомозирующих канальцев, окружающих миофибриллы. При этом саркоплазматическая сеть подразделяется на фрагменты, окружающие отдельные саркомеры. Каждый фрагмент состоит из двух терминальных цистерн, соединенных полыми анастомозирующими канальцами — L-канальцами. При этом *терминальные цистерны* охватывают саркомер в области I-дисков, а канальцы — в области А-диска. В терминальных цистернах и канальцах содержатся ионы кальция, которые при поступлении нервного импульса и достижении волны деполяризации мембран саркоплазматической сети, выходят из цистерн и канальцев и распределяются между актиновыми и миозиновыми миофиламентами, инициируя их взаимодействие. После прекращения волны деполяризации ионы кальция устремляются обратно в терминальные цистерны и канальцы. Таким образом, саркоплазматическая сеть является не только резервуаром для ионов кальция, но и играет роль кальциевого насоса.

*Волна деполяризации* передается на саркоплазматическую сеть от нервного окончания вначале по плазмолемме, а затем по Т-канальцам, которые не являются самостоятельными структурными элементами. Они представляют собой трубчатые выпячивания плазмолеммы в саркоплазму. Проникая вглубь, Т-канальцы разветвляются и охватывают каждую миофибриллу в пределах одного пучка строго на одном уровне, обычно на уровне Z-полоски или несколько медиальнее — в области соединения *актиновых и миозиновых миофиламентов*. Следовательно, к каждому саркомеру подходят и окружают его два Т-канальца. По сторонам от каждого Т-канальца располагаются две терминальные цистерны саркоплазматической сети соседних саркомеров, которые вместе с Т-канальцами составляют *триаду.* Между стенкой Т-канальца и стенками терминальных цистерн имеются контакты, через которые волна деполяризации передается на мембраны цистерн и обуславливает выход из них ионов кальция и начало сокращения. Таким образом, функциональная роль Т-канальцев заключается в передаче биопотенциала с плазмолеммы на саркоплазматическую сеть.

Для взаимодействия актиновых и миозиновых миофиламентов и последующего сокращения кроме ионов кальция необходима также энергия в виде АТФ, которая вырабатывается в саркосомах, в большом количестве располагающихся между миофибриллами.

Процесс взаимодействия актиновых и миозиновых филаментов упрощенно можно представить в следующем виде. Под влиянием ионов кальция стимулируется АТФ-азная активность миозина, что приводит к расщеплению АТФ, с образованием АДФ и энергии. Благодаря выделившейся энергии устанавливаются мостики между актином и миозином (а конкретнее, образуются мостики между головками белка миозина и определенными точками на актиновом филаменте)и за счет укорочения этих мостиков происходит подтягивание актиновых филаментов между миозиновыми. Затем эти связи распадаются (опять же с использованием энергии) и головки миозина образуют новые контакты с другими точками на актиновом филаменте, но расположенными дистальнее предыдущих. Так происходит постепенное втягивание актиновых филаментов между миозиновыми и *укорочение саркомера*. Степень этого сокращения зависит от концентрации ионов кальция вблизи миофиламентов и от содержания АТФ. После смерти организма АТФ в саркосомах не образуется, ее остатки расходуются на образование актин-миозиновых мостиков, а на распад уже не хватает, следствием чего наступает посмертное окоченение мышц, которое прекращается после *аутолиза*(распада) тканевых элементов.

При полном сокращении саркомера актиновые филаменты достигают М-полоски саркомера. При этом исчезают Н-полоски и I-диски, а формула саркомера может быть выражена в следующем виде:

Z+1/2IA+M+1/2AI+Z

При частичном сокращении формулу саркомера можно представить в следующем виде:

Z+1/nI+1/nIA+1/2H+M+1/2H+1/nAJ+1/nI+Z

Одновременное содружественное сокращение всех саркомеров каждой миофибриллы приводит к сокращению всего мышечного волокна. Крайние саркомеры каждой миофибриллы прикрепляются актиновыми миофиламентами к плазмолемме миосимпласта, которая на концах мышечного волокна имеет складчатый характер. При этом, на концах мышечного волокна базальная пластинка не заходит в складки плазмолеммы. Ее прободают тонкие коллагеновые и ретикулярные волокна, проникают в углубления складок плазмолеммы и прикрепляются в тех ее местах, к которым с внутренней стороны прикрепляются актиновые филаменты дистальных саркомеров. Благодаря этому создается прочная связь миосимпласта с волокнистыми структурами *эндомизия.* Коллагеновые и ретикулярные волокна концевых мышечных волокон, вместе с волокнистыми структурами эндомизия и перимизия в совокупности образуют сухожилия мышц, которые прикрепляются к определенным точкам скелета или вплетаются в сетчатый слой дермы в области лица. Благодаря сокращению мышц происходит перемещение частей или всего организма, а также изменение рельефа лица.

В мышечной ткани различают два основных типа мышечных волокон, между которыми имеются промежуточные, отличающиеся между собой прежде всего особенностями обменных процессов и функциональными свойствами и в меньшей степени — структурными особенностями.

*Волокна I типа* — *красные мышечные волокна* — характеризуются прежде всего высоким содержанием в саркоплазме миоглобина (что и придает им красный цвет), большим числом саркосом, высокой активностью в них сукцинатдегидрогеназы (СДГ), высокой активностью АТФ-азы медленного типа. Эти волокна обладают способностью медленного, но длительного тонического сокращения и малой утомляемостью.

*Волокна II типа* — *белые мышечные волокна* — характеризуются незначительным содержанием миоглобина, но высоким содержанием гликогена, высокой активностью фосфорилазы и АТФ-базы быстрого типа. Функционально характеризуются способностью быстрого, сильного, но непродолжительного сокращения. Между двумя крайними типами мышечных волокон находятся промежуточные, характеризующиеся различными сочетаниями названных включений и разной активностью перечисленных ферментов.

Мышца как орган состоит из мышечных волокон, волокнистой соединительной ткани, сосудов и нервов. *Мышца* — это анатомическое образование, основным и функционально ведущим структурным компонентом которого является мышечная ткань. Поэтому не следует рассматривать как синонимы понятия мышечная ткань и мышца.

*Волокнистая соединительная ткань* образует прослойки в мышце: эндомизий, перимизий и эпимизий, а также сухожилия. *Эндомизий* окружает каждое мышечное волокно, состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани и содержит кровеносные и лимфатические сосуды, в основном капилляры, посредством которых обеспечивается трофика волокна. Коллагеновые и ретикулярные волокна эндомизия проникают в базальную пластинку мышечного волокна, тесно с ним связаны и передают силы сокращения волокна на точки скелета. *Перимизий* окружает несколько мышечных волокон, собранных в пучки. В нем содержатся более крупные сосуды (артерии и вены, а также артериоло-венулярные анастомозы).

*Эпимизий или фасция* окружает всю мышцу, способствует функционированию мышцы, как органа. Любая мышца содержит все типы мышечных волокон в различном количественном соотношении. В мышцах, обеспечивающих поддержание позы, преобладают красные волокна, в мышцах, обеспечивающих движение пальцев и кистей, преобладают белые или переходные волокна. Характер мышечного волокна может меняться в зависимости от функциональной нагрузки и тренировки. Установлено, что биохимические, структурные и функциональные особенности мышечного волокна зависят от иннервации. Перекрестная пересадка эфферентных нервных волокон и их окончаний с красного волокна на белое и наоборот приводит к изменению обмена, а также структурных и функциональных особенностей в этих волокнах на противоположный тип.

3. Гистогенез и регенерация мышечной ткани

Из миотомов мезодермы в определенные участки мезенхимы выселяются малодифференцированные клетки — *миобласты*, часть из которых выстраивается в виде цепочки в стык друг к другу. В области контактов миобластов цитолеммы исчезает и образуется симпластическое образование — *миотрубка,* в которой ядра в виде цепочки располагаются в середине, а по периферии начинают дифференцироваться из миофиламентов миофибриллы. К миотрубке подрастают нервные волокна, образуя двигательные нервные окончания. Под влиянием эфферентной нервной импульсации начинается перестройка мышечной трубки в мышечное волокно: ядра перемещаются на периферию симпласта к плазмолемме, а миофибриллы занимают его центральную часть, из гладкой эндоплазматической сети развивается саркоплазматическая сеть, окружающая каждую миофибриллу на всем ее протяжении. Плазмолемма миосимпласта образует глубокие трубчатые впячивания — Т-канальцы. За счет деятельности зернистой эндоплазматической сети вначале миобластов, а затем и мышечных труб синтезируются и выделяются с помощью пластинчатого комплекса белки и полисахариды, из которых формируется базальная пластинка мышечного волокна.

Следует отметить, что при формировании миотрубки, а затем и дифференцировки мышечного волокна часть миобластов не входит в состав симпласта, а прилежит к нему, располагаясь под базальной пластинкой. Эти клетки носят название *миосателлитов* и играют важную роль в процессах физиологической и репаративной регенерации. Установлено, что закладка поперечно-полосатых скелетных мышечных волокон (миогенез) происходит только в эмбриональный период. В постнатальном периоде осуществляется их дальнейшая дифференцировка и гипертрофия, но количество мышечных волокон даже в условиях интенсивной тренировки не увеличивается

Скелетная мышца – это активный орган, имеющий специфическую форму, опр. конструкцию и выполняющий присущую только ему функцию. В состав мышцы входят поперечнополосатая мыш. ткань, рыхлая и плотная соединительные ткани, сосуды и нервы. Мышечная ткань формирует основную часть мышцы – её брюшко, рыхлая соед. ткань образует мягкий скелет мышцы, а плотная – сухожильные концы.(структурно-функциональной ед. скелетной мышцы является мыш. волокно). Группы мышечных волокон объединяются в пучки сначала 1, а затем 2, 3 и след.порядков. Вокруг пучков 1 порядка находится оболочка из тонких волокон рыхлой волокнистой соед. ткани – ЭНДОМИЗИЙ. Пучки 2 порядка и след.порядков – ПЕРЕМИЗИЕМ. Соед. ткань, окруж. мышцу в целом - ЭПИМИЗИЙ. Все прослойки соед. Ткани на обоих концах мышцы переходят в сухожилия.(апоневрозы- плоское сухожилие на стенках брюшной полости).Сосуды и нервы входят в мышцу с внутр. её стороны и разветвляются в перемизии.У взрослого человека скелетные мышцы составляют в среднем 40% от общ.массы тела, а у спортсменов с хорошо развитой мускулатурой до 50% и более. Функции: локоморная(при сокращении приводят в движение рычаги); уч-т в образовании стенок полостей тела

Виды состояния и работы мышцы.

Различают следующие основные виды состояния мышцы:

сокращенное, характеризующееся сближением места начала и прикрепления мышцы. Еѐ брюшко значительно утолщено, мышца плотна на ощупь;

растянутое, характеризующееся максимальным удалением точек начала и прикрепления мышцы;

расслабленное, характеризующееся тем, что места начала и прикрепления мышцы находятся в среднем, исходном положении. Мышца расслаблена, мягка на ощупь и несколько провисает под действием силы тяжести, преодолевающей тонус мышцы. К видам работы мышцы относятся: ϖ преодолевающая работа, при которой мышца преодолевает тяжесть данного звена или иное сопротивление (F>P). Такой вид работы называют динамическим, (Нвр.F>Hвр.Р);

удерживающая работа, при которой происходит уравновешивание действию сопротивления, в результате чего движение отсутствует (F=Р). Такой вид работы называют статическим;

уступающая работа, при которой мышца, оставаясь напряжѐнной, постепенно расслабляется, уступая действию силы тяжести или какого-либо сопротивления (F

1.**Изотонические**сокращения.Длинамышцыуменьшается, а*тонус не изменяется*. В двигательных функциях организма не участвуют.

2.**Изометрическое**сокращения.Длинамышцыне изменяется, но*тонус возрастает*. Лежат в основе статической работы, например при поддержании позы тела.

3.**Ауксотонические**сокращения. Изменяются и*длина и тонус мышцы*. С помощью их происходит передвижение тела, другие двигательные акты.

Максимальная сила мышц – это величина максимального напряжения, которое может развить мышца. Она зависит от строения мышцы, ее функционального состояния, исходной длины, пола, возраста, степени тренированности человека.

Работу мышц делят на динамическую и статическую **Динамическая**выполняется при перемещении груза. При динамической работеизменяется длина мышцы и ее напряжение. Следовательно мышца работает в*ауксотоническом*режиме. При**статической**работе перемещения груза не происходит, т.е. мышца работает в**изометрическом**режиме.

Рычагом называется всякое твердое тело, способное совершать вращательные движения около оси, на плечи которого действуют две противоположные силы: движущая сила (мышечные сокращения) и сила сопротивления.

**Виды рычагов**. В зависимости от расположения движущей силы (мышечное сокращение) и силы сопротивления относительно оси вращения различают рычаги первого, второго и третьего рода.

Рычаг первого рода является **двуплечим**. Обе силы имеют одинаковое направление, а между ними находится ось вращения данного рычага. Рычаг первого рода называют также рычагом **равновесия**. Например, атлантозатылочное сочленение и тазобедренный сустав представляют оси вращения рычагов первого рода, по сторонам от которых располагаются плечи рычагов.

Рычаг второго рода — одноплечий рычаг, так как приложения сил имеют противоположные направления. Движущая сила оказывает действие на длинное плечо рыча га, а сила сопротивления — на короткое плечо. Например, в голеностопном суставе одна сила действует вверх, другая — вниз.

Рычаг третьего рода хотя и является одноплечим рычагом, но его отличие от рычага второго рода заключается в том, что сила действует на короткое плечо, а плечо сопротивления — на длинное. Рычаг третьего рода можно назвать рычагом скорости. Например, при выполнении сгибания в локтевом суставе длинное плечо силы — предплечье — совершает больший размах движений, чем короткое плечо силы, идущей от лучевой бугристости до локтевого сустава.

# **Возрастные особенности мышц**

У новорожденного ребенка мышцы анатомически сформированы, но в целом мускулатура развита относительно слабо. На скелетные мышцы приходится 20-22% массы тела, причем мышцы туловища составляют 40% всей мускулатуры, а на конечности приходится около 60% мышечной массы. У взрослого мужчины масса скелетных мышц составляет примерно 40% от общей массы тела. У взрослой женщины - 35%. У спортсменов-тяжелоатлетов масса мускулатуры достигает 50-60% от массы тела. Масса мускулатуры конечностей достигает 80% от общей массы скелетных мышц. При этом на долю мышц нижних конечностей приходится в среднем 52-53%, на долю верхних конечностей - 27-28%.

Мышцы у детей прикрепляются к костям дальше от оси вращения суставов, чем у взрослых. Поэтому сокращаются с меньшей потерей в силе. Эластичность мышц у детей примерно в 2 раза больше, чем у взрослых, в связи с чем разрывы мышц у них - редкое явление. У детей первых лет жизни примерно одинаково развиты сгибатели и разгибатели, за исключением мышц стопы. Постепенно на нижней конечности начинают преобладать разгибатели, а на верхней - сгибатели.

У детей 8 лет мускулатура составляет 27% массы тела, к 15 годам ее доля возрастает до 33%. У взрослых мужчин мускулатура составляет 40% массы тела, у женщин - 35%. В соответствии с этим изменяются внешние формы тела, которые в значительной степени определяются развитием мускулатуры и подкожного жира.

Для новорожденных и детей раннего возраста характерна цилиндрическая форма конечностей; она переходит в веретенообразную и коническую по мере развития мускулатуры и уменьшения подкожной жировой клетчатки. Во время первого ростового сдвига, наступающего в 5-6 лет, формируется мышечный рельеф тела. В это время выявляются различия в степени развития мускулатуры и подкожного жира у мальчиков и девочек. В подростковом периоде, у мальчиков в 13-14 лет, у девочек в 11-12 лет, быстро увеличивается мышечная масса, особенно в конечностях, достигая 70-80% общей массы мышц. Становятся более выраженными половые различия формы тела, в частности мышечного рельефа.

Возрастные особенности имеются и в строении скелетных мышц. Мышечные волокна у новорожденных имеют отчетливую поперечную исчерченность. Однако диаметр их значительно меньше, чем у взрослых. Он составляет в прямой мышце живота 8-16 мкм, в икроножной мышце - 5-8 мкм. На 2-м году жизни средняя толщина мышечных волокон составляет 10-14 мкм, у 4-летнего ребенка - 14-20 мкм. Рост волокон в толщину продолжается до 30-35 лет. За это время диаметр волокон увеличивается в 5-6 раз. Увеличение диаметра мышц в значительной мере происходит за счет утолщения волокон. Мышцы новорожденных имеют хорошо выраженную сосудистую сеть и сформированный нервный аппарат. В то же время соединительная ткань в них развита слабо.

В детском возрасте происходит быстрое развитие перимизия, изменяется соотношение между мышечной и сухожильной частями мышц в пользу сухожильного компонента. В связи с этим становится более выраженной перистость мышц, увеличивается площадь прикрепления сухожилий к костям и фасциям. Закономерностью развития мышечной системы в онтогенезе является неравномерность роста отдельных мышечных групп. В пренатальном периоде отчетливо выражен каудокраниальный градиент роста: мышцы дистальных отделов конечностей растут быстрее, чем мышцы проксимальных отделов. В постнатальном периоде этот градиент нарушается, более интенсивно растут в верхней конечности мышцы локтевого сустава, а в нижней конечности - мышцы голени. Мускулатура плечевого сустава и, соответственно, бедра обладает более медленным ростом. У детей долгое время остаются слабо развитыми глубокие мышцы спины, мышцы и апоневрозы брюшной стенки. Сопротивляемость мышц живота невысока, поэтому у маленьких детей чаще образуются грыжи.

Все указанные анатомические изменения мышц тесно связаны с их функцией. Различия в темпах роста и сроках окончательного формирования мускулатуры отдельных частей тела соответствуют различиям в функциональной активности мышечных групп. В составе двигательного аппарата можно выделить отдельные функциональные системы, созревание которых происходит неодновременно, гетерохронно, и определяется значением этих систем для осуществления общих приспособительных реакций организма.

В пожилом и старческом возрасте наступает постепенная атрофия мышц, относительный вес скелетной мускулатуры уменьшается до 30% и ниже.

Адаптация- совокупность физиологических реакций, лежащая в основе приспособления организма к изменению окружающий условий и направленная к сохранению относительного постоянства его внутренней среды- гомеостаза. Выделяют 4 стадии: 1.Срочная адаптация- начальная аварийная адаптация , экстренное приспособление организма к совершемой этим организмом работе. Формирование структурной основы долговременной адаптации, и перераспределение энергии. 2. Переходная адаптация- Происходит формирование системного структурного следа. Увеличение физиологических возможностей доминирующей системы, повышение экономичности фунционирования системы. 3. Стадия- устойчивая адаптация- завершение формирования системного структурного следа- 1. Изменение аппарата нейрогормональной регуляции на всех уровнях. 2. Увеличение мощности и повышение экономичности двигательного аппарата. 3. Увеличение мощности и экономичности функционирования аппарата дыхания и кровообращения. 4 стадия изнашивания- необязательная стадия. В динамике адаптационных изменений выделяют четыре стадии: 1. Стадия физиологического напряжения. 2. Стадия адаптированности. 3. Стадия дизадаптации. 4.стадия реадаптации

Наибольшая наследственная обусловленность выявлена для морфологических показателей организма человека, меньшая – для физиологических параметров и наименьшая – для психологических признаков

реди морфологических признаков наиболее значительны влияния наследственности на продольные размеры тела, меньшие – на объемные размеры, еще меньшие – на состав тела. Величина коэффициента наследуемости и наиболее высока для костной ткани, меньше для мышечной и наименьшая – для жировой ткани. Для подкожной клетчатки женского организма она особенно мала

Для функциональных показателей выявлена значительная генетическая обусловленность многих физиологических параметров, среди которых большая часть метаболических характеристик организма, аэробные и анаэробные возможности, процент быстрых и медленных волокон в мышцах, объем и размеры сердца, характеристики ЭКГ, систолический и минутный объем крови в покое, частота сердцебиений при физических нагрузках, артериальное давление, жизненная емкость легких (ЖЕЛ) и жизненный показатель (ЖЕЛ/кг), частота и глубина дыхания, минутный объем дыхания, длительность задержки дыхания на вдохе и выдохе, парциальное давление О2и СО2в альвеолярном воздухе и крови, содержание холестерина в крови, скорость оседания эритроцитов, группы крови АВО, имунный статус, гормональный профиль и некоторые другие