

**Муниципальное учреждение дополнительного образования  
«Детская юношеская спортивная школа №3»**

Теоретическая подготовка

**«Костно-мышечная система человека»**

Автор:  
тренер по велоспорту  
МУДО «ДЮСШ №3»  
Павел Сергеевич Титов

г. Арзамас  
2020 г.

## Оглавление

	Стр.
Введение . . . . .	3
1. Строение и функции суставов . . . . .	4
2. Строение скелетных мышц . . . . .	11
3. Основные группы мышц . . . . .	12
4. Работа мышц . . . . .	14
5. Гладкие мышцы . . . . .	16
6. Возрастные изменения костно-мышечной системы . . . . .	17
Заключение . . . . .	18

## Введение

Костно-мышечная система формируется в организме человека одной из первых. Именно она становится тем каркасом, на котором, словно на оси детской пирамидки, вырастает совершенная конструкция тела. Она позволяет нам перемещаться и познавать мир, защищает от физических воздействий, дает чувство свободы. О рычагах и блоках в механике знали еще исследователи Средневековья, но при всей видимой простоте устройство костно-мышечной системы продолжает удивлять даже современного ученого.

Ткани костно-мышечной системы устроены таким образом, что наделяют человека максимальной безопасностью, ведь виртуальные миры появились недавно, а необходимость перемещения в пространстве существовала всегда. Дело в том, что природа совместила в ней вещи практически несовместимые: легкость и прочность, силу и быстроту, способность обновляться и стойкость ко времени, но особое восхищение вызывают суставы. С этим утверждением согласится любой, кто хоть раз сталкивался с необходимостью замены подшипников или иных частей машины, сочетающих в себе функции подвижности и фиксации. Прямые параллели условны, но суставы во многом схожи с подшипниками, с той лишь разницей, что до недавних времен ресурс их определялся продолжительностью жизни человека. В течение долгих лет суставы переносят испытания весом, временем, болезнями и безответственным отношением к ним «нерадивых хозяев», подвергаются необратимым изменениям и в какой-то момент дают сбой.

# 1. Строение и функции суставов

## Суставы верхних конечностей

### Лучезапястный сустав и суставы кисти

На запястье расположены костные выступы лучевой (на латеральной поверхности) и локтевой (на медиальной поверхности) костей. На тыльной поверхности запястья можно нащупать борозду, соответствующую лучезапястному суставу.



Пястные кости расположены дистальнее лучезапястного сустава. Согнув кисть, можно найти борозду, соответствующую пястно-фаланговому суставу каждого пальца. Она расположена дистальнее головки пястной кости и хорошо прощупывается по обе стороны от сухожилия разгибателя пальца (на рисунке эта борозда указана стрелкой).



Через запястье и кисть проходят сухожилия, которые прикрепляются к пальцам. Сухожилия на значительном протяжении находятся в синовиальных влагалищах, которые в норме не пальпируются, но могут отекать и воспаляться.

*Движения в лучезапястном суставе:* возможны сгибание, разгибание, а также локтевое и лучевое отведение кисти. Знание объёма движений помогает

оценить функцию суставов, однако объём движений меняется с возрастом и может быть неодинаковым у разных людей.

*Движения в суставах пальцев:* в основном сгибание и разгибание.

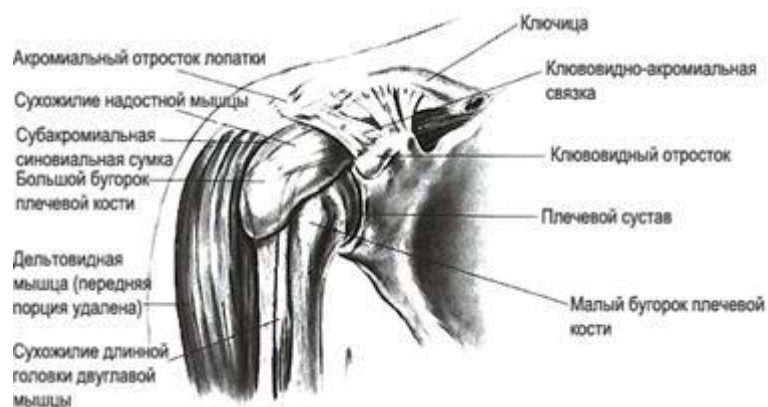


В пястно-фаланговых суставах возможно также отведение (разведение) и приведение пальцев, разгибание пальцев за пределы нейтрального положения. В проксимальных и дистальных межфаланговых суставах полное разгибание пальцев соответствует нейтральному положению.

Сгибание в дистальных межфаланговых суставах происходит в большем объёме при согнутых в проксимальных межфаланговых суставах пальцах.

#### *Локтевой сустав*

Синовиальная сумка (на рисунке не показана) располагается между локтевым отростком и кожей. Синовиальная оболочка наиболее доступна для исследования между локтевым отростком и надмыщелками. В норме ни синовиальная сумка, ни синовиальная оболочка не пальпируются. Локтевой нерв можно прощупать в борозде между локтевым отростком и медиальным надмыщелком плечевой кости.



*Движения в локтевом суставе:* сгибание и разгибание, пронация и супинация предплечья.

### *Плечевой сустав и смежные анатомические образования*

Плечевой сустав, образованный лопаткой и плечевой костью, расположен глубоко и в норме не пальпируется. Его фиброзная капсула подкрепляется сухожилиями четырёх мышц, которые вместе формируют муфту мышц-ротаторов. Надостная мышца, проходящая над суставом, и подостная и малая круглая мышцы, проходящие кзади от сустава, прикрепляются к большому бугорку плечевой кости.



Подлопаточная мышца начинается на передней поверхности лопатки, пересекает плечевой сустав спереди и прикрепляется к малому бугорку плечевой кости. Свод, образуемый акромиальным и клювовидным отростками лопатки и клювовидно-акромиальной связкой, защищает плечевой сустав. В глубине этого свода, выходя за его пределы в переднелатеральном направлении, под дельтовидной мышцей располагается субакромиальная синовиальная сумка. Она перекидывается через сухожилие надостной мышцы. В норме не удаётся пальпировать ни синовиальную сумку, ни сухожилие надостной мышцы.

*Движения в плечевом суставе.* Ротация в плечевом суставе более наглядна при согнутом под углом  $90^\circ$  предплечье. Отведение состоит из двух компонентов: движения руки в плечевом суставе и движения плечевого пояса (ключицы и лопатки) относительно грудной клетки. Нарушение функции одного из этих компонентов, например, из-за боли частично компенсируется другим.

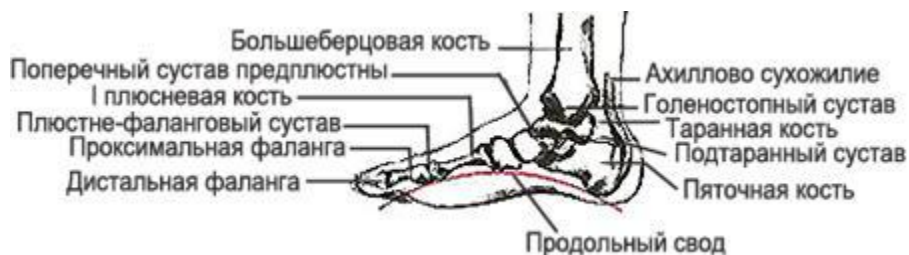
### **Суставы нижних конечностей**

#### *Голеностопный сустав и стопа*

Основными ориентирами области голеностопного сустава являются медиальная лодыжка (костный выступ на дистальном конце большеберцовой кости) и латеральная лодыжка (дистальный конец малоберцовой кости). Связки голеностопного сустава прикрепляются к лодыжкам и костям стопы. Мощное ахиллово сухожилие прикрепляется к задней поверхности пяточной кости.



*Движения в голеностопном суставе* ограничены подошвенным и тыльным сгибанием. Супинация и пронация стопы возможны благодаря подтаранному и поперечному суставам предплюсны.



Головки плюсневых костей можно прощупать на подъёме свода стопы. Они вместе с образуемыми ими плюснефаланговыми суставами расположены проксимальнее межпальцевых складок. Под продольным сводом стопы понимают воображаемую линию вдоль костей стопы от головок плюсневых костей до пятки.

*Коленный сустав*

Коленный сустав образуют три кости: бедренная, большеберцовая и надколенник. Соответственно в нём различают три суставные поверхности две между бедренной и большеберцовой костями (медиальная и латеральная половины большеберцово-бедренного сустава) и между надколенником и бедренной костью (надколенниково-бедренный фрагмент коленного сустава).



Надколенник прилежит к передней суставной поверхности бедренной кости примерно посередине между двумя мыщелками. Он располагается на уровне сухожилия четырёхглавой мышцы бедра, которое, продолжаясь ниже коленного сустава в виде связки надколенника, прикрепляется к бугристости большеберцовой кости.

Две боковые связки, расположенные по обе стороны коленного сустава, обуславливают его стабильность. Чтобы прощупать латеральную боковую связку, перекиньте одну ногу через другую так, чтобы область лодыжек одной ноги находилась на колене другой ноги. Плотный тяж, который можно прощупать от латерального мыщелка бедра до головки малоберцовой кости, и является латеральной боковой связкой. Медиальная боковая связка не пальпируется. Две крестообразные связки имеют косое направление, расположены внутри сустава и придают ему устойчивость при движении в переднезаднем направлении.

Если согнуть ногу в колене под углом  $90^\circ$ , то, надавливая большими пальцами с каждой стороны связки надколенника, можно прощупать борозду, соответствующую большеберцово-бедренному суставу. Обратите внимание на то, что надколенник расположен непосредственно над щелью этого сустава. Надавливая большими пальцами несколько ниже этого уровня, вы можете ощутить край суставной поверхности большеберцовой кости. Медиальный и латеральный мениски представляют собой полулунные образования из хряща,



расположенные на суставной поверхности большеберцовой кости. Они играют роль смягчающих подушечек между бедренной и большеберцовой костями.

Мягкие ткани в переднем отделе полости сустава с обеих сторон от связки надколенника представляют собой поднадколенниковые жировые подушечки.

В области коленного сустава имеются синовиальные сумки. Преднадколенниковая сумка расположена между надколенником и покрывающей его кожей, а поверхностная поднадколенниковая сумка кпереди от связки надколенника.

Углубления, обычно видимые по обе стороны надколенника и выше его, соответствуют синовиальной полости коленного сустава, которая имеет карман, располагающийся вверху глубоко под четырёхглавой мышцей, надколенниковый карман. Хотя в норме синовиальную жидкость обнаружить не удаётся, при воспалении эти участки коленного сустава отекают и становятся болезненными.

*Движения в коленном суставе:* в основном сгибание и разгибание. Возможны также небольшое переразгибание за пределы нейтрального положения, а также вращение большеберцовой кости относительно бедренной.

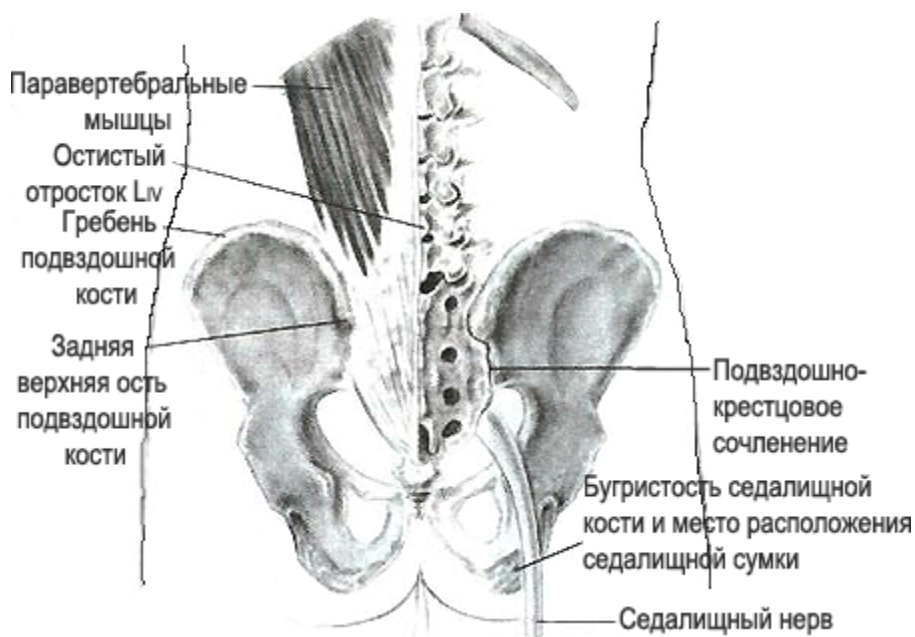
*Таз и тазобедренный сустав.*

Тазобедренный сустав проецируется ниже уровня средней трети паховой складки. Пропальпировать сустав нельзя, так как он прикрыт мышцами. Кпереди от сустава расположена подвздошно-гребешковая синовиальная сумка, которая может сообщаться с полостью сустава. Седалищная (седалищно-ягодичная) сумка, которая иногда может отсутствовать, располагается под бугристостью седалищной кости.

*Движения в тазобедренном суставе* Сгибание в тазобедренном суставе возможно в большем объёме при согнутом колене. Ротация бедра при согнутом колене затруднена. При этом, когда бедро ретируется кнутри, голень перемещается кнаружи. Ротация бедра кнаружи сопровождается смещением голени в медиальном направлении. Именно благодаря движениям бедра возможны указанные движения нижней конечности.

### ***Позвоночник***

Позвоночник в боковой проекции имеет шейный и поясничный изгибы, направленные выпуклостью кпереди, а также грудной изгиб выпуклостью кзади. Крестец также имеет кривизну, направленную выпуклостью кзади.



*Движения в позвоночнике.* Наиболее подвижным отделом позвоночника является шейный. Сгибание и разгибание в шейном отделе осуществляются главным образом между черепом и С<sub>1</sub> и ротация в основном между С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>, в наклонах головы в стороны участвуют С<sub>3</sub> и С<sub>4</sub>.

Движения в остальных отделах позвоночника оценить труднее, чем движения в шейном отделе. Видимое сгибание позвоночника отчасти может быть обусловлено сгибанием в тазобедренных суставах. При наклоне вперед поясничный изгиб должен сгладиться.

## 2. Строение скелетных мышц

Каждая мышца состоит из параллельных пучков поперечнополосатых мышечных волокон. Каждый пучок одет оболочкой. И вся мышца снаружи покрыта тонкой соединительнотканной оболочкой, защищающей нежную мышечную ткань. Каждое мышечное волокно также имеет снаружи тонкую оболочку, а внутри него находятся многочисленные тонкие сократительные нити - миофибриллы и большое количество ядер. Миофибриллы, в свою очередь, состоят из тончайших нитей двух типов - толстых (белковые молекулы миозина) и тонких (белок актина). Так как они образованы различными видами белка, под микроскопом видны чередующиеся темные и светлые полосы. Отсюда и название скелетной мышечной ткани – поперечнополосатая. У человека скелетные мышцы состоят из волокон двух типов – красных и белых. Они различаются составом и количеством миофибрилл, а главное – особенностями сокращения. Так называемые белые мышечные волокна сокращаются быстро, но быстро и устают; красные волокна сокращаются медленнее, но могут оставаться в сокращенном состоянии долго. В зависимости от функции мышц в них преобладают те или иные типы волокон. Мышцы выполняют большую работу, поэтому они богаты кровеносными сосудами, по которым кровь снабжает их кислородом, питательными веществами, выносит продукты обмена веществ. Мышцы крепятся к костям с помощью нерастяжимых сухожилий, которые срастаются с надкостницей. Обычно мышцы одним концом крепятся выше, а другим ниже сустава. При таком креплении сокращение мышц приводит в движение кости в суставах.

### 3. Основные группы мышц

В зависимости от расположения мышцы можно разделить на следующие большие группы: мышцы головы и шеи, мышцы туловища и мышцы конечностей.

К мышцам туловища относят мышцы спины, груди и живота. Различают поверхностные мышцы спины (трапециевидная, широчайшая и др.) и глубокие мышцы спины. Поверхностные мышцы спины обеспечивают движение конечностей и отчасти головы и шеи; глубокие мышцы располагаются между позвонками и ребрами и при своем сокращении вызывают разгибание и вращение позвоночника, поддерживают вертикальное положение тела.

Мышцы груди подразделяют на прикрепляющиеся к костям верхних конечностей (большая и малая грудные мышцы, передняя зубчатая и др.), осуществляющие движение верхней конечности, и собственно мышцы груди (большая и малая грудные мышцы, передняя зубчатая и др.), изменяющие положение ребер и тем самым обеспечивающие акт дыхания. К этой группе мышц относят также диафрагму, располагающуюся на границе грудной и брюшной полости. Диафрагма – дыхательная мышца. При сокращении она опускается, ее купол уплощается (объем грудной клетки увеличивается – происходит вдох), при расслабленном состоянии она поднимается и принимает форму купола (объем грудной клетки уменьшается – происходит выдох). В диафрагме имеются три отверстия – для пищевода, аорты и нижней полой вены.

Мышцы верхней конечности подразделяют на мышцы плечевого пояса и свободной верхней конечности. Мышцы плечевого пояса (дельтовидная и др.) обеспечивают движение руки в области плечевого сустава и движение лопатки. Мышцы свободной верхней конечности содержат мышцы плеча (передняя группа мышц-сгибателей в плечевом и локтевом суставе – двуглавая мышца плеча и др.); мышцы предплечья также делят на две группы (переднюю – сгибатели кисти и пальцев, заднюю – разгибатели); мышцы кисти обеспечивают разнообразные движения пальцев.

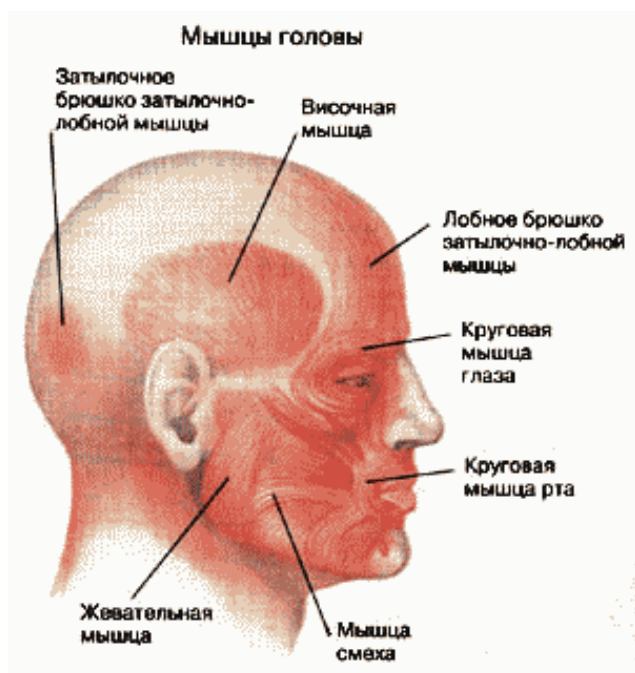
Мышцы нижней конечности подразделяют на мышцы таза и мышцы свободной нижней конечности (мышцы бедра, голени, стопы). К мышцам таза относят подвздошно-поясничную, большую, среднюю и малую ягодичные и др. Они обеспечивают сгибание и разгибание в тазобедренном суставе, а также сохранение вертикального положения тела. На бедре различают три группы мышц: переднюю (четырёхглавая мышца бедра и другие разгибают голень и сгибают бедро), заднюю (двуглавая мышца бедра и другие разгибают голень и сгибают бедро) и внутреннюю группу мышц, которые приводят бедро к средней линии тела и сгибают тазобедренный сустав. На голени также различают три группы мышц: переднюю (разгибают пальцы и стопу), заднюю (икроножную,

камбаловидную и др., сгибают стопу и пальцы), наружные (сгибают и отводят стопу).

Среди мышц шеи выделяют поверхностную, среднюю (мышцы подъязычной кости) и глубокую группы. Из поверхностных наиболее крупная грудино-ключично-сосцевидная мышца наклоняет назад и поворачивает голову в сторону. Мышцы, расположенные выше подъязычной кости, образуют нижнюю стенку ротовой полости и опускают нижнюю челюсть. Мышцы, расположенные ниже подъязычной кости, опускают подъязычную кость и обеспечивают подвижность гортанных хрящей. Глубокие мышцы шеи наклоняют или поворачивают голову и поднимают первое и второе ребра, действуя как дыхательные мышцы.

Мышцы головы составляют три группы мышц: жевательные, мимические и произвольные мышцы внутренних органов головы (мягкого неба, языка, глаз, среднего уха). Жевательные мышцы приводят в движение нижнюю челюсть. Мимические мышцы прикрепляются одним концом к коже, другим – к кости (лобная, щечная, скуловая и др.) или только к коже (круговая мышца рта). Сокращаясь, они изменяют выражение лица, участвуют в замыкании и расширении отверстий лица (глазниц, рта, ноздрей), обеспечивают подвижность щек, губ, ноздрей.

## 4. Работа мышц



Мышцы, сокращаясь или напрягаясь, производят работу. Она может выражаться в перемещении тела или его частей. Такая работа совершается при поднятии тяжестей, ходьбе, беге. Это динамическая работа. При удерживании частей тела в определенном положении, удерживания груза, стоянии, сохранении позы совершается статическая работа. Одни и те же мышцы могут выполнять и динамическую, и статическую работу. Сокращаясь, мышцы приводят в движение кости, действуя на них, как на рычаги. Кости начинают двигаться вокруг точки опоры под влиянием приложенной к ним силы. Движение в любом суставе обеспечивается как минимум двумя мышцами, действующими в противоположных направлениях. Их называют мышцы-сгибатели и мышцы-разгибатели. Например, при сгибании руки двуглавая мышца плеча сокращается, а трехглавая мышца расслабляется. Это происходит потому, что возбуждение двуглавой мышцы через центральную нервную систему вызывает расслабление трехглавой мышцы. Скелетные мышцы прикрепляются с двух сторон от сустава и при своем сокращении производят в нем движение. Обычно мышцы, осуществляющие сгибание, – флекторы – находятся спереди, а производящие разгибание – экстензоры – сзади от сустава. Только в коленном и голеностопном суставах передние мышцы, наоборот, производят разгибание, а задние – сгибание. Мышцы, лежащие снаружи (латерально) от сустава, – *абдукторы* – выполняют функцию отведения, а лежащие внутри (медиально) от него – *аддукторы* – приведение. Вращение производят мышцы, расположенные косо или поперечно по отношению к вертикальной оси (*пронаторы* – вращающие

внутри, *супинаторы* – кнаружи). В осуществлении движения участвует обычно несколько групп мышц. Мышцы, производящие одновременно движение в одном направлении в данном суставе, называют *синергистами* (плечевая, двуглавая мышцы плеча); мышцы, выполняющие противоположную функцию (двуглавая, трехглавая мышца плеча), – *антагонистами*. Работа различных групп мышц происходит согласованно: так, если мышцы-сгибатели сокращаются, то мышцы-разгибатели в это время расслабляются. "Пускают" мышцы в ход нервные импульсы. В одну мышцу в среднем поступает 20 импульсов в секунду. В каждом шаге, например, принимает участие до 300 мышц и множество импульсов согласует их работу. Количество нервных окончаний в различных мышцах неодинаково. В мышцах бедра их сравнительно мало, а глазодвигательные мышцы, целыми днями совершающие тонкие и точные движения, богаты окончаниями двигательных нервов. Кора полушарий неравномерно связана с отдельными группами мышц. Например, огромные участки коры занимают двигательные области, управляющие мышцами лица, кисти, губ, стопы, и относительно незначительные – мышцами плеча, бедра, голени. Величина отдельных зон двигательной области коры пропорциональна не массе мышечной ткани, а тонкости и сложности движений соответствующих органов. Каждая мышца имеет двойное нервное подчинение. По одним нервам подаются импульсы из головного и спинного мозга. Они вызывают сокращение мышц. Другие, отходя от узлов, которые лежат по бокам спинного мозга, регулируют их питание. Нервные сигналы, управляющие движением и питанием мышцы, согласуются с нервной регуляцией кровоснабжения мышцы. Получается единый тройной нервный контроль.

## 5. Гладкие мышцы

Но, кроме скелетных мышц, в нашем организме в соединительной ткани находятся гладкие мышцы в виде одиночных клеток. В отдельных местах они собраны в пучки. Много гладких мышц в коже, они расположены у основания волосяной сумки. Сокращаясь, эти мышцы поднимают волосы и выдавливают жир из сальной железы. В глазу вокруг зрачка расположены гладкие кольцевые и радиальные мышцы. Они все время работают: при ярком освещении кольцевые мышцы сужают зрачок, а в темноте сокращаются радиальные мышцы и зрачок расширяется. В стенках всех трубчатых органов – дыхательных путей, сосудов, пищеварительного тракта, мочеиспускательного канала и др. – есть слой гладкой мускулатуры. Под влиянием нервных импульсов она сокращается. Благодаря сокращению и расслаблению гладких клеток стенок кровеносных сосудов их просвет то сужается, то расширяется, что способствует распределению крови в организме. Гладкие мышцы пищевода, сокращаясь, проталкивают комок пищи или глоток воды в желудок. Сложные сплетения гладких мышечных клеток образуются в органах с широкой полостью – в желудке, мочевом пузыре, матке. Сокращение этих клеток вызывает сдавливание и сужение просвета органа. Сила каждого сокращения клеток ничтожна, т.к. они очень малы. Однако сложение сил целых пучков может создать сокращение огромной силы. Мощные сокращения создают ощущение сильной боли. Возбуждение в гладкой мускулатуре распространяется относительно медленно, что обуславливает медленное длительное сокращение мышцы и столь же длительный период расслабления. Мышцы способны также к самопроизвольным ритмическим сокращениям. Растяжение гладкой мускулатуры полого органа при наполнении его содержимым сразу же ведет к ее сокращению – так обеспечивается проталкивание содержимого дальше.



## 6. Возрастные изменения костно-мышечной системы

Период полового созревания. Изменения костно-мышечной системы в подростковом возрасте касаются размеров и пропорций тела, а также мышечной силы. В возрасте от 12 до 15 лет у мальчиков происходят скачок роста примерно на 20 см и увеличение массы тела на 18 кг. Подобные изменения у девочек отмечаются в среднем на 2 года раньше и выражены в меньшей степени. Пропорции тела претерпевают последовательные изменения: удлиняются нижние конечности, расширяются грудная клетка, плечи и, наконец, удлиняется туловище и увеличивается окружность грудной клетки. У мальчиков в большей степени расширяются плечи, в то время как у девочек более выраженное расширение таза обуславливает большее расстояние между бёдрами. Увеличиваются размеры и сила мышц, особенно у мальчиков.

Как и процесс полового созревания, развитие костно-мышечной системы значительно варьирует. Подростки, у которых процесс полового созревания замедлен, часто уступают на соревнованиях своим более развитым сверстникам, хотя и не имеют никаких отклонений от нормы. Отмечается корреляция между изменениями в росте, степенью развития костно-мышечной системы и степенью половой зрелости, в связи с чем при разработке необходимых рекомендаций эти критерии более предпочтительны, чем календарный возраст.

Старение. Костно-мышечная система продолжает изменяться и у взрослых. После наступления зрелости у взрослых начинается медленное уменьшение роста, которое в старческом возрасте становится уже существенным. В наибольшей степени уменьшается длина туловища из-за истончения межпозвонковых дисков и уменьшения высоты тел позвонков или их сплющивания в результате остеопороза. Сгибание в коленных и тазобедренных суставах также способствует уменьшению роста. У пожилых людей описанные изменения приводят к тому, что конечности выглядят непропорционально длинными по сравнению с туловищем.

Изменения межпозвонковых дисков и тел позвонков существенно способствуют усилению кифоза с возрастом и увеличению переднезаднего размера грудной клетки, особенно у женщин.

## Заключение

Основные функции костно-мышечной системы – это опора, движение и защита. Череп и позвоночный столб – это футляр для головного и спинного мозга. Грудная клетка защищает сердце и легкие. Кости таза являются опорой и защитой для органов брюшной полости. Губчатые кости являются кроветворными органами. С помощью мышц мы передвигаемся в пространстве, в их толще проходят кровеносные сосуды и нервы. Кроме этого многоядерные мышечные клетки выполняют разнообразные метаболические функции: распад незаменимых аминокислот происходит исключительно в мышечных волокнах, уровень глюкозы, аминокислот, липидов сыворотки крови в значительной мере зависит от функциональной активности мышечной ткани. Скелетные мышцы - активная часть опорно-двигательного аппарата. Они удерживают тело в вертикальном положении, позволяют принимать разнообразные позы. Мышцы живота поддерживают и защищают внутренние органы, т.е. выполняют опорную и защитную функции. Мышцы входят в состав стенок грудной и брюшной полостей, в состав стенок глотки, обеспечивают движения глазных яблок, слуховых косточек, дыхательные и глотательные движения.