

# Закономерности онтогенетического развития опорно-двигательного аппарата



## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ:

**ОРГАН КРОВЕТВОРЕНИЯ, МЫШЕЧНЫЕ ВОЛОКНА, МИОФИБРИЛЛЫ, ГИПОДИНАМИЯ, ГИПЕРКИНЕЗИЯ, АТРОФИЯ МЫШЦ, ВЫНОСЛИВОСТЬ, ДВИЖЕНИЕ, СКЕЛЕТ, ГРУДНАЯ КЛЕТКА, ЛОРДОТИЧЕСКАЯ ОСАНКА, КИФОТИЧЕСКАЯ ОСАНКА, СКОЛИОЗ, ОСАНКА, ПЛОСКОСТОПИЕ, ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ, РАССЛАБЛЕНИЕ МЫШЦ, УТОМЛЕНИЕ, ШКОЛЬНЫЕ ФОРМЫ ПАТОЛОГИИ.**

# ПЛАН:

---

- Общая характеристика аппарата движения и опоры.
- Кости. Возрастные изменения костей.
- Строение скелета.
- Развитие и возрастные особенности скелетных мышц.
- Развитие моторной системы на разных возрастных этапах развития ребенка.
- Понятие об осанке, ее классификация. Профилактика нарушений осанки.

# СКЕЛЕТ И ЕГО ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ.

---

## А) ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АППАРАТА ДВИЖЕНИЯ И ОПОРЫ.

- Движения ребенка – это универсальное проявление жизнедеятельности, на различные раздражения он реагирует прежде всего движением (например, отдергивание руки при ожоге пальца, сосательные движения младенцев при раздражении губ и щек и т. д.).

- Органы, работающие в одном направлении, осуществляющие какой-либо определенный жизненный процесс, образуют систему органов.
- В отличие от системы, в аппарате органы связаны единой функцией, но могут иметь разное строение и происхождение (опорно-двигательный, мочеполовой, эндокринный аппараты).
- В опорно-двигательную систему человека входят кости, связки, сухожилия (пассивная часть) и скелетные мышцы (активная часть), которые обладают способностью к сокращению и приводят в движение кости скелета.



# Функции опорно-двигательного аппарата:

## МЕХАНИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ:

- ❑ Скелет человека представляет собой структурную основу его тела, определяет его форму, размер и пропорции (опорная функция).
- ❑ Рессорная функция обусловлена наличием в скелете образований, смягчающих толчки и сотрясения (хрящевые прокладки, суставной хрящ между соединяющимися костями и т. п.).
- ❑ Скелет защищает от механических воздействий головной и спинной мозг, а также формирует полости, в которых под надежной защитой находятся внутренние органы.
- ❑ Двигательная функция осуществляется благодаря тому, что отдельные кости соединены одна с другой при помощи подвижных сочленений, а мышцы, прикрепленные к разным костям, способны перемещать одну кость относительно другой благодаря управлению нервной системой.
- ❑ Антигравитационная функция проявляется в том, что скелет создает опору для устойчивости тела, приподнимающегося над землей.

## **БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ:**

- ❑ **скелет активно участвует в минеральном обмене веществ. Кости являются депо для минеральных солей – фосфора , кальция, магния, железа, меди и других соединений. Кости регулируют постоянство минерального состава жидкостей внутренней среды организма. Функциональное состояние костного аппарата существенно влияет на один из важнейших гомеостатических параметров организма человека – уровень кальция в крови, так как 99% всего кальция, имеющегося в теле человека, содержится в костях;**
- ❑ **кроветворная и иммунологическая функция связаны с красным костным мозгом – центральным кроветворным органом, содержащим самоподдерживающуюся популяцию стволовых кроветворных клеток, из которых образуются также клетки иммунной системы – лимфоциты.**

Особенности опорно-двигательного аппарата человека во многом связаны с размерами его тела, а также с прямохождением.

## Б). КОСТИ. ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОСТЕЙ.

---

- У взрослого человека скелет состоит примерно из 206-208 костей, развивающихся из мезенхимы. Кость как орган живого организма состоит из всех видов тканей, однако главное место занимает костная ткань, которая является разновидностью соединительной ткани.

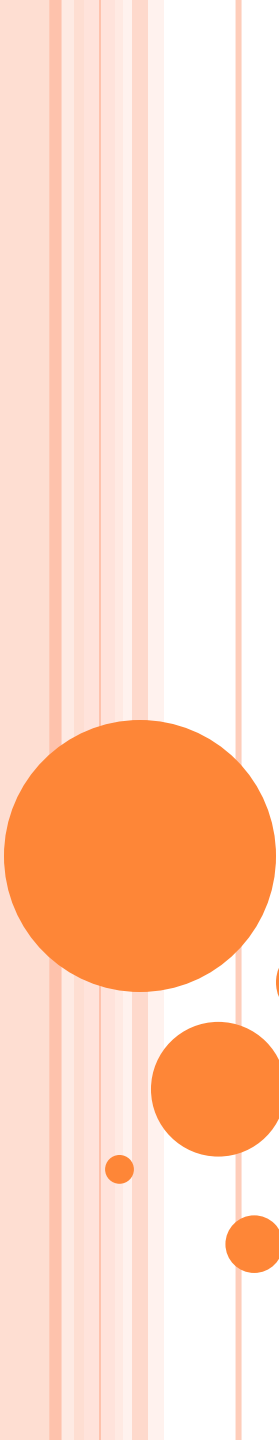


# *Химический состав костей.*

õèìè÷âñêèé ñîñòàâ êîñòåé.swf

- Химический состав костей сложный. Кость состоит из органических и неорганических веществ. Неорганические вещества составляют 65-70% сухой массы кости и представлены главным образом солями кальция и фосфора. В малых количествах (до 0,001%) кость содержит более 30 других различных элементов (алюминий, железо, селен, цинк, медь и др.). Органические вещества, представленные оссеином, составляют 30-35% сухой массы кости, состоят в основном из фибриллярного белка коллагена. Эластичность кости зависит от оссеина, а твердость ее от минеральных солей. У детей в костной ткани содержание минеральных веществ значительно ниже, поэтому их скелет более гибкий и эластичный, способен легко деформироваться под воздействием внешних причин – тяжелой физической работы, неправильных положений тела и т. п.
- **Внимание! Необходимо постоянно следить за осанкой ребенка.**





Процесс насыщения кости минеральными веществами называется минерализацией. Минерализация кости приводит к тому, что хрящевые участки постепенно превращаются в костные, поэтому этот процесс называется также окостенением. Минерализация достигает оптимальных значений к концу полового созревания. С возрастом кости становятся менее эластичными, но более хрупкими. К старости из костей вымывается значительное количество кальция, в результате чего кости утрачивают прочность, сохраняя при этом хрупкость.

# Классификация костей.



ФОРМА КОСТЕЙ РАЗНООБРАЗНА. РАЗЛИЧАЮТ:

**1) ТРУБЧАТЫЕ КОСТИ** – ДЛИННЫЕ ТРУБЧАТЫЕ КОСТИ ОБРАЗУЮТ СКЕЛЕТ КОНЕЧНОСТЕЙ И ИГРАЮТ РОЛЬ РЫЧАГОВ, ПРИВОДИМЫХ В ДВИЖЕНИЕ МЫШЦАМИ (ПЛЕЧЕВАЯ, БЕДРЕННАЯ, КОСТИ ПРЕДПЛЕЧЬЯ И ГОЛЕНИ), КОРОТКИЕ ТРУБЧАТЫЕ КОСТИ ВСТРЕЧАЮТСЯ ТАМ, ГДЕ ПРИ ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ НЕОБХОДИМА ИЗВЕСТНАЯ ГИБКОСТЬ (ПОЗВОНКИ, МЕЛКИЕ КОСТИ СТОПЫ И КИСТИ, ФАЛАНГИ ПАЛЬЦЕВ).



- Эти кости имеют утолщенные концы — головки, или эпифизы, и полую (в виде трубки) среднюю часть — тело, или диафиз, стенки которого образованы компактным веществом. Будучи легкими, такие кости способны оказывать большое сопротивление сжатию и растяжению. В период роста кости между телом и головками расположены хрящевые прослойки. Клетки хряща делятся в сторону концов кости, а на противоположной стороне прослойки хрящ замещается костью, в результате чего длина кости увеличивается. Полное окостенение скелета человека происходит к 20—25 годам;



- **2) плоские кости**, составляющие обычно стенки полостей и выполняющие защитную функцию, например кости крыши черепа, таза, ребра, лопатки и др;
- **3) воздухоносные кости**, внутри которых имеются воздухоносные полости, например лобная и клиновидная кости черепа;
- **4) смешанные кости**, например височные кости черепа.

# Строение кости.

Кости, за исключением суставных поверхностей, покрыты соединительнотканной оболочкой – надкостницей, которая выполняет костеобразующую и защитную функции. В этом слое много кровеносных сосудов, нервных волокон, обеспечивающих жизнедеятельность кости. Внутренний слой надкостницы тонкий, содержит остеогенные клетки, из которых образуются остеобласты – молодые костные клетки. За счет костеобразующей функции надкостницы кость растет в толщину и срастается при переломах.

- Внутри костей имеются костномозговая полость (у трубчатых костей) и ячейки губчатого вещества, в которых находится костный мозг. У новорожденного ребенка и в детском возрасте костномозговые полости заполнены красным костным мозгом, который выполняет кровеобразующую и защитную функции. У взрослого человека красный костный мозг сохраняется только в ячейках губчатого вещества костей. Другие костные полости содержат ожиревший костный мозг, утративший свои функции. Из костной ткани построено компактное и губчатое вещество костей. Компактное (плотное) костное вещество образует наружный слой каждой кости.





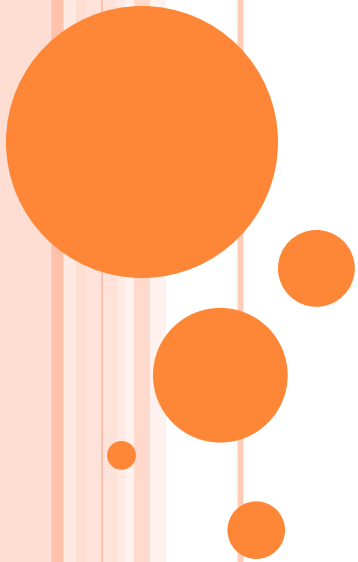
- Губчатое вещество, образованное костными перекладинами (балками), находится под компактным веществом. У трубчатых костей в области их тела (диафиза) компактное костное вещество толстое (до 1 см). На концах трубчатых костей, у плоских и других костей этот слой тонкий. Компактное вещество пронизано системой костных каналов, в которых располагаются кровеносные сосуды и нервные волокна. Каждый костный канал (канал остеона) окружен концентрическими пластинками в виде 4-20 тонких трубочек, вставленных одна в другую. Система таких трубочек вместе с каналом получила название остеона, или гаверсовой системы.



- Губчатое вещество, располагающееся под компактным, находится в концах трубчатых костей – эпифизах, в телах губчатых (коротких), смешанных костей, в плоских и воздухоносных костях. Губчатое костное вещество состоит из костных перекладин, располагающихся в различных направлениях и соединяющихся между собой. Распределение костных перекладин (балок) соответствует направлению основных линий сжатия (давления) и растяжения, действующих на кость. Такое расположение костных перекладин под углом друг к другу обеспечивает равномерное распределение давления и силы действия мышц на кости скелета.




ñòđíáíèǎ òđóá÷àòíé êĩñòè.swf



# *Развитие (остеогенез) и рост костей.*

Различают эмбриональный и постэмбриональный остеогенез. У человека костная ткань появляется на 6-8-й неделе внутриутробной жизни. Кости формируются или непосредственно из эмбриональной соединительной ткани – мезенхимы (перепончатый остеогенез), или на основе хрящевой модели кости (хрящевой остеогенез). Из эмбриональной соединительной ткани, минуя стадию хряща, развиваются кости свода черепа, кости лица, часть ключицы.



**При развитии таких костей в молодой соединительной ткани появляется одна или несколько точек окостенения. Точка окостенения состоит из молодых костных клеток-остеобластов, число которых быстро увеличивается. Остеобласты продуцируют межклеточное вещество, в котором в дальнейшем откладываются соли кальция. Сами остеобласты превращаются в костные клетки (остеоциты) и оказываются замурованными в костном веществе. Поверхностные слои соединительной ткани превращаются в надкостницу.**

- Кости туловища, конечностей, основания черепа развиваются на основе хряща. Формирование костей происходит из одной или нескольких точек окостенения. Первая появляется в средней части хряща на 8-й неделе эмбриогенеза и постепенно распространяется в стороны, пока не сформируется вся кость.
- Незадолго до рождения или после рождения точки окостенения появляются в эпифизах, которые до этого оставались хрящевыми. Они увеличиваются в размерах, хрящ постепенно замещается костной тканью. Небольшая хрящевая прослойка между окостеневающими эпифизом и костным диафизом — эпифизарный хрящ — выполняет костеобразующую функцию в течение постнатального онтогенеза, пока кость не достигнет своих окончательных размеров (18-25 лет). К этому времени эпифизарный хрящ замещается костной тканью, эпифиз срастается с диафизом, и кость представляет единое целое. В связи с костеобразующей функцией эпифизарного хряща трубчатая кость растет в длину.



# ***Зависимость развития кости от внешних и внутренних факторов.***

Важнейшую роль в формировании костей играет наследственность. Большое значение принадлежит также эндокринной системе. Выявлена также зависимость строения кости от состояния нервной системы, которая осуществляет трофику кости. При усилении трофики в ней откладывается больше костной ткани и она становится более плотной, компактной (остеосклероз). Наоборот, при ослаблении трофики наблюдается разрежение кости – остеопороз.

- Развитие кости находится в тесной взаимосвязи с кровеносной системой. Костные пластинки остеонов всегда концентрически формируются вокруг кровеносных сосудов.
- На рост и развитие костей оказывают также влияние социальные факторы, в частности питание. Любой дефицит питательных веществ или метаболические изменения, влияющие на синтез белков, сразу же отражаются на росте костей. Так, недостаток витамина С сказывается на росте длинных трубчатых костей, синтезе органических веществ костного матрикса. В результате трубчатые кости становятся тонкими и хрупкими. При недостатке в пище кальция и витамина Д не происходит достаточного обызвествления образующейся костной ткани. При недостатке этого витамина в детском возрасте ведет к появлению рахита.



- Изменения костей происходят под влиянием физических нагрузок. Образуются хорошо выраженные утолщения – костные выступы, бугры, гребни. Статические и динамические нагрузки вызывают внутреннюю перестройку компактного костного вещества (увеличение количества и размеров остеонов).
  
- **Внимание!** Правильная дозированная физическая нагрузка замедляет процессы старения костей.

## ▣ Соединение костей.

Существует три типа соединения костей:

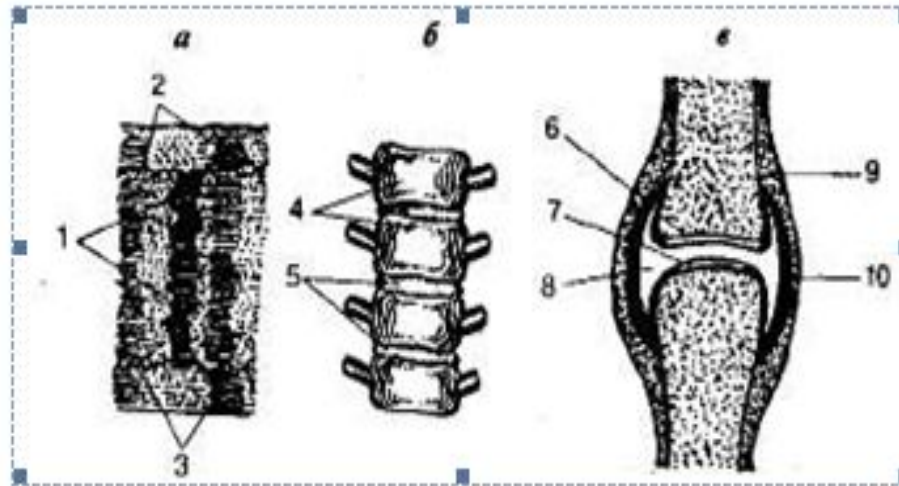
- ▣ неподвижное,
- ▣ полуподвижное ,
- ▣ подвижное, или сустав.

На структуру кости оказывает значительное влияние профессия. В зависимости от характера выполняемой работы меняется форма, ширина и длина костей, толщина компактного слоя, размеры костномозговой полости и т. д.



## Неподвижные соединения

осуществляются сращением костей (крестцовые позвонки), а также швами (кости черепа). Они обеспечивают надежность соединения и способность выдерживать большие нагрузки.



Неподвижное (а), полуподвижное (б) и подвижное (в)

соединение костей: 1—3 — швы между теменными, лобной и теменной и между затылочной и теменными костями соответственно; 4 — позвонки; 5 — хрящевые прослойки между позвонками; 6, 7 — суставные поверхности; 8 — суставная полость; 9 — надкостница; 10 — суставная сумка.

- *Полуподвижным* называются соединения костей с помощью хряща (соединение позвонков в позвоночнике, ребер с грудиной).
- *Сустав* — наиболее распространенная и сложная форма соединения костей, обеспечивающая подвижное соединение. Суставы независимо от различий в подвижности состоят из трех обязательных элементов: суставных поверхностей, суставной сумки и суставной полости (см. рис. 12.5). *Суставные поверхности* сочленяющихся костей идеально пригнаны по форме и плотно прилегают друг к другу. Они покрыты особым (гиалиновым) хрящом. Их гладкая поверхность облегчает движение в суставе, а эластичность хряща смягчает толчки и сотрясения, испытываемые суставом. Соединительнотканная *суставная сумка* натянута между сочленяющимися концами костей и прикреплена к краю суставных поверхностей, где она переходит в надкостницу. В большинстве суставов сумка снаружи укреплена связками.



- *Суставная полость* герметична и окружена суставными хрящами и суставной сумкой. В ней находится небольшое количество вязкой жидкости, которая смазывает суставные хрящи, что уменьшает трение в суставах при движении. Благодаря отрицательному давлению в суставной полости поверхности сочленяющихся костей тесно прилегают друг к другу.
- По форме суставных поверхностей различают четыре типа суставов: *плоские* (между костями запястья и пясти), *цилиндрические* (сочленение между локтевой и лучевой костями), *эллиптические* (сочленение между костями предплечья и кисти) и *шаровидные* (плечевой и тазобедренный суставы). Наименьшую подвижность обеспечивают плоские суставы, наибольшую — шаровидные.



## Классификация суставов.

Таблица 1.

Обязательные элементы суставов	Вспомогательные элементы суставов	Виды суставов		
		По строению	По количеству осей	По форме суставных поверхностей
<p>Суставные поверхности, покрытые хрящом</p> <p>Суставная сумка</p> <p>Суставная полость, содержащая синовиальную жидкость</p>	<p>Связки:</p> <p><u>Внекапсульные</u></p> <p><u>Внесуставные</u></p> <p>Капсульные</p> <p>Внутрисуставные</p> <p>Суставной диск</p> <p>Суставной мениск</p> <p>Суставная губа</p>	<p>Простой</p> <p>Сложный</p> <p>Комбинированный</p> <p>Комплексный</p>	<p>Одноосный</p> <p>Двуосный</p> <p>Многоосный</p>	<p>Цилиндрический</p> <p><u>Блоковидный</u></p> <p><u>Винтообразный</u></p> <p>Эллипсоидный</p> <p><u>Мышелковый</u></p> <p><u>Седловидный</u></p> <p>Шаровидный</p> <p>Плоский</p>

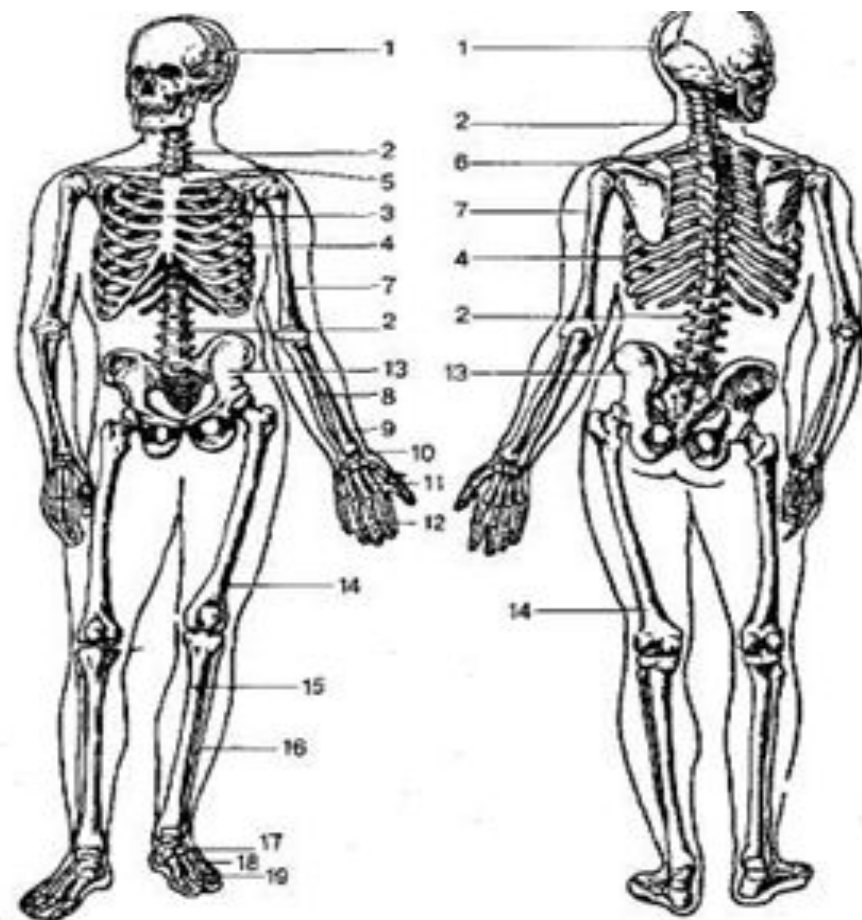
- **Синдесмозы** – это соединения костей с помощью различной формы связок и мембран (например, межкостные перепонки предплечья и голени, желтые связки, соединяющие дуги позвонков, связки, укрепляющие суставы).
- **Швы** – это соединения краев костей крыши черепа между собой тонкими прослойками волокнистой соединительной ткани.
- Вколачиванием называют соединение корня зуба с зубной альвеолой.
- **К синхондрозам относятся** соединения с помощью хрящей (например, синхондрозы мечевидного отростка, соединения ребер с грудиной, эпифизов с диафизом трубчатых костей, клиновидно-затылочный синхондроз).
- **Синостозы** (костные соединения) появляются по мере окостенения синхондрозов между отдельными костями основания черепа, костями, составляющими тазовую кость, и др.
- **Симфизы** также являются хрящевыми соединениями, когда в толще хряща имеется небольшая щелевидная полость, лишенная синовиальной оболочки. К ним относятся межпозвоночные симфизы, лобковый симфиз.

# *Строение скелета.*

Скелет представляет собой совокупность костей, определенным образом соединенных одна с другой (рис. 3). У взрослого человека скелет состоит примерно из 206-208 костей. У скелета выделяют три отдела: скелет черепа, скелет туловища и скелет конечностей.

*Скелет туловища* состоит из позвоночного столба и грудной клетки.





Скелет человека (спереди и сзади): 1 — череп; 2 — позвоночник; 3 —  
 грудина; 4 — грудная клетка; 5 — ключица; 6 — лопатка; 7 — плечевая  
 кость; 8 — локтевая кость; 9 — лучевая кость; 10 — кости запястья; 11 —  
 кости пясти; 12 — фаланги пальцев; 13 — тазовая кость; 14 — бедренная  
 кость; 15 — большая берцовая кость; 16 — малая берцовая кость; 17 —  
 кости предплюсны; 18 — кости плюсны.

# ПОЗВОНОЧНИК.

- Позвоночник новорожденного, как и взрослого, состоит из 32-33 позвонков (7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 тазовых, 3-4 хвостовых), причем их рост и окостенение заканчиваются только с половым созреванием.
- Каждый позвонок состоит *из тела и дуги*. От позвонка отходят семь отростков: два поперечных, непарный остистый и по два верхних и нижних суставных отростка. При помощи последних позвонки сочленяются друг с другом. Между телом и дугой позвонка имеется позвоночное отверстие. Совокупность расположенных друг над другом отверстий позвонков образует *позвоночный канал*, в котором располагается спинной мозг. Размеры тел позвонков увеличиваются от шейного отдела к поясничному в связи с возрастающей нагрузкой на нижние позвонки. Тела позвонков соединены между собой хрящевыми межпозвоночными дисками, обеспечивающими его подвижность и гибкость. Крестцовые и копчиковые позвонки сращены между собой и образуют крестцовую и копчиковую кости.



- В связи с прямохождением человека его позвоночник имеет четыре изгиба. В *шейном и поясничном* отделах изгибы обращены выпуклостью вперед (лордоз), в *грудном и крестцовом* — выпуклостью назад (кифоз). Благодаря S-образной форме позвоночника смягчаются толчки при ходьбе, прыжках и беге, облегчается сохранение равновесия тела и увеличивается объем полости грудной клетки и таза.
- Главной отличительной особенностью позвоночника ребенка первого года жизни является практическое отсутствие изгибов. Они формируются постепенно, по мере роста туловища и реализации антигравитационных реакций (сидение, стояние, прямохождение), и призваны обеспечить биомеханически наиболее эффективные режимы как при статической, так и при динамической нагрузке.



- Первой образуется шейная кривизна (выпуклостью вперед), когда у ребенка появляется возможность удерживать в вертикальном положении голову. К концу первого года жизни формируется поясничная кривизна (также выпуклостью вперед), необходимая для реализации позы стояния и акта прямохождения. Грудная кривизна (выпуклостью назад) формируется позже. Позвоночник ребенка этого возраста еще очень эластичен, и в лежачем положении его изгибы сглаживаются. Недостаток двигательной активности в этом возрасте отрицательно сказывается на развитии нормальной кривизны позвоночного столба.



- Рост позвоночника наиболее интенсивно происходит в первые 2 года жизни. При этом сначала все отделы позвоночника растут относительно равномерно, а начиная с 1,5 лет рост верхних отделов – шейного и верхнегрудного – замедляется, и увеличение длины происходит в большей мере за счет поясничного отдела. Таким образом, в динамике роста позвоночного столба также отмечается выраженный градиент темпов развития – «от головы к хвосту». Следующий этап ускорения роста позвоночника – период «полуростового» скачка. Последнее вытягивание позвоночника происходит на начальных этапах полового созревания, после чего рост позвонков замедляется.



- Окостенение позвонков продолжается в течение всего детского возраста, причем до 14 лет окостеневают только их средние части. Завершается окостенение позвонков только к 21-23 годам. Изгибы позвоночника, начавшие формироваться на 1-м году жизни, полностью формируются в возрасте 12-14 лет, т. е. на начальных стадиях полового созревания.



## ГРУДНАЯ КЛЕТКА.

- Грудные позвонки, 12 пар ребер и грудина в совокупности образуют *грудную клетку*. Плоские, дугообразно изогнутые ребра сочленены с поперечными отростками тел грудных позвонков. Верхние ребра — 7 пар — непосредственно соединены с *грудиной* — плоской костью, лежащей по средней линии груди. Расположенные под ними 8—10-я пары ребер соединены друг с другом хрящами и присоединены к 7-й паре ребер. 11-я и 12-я пары ребер не соединяются с грудиной и размещаются свободно в мягких тканях. Грудная клетка защищает расположенные в ней сердце, легкие, трахею, пищевод и крупные кровеносные сосуды. За счет ритмического приподнимания и опускания ребер изменяется объем грудной клетки. В связи с прямохождением человека ее форма плоская и широкая.



- Движения ребер под воздействием межреберных мышц обеспечивают акт дыхания. Вот почему форма и размер грудной клетки имеют важнейшее значение для осуществления физиологических процессов.
- У новорожденного грудная клетка имеет коническую форму, причем ее размер от грудины до позвоночника больше, чем поперечный. У взрослого человека – наоборот.
- По мере роста ребенка форма грудной клетки меняется. Уменьшается угол, под которым ребра соединены с позвоночником. Уже к концу 1-го года жизни это обеспечивает значительное увеличение амплитуды дыхательных движений грудной клетки, что делает дыхание более глубоким и эффективным и позволяет снизить его темп. Коническая форма грудной клетки после 3-4 лет сменяется на цилиндрическую, а к 6 годам пропорции грудной клетки становятся похожими на пропорции взрослого человека. Это в еще большей степени позволяет увеличивать эффективность дыхательных движений, особенно при физической нагрузке. К 12-13 годам грудная клетка приобретает ту же форму, что у взрослых.





- Форма грудной клетки после 12-13 лет тесно связана с телосложением. Представители долихоморфных (вытянутых в длину) типов имеют удлиненную, цилиндрическую грудную клетку с острым эпигастральным углом (угол между двумя нижними ребрами в точке их сращения с грудиной). У представителей брахиморфных (с преобладанием ширины) типов грудная клетка становится бочкообразной, короткой, с тупым эпигастральным углом. У промежуточного мезоморфного типа эпигастральный угол бывает прямым.



# СКЕЛЕТ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ.

- Пояс верхних конечностей состоит из двух лопаток и двух ключиц. Они образуют жесткий каркас, формирующий верхнюю границу туловища. К лопаткам подвижно прикреплены кости свободных конечностей (правой и левой), которые включают плечевую кость, предплечье (локтевая и лучевая кости) и кисть (мелкие кости запястья, 5 длинных пястных костей и кости пальцев).



- Окостенение свободных конечностей продолжается до 18 – 20 лет, причем ранее всего окостеневают ключицы (практически еще внутриутробно), затем - лопатки и последними – кости кисти. Именно эти мелкие кости служат объектом рентгенографического исследования при определении «костного возраста». На рентгенограмме эти мелкие косточки у новорожденного только намечаются и становятся ясно видимыми только к 7 годам. К 10 – 12 годам выявляются половые различия, которые заключаются в более быстром окостенении у девочек по сравнению с мальчиками (разница составляет примерно 1 год). Окостенение фаланг пальцев завершается в основном к 11 годам, а запястья – в 12 лет, хотя отдельные зоны продолжают оставаться не окостеневшими до 20 -24 лет.



# СКЕЛЕТ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ.

- Пояс нижних конечностей включает таз и свободные нижние конечности. Таз состоит из крестца (нижний отдел позвоночника) и неподвижно соединенных с ним двух тазовых костей. У детей каждая тазовая кость состоит из трех самостоятельных костей: подвздошной, лобковой и седалищной. Их сращение и окостенение начинается с 5-6 лет, а завершается к 17-18 годам. Крестец у детей также еще состоит из несросшихся позвонков, которые соединяются в единую кость в подростковом возрасте. В этом возрасте важно следить за походкой, качеством и удобством обуви, а также остерегаться резких ударов, способных причинить вред позвоночнику. Неправильное сращение или деформация костей таза может оказать неблагоприятное влияние на здоровье в дальнейшем. В частности, для девочек очень важны форма и размер выхода из малого таза, которая влияет на прохождение плода при родах. Половые различия в строении таза начинают проявляться в возрасте 9 лет.



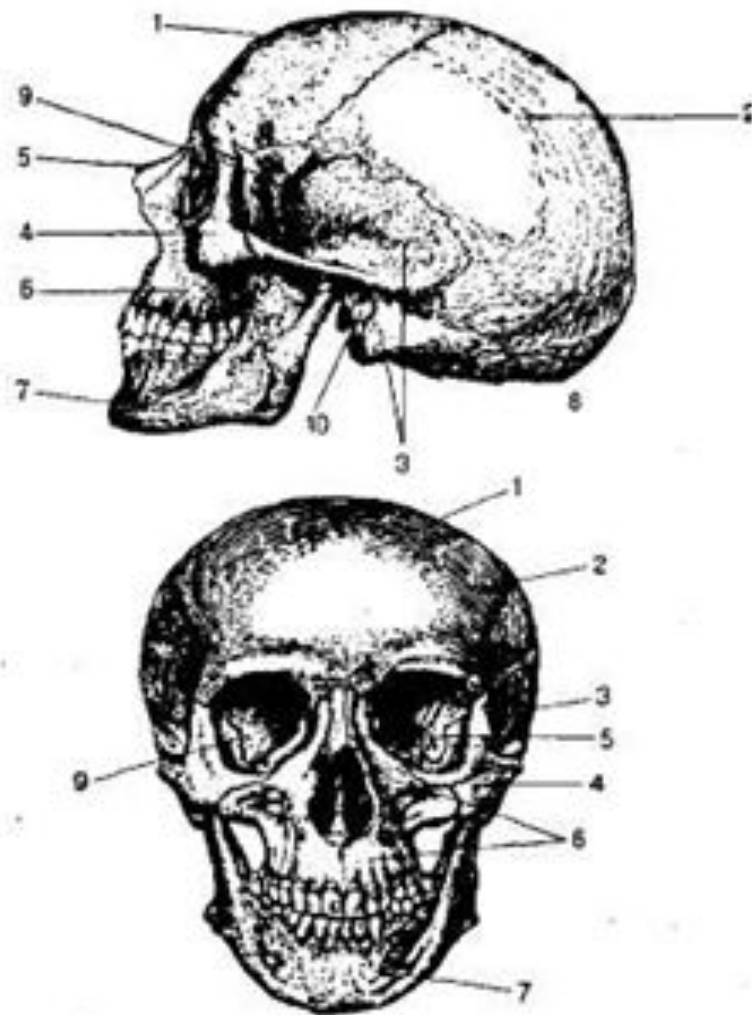
- К тазовым костям прикреплены бедренные кости свободных нижних конечностей. Ниже расположены пары костей голени — большеберцовые и малоберцовые, а затем кости стопы: предплюсна, плюсна, фаланги пальцев. Стопа образует свод, опирающийся на пяточную кость. Свод стопы — исключительная привилегия человека, связанная с прямохождением. Свод стопы действует как рессора, смягчая удары и толчки при ходьбе и беге, а также распределяя тяжесть при переносе грузов. Сводчатость стопы формируется только после 1 года, когда ребенок начинает ходить. Уплотнение свода стопы — плоскостопие — одно из частых нарушений осанки, с которым необходимо бороться.
- Порядок и окостенение свободных нижних конечностей в целом повторяют закономерности, характерные для верхних конечностей.



# ЧЕРЕП .

- Череп, образованный парными и непарными костями, защищает от внешних воздействий головной мозг и органы чувств и дает опору начальным отделам пищеварительной и дыхательной систем.





Череп спереди и сбоку: 1 — лобная кость; 2 — теменная кость; 3 — височная кость; 4 — скуловая кость; 5 — носовая кость; 6 — верхняя челюсть; 7 — нижняя челюсть; 8 — затылочная кость; 9 — основная кость; 10 — наружное слуховое отверстие.

*Череп условно подразделяют на мозговой и лицевой.*

- **Мозговой отдел** черепа взрослого человека состоит из 4 непарных костей – лобной, затылочной, клиновидной, решетчатой и 2 парных – теменных и височных.
- **Затылочная кость** образует заднюю стенку и основание мозгового черепа. У нее выделяют четыре части, расположенные вокруг большого (затылочного) отверстия. Это базилярная часть, которая находится впереди, две латеральные части и чешуя, занимающая задне-верхнее положение.
- **Клиновидная кость** участвует в образовании основания и боковых отделов мозгового черепа. У кости выделяют тело и три пары отростков: это отходящие в стороны большие и малые крылья и уходящие вниз крыловидные отростки. На верхней поверхности тела кости имеется углубление, получившее название турецкого седла. В центре седла видна гипофизарная ямка, в которой помещается гипофиз. Внутри тела клиновидной кости находится воздухоносная полость – клиновидная пазуха, которая сообщается с полостью носа через апертуру.





- **Решетчатая кость** лежит впереди тела клиновидной кости. Она участвует в образовании стенок передней черепной ямки, глазниц и полости носа. Решетчатая кость состоит из вертикально расположенной перпендикулярной пластинки, решетчатой пластинки (образует среднюю часть передней черепной ямки и верхнюю стенку полости носа) и лабиринтов.
- **Височная кость** входит в состав боковой стенки и основания черепа. Она состоит из каменистой части (пирамиды), барабанной и чешуйчатой части. Височная кость служитместищем органов слуха и равновесия, которые залегают внутри ее пирамиды.
- **Теменная кость**, парная, образует крышу (свод) черепа.
- **Лобная кость** образует переднюю стенку свода черепа, стенку передней черепной ямки, верхнюю стенку глазниц. По бокам от носовой части лобной кости находятся отверстия (апертуры), ведущие в лобную пазуху (воздухоносную полость), расположенную внутри лобной кости на уровне глабеллы (надпереносья) и надбровных дуг.



- **Лицевой отдел** черепа состоит из 6 парных костей (верхнечелюстная, небная, скуловая, носовая, слезная, нижняя носовая раковина), а также 2 непарных (сошник и нижняя челюсть). К лицевому (висцеральному) черепу относится также подъязычная кость.
- ✓ Череп новорожденного отличается большей величиной мозговой части по отношению к лицевой, глазницы шире, основание черепа отстает в развитии по сравнению с крышей. Кости крыши черепа связаны соединительнотканными прослойками, образуя лобный, коронарный и ламбдовидный швы, которые на границе лобных, теменных, затылочной и височных костей образуют роднички: малый, большой, клиновидный и сосцевидный.
- ✓ Обычно к моменту рождения ребенка два последних родничка закрываются, но могут быть выражены у недоношенных детей. Малый (задний) родничок закрывается к 3 месяцам, большой (передний) – обычно к 12-15 месяцам. Швы черепной крыши закрываются только в возрасте старше 20 лет.
- ✓ Голова ребенка относительно очень велика. С возрастом существенно изменяется соотношение между высотой головы и ростом. Это соотношение используется как один из морфологических критериев биологического возраста ребенка.



# Развитие мышечной системы.

## *СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ.*

Примерно 600 мышц, прикрепленных к костям, обеспечивают перемещения и движения человека – от рефлекторных мигательных и глотательных движений до виртуозных движений пальцев пианиста, рук скрипача или кисти художника. Масса скелетных мышц у взрослого человека достигает 30-40% массы тела. При весе 70 кг на долю скелетной мускулатуры приходится 43-44%, т.е. более 30 кг. Эта цифра колеблется в зависимости от пола, возраста, физического состояния, тренированности. У новорожденных и детей на долю мышц приходится до 20-25% массы тела, в 15-летнем возрасте – более 32%, а в 17-18 лет – более 44%. Мышечная масса наращивается вследствие удлинения и утолщения мышечных волокон, а не за счет увеличения их числа. К старости мышцы постепенно атрофируются. К 70 годам жизни диаметр волокон уменьшается в 2 раза, в 90 лет – в 3,5 раза.

- В пожилом и старческом возрасте масса мышечной ткани не превышает 20-30%.
- Все скелетные мышцы состоят из однотипных клеток, которые ввиду своей удлинённой формы называют *мышечным волокном*.
- *Мышечные волокна* - это многоядерные сократительные клетки (до 100 ядер), составляющие в поперечнике 10-100 мкм и имеющие длину от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров (до 10-12 см).
- Снаружи каждое мышечное волокно покрыто оболочкой — *сарколеммой*, в которую вплетаются тонкие коллагеновые волокна, получившие название эндомизия. Под сарколеммой в каждом мышечном волокне, в его цитоплазме (саркоплазме), располагаются многочисленные ядра, специальные органеллы (миофибриллы), а также органеллы общего назначения и включения (миоглобин, гликоген). *Миоглобин*, растворенный в саркоплазме, является пигментосодержащим белком, близким по своим свойствам к гемоглобину эритроцитов, придающим мышцам красный цвет.



- Основную часть мышечного волокна составляют специальные органеллы – *миофибриллы*. Миофибриллы образованы нитями сократительных белков *миозина* и *актина*, расположенными вдоль мышечного волокна в определенном порядке. Эти белковые нити (*миофиламенты*) скреплены при помощи особых периодически повторяющихся структур, получивших название телофрагма и мезофрагма.
- ***Типология мышечных волокон.*** Мышечные волокна, входящие в состав скелетных мышц, отличаются друг от друга по многим характеристикам. Чаще всего их подразделяют на два типа в зависимости от свойств главного сократительного белка миозина.
- **Волокна I типа** содержат «медленный» миозин. Это сравнительно тонкие волокна с большим содержанием митохондрий и миоглобина, поэтому они имеют красный цвет и их называют еще «красные». в этих волокнах преобладает аэробная энергетика, наиболее экономичная, но зависящая от доставки кислорода. Эти волокна малоутомляемы и обеспечивают выносливость мышц.



- **Волокна II типа** содержат «быстрый» миозин. Эти волокна содержат много АТФ и креатинфосфата в цитоплазме, но мало митохондрий и миоглобина, поэтому их называют «белые». Их энергетика базируется главным образом на анаэробных гликолитических процессах и в гораздо меньшей степени зависит от доставки кислорода. Именно они определяют важнейшее качество – силу.
- В каждой мышце разветвляется большое количество кровеносных сосудов, по которым кровь приносит к мышечным волокнам питательные вещества и кислород, а уносит продукты обмена веществ. Источником энергии для мышечных волокон является гликоген. В процессе его расщепления вырабатывается аденозинтрифосфорная кислота (АТФ), используемая для мышечного сокращения. Нервы, входящие в мышцу, содержат чувствительные и двигательные волокна.



- У мышцы различают сократительную часть (брюшко), построенную из поперечнополосатых мышечных волокон, и сухожильные концы (сухожилия), которые прикрепляются к костям скелета. У некоторых мышц сухожилия вплетаются в кожу (мимические мышцы), прикрепляются к главному яблоку или к соседним мышцам (у мышц промежности). Образованы сухожилия из оформленной плотной волокнистой соединительной ткани и отличаются большой прочностью. Многие лентовидные мышцы имеют широкие сухожилия, получившие название апоневрозов.





- *Свойства скелетных мышц.* Скелетные мышцы обладают такими свойствами, как возбудимость, проводимость, и сократимость. Мышцы способны под влиянием нервных импульсов возбуждаться, переходить в рабочее(деятельное) состояние. При этом возбуждение быстро распространяется (проводится) от нервных окончаний (эффекторов) до сократительных структур – мышечных волокон. В результате мышца сокращается, укорачивается, приводит в движение костные рычаги.
- *Двигательная единица.* Группу (обычно несколько десятков) однотипных мышечных волокон снабжает управляющей информацией один нейрон, расположенный в спинном мозге. Такая нервная клетка, управляющая двигательными функциями, называется мотонейроном, а вместе с теми мышечными волокнами, которые ей подчинены, она составляет двигательную единицу.



- *Механизм мышечного сокращения.* В поперечнополосатых мышечных волокнах миофибриллы разделены на правильно чередующиеся участки (диски). Одни из этих участков обладают двойным лучепреломлением. В обыкновенном свете под микроскопом они кажутся темными. Это анизотропные участки, их обозначают буквой А. Другие участки в обыкновенном свете выглядят светлыми. Они не обладают двойным лучепреломлением. Это изотропные диски, обозначаемые буквой I. В середине диска А проходит светлая полоса H, посередине диска I – темная полоса Z. Чередование темных А-дисков и светлых I – дисков, располагающихся на одном уровне в соседних миофибриллах, создает на гистологическом препарате скелетной мышцы впечатление поперечной исчерченности.
- В состоянии покоя мышечного волокна нити расположены в миофибрилле так, что тонкие и длинные актиновые нити входят своими концами в промежутки между толстыми и более короткими миозиновыми нитями. Поэтому диски I состоят только из актиновых нитей, а диски А – из нитей миозина.



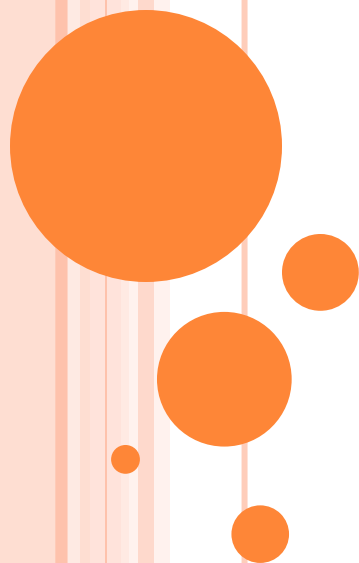
- Согласно представлениям американского цитолога Хаксли, при сокращении миофибрилл происходит движение нитей актина в промежутки между нитями миозина, своеобразное «скольжение». в результате такого движения длина дисков I (актиновые нити ) укорачивается, а диски A сохраняют свой размер.
- Наиболее интересное свойство миозина – его способность расщеплять АТФ. Это свойство миозина открыто советскими биохимиками В.А.Энгельгардтом и М.Н. Любимовой в 1939 г. Под влиянием миозина от молекулы АТФ отщепляется одна молекула фосфорной кислоты. При этом освобождается энергия. Миозин таким образом является не только сократительным белком, но и одновременно ферментом аденозинтрифосфотазой (АТФ-азой).



# ОНТОГЕНЕЗ МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ РЕБЕНКА.

**Эмбриональный период.** Формирование мышечной ткани начинается на 4-6 неделе внутриутробного развития из среднего зародышевого листка ( мезодермы). В это время из одноядерных эмбриональных мышечных клеток – миобластов образуются мышечные волокна. Миобласты объединяются, сливаются в многоядерные структуры (волокна), в которых появляются миофибриллы и поперечнополосатая исчерченность. Несколько позже в мышцы прорастают длинные отростки (аксоны) мотонейронов спинного мозга. С этой стадии начинается синхронное формирование нервно-мышечного аппарата. Процессы дифференциации (т. е. появление разных типов) мышечных волокон связаны в первую очередь с развитием мотонейронов спинного мозга. Это происходит на 6-7 месяце внутриутробной жизни, и ребенок рождается с мышцами, уже частично прошедшими этап первичной дифференцировки.

**Постнатальный период развития.** Мышцы в онтогенезе растут иначе, чем другие ткани: если у большинства этих тканей по мере развития снижаются темпы роста, то у мышц максимальная скорость роста приходится на заключительный пубертатный скачок роста. В то время как, например, относительная масса мозга снижается с 10 до 2%, относительная масса мышц возрастает с 22 до 40%.



В возрасте 7-8 лет мышцы верхних и нижних конечностей растут относительно медленно. В возрастном интервале 8-9 лет скорости роста увеличивается. Это относится в особенности к мускулатуре рук. Затем в возрасте 10-11 лет интенсивность ростовых процессов резко понижается. На 12-летний возраст приходится увеличение скорости роста мышц рук (пубертатный рост начинается с верхних конечностей). В 12-13 лет интенсивно растет мускулатура ног. В 13-14 лет опять отмечается торможение роста мышц ног, явно связанное с первой фазой пубертатных дифференцировок мышечных волокон. Вторая фаза этого процесса приходится на 16 лет, когда вновь тормозится скорость роста. Рост мышц в длину происходит до 23-25 лет. Благодаря двигательной активности и физическим нагрузкам мышечные волокна утолщаются, увеличивается масса мышц. У мышц увеличивается эластичность (растяжимость) их мышечных волокон.

## ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ И КООРДИНАЦИИ ДВИЖЕНИЯ.

- У новорожденного ребенка наблюдаются беспорядочные движения конечностей, туловища и головы. Координированные ритмические сгибания, разгибания, приведение и отведение сменяются аритмичными, изолированными движениями.
- Нарастание тонуса затылочных мышц позволяет ребенку **1,5-2 месяцев**, положенному на живот, поднимать голову. В **2,5-3 месяца** развиваются движения рук в направлении к видимому предмету. В **4 месяца** ребенок поворачивается со спины на бок, а в **5 месяцев** переворачивается на живот и с живота на спину. В возрасте **от 3 до 6 месяцев** ребенок готовится к ползанию: лежа на животе, все выше поднимает голову и верхнюю часть туловища, а к **8 месяцам** он способен проползать довольно большие расстояния.



- **В возрасте от 6 до 8 месяцев** благодаря развитию мышц туловища и таза ребенок начинает садиться, вставать, стоять и опускаться, придерживаясь руками за опору. К концу первого года ребенок свободно стоит и, как правило, начинает ходить. Но в этот период шаги ребенка короткие, неравномерные, положение тела неустойчивое. Стараясь сохранить равновесие, ребенок балансирует руками, широко ставит ноги. Постепенно длина шага увеличивается, **к 4 годам** она достигает 40 см, но шаги все еще неравномерные. **От 8 до 15 лет** длина шага продолжает увеличиваться, а темп ходьбы снижаться.
- **В возрасте 4-5 лет** детям доступны более сложные двигательные акты: бег, прыганье, катание на коньках, плавание, гимнастические упражнения. В этом возрасте дети могут рисовать, играть на музыкальных инструментах. Однако дошкольники и младшие школьники в связи с несовершенством механизмов регуляции трудно усваивают навыки, связанные с точностью движения рук, воспроизведением заданных усилий.





- **К 12-14 годам** происходит повышение меткости бросков, метаний в цель, точности прыжков. Однако, отмечается ухудшение координации движений у подростков, что связывается с морфофункциональными преобразованиями в период полового созревания. С половым созреванием связано и снижение выносливости в скоростном беге у **14-15-летних** подростков, хотя скорость бега к этому возрасту существенно возрастает.
- По мере роста ребенка развивается и прыжок. Дети раннего возраста при подпрыгивании не отрывают ног от почвы, и их движения сводятся к приседаниям и выпрямлениям тела. **С 3 лет** ребенок начинает подпрыгивать на месте, слегка отрывая ноги от почвы. Лишь начиная **с 6-7 лет** наблюдается координация нижних конечностей при прыжке. Дальность прыжка в длину с места возрастает у мальчиков **до 13 лет**, у девочек — **до 12-13 лет. После 13 лет** разница в прыжках в длину в зависимости от пола становится ярко выраженной, а при прыжках в высоту эта разница проявляется **уже с 11 лет.**



# РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

---

- Безруких М.М. Возрастная физиология: (Физиология развития ребенка): Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений /М.М. Безруких, В. Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 416 с.
- Обреимова Н.И. Основы анатомии, физиологии и гигиены детей и подростков / Н.И.Обреимова, А.С. Петрухин. – М.: Академия, 2000. – 431 с.
- Сапин М.Р. Анатомия, физиология детей и подростков / М.Р.Сапин, З.Г.Брыксина. – М.: Академия, 2000. – 468 с.
- Ермоленко Е.К. Возрастная морфология: учебник / Е.К. Ермоленко. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 464 с.

