

# Лекция 8 на тему:

## Особенности мышечной и костной системы у детей



Лектор  
ТРЕТЬЯКЕВИЧ Зоя Николаевна,  
доктор мед. наук, профессор

# Мышечная деятельность

- Исключительная роль в онтогенезе человека принадлежит скелетной мускулатуре.
- В период мышечного покоя в мышцах освобождается 40% энергии, а во время мышечной деятельности освобождение энергии резко возрастает.
- Известный физиолог И.А. Аршавский сформулировал энергетическое правило скелетных мышц, которое **позволяет понять и специфические особенности физиологических функций организма в различные возрастные периоды, и закономерности индивидуального развития.**
- Правило гласит: **«особенности энергетических процессов в различные возрастные периоды, а также изменение и преобразование деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем в процессе онтогенеза находятся в зависимости от соответствующего развития скелетной мускулатуры».**

- **Движения человека – необходимое условие его существования.** Они составляют его поведение, совершаются в процессе труда, в ходе общения с окружающими с помощью речи, при удовлетворении физиологических потребностей и т. д.
- При мышечной деятельности **существенно возрастает объем информации**, поступающей из окружающей среды через внешние органы чувств – экстерорецепторы.
- ***Эта информация играет ведущую роль в рефлекторном регулировании физической и умственной работоспособности.***
- Характер, интенсивность и продолжительность мышечной деятельности детей и подростков **зависят от социальных условий**: общения с окружающими людьми посредством речи, обучения и воспитания, особенно физического, участия в подвижных играх, спортивной и трудовой деятельности.

- **Поведение детей и подростков** в школе, вне школы, в семье, их участие в общественно полезной деятельности **определяются социальными закономерностями.**
- **При изменении характера функционирования скелетных мышц:**
  - ✓ происходят рефлекторные изменения строения и функций НС,
  - ✓ возникают возрастные различия в строении и развитии скелета и двигательного аппарата,
  - ✓ иннервации внутренних органов,
  - ✓ их росте и развитии (в первую очередь — органов сердечно-сосудистой, дыхательной и пищеварительной систем).
- Физиологический механизм этого действия состоит в том, что при напряжении и сокращениях скелетных мышц **раздражаются имеющиеся в них, в суставах и сухожилиях особые рецепторы — проприорецепторы.**

- **Основные функции проприорецепторов:**

- а) раздражение при мышечной деятельности** – обязательное условие регуляции движений нервной системой, корригирования их координации, образования новых двигательных рефлексов и навыков;
- б) обеспечение высокой работоспособности НС**, особенно головного мозга (в результате притока центростремительных импульсов из проприорецепторов в нервную систему );
- в) рефлекторная регуляция работы внутренних органов** → обеспечивает координацию движений и изменение функций внутренних органов (моторно-висцеральные рефлексy).

***NB!***

Таким образом, **мышечная деятельность** → **основное условие умственной и физической работоспособности.**

- Раздражение проприорецепторов, действие продуктов обмена (образуются во время мышечной деятельности) и поступление в кровь гормонов в результате рефлекторного усиления функций желез внутренней секреции → **изменяет обмен веществ и приводит к возрастным изменениям роста и развития организма в целом и отдельных его органов.**
- В первую очередь растут и развиваются те органы, которые несут **наибольшую нагрузку при сокращениях скелетных мышц**, а также те, мышцы которых больше функционируют.
- Обусловленное ростом **накопление веществ и энергии** в организме → обеспечивает дальнейший рост и развитие, увеличивает коэффициент полезного действия; а совершенствование физиологических механизмов регуляции обмена веществ → способствует более экономному использованию веществ и энергии, **приводит к уменьшению уровня обмена веществ на единицу веса тела.**

нервные импульсы от экстерорецепторов

изменения функций  
всех внутренних органов

обмен  
веществ ↑

↑ кровоснабжение НС,  
двигательного аппарата и  
внутренних органов

усиление всех функций организма

ускорение роста и развития

- От функций скелетной мускулатуры непосредственно зависит *развитие торможения в нервной системе*: возникновение торможения совпадает с появлением тонуса скелетной мускулатуры, обеспечивающего статическую неподвижность или передвижение тела в пространстве.
- ***Переломные периоды роста и развития во многом зависят от изменений тонуса скелетной мускулатуры и ее сокращений.***
- **Период грудного возраста** знаменуется гипертонусом мышц верхних и нижних конечностей (до 2 и 4 мес соответственно), причем преобладает развитие мышц рук и верхнего плечевого пояса.



- **Переход от младенческого периода развития к преддошкольному (ясельному) связан с освоением статической позы, ходьбы и началом овладения речью.**
- **Эта деятельность скелетных мышц вызывает изменения строения нервной системы, совершенствование ее функций, строения скелета и скелетной мускулатуры, регуляции сердечнососудистой и дыхательной систем, увеличение объема и веса сердца, легких и других внутренних органов.**



- **В дошкольный период** прекращается поддержание относительного постоянства температуры тела в покое путем напряжения скелетной мускулатуры, → **скелетная мускулатура в покое полностью расслабляется.**
- Двигательные нейроны ГМ приобретают форму, характерную для взрослого. **Увеличивается вес головного мозга** (в три раза больше, чем у новорожденного).
- Совершенствование функций ГМ (особенно торможения) приводит к **снижению уровня обмена веществ** на 1 кг веса тела, появлению **тормозящего влияния НС** на сердечную и дыхательную деятельность, увеличению периода бодрствования и уменьшению периода сна.



- В результате усложнения и увеличения числа движений и большой мобильности к началу **младшего школьного возраста** в основном заканчивается развитие нейронов головного мозга, совершенствуются его функции. Прежде всего это относится к **торможению, обеспечивающему координацию тонких и точных движений**.
- В основном к этому возрасту **завершается формирование тормозящего влияния НС на сердце**, увеличивается вес сердца и легких. Совершенствование регуляции обмена веществ влечет за собой снижение его уровня на 1 кг веса тела.
- При смене молочных зубов на постоянные происходит дальнейшая перестройка пищеварительного канала, что связано с потреблением пищи, соответствующей взрослому.



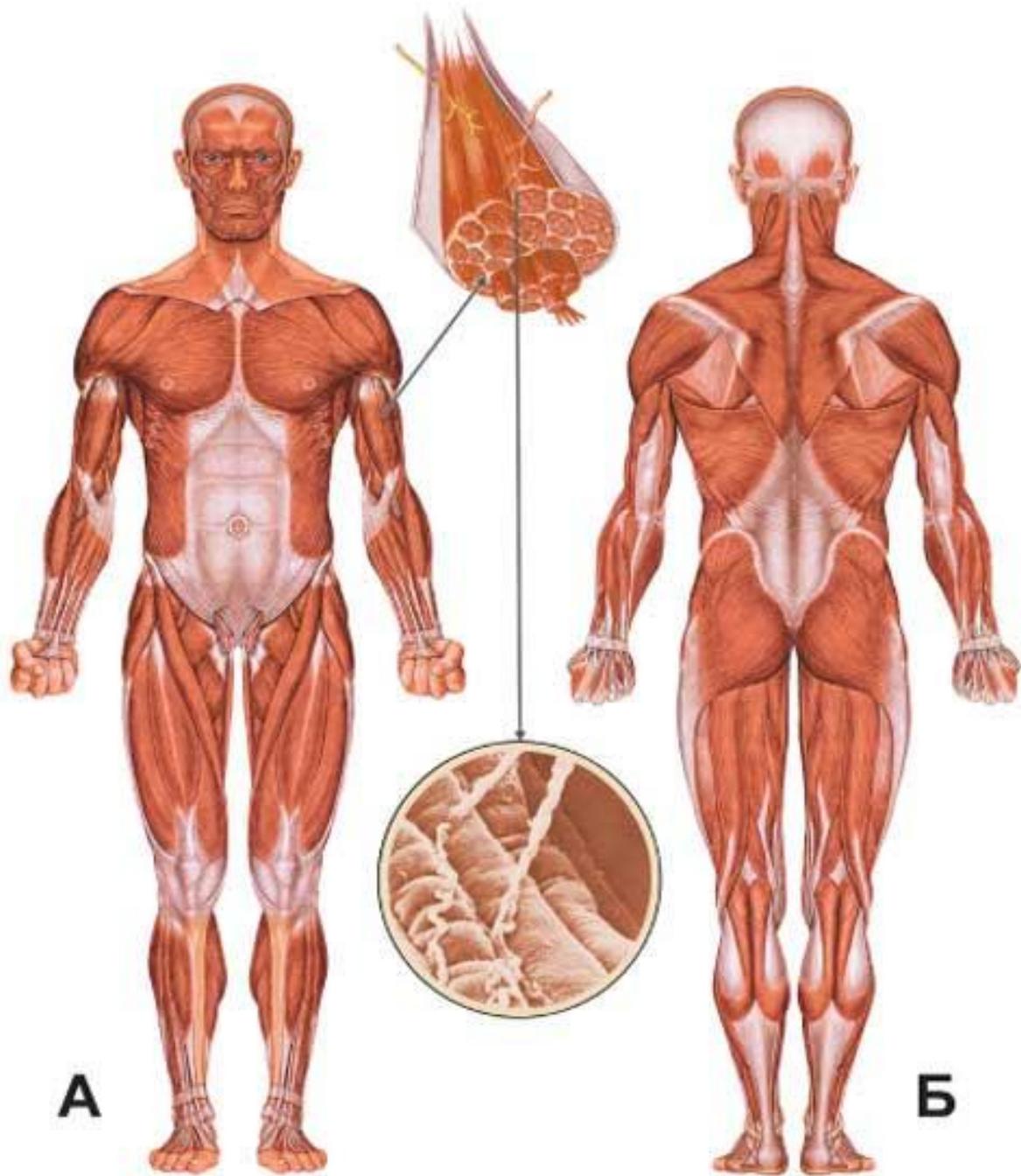
- Переход к **подростковому возрасту** характеризуется началом полового созревания, **изменением функций скелетных мышц**, усиленным их ростом и развитием, овладением двигательными навыками труда, физических упражнений.
- Происходит **завершение морфологического созревания двигательного аппарата, почти достигшего совершенного уровня функционирования**, свойственного взрослым.
- Практически **заканчивается формирование двигательной зоны в головном мозге**, частота пульса и дыхания уменьшается, происходит дальнейшее **снижение относительного уровня обмена веществ, который все-таки еще больше, чем у взрослого**. Завершается смена молочных зубов на постоянные.



- **Переход к юношескому возрасту** характеризуется усиленным ростом мышц и образованием массивных мышечных волокон, резким увеличением их силы, существенным усложнением и расширением деятельности двигательного аппарата.
- Вес головного и спинного мозга почти достигает уровня взрослого человека. Начинается процесс окостенения сесамовидных костей.



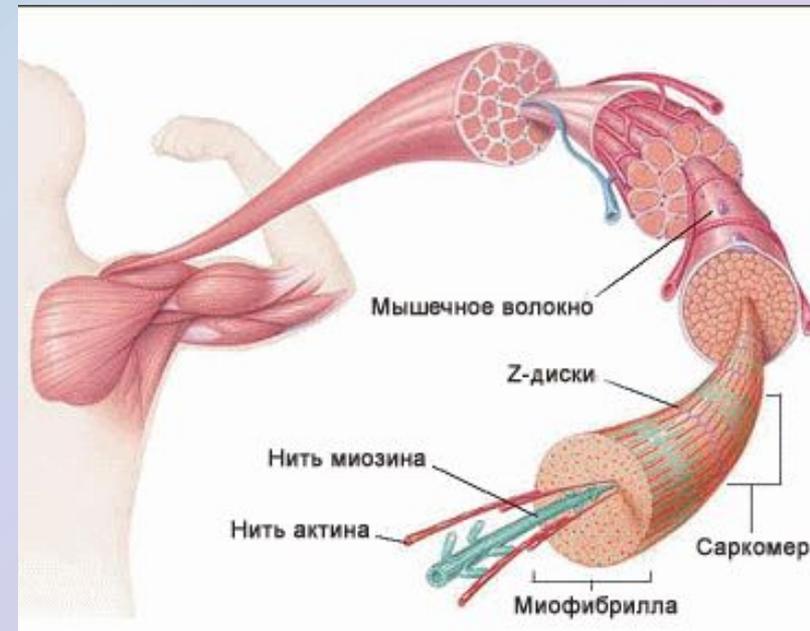
- **Доказательства зависимости роста и развития детей от деятельности скелетной мускулатуры:**
- При заболевании (например, воспалении двигательных нервов) возникает ограничение движений, → происходит задержка развития не только скелетной мускулатуры и скелета (например, развития грудной клетки), но и резкое замедление роста и развития внутренних органов – сердца, легких и др.
- Дети, переболевшие полиомиелитом, поэтому существенно ограниченные в движениях, отличаются от неболевших детей большой частотой сердцебиений и дыхательных движений грудной клетки.



- **Рост мышц в длину** происходит в месте перехода мышечных волокон в сухожилие. Этот процесс продолжается **до 23-25 лет**.
- С 13 до 15 лет сократимый отдел мышцы растет особенно быстро. К 14-15 годам дифференцировка мышц достигает высокого уровня.
- **Рост волокон в толщину** продолжается **до 30-35 лет**. Поперечник мышечных волокон утолщается: к 1 году – в 2 раза; к 5 годам – в 5 раз; к 17 годам – в 8 раз; к 20 годам – в 17 раз.
- **Средний вес скелетных мышц** в процентах к весу тела распределяется так: у новорожденных – 23,3; в 8 лет – 27,2; в 12 лет – 29,4; в 15 лет – 32,6; в 18 лет – 44,2.
- **Масса мышц особенно интенсивно увеличивается у девочек в 11-12 лет, у мальчиков – в 13-14 лет**. Вес скелетных мышц у подростков достигает **~33 %** по отношению к весу тела, **при этом значительно возрастает сила мышц**.
- Значительно развивается мускулатура спины, плечевого пояса, рук и ног → **усиленный рост трубчатых костей**. Гармоническому развитию скелетных мышц способствует правильный подбор физических упражнений.

# Возрастные особенности скелетных мышц

- **Химический состав и строение** скелетных мышц с возрастом также изменяются. В мышцах детей содержится **больше воды и меньше плотных веществ, чем у взрослых.**
- **Биохимическая активность** красных мышечных волокон больше, чем белых. Кроме того, у детей содержится относительно **меньше сократительных белков** – миозина и актина. С возрастом это различие уменьшается.
- **Эластичность детских мышц** больше ~ в 2 раза по сравнению с мышцами взрослых. При сокращении они больше укорачиваются, а при растяжении больше удлиняются.



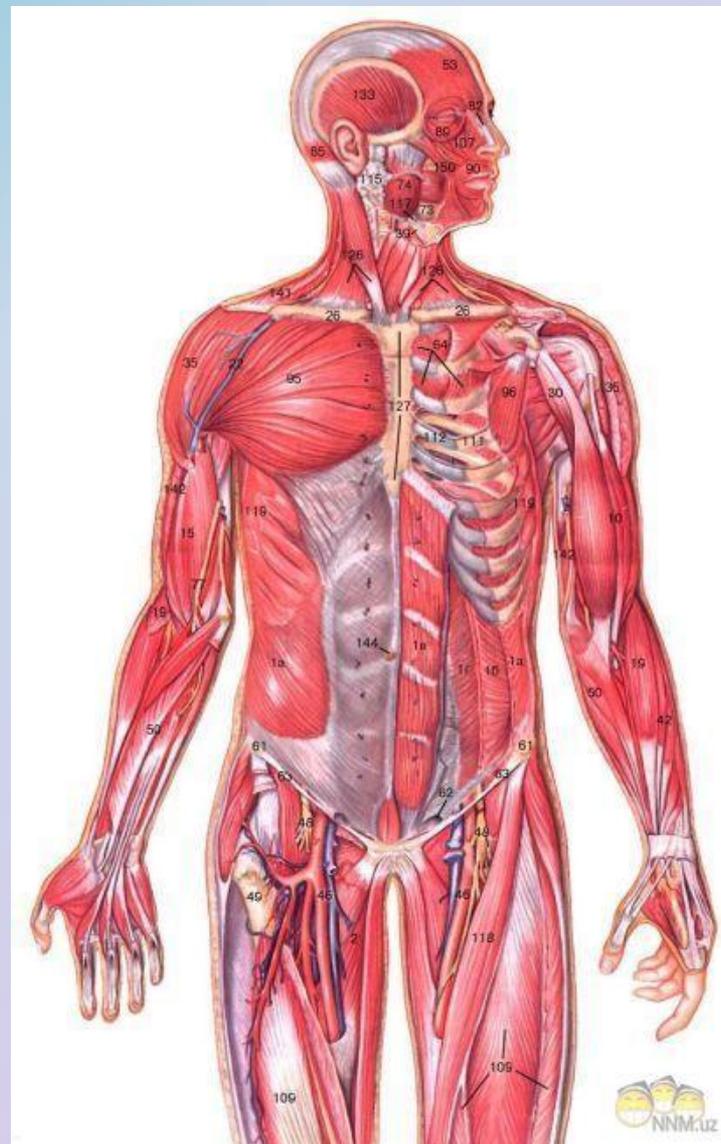
- **Начало формирования чувствительной иннервации** происходит в **3,5-4 месяца**, а к 7-8 месяцам нервные волокна достигают значительного развития. К моменту рождения центроостремительные нервные волокна активно миелинизируются.
- Мышечные веретена единичной мышцы имеют одинаковое строение, но их число и уровень развития отдельных структур в разных мышцах неодинаковы.
- **Сложность строения мышц зависит от амплитуды движения и силы сокращения.** Это связано с координационной работой мышцы: чем она выше, тем больше в ней мышечных веретен и тем они сложнее.
- В некоторых мышцах нет не подвергающихся растягиванию мышечных веретен. Такими мышцами, например, являются короткие мышцы ладони и стопы.

# Возрастные изменения возбудимости и лабильности мышц

- Для работы мышечного аппарата имеют значение не только свойства самих мышц, но и **возрастные изменения физиологических свойств двигательных нервов**. Возбудимость нервов и мышц с возрастом увеличивается.
- В отличие от произвольного напряжения скелетных мышц **процесс их произвольного расслабления достигается труднее**. Данная способность **с возрастом увеличивается**, поэтому скованность движений уменьшается у мальчиков к 12-13, у девочек – к 14-15 годам.
- Затем происходит обратный процесс: скованность движений снова **увеличивается с 14-15 лет**, при этом у юношей 16-18 лет она значительно больше, чем у девушек.
- **Мышцы пронизаны кровеносными сосудами**, по которым с кровью поступают питательные вещества и кислород, удаляются продукты обмена. Кроме того, мышцы богаты и лимфатическими сосудами.

# Основные группы мышц человеческого тела

- Форма и величина мышц зависят от выполняемой ими работы.
- Различают мышцы **длинные** (на конечностях), **широкие** (на туловище, в стенках полостей тела), **короткие** (между позвонками) и **круговые** (сфинктеры – вокруг отверстий тела).
- По функции мышцы делятся на сгибатели, разгибатели, приводящие и отводящие мышцы, а также мышцы, вращающие внутрь и наружу.



# Основные свойства мышечной ткани

- Дети 7-11 лет имеют невысокий показатель **выносливости к динамической работе**, однако с 11-12 лет мальчики и девочки становятся более выносливыми. К 14 годам мышечная выносливость составляет 50-70 %, а к 16 годам – около 80 % выносливости взрослого человека (тренировки!).
- В 7-10 лет ускоренными темпами развивается **ловкость движений**. В этом возрасте у детей **еще недостаточно совершенен механизм регуляции движений**, однако они успешно овладевают основными элементами таких сложных действий, как плавание, катание на коньках, езда на велосипеде и др.
- К **12-14 годам** повышается меткость бросков, метания в цель, точности прыжков. В то же время, по некоторым данным, **наблюдается ухудшение координации движений у подростков, связанное с морфофункциональными изменениями в период полового созревания**.

- **Подростковый возраст имеет большой потенциал для совершенствования двигательного аппарата.**
- Подтверждением являются достижения подростков в художественной и спортивной гимнастике, фигурном катании, других видах спорта.
- Однако при организации физического воспитания в старших классах нужно учитывать, что **процесс формирования организма у 16-17-летних школьников еще не завершен**, поэтому для тех, кто систематически не занимается спортом, нужно дозировать нагрузки, связанные с проявлением максимальной силы и выносливости.
- Кроме того, **развитие моторики варьируется в широких пределах у детей одного возраста**. Поэтому физическое воспитание **должно учитывать** функциональные возможности каждого ребенка, не забывая при этом о возрастных особенностях.
- ***Ребенка нужно учить умениям и навыкам, для достижения которых у него уже имеются морфофункциональные предпосылки.***

# Нормирование двигательной активности

- Чем больше ребенок ежедневно двигается, тем лучше для развития его двигательных функций!
- У здоровых, правильно развивающихся школьников ТОЛЬКО спонтанная двигательная активность и уроки физкультуры **не могут** обеспечить нужного суточного объема движений. Урок физкультуры компенсирует в среднем 11 % необходимого суточного числа движений.
- Для детей 7-11 лет суммарно утренняя гимнастика, гимнастика перед началом уроков в школе, физкультурные паузы на уроках, подвижные игры на переменах и прогулки составляют **до 60 %** необходимого суточного объема движений.
- Доказано, что **5-6 ч занятий физическими упражнениями в неделю** (2 урока физкультуры, ежедневные физкультурно-оздоровительные формы работы, занятия в спортивной секции) **способствуют благоприятному физическому развитию**, улучшению общей физиологической и иммунной реактивности организма и являются средней оптимальной и необходимой нормой.

- Ежедневные 15-20-минутные подвижные игры **для детей 1-2х классов** после третьего урока в 3-4 раза повышают умственную работоспособность.
- **Для подростков** необходим **активный отдых после 3-4 урока и перед приготовлением домашних заданий.**
- А занятия физкультурой или подвижный отдых **после пятого или шестого урока** приводят к ухудшению работоспособности и угнетению фагоцитарной активности лейкоцитов крови.
- **Увеличение двигательной активности детей и подростков ведет к позитивным изменениям в костной системе** (укрепляет кости и делает их более устойчивыми к нагрузкам и травмам) и более интенсивному росту их тела.

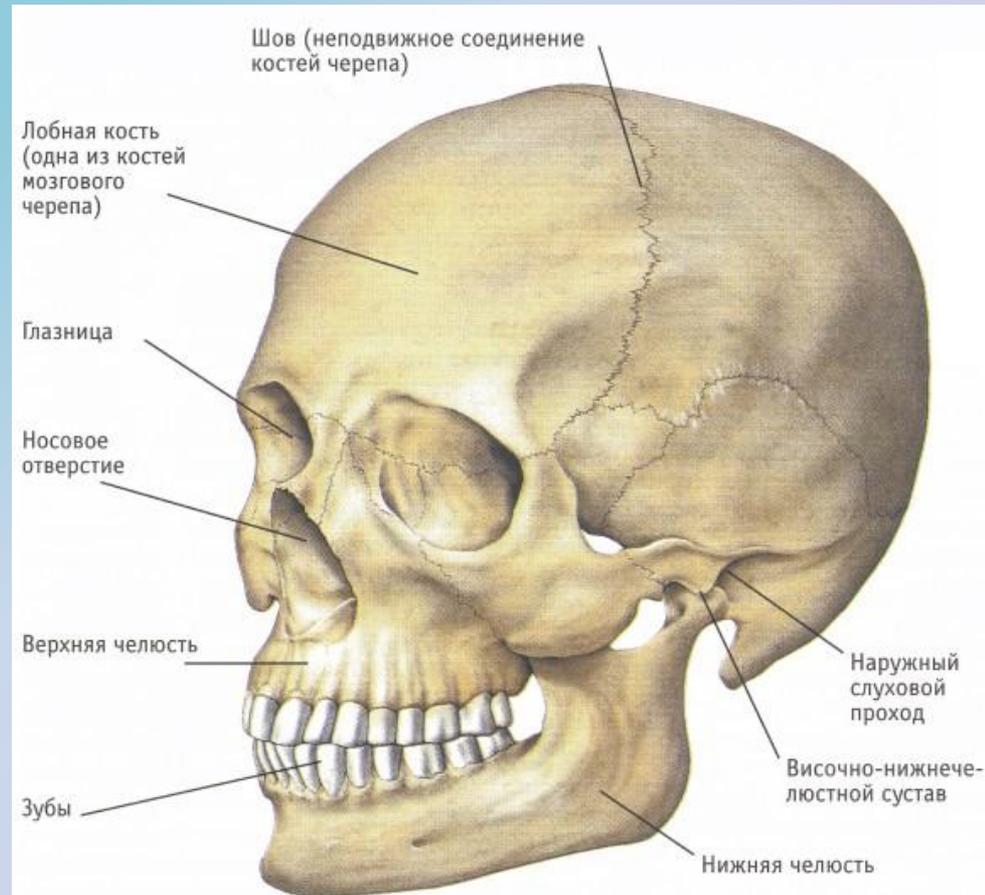
# Костная система





# Череп — скелет головы.

- В соответствии с особенностями развития, строения и функций различают два отдела черепа: **МОЗГОВОЙ** и **ЛИЦЕВОЙ** (висцеральный).
- Мозговой отдел черепа образует полость, внутри которой располагается головной мозг.
- Лицевой отдел формирует костную основу дыхательного аппарата и пищеварительного канала.

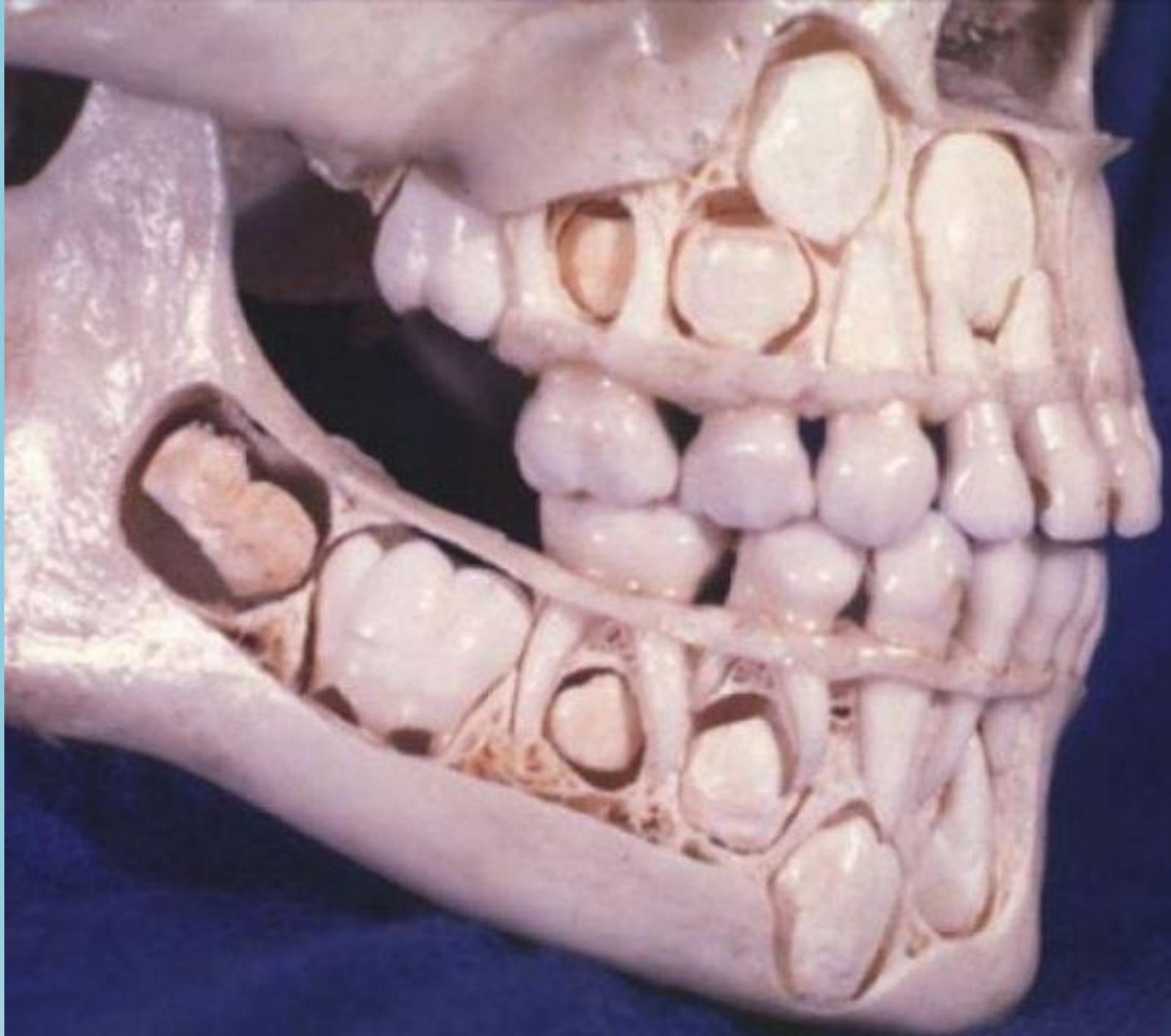


## **Возрастные особенности черепа.**

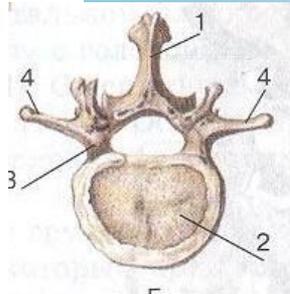
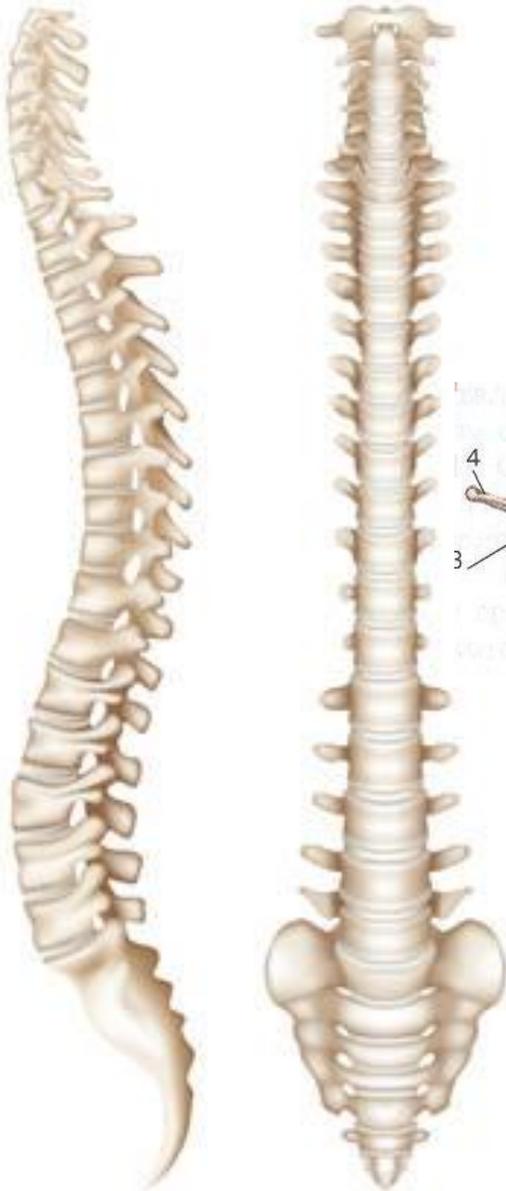
- Череп детей существенно отличается от черепа взрослых его **величиной** по сравнению с размерами тела, строением и **пропорциями** отдельных частей.
- С возрастом изменяется не только форма черепа и составляющих его костей, но и количество костей черепа.



- От рождения и до 7 лет череп растет **неравномерно**, установлены три волны ускорения: 1) до 3-4 лет; 2) с 6 до 8 лет; 3) с 11 до 15 лет.
- Наиболее быстрый рост черепа происходит на первом году жизни.
- К 10 годам емкость черепа составляет 1300 куб. см (у взрослого – 1500-1700 куб. см).
- В 18-20 лет заканчивается образование синостоза между телами затылочной и клиновидной костей →прекращается рост основания черепа в длину. **Полное слияние костей черепа происходит в зрелом возрасте, однако развитие черепа продолжается. После 30 лет швы черепа постепенно становятся костными.**



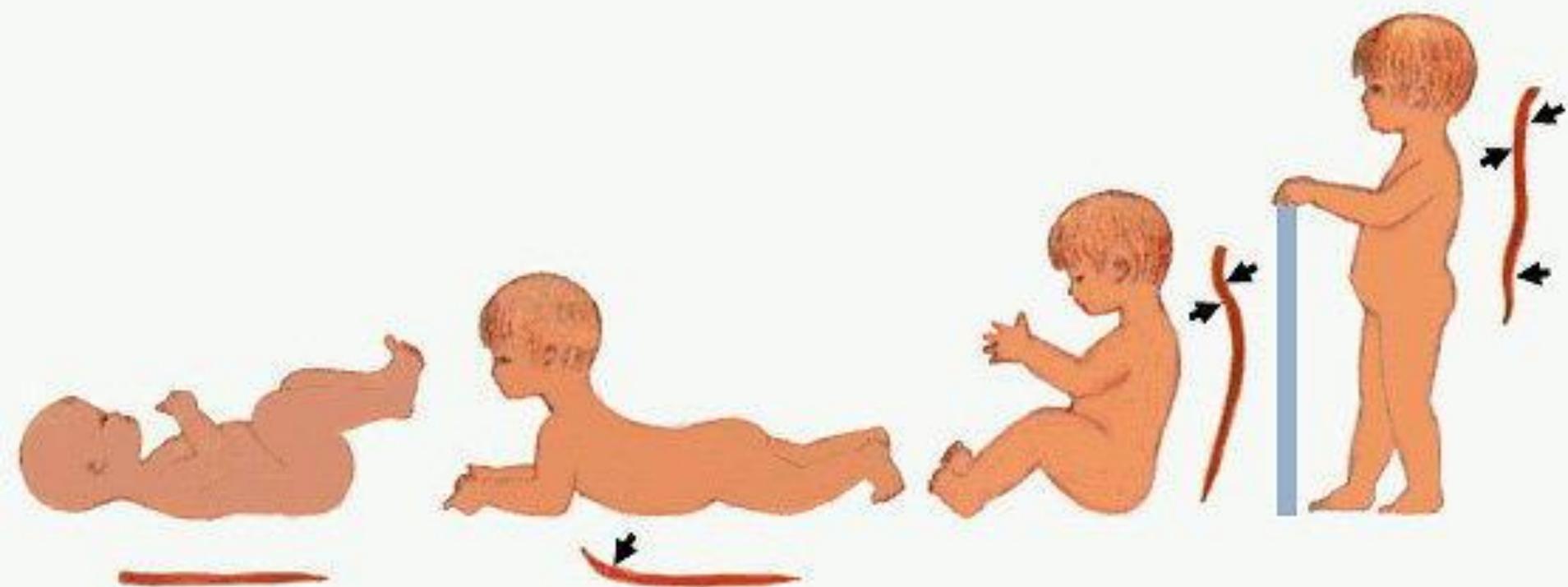
# Позвоночник



- Позвоночник составляют 24 свободных позвонка (7 шейных, 12 грудных и 5 поясничных) и 9-10 несвободных (5 крестцовых и 4-5 копчиковых сочленяемые между ). Свободные позвонки, собой, соединены связками, между которыми находятся эластичные межпозвоночные диски из волокнистого хряща.
- Крестцовые и копчиковые позвонки сращены и образуют крестец и копчик. Позвонки развиваются из хрящевой ткани, толщина которой с возрастом уменьшается.

- К 10 годам завершается развитие спино-мозгового канала, однако структура тела позвонков продолжает развиваться и у детей старшего школьного возраста.
- К 25 годам заканчивается окостенение шейных, грудных и поясничных позвонков, к 20 годам – крестцовых, к 30 годам – копчиковых позвонков.
- У юношей рост позвоночника заканчивается после 20 лет, у девушек он растет до 18 лет, т. е. рост позвоночника у женщин прекращается раньше, чем у мужчин. Средняя длина позвоночника у мужчин составляет 70-73 см, у женщин - 66-69 см. К концу полового созревания рост длины позвоночника почти завершается (приблизительно равна 40 % длины тела).
- Подвижность позвоночника зависит от высоты межпозвоночных хрящевых дисков и их упругости.

- Сгибание позвоночника больше его разгибания. Наибольшее сгибание позвоночника происходит в шейном отделе ( $70^\circ$ ), меньше – в поясничном, наименьшее – в грудном отделе.
- Подвижность позвоночника у детей, особенно 7-9 лет, гораздо больше, чем у взрослых. Это зависит от относительно большей величины межпозвоночных дисков и их большей упругости.
- Развитие межпозвоночных дисков происходит долго и заканчивается к 17-20 годам.
- К 17-25 годам в результате замещения межпозвоночных дисков костной тканью позвоночник становится неподвижным в крестцовом отделе.



*Новорожденный*

*6-10 недель*

*5-6 месяцев*

*Конец 1-го года жизни*



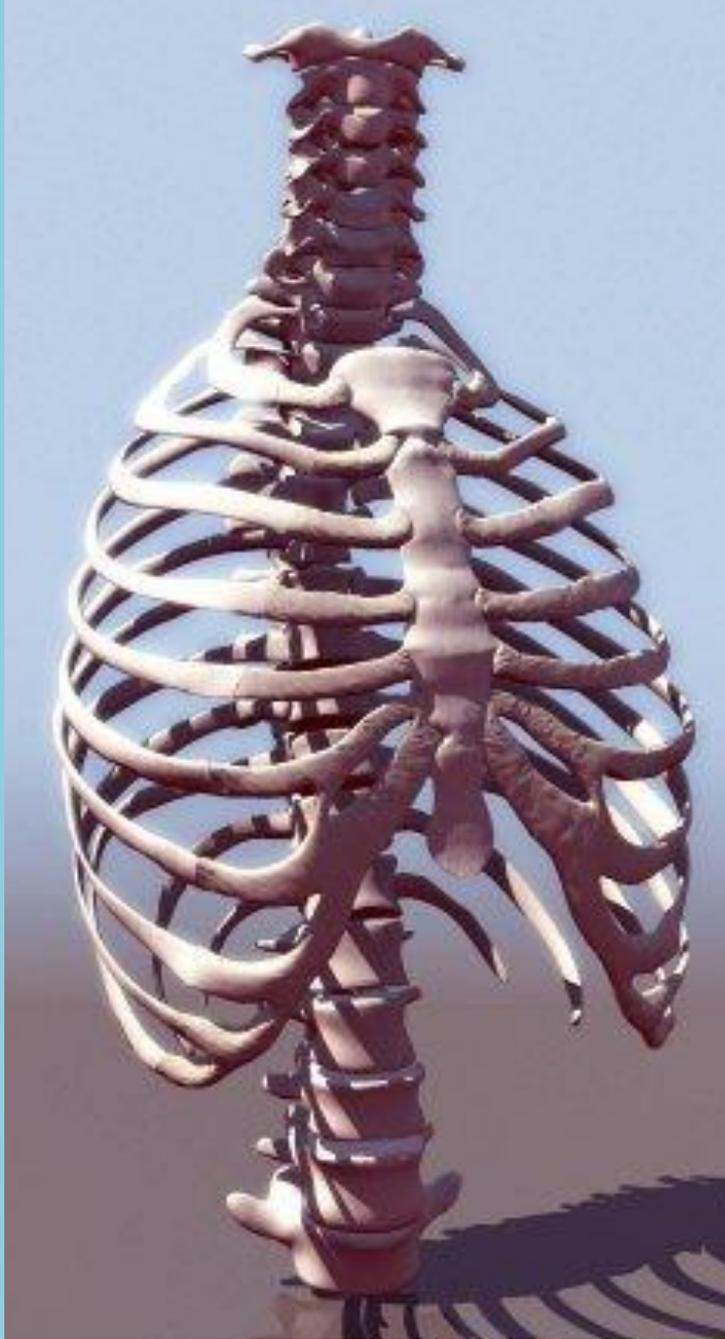




*a*



*б*



- **Грудную клетку** составляют 12 пар ребер. **Истинные ребра** (I – VII пары) с помощью хрящей соединяются с грудиной, из остальных пяти ложных ребер хрящевые концы VIII, IX и X пар соединяются с хрящом вышележащего ребра, а XI и XII пары не имеют реберных хрящей и обладают наибольшей подвижностью, так как оканчиваются свободно.
- II-VII пары ребер соединены с грудиной небольшими суставами.
- С позвонками ребра соединяются суставами, которые при поднятии грудной клетки определяют движение верхних ребер в основном вперед, а нижних - в стороны.

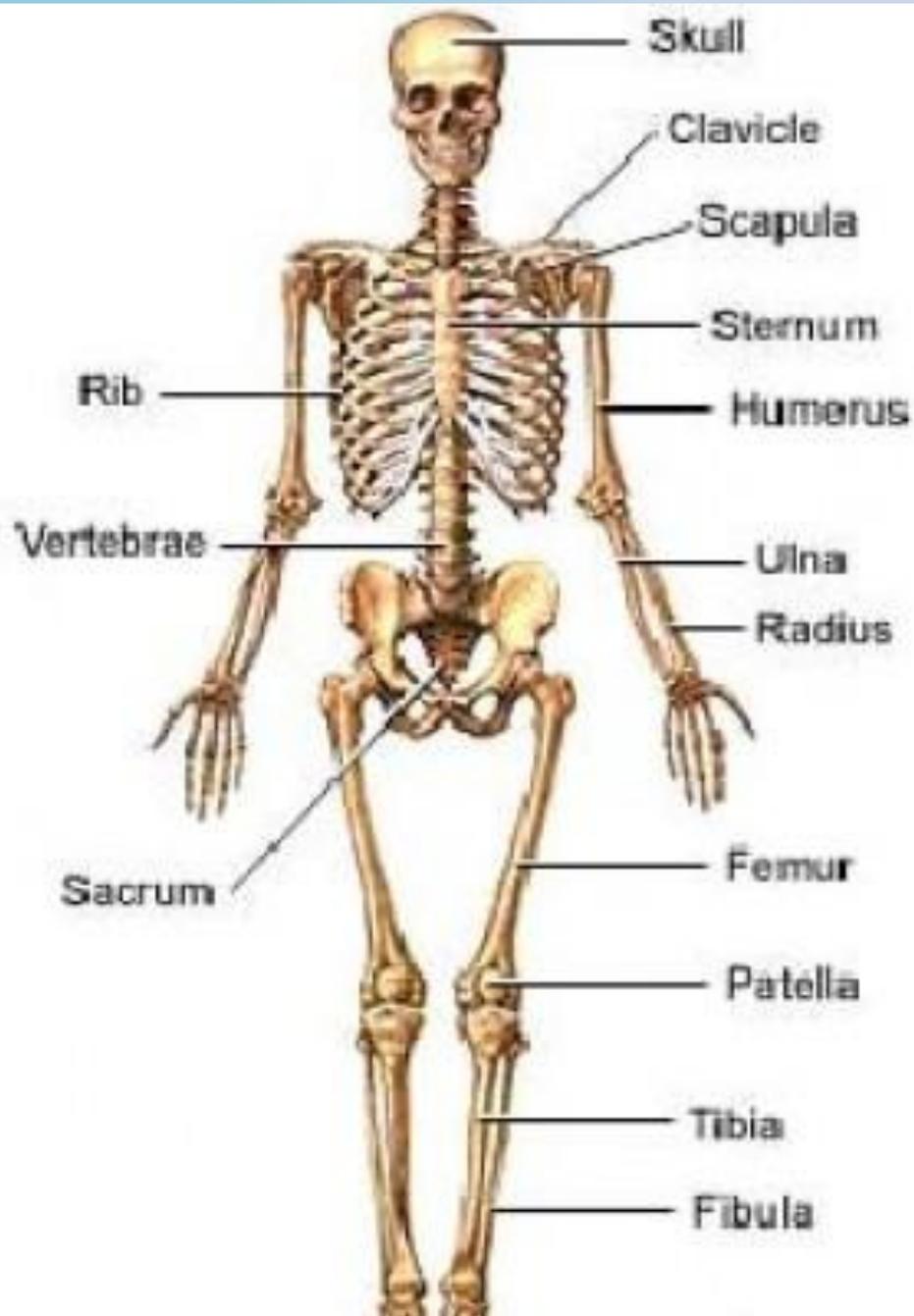
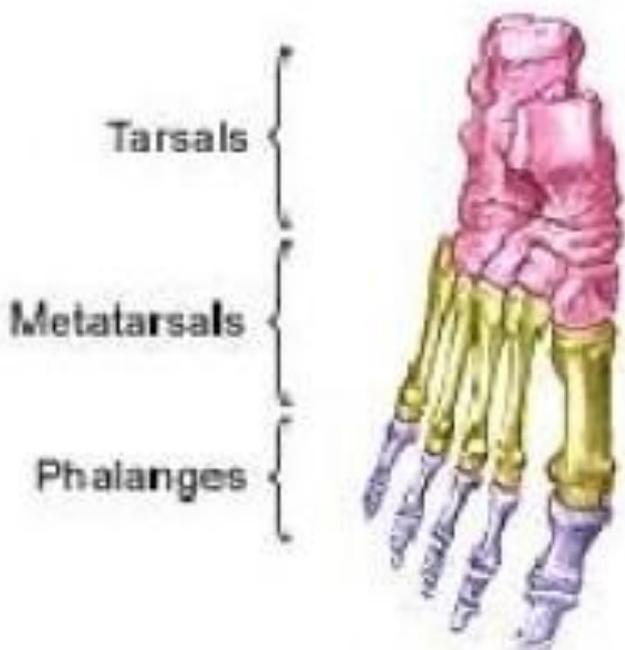
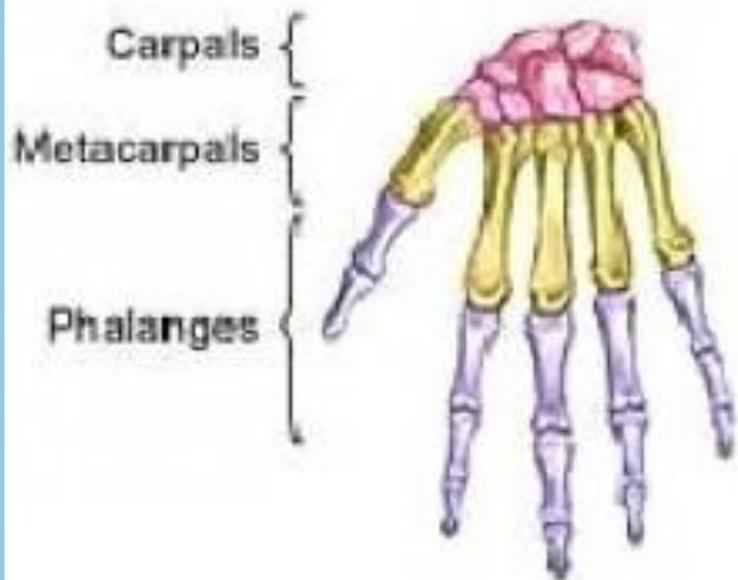


- **Развитие костей таза** → наиболее интенсивный рост в первые три года жизни.
- В процессе сращения костей таза можно выделить несколько этапов: 5-6 лет (начало сращения); 7-8 лет (срастаются лобковая и седалищная кости); **14-16 лет (кости таза уже почти сращены)**; **20-25 лет** (конец полного сращения).
- Эти сроки необходимо учитывать при трудовых движениях и физических упражнениях (особенно для девочек). → При резких прыжках с большой высоты и при ношении обуви на высоких каблуках несросшиеся кости таза смещаются, что приводит к неправильному их сращению и сужению выхода из полости малого таза, приводящему к затруднению родов.
- Нарушение сращения также вызывают чрезмерное неправильное сидение или стояние, переноска больших тяжестей, особенно при неравномерном распределении нагрузки.



Благодарю за







**Перестройка.com**

*переедем к лучше.ру*





