

Возрастная физиология



Предмет, задачи, основные разделы, методы, связь с другими науками.

История развития.

Онтогенез.

Возрастные изменения основных систем организма.

Возрастная периодизация.

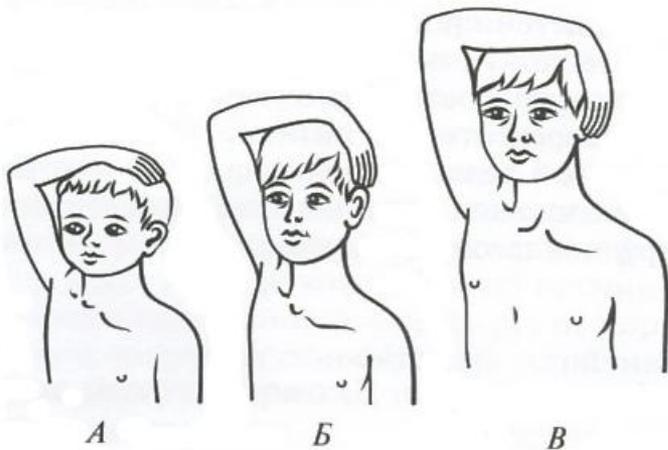
Предмет, основные разделы

- **Возрастная физиология** – наука, изучающая особенности жизнедеятельности организма на разных этапах индивидуального развития.
 - **Ее предмет** - изучение закономерностей становления и развития физиологических функций организма на протяжении его жизненного пути от оплодотворения до конца жизни.
 - **Основные разделы** возрастной физиологии:
 - физиология эмбрионального развития,
 - физиология детей грудного возраста,
 - физиология детей и подростков,
 - физиология стареющего организма, геронтология (наука о старении).
 - возрастная физиология отдельных систем организма.
- Взрослый организм является предметом изучения нормальной физиологии.***

Основные задачи возрастной физиологии:



- изучение особенностей функционирования различных органов, систем и организма в целом в различные возрастные периоды;
- выявление экзогенных и эндогенных факторов, определяющих особенности функционирования организма в разном возрасте;
- определение объективных критериев возраста (возрастные нормативы);
- установление закономерностей индивидуального развития.



Проба Филиппинера для определения школьной Зрелости: А- негативная; Б - нулевая; В - положительная.

Связь с другими науками



- Для понимания закономерностей формирования функций в необходимо знание:
- анатомии, цитологии, гистологии, эмбриологии, генетики, биохимии, а также других разделов физиологии.
- возрастная физиология имеет важное значение для: педиатрии и геронтологии, антропологии, возрастной психологии и педагогики.



Методы исследования

- Методы исследования должны соответствовать задачам, т.к. задача возрастной физиологии – изучение закономерностей изменений функций в процессе индивидуального развития, то **применяются два метода:**
- **1) метод поперечного (кроссекционного) исследования** - одновременное изучение тех или иных свойств у представителей различных возрастных групп. Сопоставление уровня развития изучаемого свойства у детей разного возраста позволяет вывести важные закономерности онтогенетического процесса.
- **2) метод продольного (лонгитудинального) исследования** - длительном (месяцы и годы) наблюдении за одними и теми же людьми. Регулярно проводится их обследование с помощью стандартного набора методик, что позволяет подробно рассмотреть динамику происходящих в организме возрастных изменений.

Закономерности развития организма

- У. Гарвеем (1578-1657) сформулировал принцип «**Все живое происходит из яйца**».
- Яйцо он представлял в виде микроскопического организма, окруженного оболочкой. Части такого организма считал водянистыми, прозрачными и спутанными. Для того, чтобы стать видимыми, они должны были «распутаться», «развиться», а потом стать непрозрачными и плотными.
- Рост и развитие человека, начинающиеся с момента оплодотворения яйцеклетки, представляют собой непрерывный процесс, протекающий в течение всей его жизни.
- Процесс развития идет скачкообразно, т.е. разница между периодами жизни не только количественная, но и качественная.
- Тот или другой возраст характеризуют особенности строения и деятельности организма и его систем.

Развитие

- **Развитие** - процесс изменений, приводящий к повышению сложности организации организма.
- Оно запрограммировано генетической информацией (выделено около 100 генов, регулирующих у человека скорость и пределы его роста);
- регулируется внутренними факторами (прежде всего, гормонами и биологически активными веществами),
- во многом определяется образом жизни (т.е. характером питания, интенсивностью физических и интеллектуальных нагрузок);
- воспитанием, состоянием эмоциональной сферы, уровнем здоровья,
- а также влияниями внешней среды.

Развитие включает в себя три процесса:

- **1. Рост** - это процесс увеличения числа клеток организма или их размеров, что приводит к увеличению массы тела, сопровождающийся изменением В одних тканях (кости) он осуществляется преимущественно за счёт увеличения числа клеток, в других (мышцы, нервная ткань) преобладают процессы увеличения их размеров.
- **2. Дифференцировка** - процесс реализации генетической программы формирования специализированного фенотипа клеток, отражающего их способность к тем или иным специализированным функциям.
- **3. Формообразование** – это изменение пропорций растущего организма. Форма тела в различные возрастные периоды не одинакова.

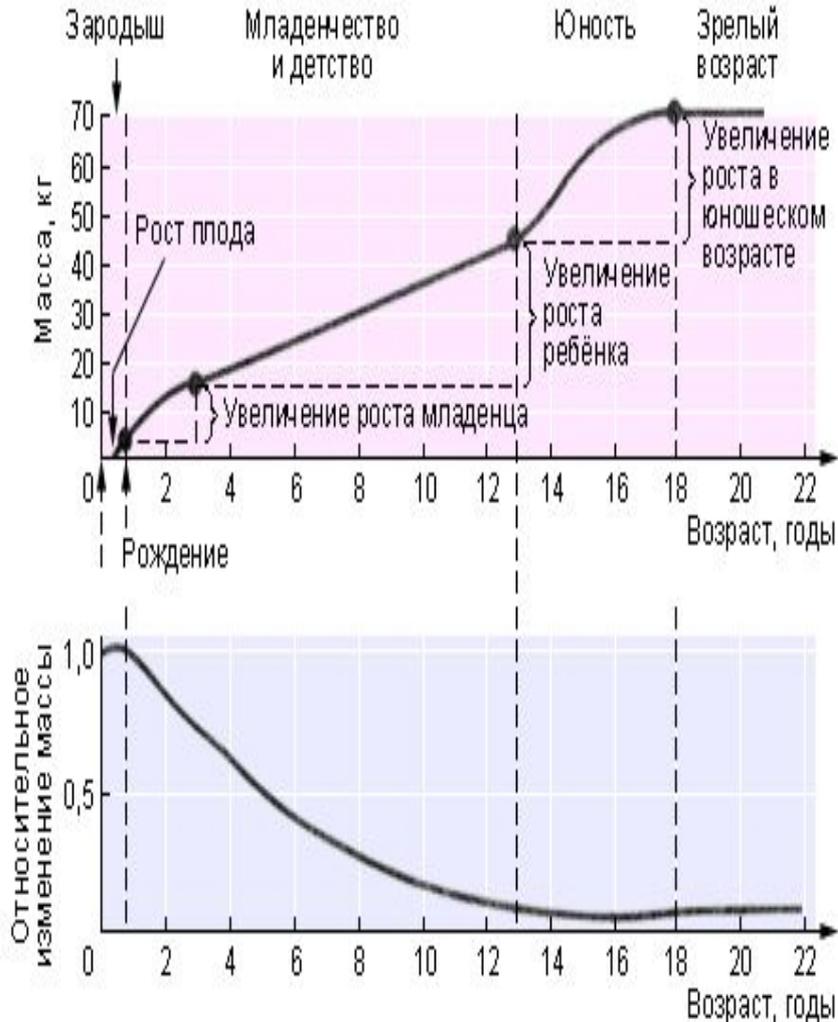
Методики оценки роста и развития



- Используется антропометрические и физиометрические показатели.
- **Антропометрия** – измерение морфологических характеристик тела с помощью весов и ростомера, что позволяет количественно описать его строение.
- **Антропологические показатели:** масса и длина тела, окружность грудной клетки и талии, обхват плеча и голени, толщина кожно-жировой складки.
- **Физиометрические показатели:** жизненная емкость легких, сила сжатия кисти, становая сила и др. Эти показатели отражают одновременно уровень анатомического развития, и некоторые функциональные возможности организма.



Кривая роста человека



- Была построена 1759-1777 гг. графом Филибертом де Монбейяром, наблюдавшим за развитием своего сына 18 лет (опубликованы Бюффеном, в приложении к «Естественной истории»). Метод продольного наблюдения сложен в организации и дорог, однако это окупается полнотой полученной информации.
- В дальнейшем такие кривые строили многие, но ничего принципиально нового они не добавили, если не считать последствий акселерации (ускорения роста и развития детей в XX в.).
- Научное изучение возрастных особенностей детского организма началось во второй половине XIX, когда обнаружили, что ребенок потребляет в течение суток ненамного меньше энергии, чем взрослый, хотя его размеры намного меньше.

История и основные этапы развития



Max Rubner
1854-1932

- **М.Рубнер** изучая энергообмен у животных обнаружил, что более крупные расходуют энергии значительно меньше, чем мелкие.
- Сформулировал **«Правило поверхности»** - **интенсивность обмена энергии у теплокровных животных прямо пропорциональна площади поверхности их тела.**
- Различиями в соотношении массы и поверхности тела объяснил разницу в интенсивности энергетического обмена между взрослыми и детьми.
- А также различия в частоте сердечных сокращений и дыхательных циклов, легочной вентиляции и объеме кровотока. Во всех этих случаях их интенсивность у детей существенно выше, чем в организме взрослого.

Начало XX века

- В 20-е годы XX в. немецкий врач и физиолог **Э. Гельмрейх** - различия между взрослым и ребенком находятся в двух плоскостях, которые необходимо рассматривать независимо: **ребенок как маленький организм** и **ребенок как развивающийся организм**.
- «Правило поверхности» Рубнера рассматривает ребенка только как маленький по размерам организм.
- Более интересными и важными являются те особенности ребенка, которые характеризуют его как организм развивающийся.

Энергообмен и продолжительность жизни

- Согласно М.Рубнеру все млекопитающие за жизнь тратят одинаковую энергию на единицу веса (180-190 тысяч ккал/кг), но животные малых размеров не экономно расходуют энергию и исчерпывают свой энергетический фонд быстрее: мышь живет 2,5 года, а слон 80 лет.
- И.А. Аршавский: кролик и заяц одинаковы по массе, но заяц гораздо активнее, тратит энергии больше, т.е. должен быстрее израсходовать свой лимит энергии, однако живет в 2-3 раза дольше кролика.
- Сформулировал **«Энергетическое правило скелетных мышц»**: **Двигательная активность является фактором функциональной индукции анаболизма.**
- Особенностью такой индукции является избыточное восстановление, за счет которого впоследствии может быть осуществлен больший объем работы.
- Особенности развития физиологических функций зависят от характера функционирования скелетных мышц в разные возрастные периоды.

Влияние ВНС на детский организм



Илья Аркадьевич
Аршавский
1903-1996

- И.А. Аршавский открыл **неравномерное развитие симпатических и парасимпатических влияний** нервной системы на функции детского организма.
- **Симпатический отдел ВНС созревает раньше**, он стимулирует активность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, обменные процессы в организме. Такая стимуляция адекватна для раннего возраста, когда организм нуждается в повышенной интенсивности обменных процессов, необходимой для обеспечения процессов роста.
- **По мере взросления организма усиливаются парасимпатические, тормозящие влияния.** В результате снижается частота пульса, частота дыхания и относительная интенсивность энергопродукции.

Концепция системогенеза и гетерохронии



Петр Кузьмич Анохин
1898-1974

- **Концепция системогенеза** - последовательность разворачивающихся в организме событий выстраивается таким образом, чтобы удовлетворять меняющимся по ходу развития **потребностям** организма.
- **Гетерохрония** (неравномерность развития) обеспечивает гармоничное соотношение развивающегося организма и окружающей среды, т.е. ускоренно формируются те структуры и функции, которые в данный момент обеспечивают его выживание
- Функциональные системы созревают неравномерно, сменяются, обеспечивая организму приспособление в различные периоды онтогенеза.

Концепция физиологии активности



Николай Александрович
Бернштейн 1896-1966



Циклограмма рубки зубилом

- Физиолог **Н.А.Бернштейн** показал, как механизмы высшего управления движениями распространяются с возрастом от наиболее эволюционно древних подкорковых структур головного мозга к более новым, достигая все более высокого уровня «построения движений».
- Впервые доказал, что **направление онтогенетического прогресса управления физиологическими функциями совпадает с направлением филогенетического прогресса**. Что подтвердило концепцию **Э.Геккеля** о том, что индивидуальное развитие (онтогенез) представляет собой ускоренное эволюционное развитие (филогенез).

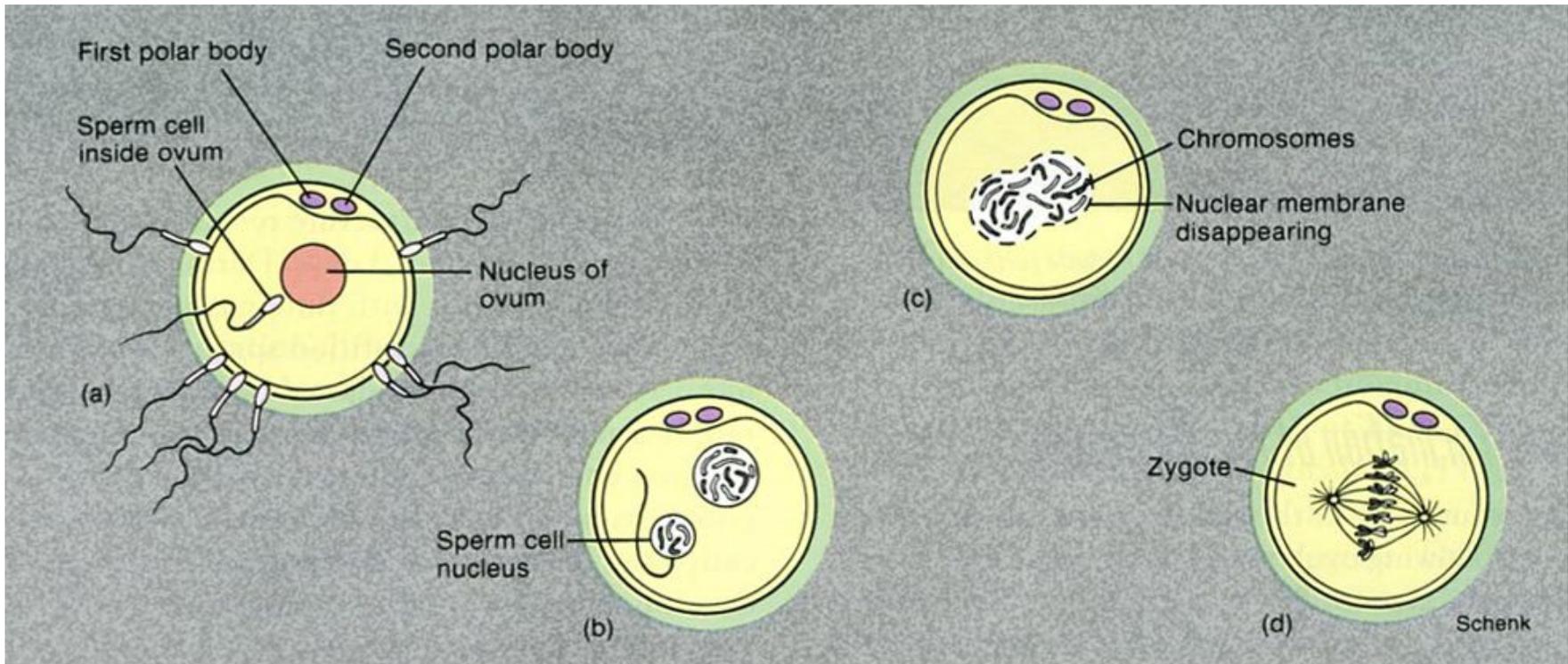
60-е годы XX века



Акоп Арташесович
Маркосян, 1904-1972

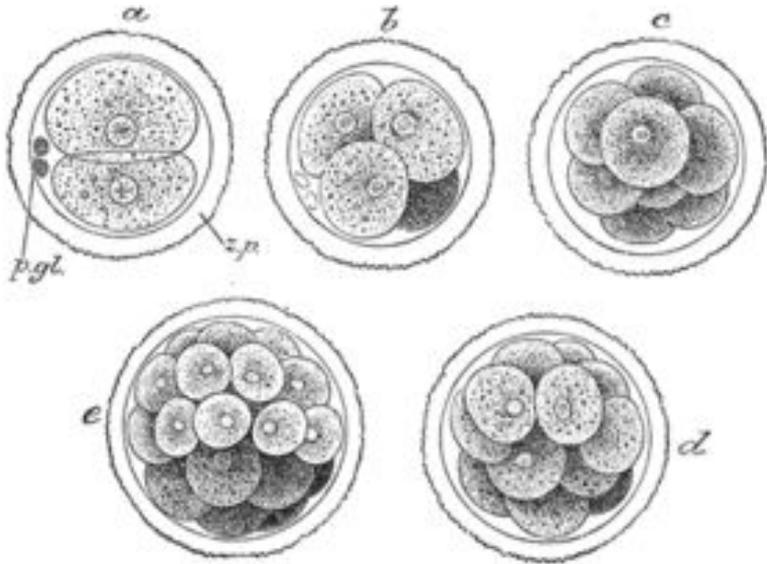
- А.А. Маркосян изучал возрастные изменения функции тромбоцитов и свертывания крови были.
- В 60-е годы выдвинул **концепцию биологической надежности** как одного из факторов онтогенеза - **надежность систем организма по мере взросления существенно увеличивается.**
- Это подтверждается данными по развитию системы свертывания крови, иммунитета, функциональной организации деятельности мозга и т.д.

Онтогенез (от греч. *ontos* - существо и *genesis* - происхождение) - процесс развития организма от момента зачатия до смерти.



- Оплодотворением называют слияние мужской и женской половых клеток, в результате которого возникает **зигота** (оплодотворённая яйцеклетка) с диплоидным (двойным) набором хромосом.

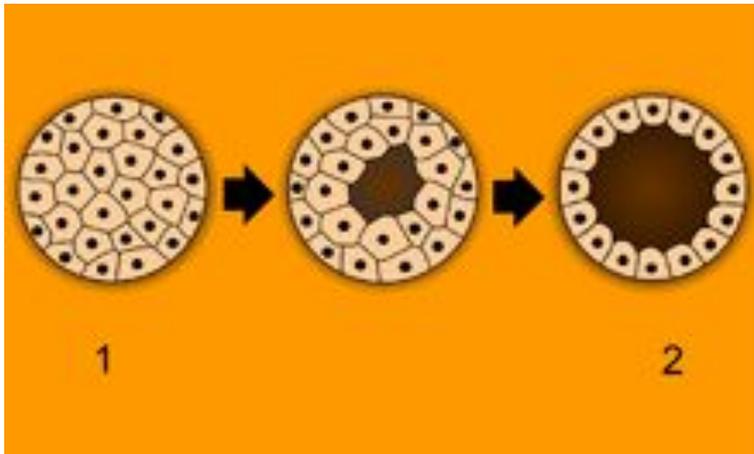
Первые деления зиготы



Клетки, образовавшиеся в результате дробления зиготы называют бластомерами.

- У человека первое деление зиготы происходит через 30 часов после оплодотворения, что обусловлено процессами подготовки к первому дроблению.
- Первые деления зиготы называют «дроблениями» потому, что дочерние клетки после каждого деления становятся всё мельче, а между делениями отсутствует стадия клеточного роста.
- В результате деления зиготы возникает эмбрион.

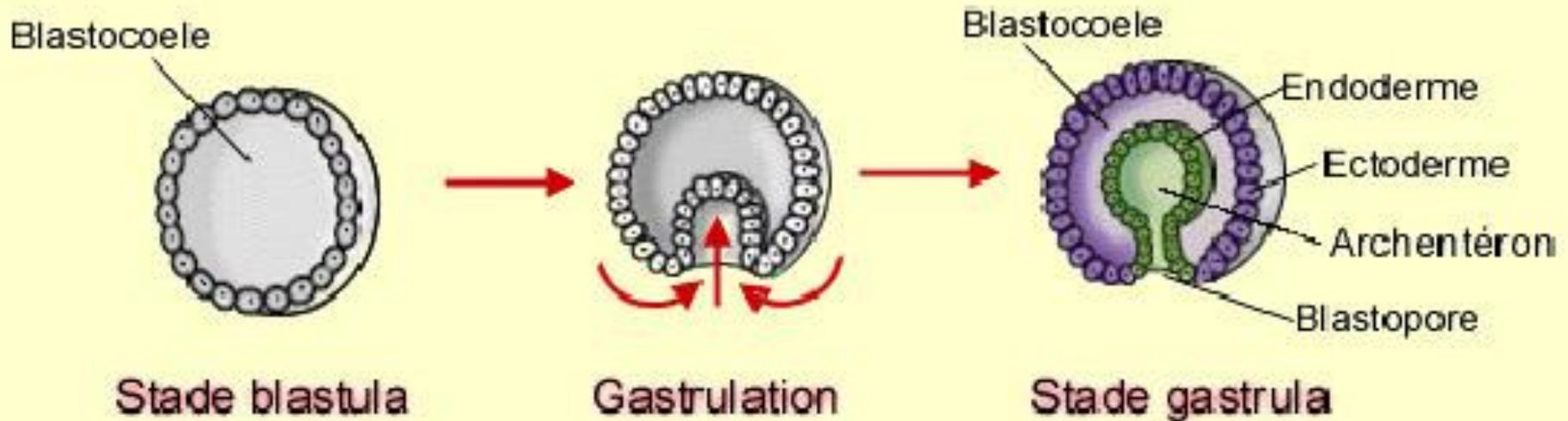
Стадии эмбриогенеза



- На 4-е сутки зародыш состоит из 8-12 blastомеров (всё более мелких после очередного деления). **Морула** - это группа blastомеров, образовавшихся в результате дробления зиготы.
- Затем внутри зародыша появляется **полость** (blastоцель) образуется **бластула**.
- **Бластула** (пузырёк) - клетки расположены в нём в один слой. В ее полости содержится жидкость. В дальнейшем первичная полость тела заполняется внутренними органами и превращается в брюшную и грудную полости.

Ранние стадии эмбрионального развития: 1 — морула, 2 — бластула

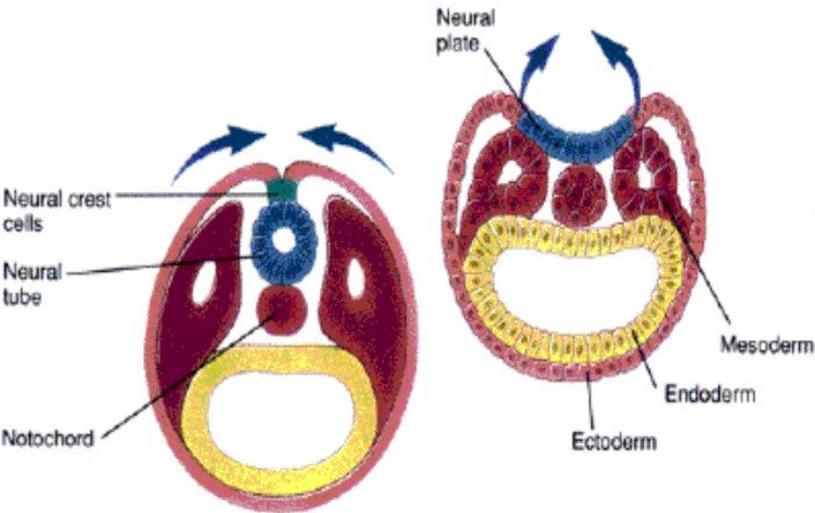
Гаструла - это двухслойный зародыш



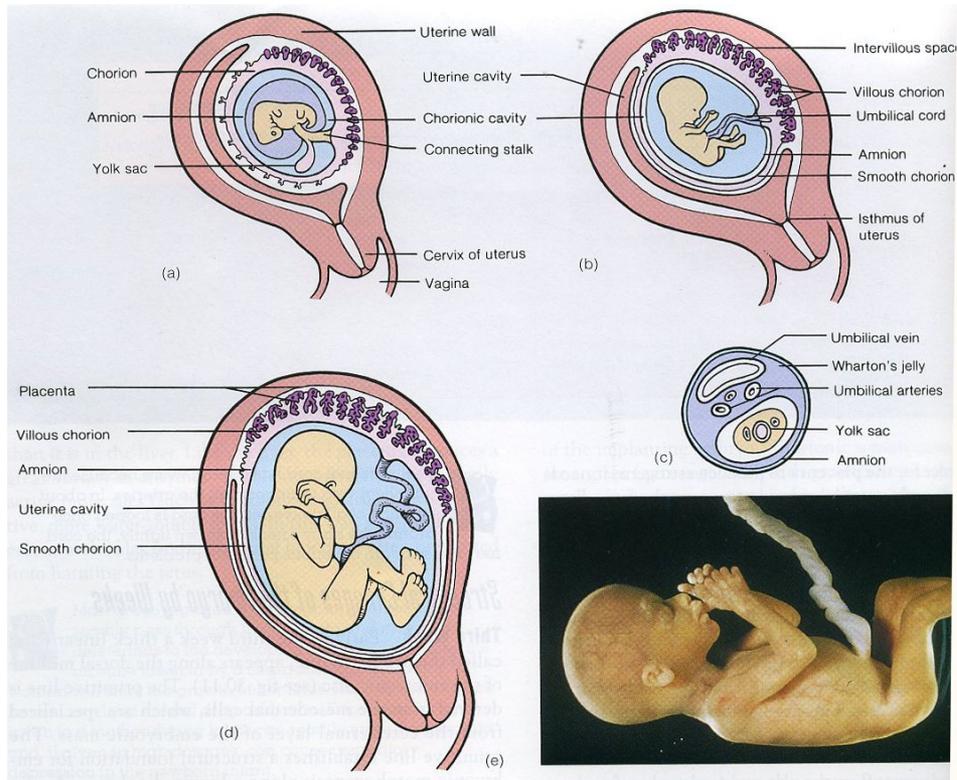
- **Гаструляция** - образование двухслойного зародыша
- Внешний слой гаструлы называется **эктодерма**. Он формирует кожные в дальнейшем покровы тела и нервную систему.
- **Нервная система** происходит из **эктодермы** (наружного зародышевого листка), поэтому она ближе по своим особенностям к коже, чем к таким внутренним органам, как желудок и кишечник.
- Внутренний слой называется **энтодерма**. Он даёт начало **пищеварительной** системе и **дыхательной**. Т.е. дыхательная и пищеварительная система связаны общим происхождением.

Нейруляция

- **Нейруляция** - образование нервной пластинки и её замыкание в нервную трубку в процессе зародышевого развития хордовых.
- **Нейрула** - это зародыш на стадии формирования нервной трубки.
- Пузырёк гастролы вытягивается, а сверху образуется желобок. Этот желобок из вдавленной эктодермы сворачивается в трубку - это нервная трубка. Под ним формируется тяж - это хорда. Вокруг неё с течением времени будет образовываться костная ткань - позвоночник.

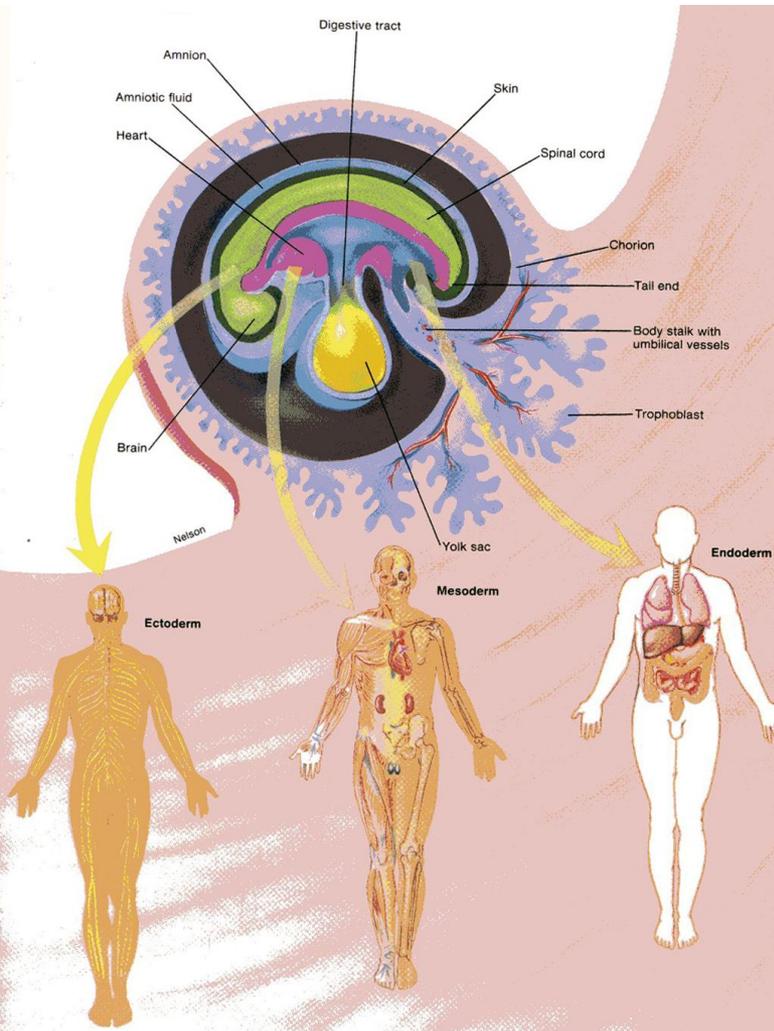


Гистогенез и органогенез



- После нейруляции начинается формирование тканей и органов. На этом этапе происходит формирование третьего зародышевого слоя - **мезодермы**.
- С момента формирования органов и нервной системы, зародыш называют **плодом**.

Гистогенез (от греч. ἵστός- ткань + γένεσις - развитие)



- **Гистогенез** - совокупность процессов, приводящих к образованию и восстановлению тканей в ходе индивидуального развития.
- В образовании определенного вида тканей участвует тот или иной зародышевый листок.
- **Мышечная** ткань развивается из **мезодермы**, **нервная** — из **эктодермы**, и т. д.
- В ряде случаев ткани одного типа могут иметь различное происхождение: эпителий кожи имеет эктодермальное, а всасывающий кишечный эпителий - энтодермальное происхождение

Критические периоды развития

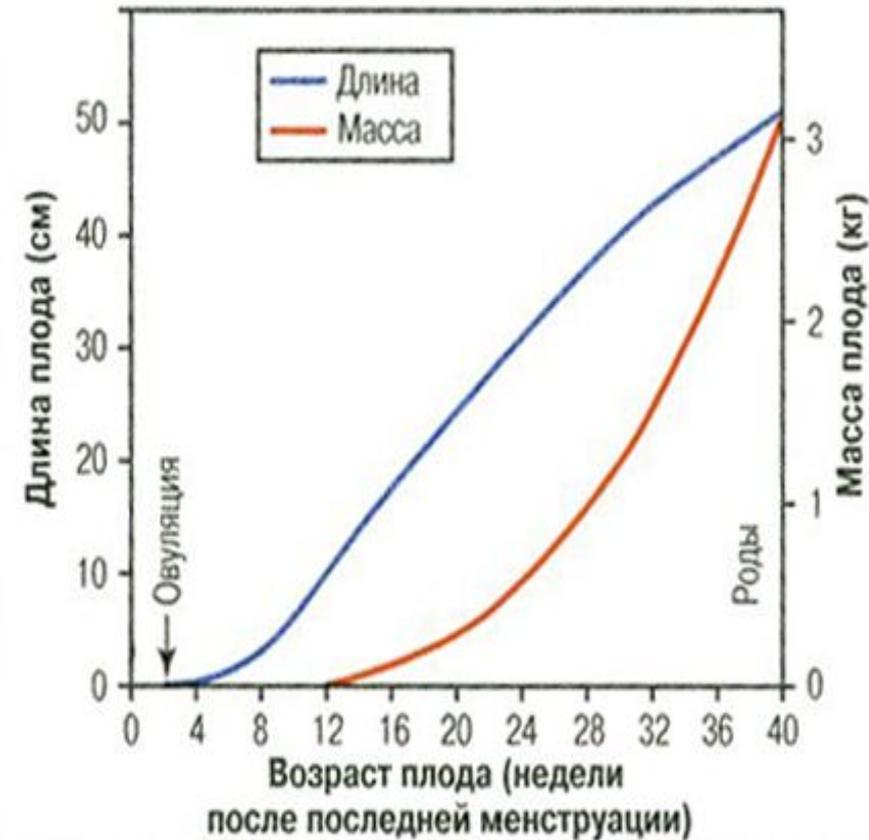


Нормальная беременность длится 9 месяцев. За это время из яйца (зиготы) развивается ребенок

- Наиболее повреждаемые периоды развития эмбрионов, когда наряду повышенной смертностью возникают пороки развития.
- 1) 1-я начало 2-й недели после зачатия - имплантация зародыша в стенку матки.
- 2) 3-5-я неделя развития - образование отдельных органов эмбриона человека.
- 3) стадия формирования плаценты (происходит между 8-й и 11-й неделями развития). В этот период у зародыша могут проявляться общие аномалии, включая ряд врождённых заболеваний.

Рост и функциональное развитие плода

- Начало развития плаценты и оболочек плода отстает от начала развития эмбриона на 2-3 недели.

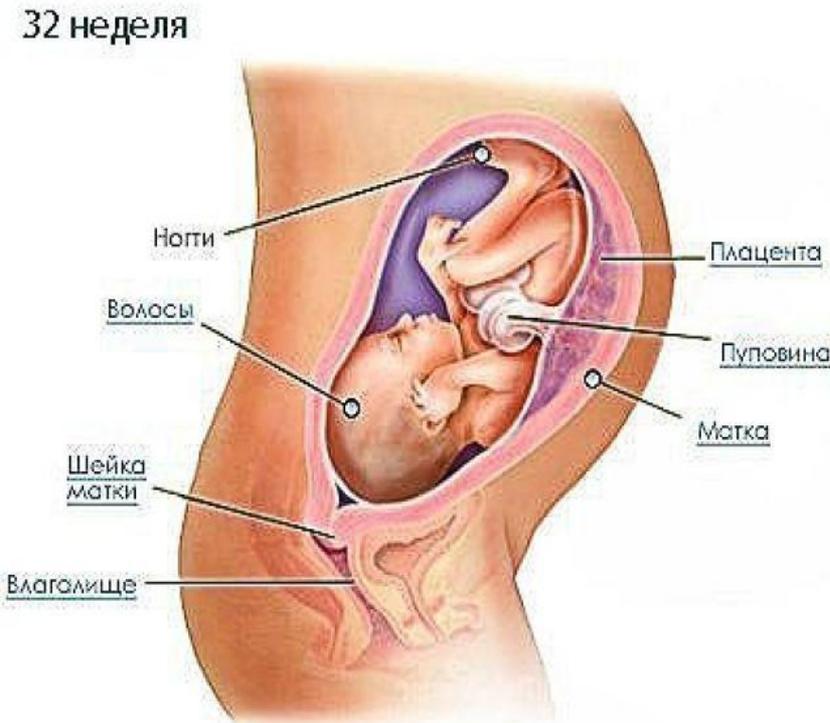


После имплантации зародыш имеет микроразмеры, но через 2 нед. Его длина начинает увеличиваться: в 12 нед. около 10 см, а ближе к родам (40 нед.) приближается к 53 см.

Масса плода мало меняется на протяжении **12** недель внутриутробного периода и достигает 0,45 кг только к 23 нед. гестации.

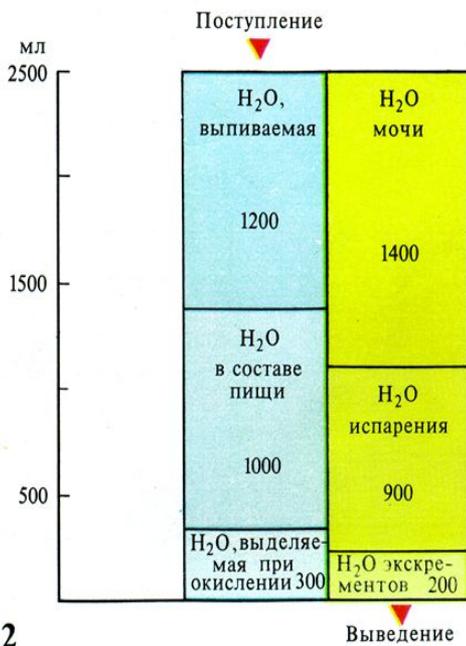
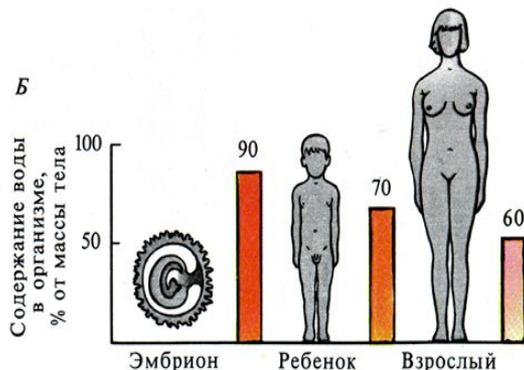
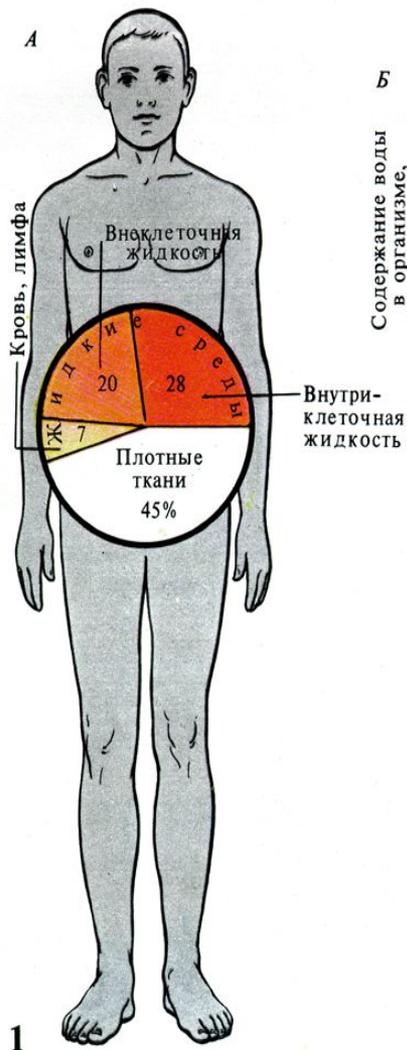
В последний триместр плод начинает быстро набирать массу и к родам она составляет около 2-3 кг.

Онтогенез делится на пренатальное развитие (от зачатия до рождения) и постнатальное (послеродовое).



- Плод, развивающийся в матке, находится в особых оболочках, образующих как бы мешок, заполненный околоплодными водами.
- Эти воды дают возможность плоду свободно передвигаться в мешке, обеспечивают защиту плода от внешних повреждений и инфекций, а также способствуют нормальному течению родового акта.

Возрастные особенности системы крови



Содержание воды и количество крови в организме меняется с возрастом.

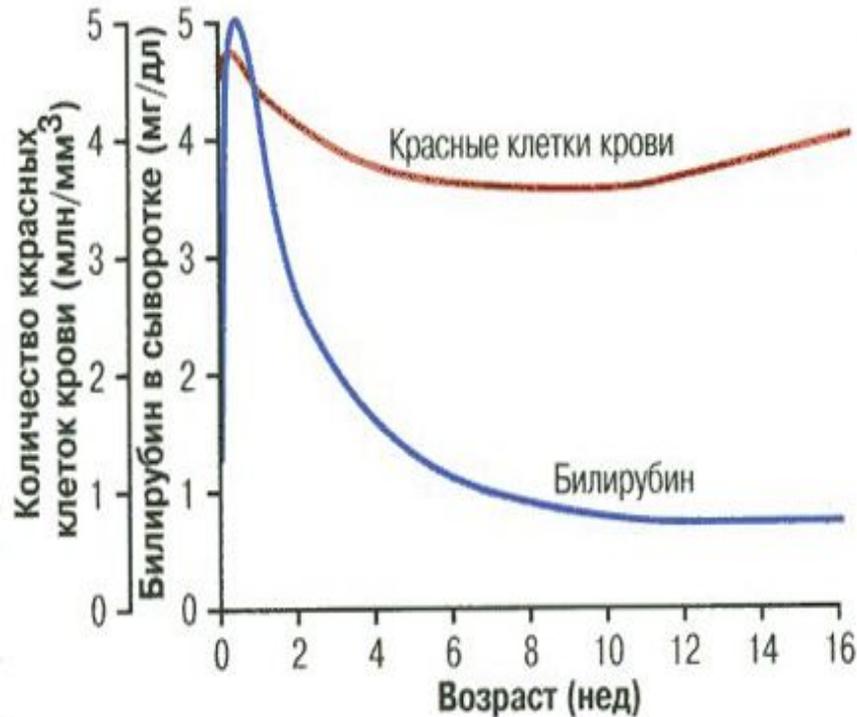
У детей масса крови относительно массы тела больше, чем у взрослых (норма 7%): у новорожденных - 15% массы,

у детей одного года - 11%,
у детей 6-9 лет - 7%.

Общее количество крови в среднем составляет :

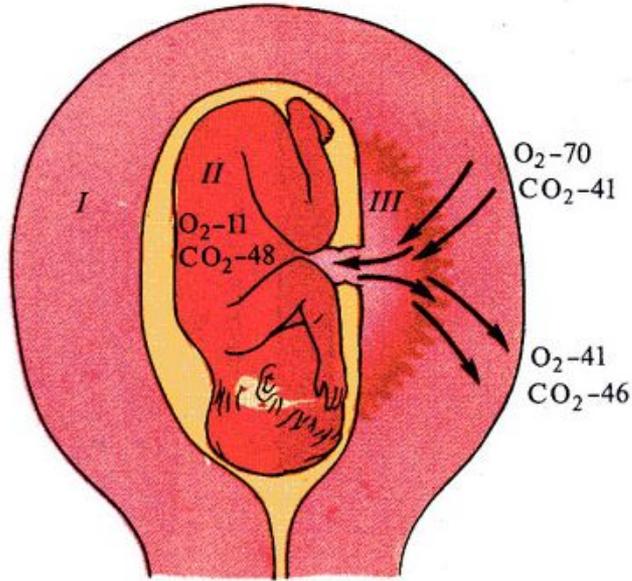
у новорожденных 0,45-0,6 л, у детей 1 года 1,0 -1,1 л,
у детей 14 лет 3,0-3,5 л,
у взрослых - 5-5,5 л.

Показатели крови



- После рождения снижается стимулирующее влияние гипоксии на гемопоэз, поэтому число эритроцитов снижается к 6-8 нед. жизни. Затем активность ребенка увеличивается, что стимулирует эритропоэз.
- После рождения единственной возможностью избавиться от билирубина становится печень ребенка. Она в первые дни функционально несовершенна и не способна переводить его в желчь.
- Поэтому концентрация билирубина в первые 3 суток почти в 5 раз, а затем постепенно снижается по мере развития печени.
- Физиологическая гипербилирубинемия внешне проявляется желтушностью кожи, а особенно склер глаз.

Содержание форменных элементов



Газообмен плода (Парциальное напряжение газов мм рт. ст.):
I — организм матери, II — организм плода, III — плацента

- количество эритроцитов у новорожденного составляет $4,3-7,6 \cdot 10^{12}$ /л,
- к 6 месяцам - снижается до $3,5-4,8 \cdot 10^{12}$ /л, у детей 1 года – до $3,6-4,9 \cdot 10^{12}$ /л
- в 13-15 лет достигает уровня взрослого человека.
- Который у мужчин составляет $4,0-5,1 \cdot 10^{12}$ /л, а у женщин – $3,7-4,7 \cdot 10^{12}$ /л.
- Продолжительность жизни эритроцита. У новорожденных 12 дней, на 10-м дне - 36 дней, а в год, как и у взрослых - 120 дней.

Содержание эритроцитов и гемоглобина на разных этапах онтогенеза

| Возраст | Эритроциты $\times 10^{12}/\text{л}$ | Ретикулоциты, % | Гемоглобин, г/л |
|------------------|---|-----------------|--------------------|
| Новорожденные | 6,0 | 20,0 | 210,0 |
| 2 – 4 нед | 5,3 | 14,0 | 170,6 |
| 1 - 3 мес | 4,4 | 13,0 | 132,6 |
| 4 - 6 мес | 4,3 | 12,0 | 129,2 |
| 7-12 мес | 4,6 | 10,0 | 127,5 |
| Старше 2 лет | 4,2-4,7 | 7,0 | 116-135,0 |
| Взрослые: | | 2-12,0 | |
| мужчины | 4,0-5,1 | | 132-164,0 |
| женщины | 3,7-4,7 | | 115-145,0 |

Гемоглобин

- Гемоглобин - белок состоящий из четырех субъединиц, полипептидных цепей, соединенных с гемом, эти цепи попарно одинаковы. Гемоглобин взрослого типа (**НbА**) имеет 2 α - и 2 β -полипептидные цепи. Фетальный гемоглобин (**НbF**), имеет в своем составе 2 α - и 2 γ -полипептидные цепи, обладает наибольшим сродством к кислороду, преобладает в крови новорожденных.
- У детей в возрасте до 14 лет уровень гемоглобина ниже, чем у взрослых на 10-20 г/л.
- У детей более низкое содержание гемоглобина в эритроците, чем у взрослых
- Замена фетального гемоглобина (НbF) на гемоглобин взрослого (НbА) происходит к 3 годам.
- В крови взрослого человека 95-98% приходится на долю НbА, 1-1,5% составляет НbF и 2-2,5% - на НbА₂ (α 2 σ 2).

Возрастные изменения содержания гемоглобина

| Возраст | Фетальный Гемоглобин | Гемоглобин взрослого типа |
|---------------|----------------------|---------------------------|
| Новорожденные | 75,0 | 25,0 |
| 1 - 7 дней | 71,0 | 29,0 |
| 8 -21 день | 65,4 | 34,6 |
| 22 - 30 дней | 60,0 | 40,0 |
| 1 - 2 мес | 56,1 | 43,4 |
| 2 - 3 мес | 38,3 | 60,9 |
| 3 - 5 мес | 22,5 | 75,3 |
| 6 - 9 мес | 9,1 | 88,2 |
| 9 - 12 мес | 4,3 | 92,8 |
| 1 - 3 года | 1,6 | 94,9 |
| 3 - 7 лет | 0,8 | 94,9 |
| 7 – 14 лет | 0,7 94,9 | 94,9 |
| Взрослые | До 1,5 | 94,9 |

Физико-химические свойства крови

- В первые дни жизни **удельный вес** крови больше (1060-1080 г/л), чем у взрослых (1050-1060 г/л), но потом достигает этих значений.
- **Вязкость крови у новорожденного выше вязкости воды в 10—15 раз, а у взрослого — в 5 раз**; снижение вязкости до уровня взрослых происходит к **1 мес.**
- Для новорожденного характерно наличие метаболического ацидоза (рН 7,13-6,23). Уже на 3-5-е сутки рН достигает значений взрослого человека (рН = 7,35-7,40). Однако на протяжении всего детства снижено количество буферных оснований, т.е. имеет место компенсированный ацидоз.
- Содержание белков крови у новорожденного достигает 51-56 г/л, что значительно ниже, чем у взрослого (70-80 г/л), в 1 год - 65 г/л. Уровень «взрослого» состояния наблюдается в 3 года (70 г/л). Соотношение отдельных фракций, подобно «взрослому» состоянию, наблюдается с 2-3-летнего возраста (у новорожденных относительно высока доля у-глобулинов, попавших к ним от матери).

Изменение количества лейкоцитов с возрастом

- Физиологический **лейкоцитоз** отмечается у новорожденных первых дней жизни, у грудных детей после крика. В стрессовых ситуациях возможен кратковременный перераспределительный лейкоцитоз, при этом количество лейкоцитов может повышаться до $15 \cdot 10^9$ /л.
- В 1-е сутки жизни число лейкоцитов - $30 \cdot 10^9$ /л (Нейтрофилез, т.к. нужно фагоцитировать тканевые кровоизлияния, произошедших во время родов).
- На 2-е сутки - число лейкоцитов снижается до $20 \cdot 10^9$ /л.
- к 7-12-му дню достигает $10-12 \cdot 10^9$ /л и сохраняется 1-й год жизни.
- Постепенно снижаются и к 13-15 г. достигает величин взрослых: $4-9 \cdot 10^9$ /л .
- Чем меньше ребенок, тем больше у него незрелых форм лейкоцитов.
- Лейкоцитарная формула **в первые годы жизни - повышенное содержание лимфоцитов и пониженное нейтрофилов.**
- **К 5 годам количество лимфоцитов и нейтрофилов выравнивается**, затем процент нейтрофилов растет, а лимфоцитов понижается.
- Малым содержанием нейтрофилов и их недостаточной их зрелостью объясняется восприимчивость детей младших возрастов к инфекциям.

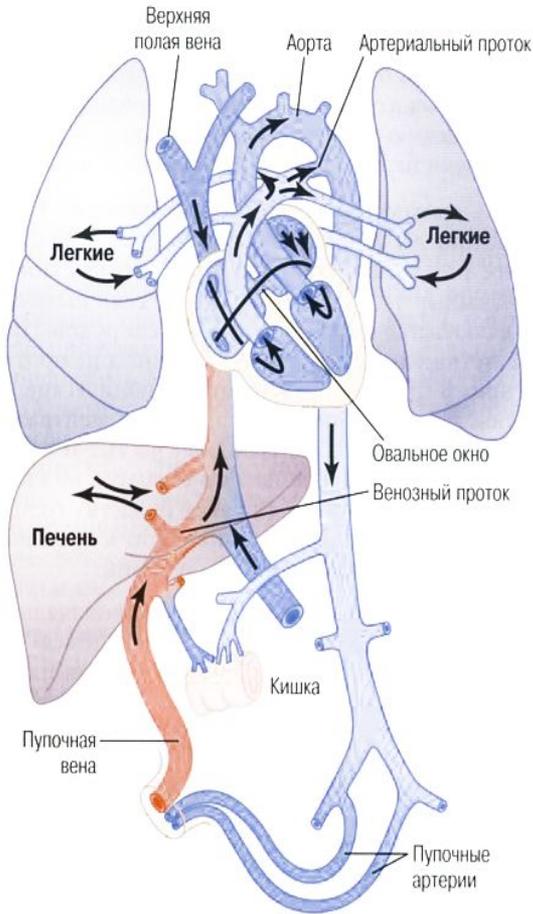
Возрастные изменения иммунитета

- Плод в материнском организме не содержит антигенов.
- К моменту рождения в крови у детей с разными группами крови практически отсутствуют изоиммунные антитела (изогемагглютинины).
- На второй неделе после рождения начинается незначительное образование собственных антител в организме ребенка.
- В течение всего **1-го года** жизни важное значение в иммунологических реакциях имеют **антитела, получаемые с молоком матери.**
- Со 2-го года до 10 лет идет интенсивное развитие иммунологического аппарата.
- С 10 до 20 лет интенсивность иммунной защиты незначительно ослабевает.
- С 20 до 40 лет уровень иммунных реакций стабилизируется, а после 40 лет начинает постепенно снижаться.

Сердце и его возрастные особенности

- Формирование сердца у эмбриона начинается со 2-й недели пренатального развития.
- К моменту рождения сердце уже имеет четырехкамерную структуру, однако между двумя предсердиями еще имеется отверстие, характерное для кровообращения плода, которое зарастает в первые месяцы жизни.
- Основные особенности кровообращения плода:
 - 1) наличие **овального отверстия** в перегородке между правым и левым предсердиями;
 - 2) наличие **боталлова протока**, соединяющего легочную артерию с аортой, который функционирует во внутриутробном периоде и первые часы после рождения;
 - 3) циркуляция в организме плода **смешанной** крови;
 - 4) связь через **плаценту** с системой кровообращения матери
 - 5) Малый круг кровообращения у плода не функционирует из-за спазма сосудов.

Особенности гемодинамики плода



- Сердцу плода не нужно перекачивать много крови через легкие (они не функционируют), поэтому оба желудочка сердца нагнетают кровь в большой круг кровообращения и перекачивают кровь через плаценту.
- Оксигенированная кровь, возвращаясь из плаценты по пупочной вене, которая разветвляется на два сосуда, один питает печень, другой соединяется с нижней полой веной. В результате в нижней полой вене происходит смешение крови, богатой O₂, с кровью, прошедшей через печень и содержащей продукты обмена.
- По нижней полой вене она поступает в правое предсердие, часть крови проходит в правый желудочек и затем выталкивается в легочную артерию, меньшая часть крови течет в легкие, а большая часть через боталлов проток попадает в аорту. Другая часть через овальное окно поступает в левое предсердие, затем в левый желудочек и далее перекачивается в аорту
- Деоксигенированная кровь (в основном от головы), попадающая в правое предсердие по верхней полой вене, направляется прямо через трехстворчатый клапан в правый желудочек, а из него в легочную артерию, далее через артериальный проток в нисходящую часть аорты, а затем через 2 пупочные артерии – в плаценту.

Изменения размера и массы сердца с возрастом

- У детей сердце относительно больше, чем у взрослых. Его масса составляет примерно 0,63-0,80% массы тела, а у взрослого человека – 0,48-0,52%. Масса сердца у мужчин 220-300 г и 180-220 г у женщин.
- Наиболее интенсивно растет сердце на 1-ом году жизни: к 8 месяцам масса сердца увеличивается вдвое, к 3 годам утраивается, к 5 годам увеличивается в 4 раза, а в 16 лет – в 11 раз.
- Масса сердца у **мальчиков** в первые годы жизни больше, чем у девочек. В **12-13** лет наступает период усиленного роста сердца у **девочек**, и его масса становится больше, чем у мальчиков. К 16 годам сердце девочек вновь начинает отставать.
- **Форма и положение** сердца в грудной клетке в процессе постнатального развития изменяется: у новорожденного сердце шаровидной формы и расположено значительно выше, чем у взрослого, **правый** желудочек имеет такую же массу и толщину, что и **левый** желудочек. Рост предсердий в течение первого года жизни опережает рост желудочков, затем они растут почти одинаково.
- **Электрическая ось сердца** у детей в раннем возрасте смещена вправо.
- Различия по этим показателям ликвидируются только к 10-летнему возрасту.

ЧСС в зависимости от возраста

| Возраст, годы | ЧСС в 1 мин |
|---------------|-------------|
| Новорожденные | 120 -140 |
| До 5 | 130 |
| 5 -10 | 88 |
| 10 -15 | 78 |
| 15 - 60 | 68 - 72 |

Систолический объем (количество крови, выбрасываемое сердцем при одном сокращении в аорту): у новорожденного всего 2,5 см³. К 1-му году оно увеличивается в 4 раза, к 7 годам – в 9 раз, а к 12 годам – в 16,4 раза.

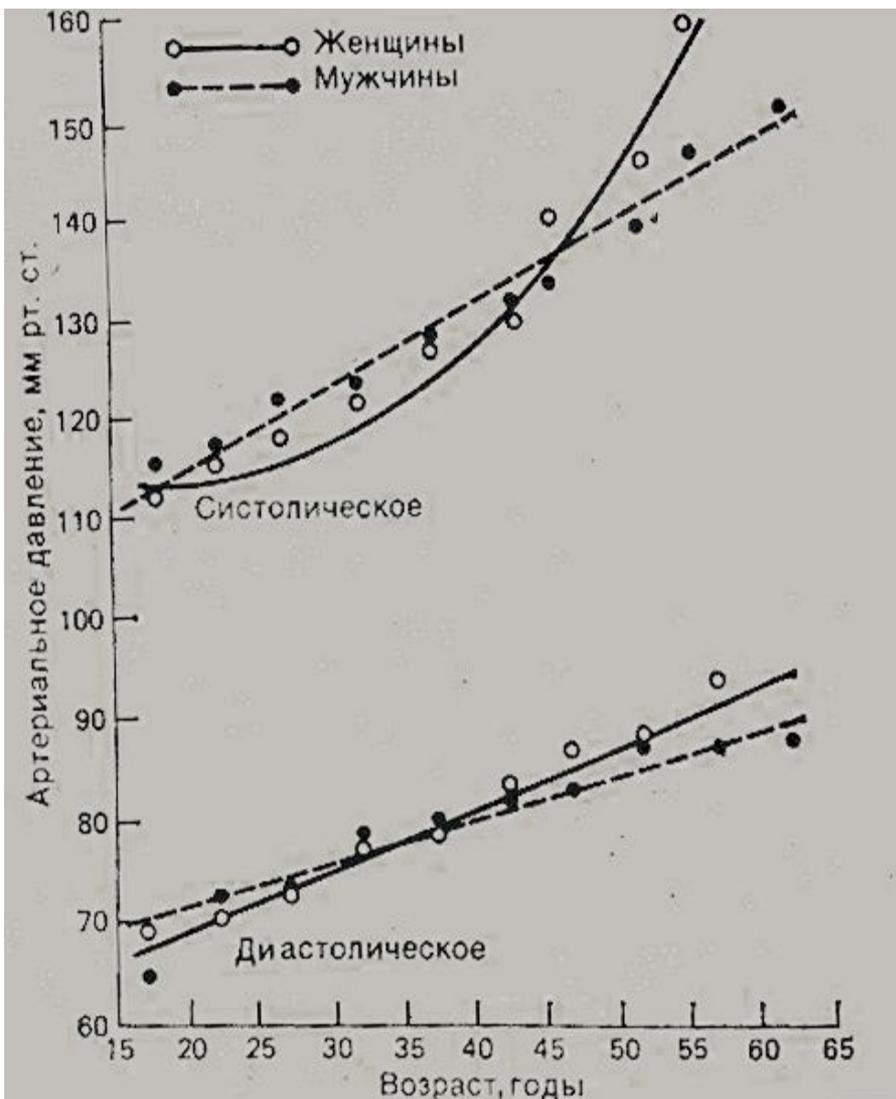
Гемодинамика

- Скорость течения крови с возрастом замедляется, что связано с увеличением длины сосудов, а в более поздние периоды со значительным снижением эластичности кровеносных сосудов.
- Более частые сердечные сокращения у детей также способствуют большей скорости движения крови.
- У новорожденного кровь совершает полный кругооборот, т. е. проходит большой и малый круги кровообращения, за 12 с, у 3-летних – за 15 с, в 14 лет – за 18,5 с. Время кругооборота крови у взрослых составляет 22 с.

Возрастные особенности регуляции кровообращения

- К моменту рождения ребенка в сердечной мышце достаточно хорошо выражены нервные окончания симпатических и парасимпатических нервов. В раннем детском возрасте (до 2-3 лет) преобладают тонические влияния симпатических нервов на сердце, о чем можно судить по частоте сердечных сокращений (у новорожденных до 140 ударов в минуту). Тонус центра блуждающего нерва в этом возрасте низок.
- Первые признаки влияния блуждающего нерва на сердечную деятельность обнаруживаются в 3-4-месячном возрасте. В этом возрасте можно вызвать рефлекторное замедление сердечного ритма, надавливая на глазное яблоко. В первые годы жизни ребенка формируются и закрепляются тонические влияния блуждающего нерва на сердце.
- В младшем школьном возрасте роль блуждающего нерва значительно усиливается, что проявляется в снижении частоты сердечных сокращений.
- Тонус блуждающего нерва и дыхательная аритмия более выражены у детей в возрасте 10 -15 лет по сравнению со взрослыми.

Нормальные показатели артериального давления



- Ведущая роль в регуляции системного АД у новорожденных принадлежит гуморальным факторам (ренин - ангиотензин - альдостерон).
- С возрастом у мужчин как систолическое, так и диастолическое давление растет равномерно.
- У женщин зависимость давления от возраста сложнее: от 20 до 40 лет оно увеличивается незначительно и его величина меньше, чем у мужчин.
- С наступлением менопаузы показатели АД быстро возрастают и становятся выше, чем у мужчин.

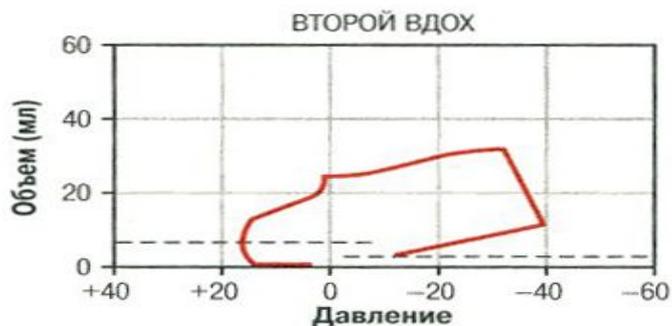
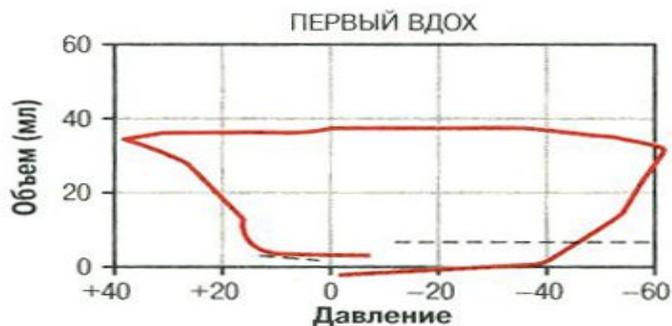
Развитие органов дыхания в онтогенезе

- Легкие и воздухоносные пути начинают развиваться у эмбриона на 3-й неделе из мезодермы. В процессе роста формируется долевое строение легких, в 6 месяцев образуются **альвеолы**.
- В **6 месяцев** поверхность альвеол начинает покрываться белково-липидной выстилкой – **сурфактантом**. Его наличие является необходимым условием нормальной аэрации легких после рождения. При недостатке сурфактанта после попадания в легкие воздуха альвеолы **спадаются**, что приводит к тяжелым расстройствам дыхания.
- Легкие плода не функционируют. Но они не находятся в спавшем состоянии, т.к. заполнены жидкостью. У плода, начиная с 11-й недели, появляются периодические сокращения инспираторных мышц – диафрагмы и межреберных мышц.
- В конце беременности дыхательные движения плода занимают 30-70% всего времени. ЧД обычно увеличивается ночью и по утрам, а также при увеличении двигательной активности матери. Дыхательные движения необходимы для нормального развития легких.

Первый вдох наступает через 15-70 с. после рождения

- Основные условия возникновения **первого вдоха**:
- 1. воздействие гуморальных раздражителей дыхательного центра: $\uparrow\text{CO}_2$, $\uparrow\text{H}^+$ и недостатка $\downarrow\text{O}_2$;
- 2. резкое усиление потока импульсов от рецепторов кожи (холодовых, тактильных), проприорецепторов, вестибулорецепторов. Эти импульсы активируют ретикулярную формацию ствола мозга, которая повышает возбудимость дыхательного центра;
- 3. устранение источников торможения дыхательного центра. Раздражение жидкостью рецепторов, расположенных в области ноздрей, сильно тормозит дыхание (рефлекс ныряльщика). Поэтому сразу после появления головы плода акушеры удаляют с лица слизь и околоплодные воды.
- Начало вентиляции легких сопряжено с началом функционирования малого круга кровообращения. Кровоток через легочные капилляры резко усиливается. Легочная жидкость всасывается из легких в кровеносное русло, часть жидкости всасывается в лимфу.

Расправление легких после рождения



Кривые «объем-давление»
(растяжимости) новорожденного

- Первоначально альвеолы легких находятся в спавшемся состоянии из-за поверхностного натяжения пленки жидкости, заполняющей альвеолы.
- **Чтобы расправить альвеолы** необходимо снизить давление в легких примерно на **25 мм рт. ст.** Новорожденный способен развить очень мощное мышечное усилие во время **первого вдоха**, которое приводит к снижению внутриплеврального давления примерно на **60 мм рт. ст.**
- Второй вдох осуществляется намного легче, т.к. альвеолы уже раскрыты.
- Дыхание нормализуется в течение 40 мин после родов, когда кривая растяжимости становится сопоставимой с аналогичной кривой взрослого человека.

Возрастные особенности вентиляция легких

- 1. Энергетическая стоимость дыхания ребенка выше, чем у взрослого. Причина – узкие воздухоносные пути и их высокая аэродинамическая сопротивляемость, а также низкая растяжимость легочной ткани.
- 2. У детей более интенсивная вентиляция легких на килограмм массы тела. Т.к. у них выше уровень окислительных процессов и меньшая проницаемость легочных альвеол для газов.
- У новорожденных ЧД составляет 44 цикла в минуту, дыхательный объем – 16 мл, минутный объем дыхания – 720 мл/мин.
- В 5-8 лет ЧД достигает 25-22 циклов в минуту, дыхательный объем – 160-240 мл, а минутный объем дыхания – 3900-5350 мл/мин.
- У подростков ЧД колеблется от 18 до 17 циклов минуту, дыхательный объем – от 330 до 450 мл, минутный объем дыхания – от 6000 до 7700 мл/мин. Эти величины близки к уровню взрослого человека.

Развитие дыхательной функции

- Наиболее интенсивное развитие отмечается в возрасте 6-8, 10-13, 15-16 лет. В эти возрастные периоды преобладает рост и расширение трахеобронхиального дерева. Кроме того, в это время наиболее интенсивно протекает процесс дифференцировки легочной ткани, который завершается к 8-12 годам.
- **Этапы созревания регуляторных функций** легких делятся на три периода: 13-14 лет (хеморецепторный), 15-16 лет (механорецепторный), 17 лет и старше (центральный). Отмечена тесная связь формирования дыхательной системы с физическим развитием и созреванием других систем организма.
- Интенсивное развитие скелетной мускулатуры в возрасте 12-16 лет сказывается на характере возрастных преобразований дыхательной системы подростка. В частности, у подростков с высокими темпами роста часто отмечается отставание развития органов дыхания. Внешне это проявляется в форме одышки даже при выполнении небольших физических нагрузок

Возрастные особенности пищеварения

- Наиболее интенсивный рост и развитие органов пищеварения наблюдается в 1-й год постнатальной жизни
- Активность слюнных желез проявляется с появлением молочных зубов (с 5-6 месяцев). Значительное усиление слюноотделения происходит в конце 1-го года жизни. В первые 2 года идет формирование молочных зубов. В 2-2,5 года ребенок имеет уже 20 зубов и может употреблять сравнительно грубую пищу. Начиная с 5-6 лет, молочные зубы постепенно заменяются на постоянные.
- В первые годы постнатального развития интенсивно идет формирование других органов пищеварения: пищевода, желудка, тонкого и толстого кишечника, печени и поджелудочной железы. Объем желудка с рождения до 1 года увеличивается в 10 раз. Форма желудка у новорожденного округлая, после 1,5 лет желудок приобретает грушевидную форму, а с 6-7 лет его форма ничем не отличается от желудка взрослых.

Пищеварение в желудке

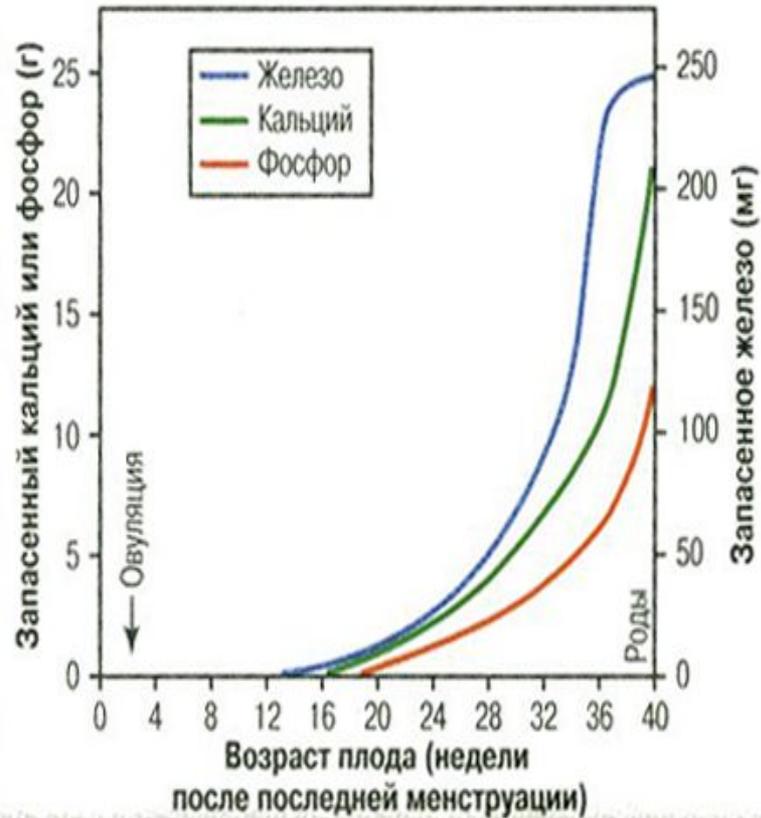
- Женское молоко, содержит оптимальное количество в-в, необходимых для развития ребенка. В этот период преобладает мембранное и **внутриклеточное** (по типу пиноцитоза) пищеварение. Для грудных детей характерен также **аутолитический** тип пищеварения, который происходит за счет ферментов, содержащихся в молоке.
- У новорожденных активность ферментов, а также кислотность желудочного сока намного ниже (рН 3—4), чем у взрослых (**что исключает возможность денатурации** и гидролиза иммуноглобулинов материнского молока, которые при всасывании в кишечнике поступают в кровь ребенка).
- У грудных детей в желудочном соке содержится липаза, гидролизующая жир молока. В раннем возрасте в желудочном соке присутствует **фетальный пепсин (химозин)**, гидролизующий казеин.
- С возрастом растет объем выделения желудочного сока, HCl, активность ферментов. К 7 годам желудочное пищеварение достигает почти полного развития, которое окончательно завершается в период полового развития, т.е. к 15—16 годам.

- Желудочные железы в первые годы жизни малочисленны, в желудочном соке содержание соляной кислоты, количество и активность ферментов значительно ниже, чем у взрослого человека.
- Количество ферментов, расщепляющих белки, увеличивается с 1,5 до 3 лет, затем в 5-6 лет и в школьном возрасте до 12-14 лет. Содержание соляной кислоты увеличивается до 15-16 лет.
- Низкая концентрация соляной кислоты обуславливает слабые бактерицидные свойства желудочного сока у детей **до 6-7 лет**, что способствует более легкой **восприимчивости детей** этого возраста к **желудочно-кишечным инфекциям**.
- У детей до 10 лет в желудке активно идут процессы всасывания, у взрослых они осуществляются в основном в тонком кишечнике. Первые 2 мес. жизни белки не расщепляются; в 2—3 мес. гидролизу подвергаются белки растительного происхождения, а с 5 мес. — животного происхождения.

Всасывание

- У новорожденных и грудных детей в кишечнике развит механизм пиноцитоза — **захват нерасщепленного белка**. Поэтому в кровь поступают белки молока, в том числе иммуноглобулины как факторы гуморального специфического иммунитета, а также яичный белок и другие белки. Избыточное поступление белка в организм грудных детей нередко приводит к **кожным высыпаниям**.
- У грудных детей повышено всасывание ядовитых продуктов из кишечника; с учетом низкой обезвреживающей функции печени это может приводить к интоксикациям.
- До 10 лет всасывание активно идет в желудке, в то время как у взрослых в основном в тонком кишечнике. При стрессе прохождение пищи по ЖКТ у грудных детей ускоряется, что снижает всасывание питательных веществ, воды и приводит к дегидратации.

Метаболизм плода



Железо идет в основном на образование гемоглобина, который начинает синтезироваться на 3 неделе развития

- В качестве источника энергии плод в основном использует глюкозу, обладает большой способностью запасать жиры (их большую часть он синтезирует из глюкозы, а остальное получает из крови матери).
- Количество запасенного за весь период гестации кальция составляет около 22,5 г, а фосфора — 13,5 г.
- Почти половину этого количества плод усваивает в последние 4 недели внутриутробного периода, когда происходит быстрая оссификация костей плода и увеличение массы тела. Первые признаки оссификации можно обнаружить только на 4-м месяце беременности.
- Общее количество кальция и фосфора необходимого плоду за весь период гестации составляет лишь около 2% веществ имеющихся в костях матери. Гораздо больше этих веществ извлекается после родов при **лактации**.

Источники энергии

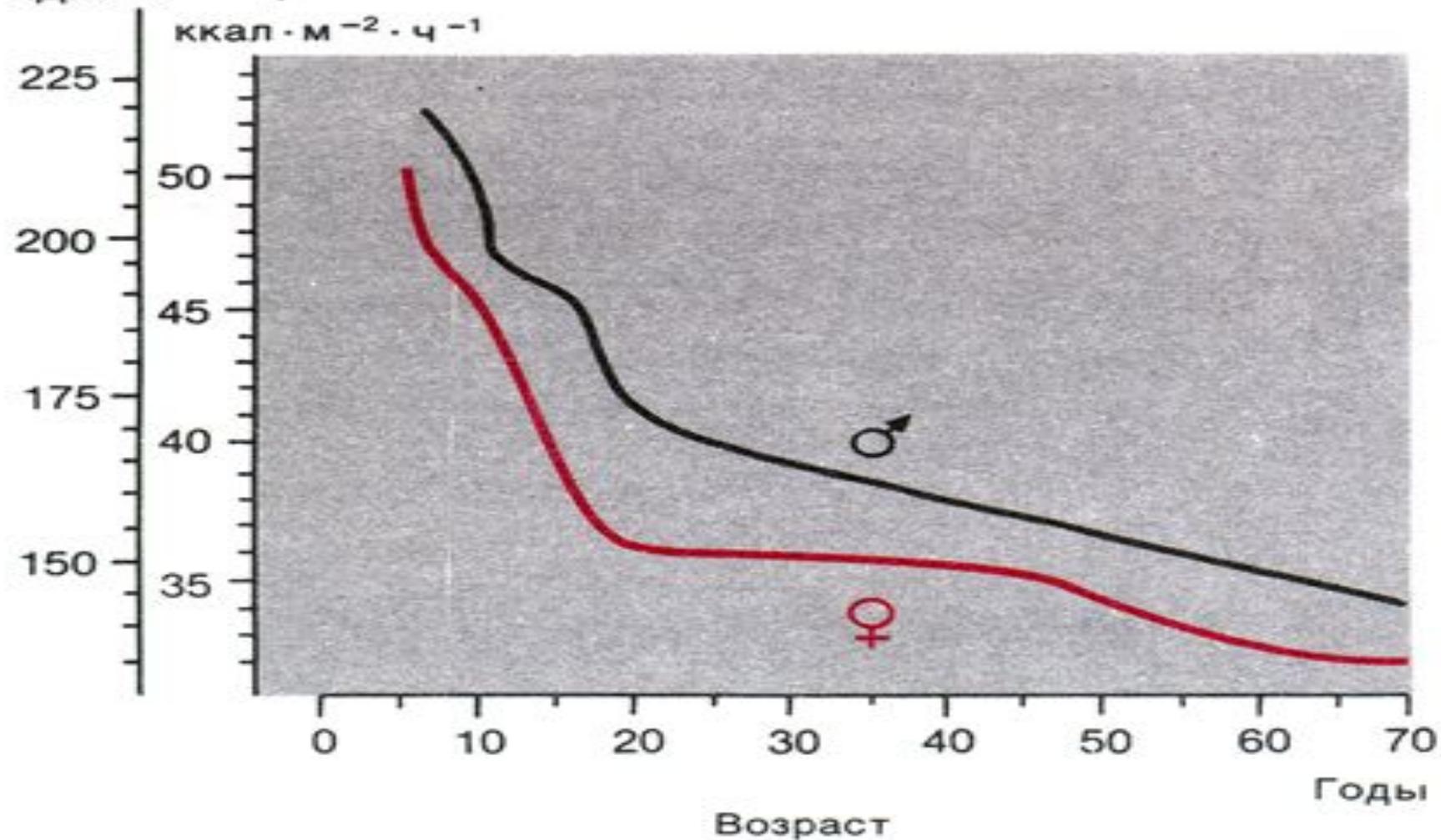
- У плода основным источником энергии является глюкоза; большой удельный вес занимает анаэробный способ ее использования (**гликолиз**). У новорожденных высок уровень глюконеогенеза. **Интенсивность гликолиза у детей первого года жизни на 30—35% выше, чем у взрослых**; особенно она высока в первые 3 месяца жизни. Поэтому **организм новорожденного по сравнению с организмом взрослого более устойчив к гипоксии**.
- В последующем повышается доля аэробных процессов; их интенсивность достигает максимальных значений к 9—11 годам. С 12 лет вновь повышается интенсивность гликолиза, особенно в белых мышечных волокнах.
- Максимальное потребление кислорода (в расчете на кг массы) достигает наибольших значений к 17 годам, абсолютное максимальное потребление кислорода — к 25 годам, а максимальная анаэробная мощность (т.е. мощность фосфагенной и лактоцидной систем) - к 18—20 годам.

Возрастные особенности обмена в-в и энергии

- Интенсивный обмен веществ и энергии - одна из характерных черт растущего организма.
- В **детстве** преобладают процессы роста (ассимиляции), в **старости** – диссимиляции, в **зрелом** возрасте между этими процессами устанавливается динамическое равновесие
- В расчете на кг массы **величина основного обмена у детей** примерно в **2 раза выше**, чем у взрослых: у новорожденных - 50 ккал/кг в сутки, в 1 год — 54, в 5 лет — 46, а у взрослых — 25 ккал/кг в сутки.
- Это связано с повышенной отдачей тепла, высокой интенсивностью процессов ассимиляции, требующих энергии, с несовершенством работы всех систем организма.
- В абсолютных значениях с возрастом (параллельно росту массы тела) ОО повышается: у новорожденных - 120 ккал/сутки, в 1 год;— 580, в 3 года — 750, в 5 лет — 840, в 10 лет — 1120, в 14 лет -- 1360, а у взрослых — 1700 ккал/сутки.

Зависимость относительной интенсивности основного обмена от возраста и пола.

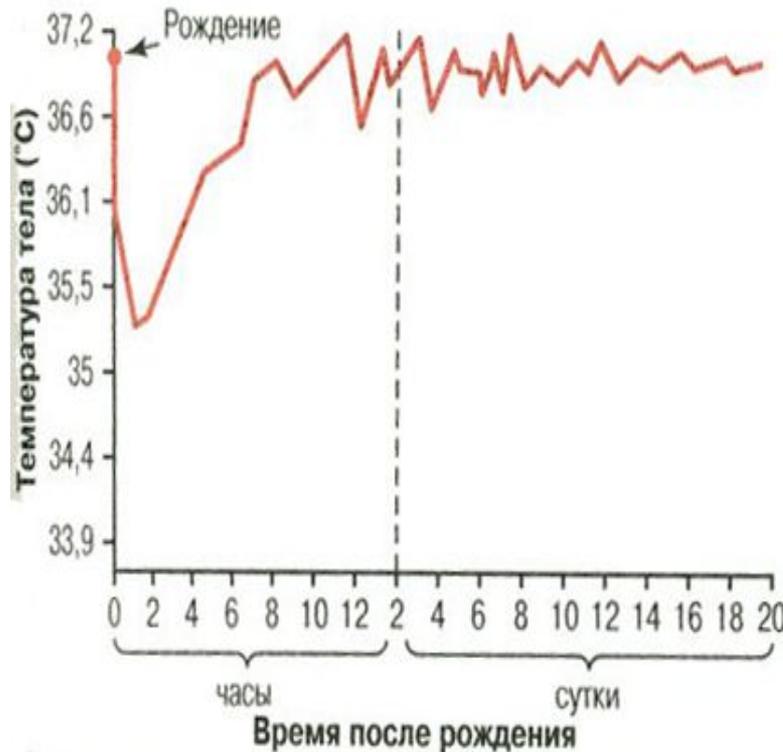
Интенсивность
основного обмена,
кДж · м⁻² · ч⁻¹



Терморегуляция

- Плод не нуждается в механизмах терморегуляции - он развивается в условиях материнского «термостата».
- **Теплоотдача** у детей выше (например, у новорожденных — в 2,2 раза), чем у взрослых. Это связано с тем, что у них площадь кожных покровов в расчете на кг массы тела выше (например, у новорожденного — $704 \text{ см}^2/\text{кг}$, у 5-летних детей — $456 \text{ см}^2/\text{кг}$, у взрослого — $221 \text{ см}^2/\text{кг}$), с более высокой интенсивностью кожного кровотока, с меньшей толщиной кожи, с повышенной интенсивностью неощущаемой перспирации, с повышенной отдачей тепла через легкие. Важную роль в теплоотдаче у новорожденных и грудных детей играет испарение с дыхательных путей и потоотделение (количество потовых желез на единицу площади поверхности кожи у них выше, чем у взрослых). Однако механизмы физической терморегуляции у детей первого года жизни несовершенны. Например, отсутствует реакция сосудов кожи на холодное воздействие.

Температура тела



- Скорость процессов метаболизма у новорожденных в 2 раза выше, чем у взрослых.
- Вследствие большей площади поверхности, приходящейся на единицу массы тела, у них очень высокая теплоотдача.
- Температура тела нормально доношенного новорожденного часто снижается на несколько градусов в первые часы после родов, но через 7-8 часов возвращается к норме.

Теплопродукция

- Фоновая теплопродукция у детей, особенно в грудном возрасте выше, чем у взрослых (у новорожденных и грудных детей - в 1,4 раза), хотя способность повысить теплопродукцию, например, при охлаждении, выражена в меньшей степени, чем у взрослых (так, у грудных детей она возрастает в 2 раза, а у взрослых в 3-4 раза).
- У грудных детей **основным механизмом теплопродукции** является не сократительный термогенез, в котором особая роль принадлежит **бурому жиру**.
- У новорожденных детей температура тела выше, чем у взрослых (например, ректальная температура составляет $37,7 — 38,2^{\circ}\text{C}$. Через 1—1,5 часа после кормления температура тела возрастает на $0,1-0,4^{\circ}\text{C}$, после дефекации она, наоборот, снижается).

- В целом у новорожденных и грудных детей физическая и химическая терморегуляция несовершенны. Поэтому важен правильный подбор одежды для них в зависимости от температуры среды.
- У детей первых лет жизни недостаточно развит сознательный контроль температуры тела: даже в 2—3-летнем возрасте они могут не ощутить переохлаждение или перегревание.
- В процессе онтогенеза возрастают возможности теплопродукции, снижается интенсивность теплоотдачи, совершенствуются механизмы терморегуляции, в том числе скорость реагирования адренергической системы и щитовидной железы, усиливаются и ускоряются вазомоторные реакции, снижается порог и возрастает объем потоотделения, формируется механизм мышечного термогенеза (терморегуляционный тонус, дрожь).
- «Взрослый» уровень терморегуляции достигается к 15-17 годам.

Возрастные особенности возбудимых тканей

- В процессе возрастного развития величина мембранного потенциала нервных клеток **увеличивается** вследствие уменьшения проницаемости клеточных мембран и уменьшения утечки ионов, увеличения эффективности работы ионных насосов: у новорожденных МП равен 50 мВ, а у взрослых 60-70 мВ.
- **С возрастом возрастает амплитуда потенциала действия и снижается его длительность**, повышается частота ритмической активности нейрона.
- Нейроны детей более чувствительны к гипоксии и к действию токсических веществ.
- У детей 1-го года жизни нервные клетки обладают низкой возбудимостью и лабильностью, поэтому у них легко развивается запредельное торможение и они быстро переходят из бодрствующего состояния в сон.
- Число нейронов в ЦНС достигает максимума к 20-24-й неделе внутриутробного развития и остается постоянным до пожилого возраста. Размеры нейронов, количество отростков и функционирующих синапсов после рождения увеличиваются.

Синапсы.

- В **синапсах** повышается интенсивность образования медиатора, возрастает число рецепторов на постсинаптической мембране, увеличивается скорость синаптической передачи (поэтому снижается длительность ТПСР и ВПСР, растет амплитуда этих потенциалов), повышается лабильность.
- Сначала формируются синапсы спинного мозга, в последующем синапсы других отделов, включая кору больших полушарий.

Миелинизация

- **Миелинизация** - важнейший механизм созревания ЦНС. В различных отделах ЦНС миелинизация совершается **гетерохронно**. Она начинается внутриутробно, а окончательно завершается к 30 годам.
- Первыми подвергаются миелинизации передние корешки спинного мозга, затем задние корешки. Ветви лицевого нерва, иннервирующие область губ, миелинизируются на 21- 24-й недели внутриутробного и развития, что указывает на раннее формирование морфологической основы сосательного рефлекса, жизненно необходимого для новорожденного. К моменту рождения миелинизировано примерно $1/3$ нервных волокон.
- В процессе миелинизации происходит концентрация ионных каналов в области перехватов Ранвье, повышается возбудимость, проводимость и лабильность нервных волокон. Так у новорожденных нерв способен проводить **4-10 имп/с**, в то время как у взрослых **300-1000 имп/с**. Скорость проведения возбуждения у взрослых в 2 раза выше, чем у новорожденных.

Схема сроков миелинизации основных систем мозга



- **Спинальный** мозг новорожденного имеет более законченное морфологическое строение по сравнению с **головным**, т.е. оказывается более совершенным в функциональном отношении.
- Периферическая нервная система новорожденного недостаточно миелинизирована.
- Процессы миелинизации происходят неравномерно в различных отделах: миелинизация черепных нервов осуществляется в течение первых 3-4 мес и заканчивается к 1 году 3 мес; миелинизация спинальных нервов продолжается до 2-3 лет.
- ВНС функционирует у ребенка с момента рождения. После рождения отмечаются слияние отдельных узлов - образование сплетений симпатической НС.

Периоды развития организма

Отрезок времени, в течение которого процессы роста, развития и функционирования организма идентичны, получил название возрастного периода. Одновременно это отрезок времени, необходимый для завершения определённого этапа развития организма и его готовности к определённой деятельности.

Такая закономерность роста и развития легла в основу возрастной периодизации – объединения формирующихся детей, подростков и взрослых по возрасту. Возрастная периодизация, объединяя специфические анатомические и функциональные особенности организма, имеет важное значение в медицине, педагогике, спорте, экономике и т.д.

Современная физиология рассматривает период созревания организма с момента оплодотворения яйцеклетки и подразделяет весь **процесс развития** на два этапа:

1) **внутриутробный (пренатальный)** этап:

Фаза эмбрионального развития 0 -2 месяца

Фаза фетального (плодного) развития 3 – 9 месяцев

2) **внеутробный (постнатальный)** этап:

период новорожденности 0-28 дней

грудной период 28 дней -1 год

ранний детский период 1-3 года

дошкольный период 3-6 лет

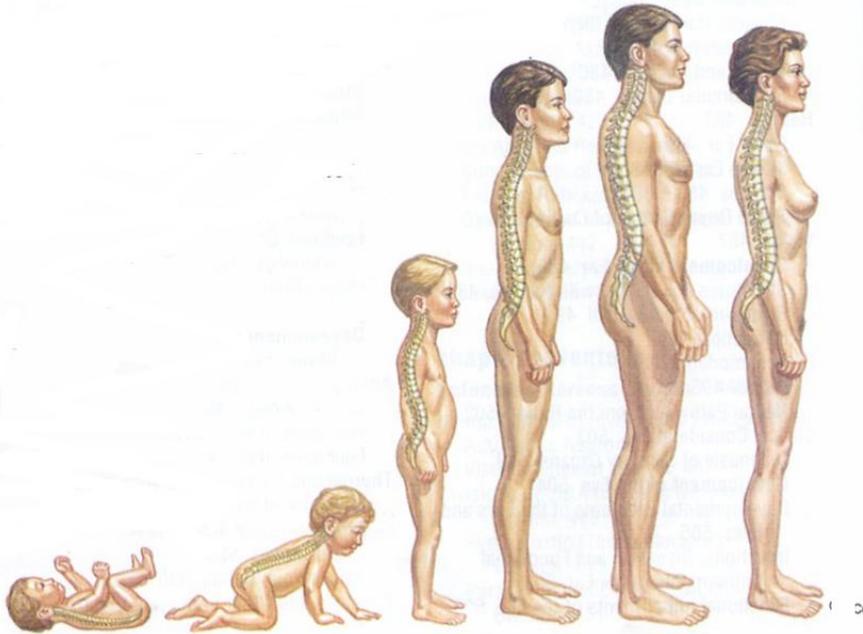
Возрастная периодизация

(VII Всесоюзная конференция по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии, Москва, 1965)

- **Новорожденный:** 1-28 дней;
- **грудной возраст** (младенческий возраст): 28 дней - 1 год;
- **раннее детство** (ясельный возраст): 1-3 года;
- **первое детство** (дошкольный период): 3-7 лет;
- **второе детство** (младший школьный возраст): для мальчиков 8-12 лет; для девочек 8-11 лет;
- **подростковый возраст** (пубертатный период, средний и старший школьный возраст, отрочество): для мальчиков 13-16 лет; для девочек 12-15 лет;
- **юношеский возраст:** для юношей 17-21 лет; для девушек 16-20;
- **средний (зрелый) возраст I период:** для мужчин 22-35 лет; для женщин 21-35 лет;
- **зрелый возраст II период:** для мужчин 36-60 лет; для женщин 36-55 лет;
- **пожилой возраст:** 61-74 для мужчин; 56-74 для женщин;
- **старческий возраст:** 75-90 для мужчин и женщин;
- **долгожители:** старше 90 лет.



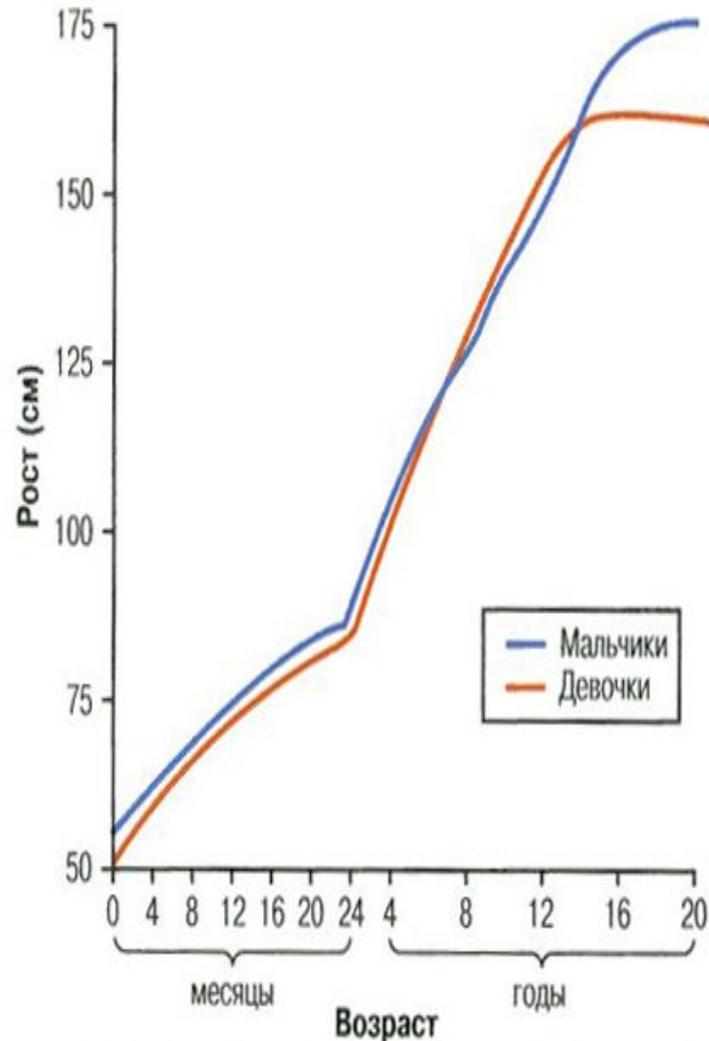
Онтогенез и возрастная периодизация



Постнатальный период развития - это период жизни от рождения до смерти.

- Периодизация возраста в постнатальном периоде:
- - младенчество (до 1 года);
- - преддошкольный (1-3 лет);
- - дошкольный (3-7 лет);
- - младший школьный (7-12-лет);
- - средний школьный (11-15 лет);
- - старший школьный (15-18 лет);
- - зрелость (18-25)
- **Биологическая зрелость** - способность иметь потомство (с 13 лет).
- В 18 лет наступает **физиологическая зрелость**.
- **Полная физическая зрелость** наступает в 20 лет у женщин, а у мужчин - в 21-25 лет.

Рост и развитие ребенка



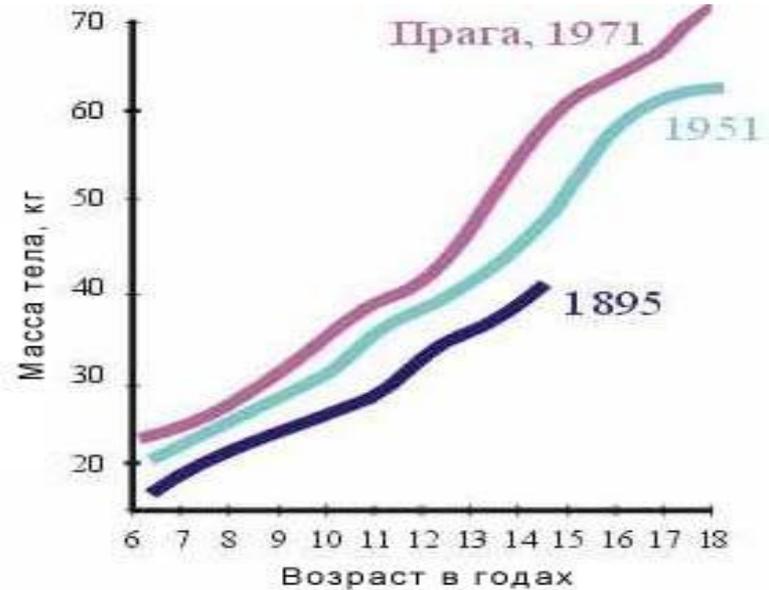
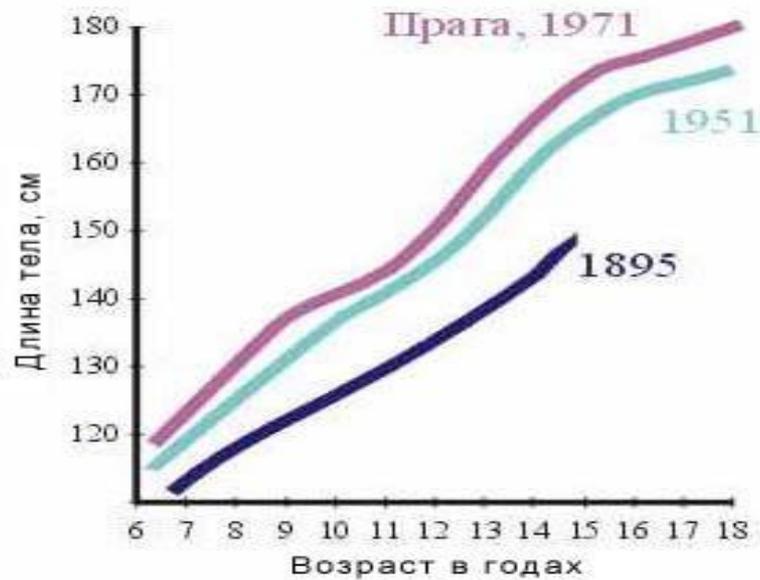
- Кривые роста **мальчиков и девочек** от момента рождения до достижения ими 20-ти летнего возраста имеют в основном **параллельный ход** до **10-ти** летнего возраста. У девочек в **11-13** лет возрастает продукция эстрогенов, что вызывает быстрый рост в высоту, но приводит к закрытию зон роста костей, поэтому в 14-16 лет рост девочек в высоту практически прекращается.
- У мальчиков период наиболее бурного роста приходится на более поздний период – **13- 17** лет, в связи с влиянием тестостерона на мужской организм.
- У мальчиков зоны роста костей закрываются позже и рост в высоту продолжается дольше, поэтому средний рост мужчин больше среднего роста женщин.

Акселерация



- Акселерация (акцелерация) - это ускоренный рост поколения людей за какой-либо исторический период времени.
- Современные дети физически развиваются быстрее своих сверстников прошлых веков
- Термин «акселерация» (от латинского слова *acceleratio* — ускорение) предложен немецким врачом Koch в 1935 году. Сущность акселерации состоит в более раннем достижении определенных этапов биологического развития и завершении созревания организма.
- Имеются данные о том, что в связи с внутриутробной акселерацией плода могут рождаться полноценные зрелые новорожденные с весом свыше 2500 г и длиной тела больше 47 см при сроках беременности менее 36 недель.

Акселерация



- Удвоение веса тела у грудных детей (по с весом при рождении) происходит сейчас к 4, а не к 6 мес., как в начале XX века. «Перекрест» величин окружности груди и головы в начале XX века регистрировался к 10-12-му месяцу, в 1937 - уже на 6-м месяце, в 1949. - на 5-м, а в настоящее время - в возрасте между 2-3-м месяцами жизни.
- У современных грудных детей раньше прорезываются зубы. У современных детей длина тела на 5-6 см, а вес на 2,0 - 2,5 кг выше, чем они были в начале века. Окружность груди увеличилась на 2,0 - 2,5 см, а головы - на 1,0 - 1,5 см.
- Акселерация развития заметна также у детей ясельного и дошкольного возраста. Развитие современных 7-летних детей соответствует 8,5 - 9 годам у детей конца XIX века.

Акселерация

- Акселерация в раннем детском возрасте имеет ряд особенностей. Ускорение психического развития по сравнению с возрастной нормой даже на 0,5-1 год всегда делает ребенка "трудным", уязвимым к стрессовым, особенно к психологическим ситуациям, которые не всегда улавливаются взрослыми.
- В период полового созревания, который начинается у современных девочек в 10 - 12, а у мальчиков в 12 - 14 лет, скорость роста сильно увеличивается. Раньше наступает и половое созревание.
- В больших городах половое созревание подростков наступает несколько раньше, чем в сельской местности. Темпы акселерации сельских детей также ниже, чем в городах.
- В ходе акселерации средний рост взрослого человека за каждое десятилетие увеличивается примерно на 0,7 - 1,2 см, а вес - на 1,5 - 2,5 кг.

Причины акселерации (гипотезы):

- **I. Физико-химические:**

- 1) влияние солнечной радиации, её выдвинул Е. Кох, который ввел термин «акселерация»;
- 2) влияние магнитного поля и космической радиации;
- 3) повышенная концентрация CO_2 , вызванная ростом производства;
- 4) удлинение светового дня (искусственное освещение помещений).

- **II. факторы условий жизни:**

- 1) алиментарная (улучшение питания);
- 2) нутрицевтическая (улучшение структуры питания);
- 3) влияние стимуляторов роста, поступающих вместе с мясом животных, выращенных на гормонах роста (применяются с 1960-х г.);
- 4) повышенный поток информации (сенсорное воздействие на психику);
- 5) урбаническое (городское) влияние.

- **III. Генетические:**

- 1) изменения генов;
- 2) гетерозис (смешение популяций).

Децелерация

- Процесс акселерации пошёл на спад, средние размеры тела нового поколения людей вновь уменьшаются.
- **Децелерация** - это процесс отмены акселерации, замедление процессов созревания всех органов и систем организма. Децелерация в настоящее время сменяет акселерацию.
- За последние 20 лет стали регистрироваться следующие изменения физического развития всех слоев населения и всех возрастных групп: уменьшилась окружность грудной клетки, резко снизилась мышечная сила.
- Имеются две крайние тенденции в изменении массы тела: недостаточная, ведущая к гипотрофии и дистрофии; и избыточная, ведущая к ожирению. Все это расценивается как негативные явления.
- Намечающаяся в настоящее время децелерация является следствием влияния комплекса природных и социальных факторов на биологию современного человека.

Причины децелерации:

- - экологические факторы;
- - генные мутации;
- - ухудшение социальных условий жизни и, прежде всего, структуры питания;
- - рост информационных технологий, который начал приводить к перевозбуждению нервной системы и в ответ на это к её торможению;
- - снижение физической активности.