

Анатомо - физиологические  
особенности  
сердечно - сосудистой  
системы детей



*tracylover*  
PHOTOGRAPHY

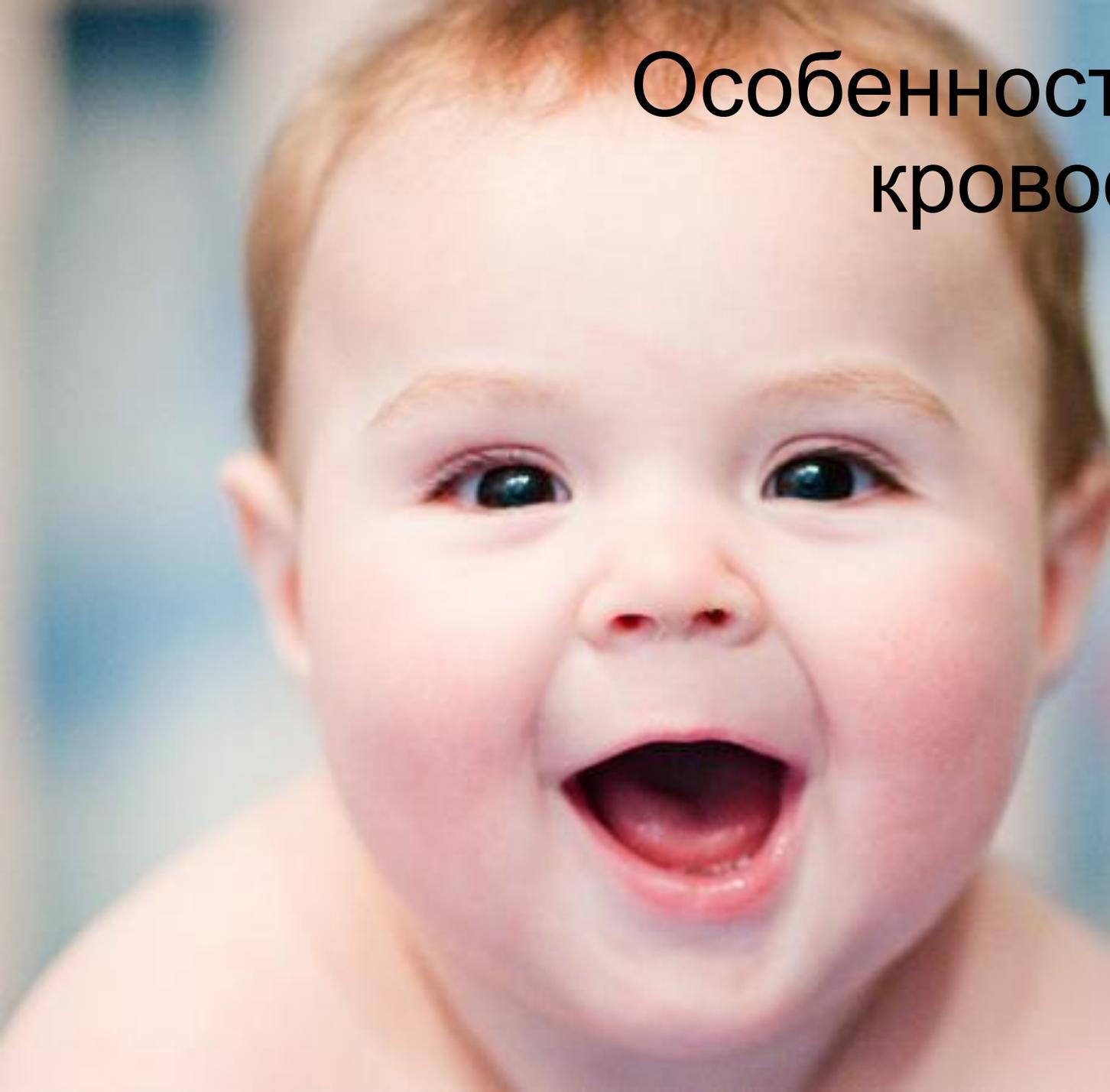


Наиболее важными функциями сердечнососудистой системы являются:

- поддержание постоянства внутренней среды организма;
- доставка кислорода и питательных веществ во все органы и ткани;
- выведение из организма продуктов обмена веществ.

Эти функции сердечнососудистая система может обеспечить только в тесном взаимодействии с органами дыхания, пищеварения и мочевыделения.

Совершенствование работы органов кровообращения происходит неравномерно на протяжении всего периода детства.



# Особенности внутриутробного кровообращения у детей

- Закладка сердца начинается на 2й неделе внутриутробной жизни.
- В течение 3 недель из пластинки, расположенной на границе головы и туловища, происходит формирование сердца со всеми его отделами.
- В первые 6 недель сердце состоит из трех камер, затем образуются четыре за счет разделения предсердий.
- В это время происходит процесс разделения сердца на правую и левую половины, формирование клапанов сердца.
- Образование основных артериальных стволов начинается со 2й недели жизни.
- Очень рано формируется проводниковая система сердца.

# ЧСС плода

- 22 день – первые сокращения сердца (длина плода  $\approx$  3 мм)
- 5<sup>я</sup> нед – 15 – 35/мин (можно проводить Эхо КГ)
- 6<sup>я</sup> нед – до 112/мин
- 8 – 9<sup>я</sup> нед – 165 – 175/мин
- 40 нед – 140/мин

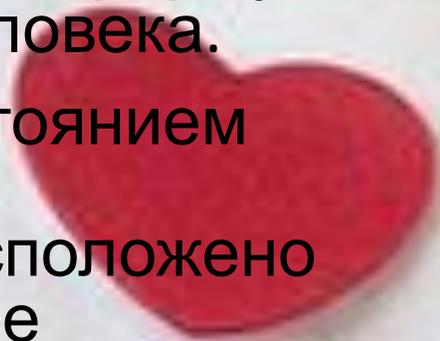


# Внутриутробное кровообращение плода

- Насыщенная кислородом кровь поступает через плаценту по пупочной вене к плоду.
- Меньшая часть этой крови впитывается в печень, большая — в нижнюю полую вену. Затем эта кровь, смешавшись с кровью из правой половины плода, поступает в правое предсердие. Сюда же вливается кровь из верхней полой вены. Однако эти два кровяных столба почти не смешиваются друг с другом.
- Кровь из нижней полой вены через овальное окно попадает в левое сердце и аорту. Кровь, бедная кислородом, из верхней полой вены проходит в правое предсердие, правый желудочек и начальную часть легочной артерии, отсюда через артериальный проток она попадает в аорту и примешивается к крови, поступившей из левого желудочка.
- Лишь небольшая часть крови поступает в легкие, оттуда — в левое предсердие, в котором она смешивается с кровью, поступившей через овальное окно. Небольшое количество крови в малом круге кровообращения циркулирует до первого вдоха.
- Таким образом, мозг и печень получают наиболее богатую кислородом кровь, а нижние конечности — наименее богатую кислородом кровь.
- После рождения ребенка венозный проток и пупочные сосуды закрываются, зарастают и превращаются в круглую связку печени.

# Анатомо - физиологические особенности сердца

- Сердце новорожденного имеет уплощенную конусообразную, овальную или шарообразную форму из-за недостаточного развития желудочков и сравнительно больших размеров предсердий. Только к 10—14 годам сердце приобретает такую же форму, что и у взрослого человека.
- В связи с высоким стоянием диафрагмы сердце новорожденного расположено горизонтально. Косое положение сердце принимает к первому году жизни.



# Масса сердца

- у новорожденных составляет 0,8 % от массы тела, что больше аналогичного соотношения у взрослых (0,4%).
- Правый и левый желудочки примерно равны между собой. Толщина их стенок около 5 мм.
- С возрастом происходит нарастание массы сердца:
  - ✓ к 8 мес. – 1 году происходит удвоение,
  - ✓ к 2 – 3 годам – утроение,
  - ✓ к 5 годам масса сердца увеличивается в 4 раза,
  - ✓ к 6 годам – в 11 раз, затем его увеличение замедляется.
  - ✓ Снова нарастает в период полового созревания. К 17 годам масса сердца увеличивается в 10 раз.

- Неравномерно растут и отделы сердца. Левый желудочек значительно увеличивает свой объем, уже к 4 месяцам он по весу вдвое превышает правый. Толщина стенок желудочков у новорожденного составляет 5,5 мм, в дальнейшем толщина левого желудочка увеличивается до 12 мм, правого — до 6—7 мм.

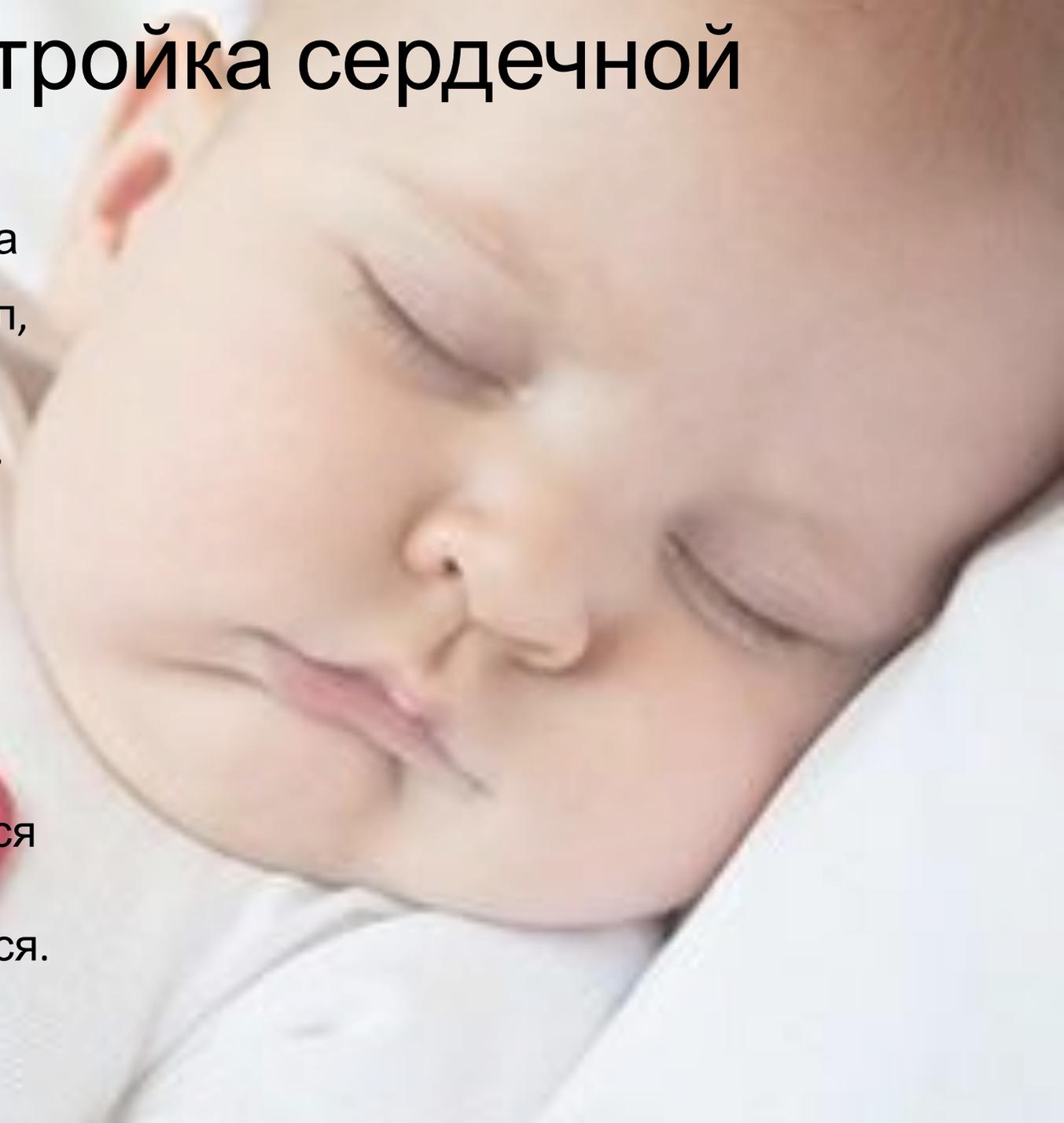


- Объем сердца при рождении составляет около  $22 \text{ см}^3$ , за первый год он увеличивается на  $20 \text{ см}^3$ , в последующем — ежегодно на  $6—10 \text{ см}^3$ . Одновременно увеличивается диаметр клапанных отверстий.
- У детей сердце расположено выше, чем у взрослых. Объем сердца у детей больше относительно объема грудной клетки, чем у взрослых. У новорожденного верхушка сердца образована обоими желудочками, к 6 месяцам — только левым. *Проекция сердца* к 1,5 года из IV межреберья опускается в V межреберье.



# Качественная перестройка сердечной МЫШЦЫ

- У детей раннего возраста мышца сердца не дифференцирована и состоит из тонких, плохо разделенных миофибрилл, которые содержат большое количество овальных ядер.
- Поперечная исчерченность отсутствует. Соединительная ткань начинает развиваться.
- Эластических элементов очень мало, в раннем детском возрасте мышечные волокна близко прилегают друг к другу.
- С ростом ребенка мышечные волокна утолщаются, появляется грубая соединительная ткань. Форма ядер становится палочкообразной, появляется поперечная исчерченность мышц, к 2—3летнему возрасту гистологическая дифференциация миокарда завершается. Совершенствуются и другие отделы сердца.



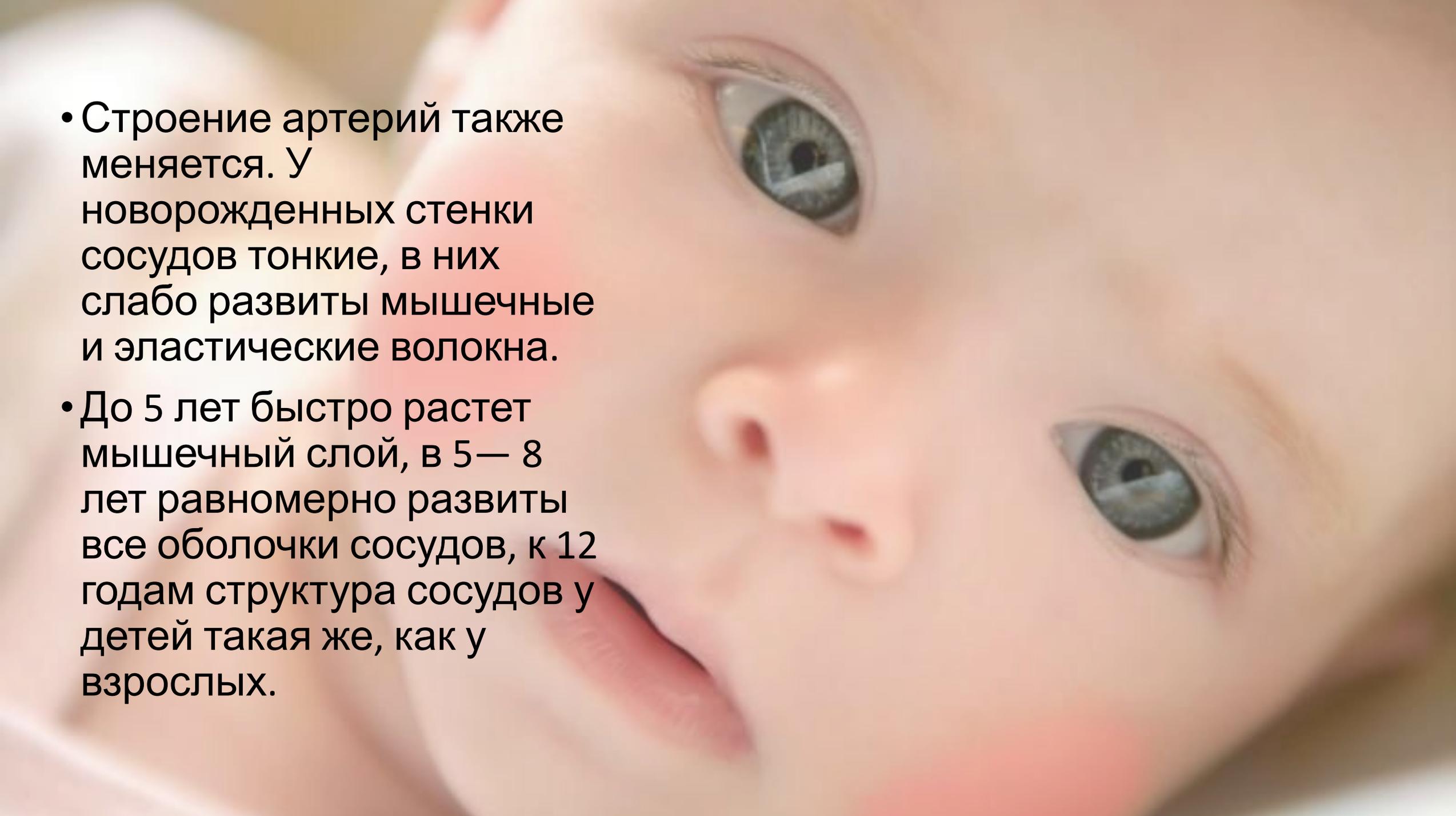
# Проводящая система сердца

- По мере роста ребенка происходит совершенствование проводящей системы сердца. В раннем детском возрасте она массивна, ее волокна контурированы нечетко. У детей более старшего возраста происходит перемодулирование проводящей системы сердца, поэтому у детей часто встречаются нарушения ритма сердца.
- Работа сердца осуществляется за счет поверхностных и глубоких сплетений, образованных волокнами блуждающего нерва и шейных симпатических узлов, контактирующих с ганглиями синусового и предсердножелудочкового узлов в стенках правого предсердия.
- Ветви блуждающего нерва заканчивают свое развитие к 3—4 годам. До этого возраста сердечная деятельность регулируется симпатической системой. Это объясняет физиологическое учащение сердечного ритма у детей первых 3 лет жизни.
- Под влиянием блуждающего нерва урежается сердечный ритм и появляется аритмия типа дыхательной, удлиняются интервалы между сердечными сокращениями.
- Функции миокарда у детей, такие как автоматизм, проводимость, сократимость, осуществляются так же, как у взрослых.



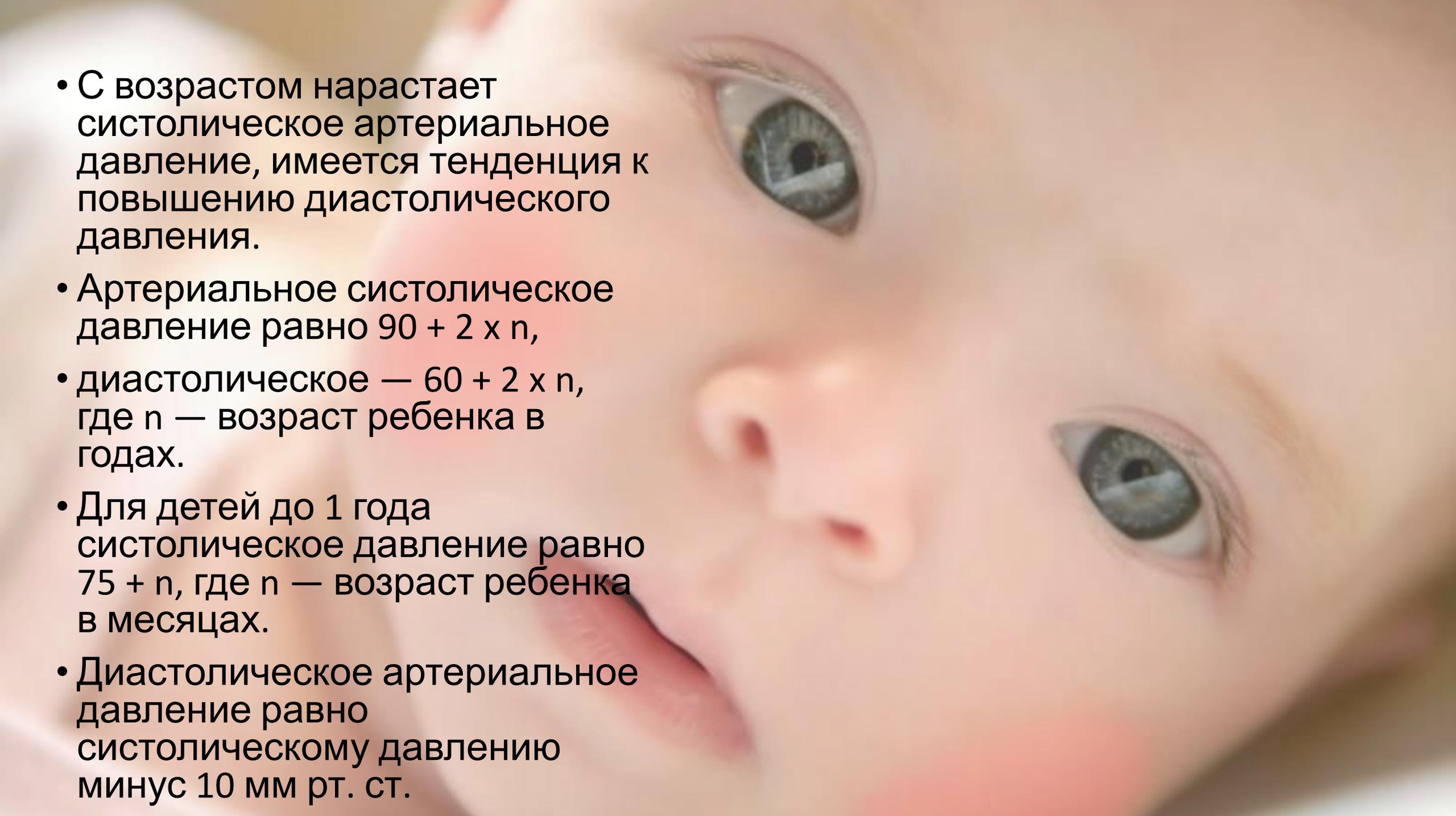
# Особенности сосудов у детей

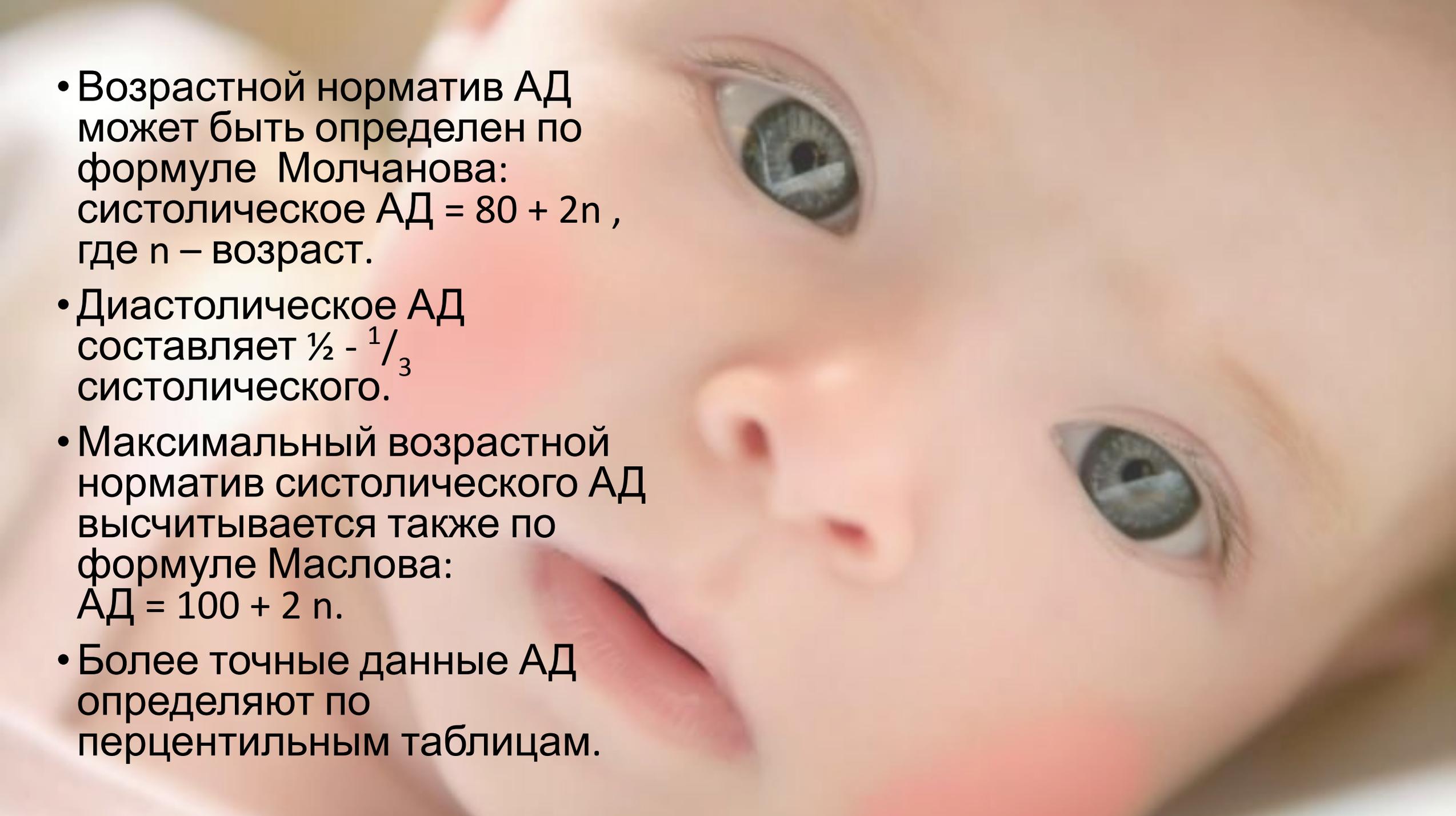
- Сосуды подводят и распределяют кровь по органам и тканям ребенка. Их просвет у детей раннего возраста широк. По ширине артерии равны венам.
- Соотношение их просвета составляет 1 : 1, затем венозное русло становится шире, к 16 годам их соотношение составляет 1 : 2.
- Рост артерий и вен часто не соответствует росту сердца. Стенки артерий более эластичны, чем стенки вен. С этим связаны меньшие показатели, чем у взрослых, периферического сопротивления, артериального давления и скорости кровотока.

- 
- A close-up photograph of a baby's face, showing the eyes, nose, and mouth. The baby has light-colored eyes and is looking slightly to the right. The background is softly blurred.
- Строение артерий также меняется. У новорожденных стенки сосудов тонкие, в них слабо развиты мышечные и эластические волокна.
  - До 5 лет быстро растет мышечный слой, в 5— 8 лет равномерно развиты все оболочки сосудов, к 12 годам структура сосудов у детей такая же, как у взрослых.

- 
- A close-up photograph of a baby's face, focusing on the eyes and nose. The baby has light blue eyes and a slightly open mouth. The background is softly blurred.
- Частота пульса у детей зависит от возраста.
  - ✓ У новорожденного она составляет 160—140 /мин,
  - ✓ в 1 год — 110—140,
  - ✓ в 5 лет — 100,
  - ✓ в 10 лет — 80—90,
  - ✓ в 15 лет — 80.

- С возрастом нарастает систолическое артериальное давление, имеется тенденция к повышению диастолического давления.
- Артериальное систолическое давление равно  $90 + 2 \times n$ ,
- диастолическое —  $60 + 2 \times n$ , где  $n$  — возраст ребенка в годах.
- Для детей до 1 года систолическое давление равно  $75 + n$ , где  $n$  — возраст ребенка в месяцах.
- Диастолическое артериальное давление равно систолическому давлению минус 10 мм рт. ст.



- 
- Возрастной норматив АД может быть определен по формуле Молчанова:  
систолическое АД =  $80 + 2n$  ,  
где  $n$  – возраст.
  - Диастолическое АД составляет  $\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$  систолического.
  - Максимальный возрастной норматив систолического АД высчитывается также по формуле Маслова:  
 $АД = 100 + 2 n$ .
  - Более точные данные АД определяют по перцентильным таблицам.

# Минутный и систолический объемы кровообращения в зависимости от возраста ребенка (Кишш П., Сутрели Д., 1962)

Возраст	Поверх- ность тела, м.	Пuls, уд/мин	Минутный объем,мл	Систолически й объем, мл	Артериально е давление, мм рт. ст.
Новорожденный (масса тела 3000г)	0,18	125	560	4,6	80-90/50-60
1 месяц	0,23	136	717	5,3	
6 месяцев	0,36	130	1120	9,3	
1 год	0,44	120	1370	11,0	
2 года	0,52	115	1620	14,0	80-100/60-70
4 года	0,68	110	2120	19,0	
6 лет	0.80	100	2500	25,0	80-100/60-80
10 лет	1,00	90	3120	34,0	
14 лет	1,20	85	3700	43,0	100-110/70-80

# Сердце и сосуды в период полового созревания

- В пубертатном возрасте происходит интенсивный рост раз личных органов и систем. В этом периоде происходят нарушения их функционирования в связи с нарушениями их взаимоотношений и координации функций. У подростков в связи с особенностями роста как сердца, так и всего тела отмечаются относительно малые масса и объем сердца по сравнению с массой и объемом тела.



- Отношение объема тела к объему сердца у детей равно 50%, у взрослого — 60%, а в пубертатном периоде составляет 90%. Кроме этого, имеются анатомические особенности сердечно-сосудистой системы у подростков, которые связаны с соотношением объема сердца и сосудов.

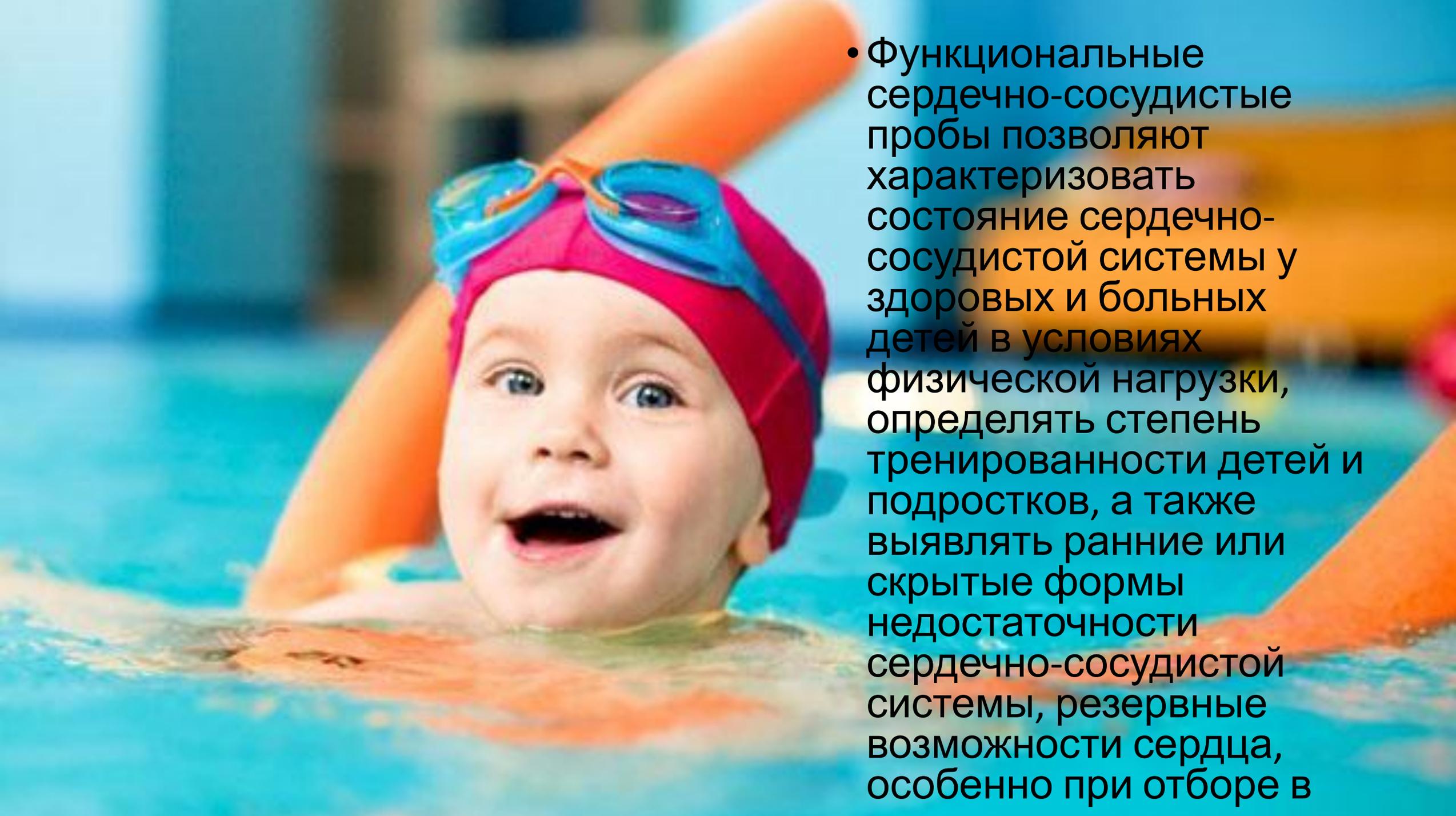


- У подростков объем сердца увеличивается быстрее, чем емкость сосудистой сети, это увеличивает периферическое сопротивление, что приводит к гипертрофическому варианту подросткового сердца.
- У подростков с отклонениями в возрастной эволюции сердца преобладает симпатическая регуляция.

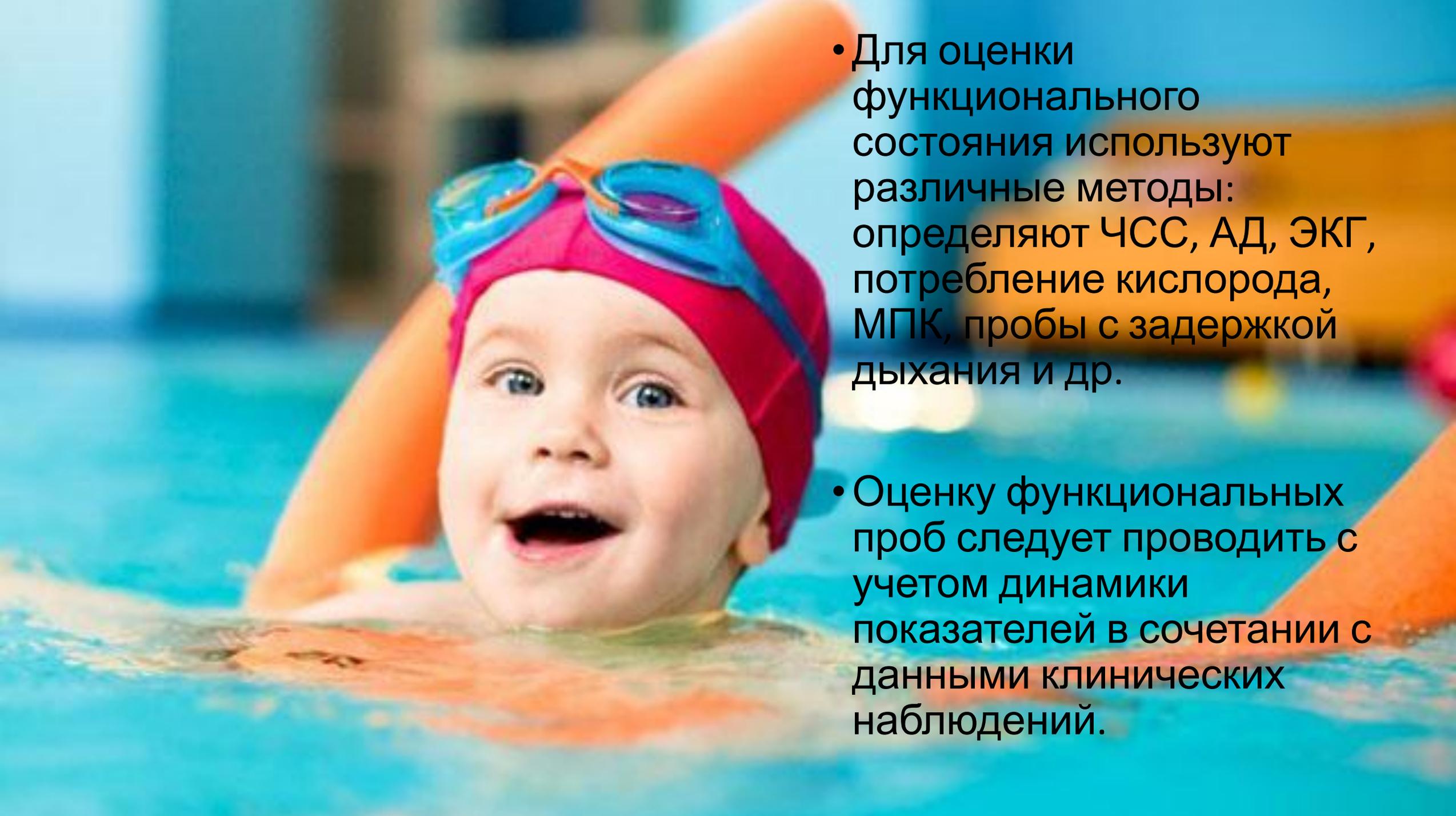




**Функциональные  
пробы сердечно –  
сосудистой системы**



- Функциональные сердечно-сосудистые пробы позволяют характеризовать состояние сердечно-сосудистой системы у здоровых и больных детей в условиях физической нагрузки, определять степень тренированности детей и подростков, а также выявлять ранние или скрытые формы недостаточности сердечно-сосудистой системы, резервные возможности сердца, особенно при отборе в



- Для оценки функционального состояния используют различные методы: определяют ЧСС, АД, ЭКГ, потребление кислорода, МПК, пробы с задержкой дыхания и др.
- Оценку функциональных проб следует проводить с учетом динамики показателей в сочетании с данными клинических наблюдений.



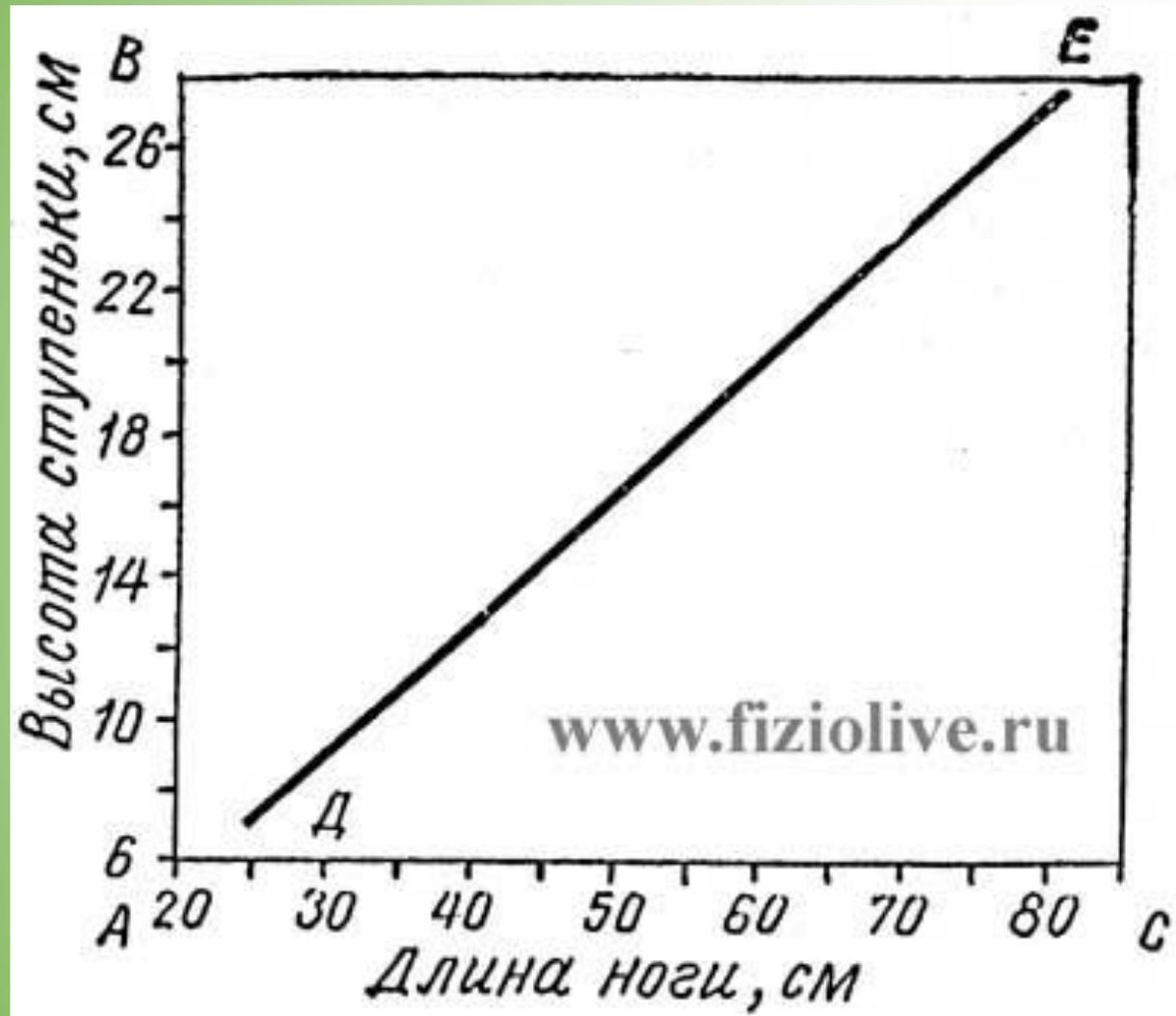
- Пробы с задержкой дыхания (проба Штанге). У здоровых детей длительность задержки дыхания составляет в возрасте
  - 6 лет — 16 с,
  - 7 лет — 26 с,
  - 8 лет — 32 с,
  - 9 лет — 34 с,
  - 10 лет — 37с,
  - 11 лет — 39 с,
  - 12 лет — 42 с,
  - 13 лет — 39 с.
- У юных спортсменов эти показатели выше.
- При заболеваниях, а также при утомлении (и особенно при переутомлении, перетренированности), после посещения бани (сауны) время возможной задержки дыхания укорачивается.

- Ортоклиностатическая проба.  
Определяют реакцию сердечно-сосудистой системы на переход ребенка из горизонтального положения в вертикальное. У здоровых детей пульс в положении стоя учащается по сравнению с положением лёжа на 5—10 ударов, а при неблагоприятной реакции наблюдается учащение пульса больше 10 в 1 мин.



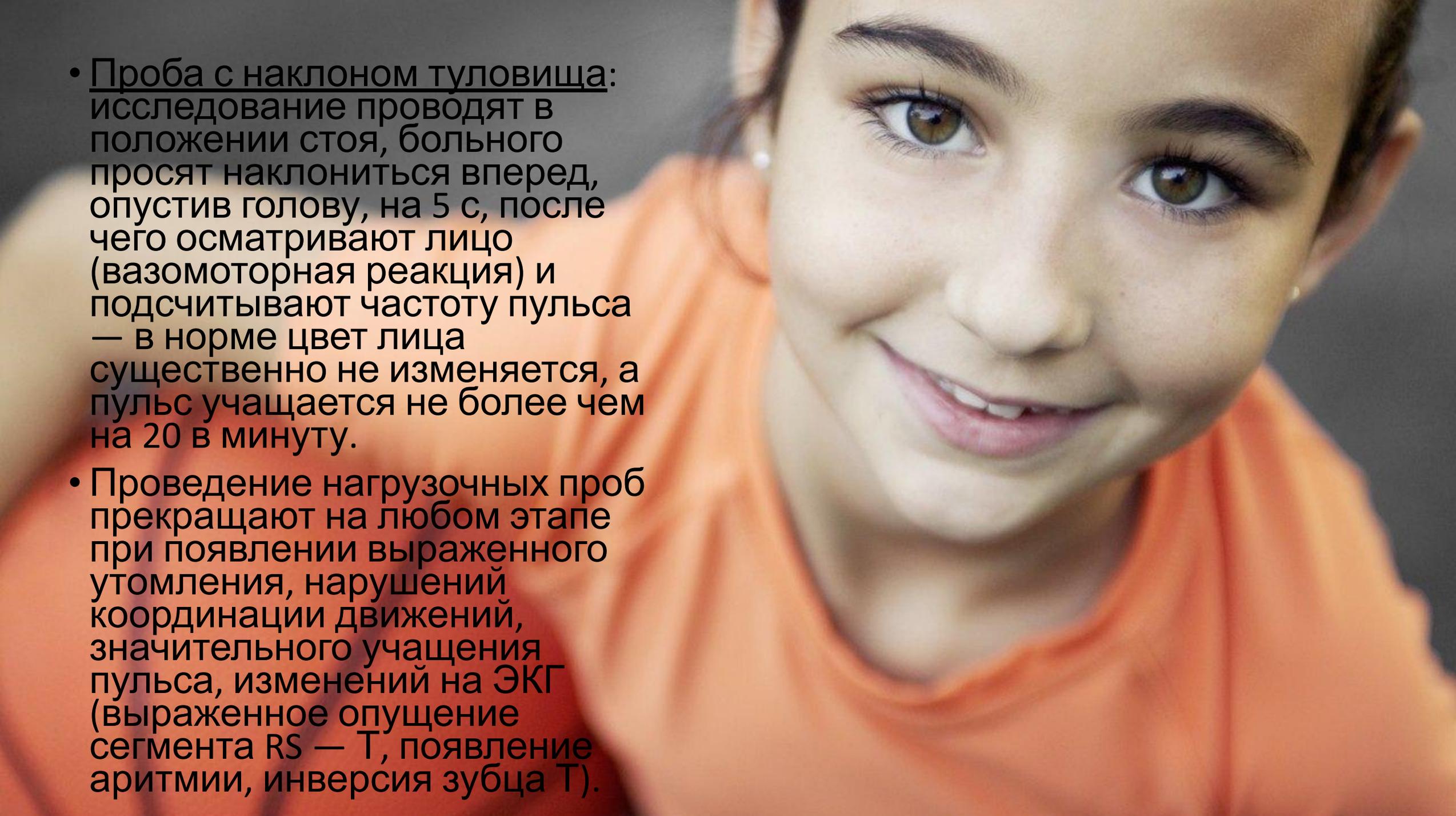
- Степ-тест (дозированное восхождение на ступеньку). Высоту ступеньки подбирают в зависимости от длины ноги исследуемых по номограмме Хеттингера (см. рис). Величину работы ( $A$ ) определяют по формуле:
- $A = 1,3 \cdot P \cdot n \cdot h$ , где  $P$  — масса (вес) исследуемого;  $n$  — число подъёмов на ступеньку за 1 мин;  $h$  — высота ступеньки в метрах; 1,3 — коэффициент, учитывающий величину работы при спуске.
- Необходимое число подъёмов на ступеньку вычисляют, исходя из известных величин работы (например, при первой нагрузке  $A = 3,06 - 6, 12$  кгм/мин-масса тела).
- Длительность нагрузок при степ-тесте у детей до 8 лет — 2 мин, в возрасте 8—11 лет — 3 мин, в возрасте 12—18 лет — 4 мин.







- Глазо-сердечная проба Ашнера: исследование проводят в положении лежа на спине, больного просят закрыть глаза, затем большими и указательными пальцами плавно надавливают одновременно на оба глазных яблока в течение 20-30 с, после чего сразу же подсчитывают частоту пульса — в норме он замедляется не более

- 
- Проба с наклоном туловища: исследование проводят в положении стоя, больного просят наклониться вперед, опустив голову, на 5 с, после чего осматривают лицо (вазомоторная реакция) и подсчитывают частоту пульса — в норме цвет лица существенно не изменяется, а пульс учащается не более чем на 20 в минуту.
  - Проведение нагрузочных проб прекращают на любом этапе при появлении выраженного утомления, нарушений координации движений, значительного учащения пульса, изменений на ЭКГ (выраженное опущение сегмента RS — T, появление аритмии, инверсия зубца T).

Благодарю за  
внимание!



*Tracy Weaver*  
PHOTOGRAPHY