

**СЗГМУ им. И.И. Мечникова
кафедра педиатрии и детской кардиологии**

**АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНОВ И СИСТЕМ В
РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ДЕТСТВА**

Часть 2

к.м.н. доц. Храмцова Е.Г.

НОРМАТИВЫ ЧАСТОТЫ ДЫХАНИЯ И ЧСС ПО ВОЗРАСТАМ

ВОЗРАСТ	НОРМАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ (Д/МИН)	СООТНОШЕНИЕ ЧД: ЧСС
НОВОРОЖД.	40- 60	1 нед. —1 :2,5-3
		2 нед. 1: 3,5 -4
1 ГОД	30- 35	1: 4(5)
5-6 ЛЕТ	20- 25	
8-10 ЛЕТ	18- 20/ взр: 14- 16	

Нормативы ЧСС по возрастам

ВОЗРАСТ	НОВОРОЖ ДЕННЫЙ	1 ГОД	3 ГОДА	5 ЛЕТ	8- 10 ЛЕТ	12- 15 ЛЕТ
ЧСС (У/ МИН)	140- 160	130	110	100	85- 90	75- 80

НОРМАТИВЫ АД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА

АД измеряется после 15-минутного отдыха в горизонтальном положении (условно базальное АД)

До 1 года АД сист.= $76 + 2n$ (n- месяц жизни)

Старше 1 года :

- АД сист. = $90 + 2n \pm 15$ мм рт ст (n- год жизни)
- АД диаст. = $60 + n \pm 15$ мм рт ст (n- год жизни)
- АД диаст. = 1/2 или 2/3 АД сист.

Анатомо-физиологические особенности сердечно-сосудистой системы

После рождения с началом внешнего дыхания сопротивление в легких снижается почти в 10 раз, расширение сосудов легких усиливается выбросом брадикинина в легких и гипероксией. Шунты перестают функционировать, но анатомически облитерируются значительно позже. Артериальный проток в среднем закрывается ко 2 мес, после 4 мес ОАП считается ВПС. Венозный проток облитерируется ко 2 неделе жизни, овальное окно - к 3-6 мес, в 25% случаев может оставаться на всю жизнь (без гемодинамических нарушений).

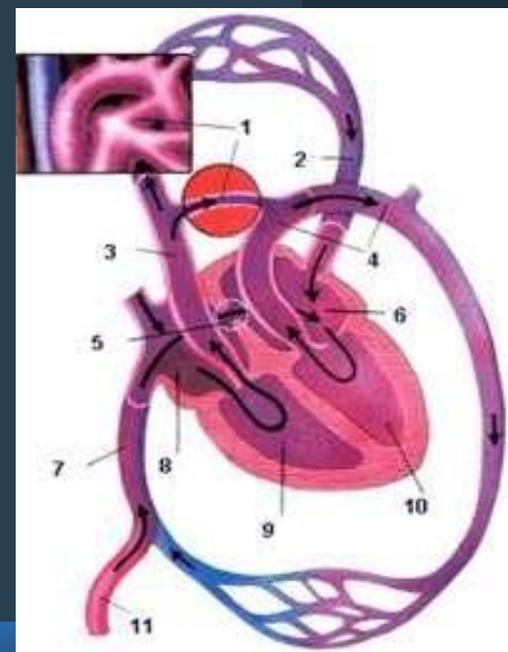
Особенности в/у кровообращения

Сердце формируется со 2 по 8-10 нед., 3-камерное сердце к 5 нед.

плацентарное кровообращение сформировано к 8-10 нед,

отл. особенность — **2 одновременно функционирующих круга** кровообращения: через фетальные «шунты» (овальное окно, боталлов проток, аранциев проток)

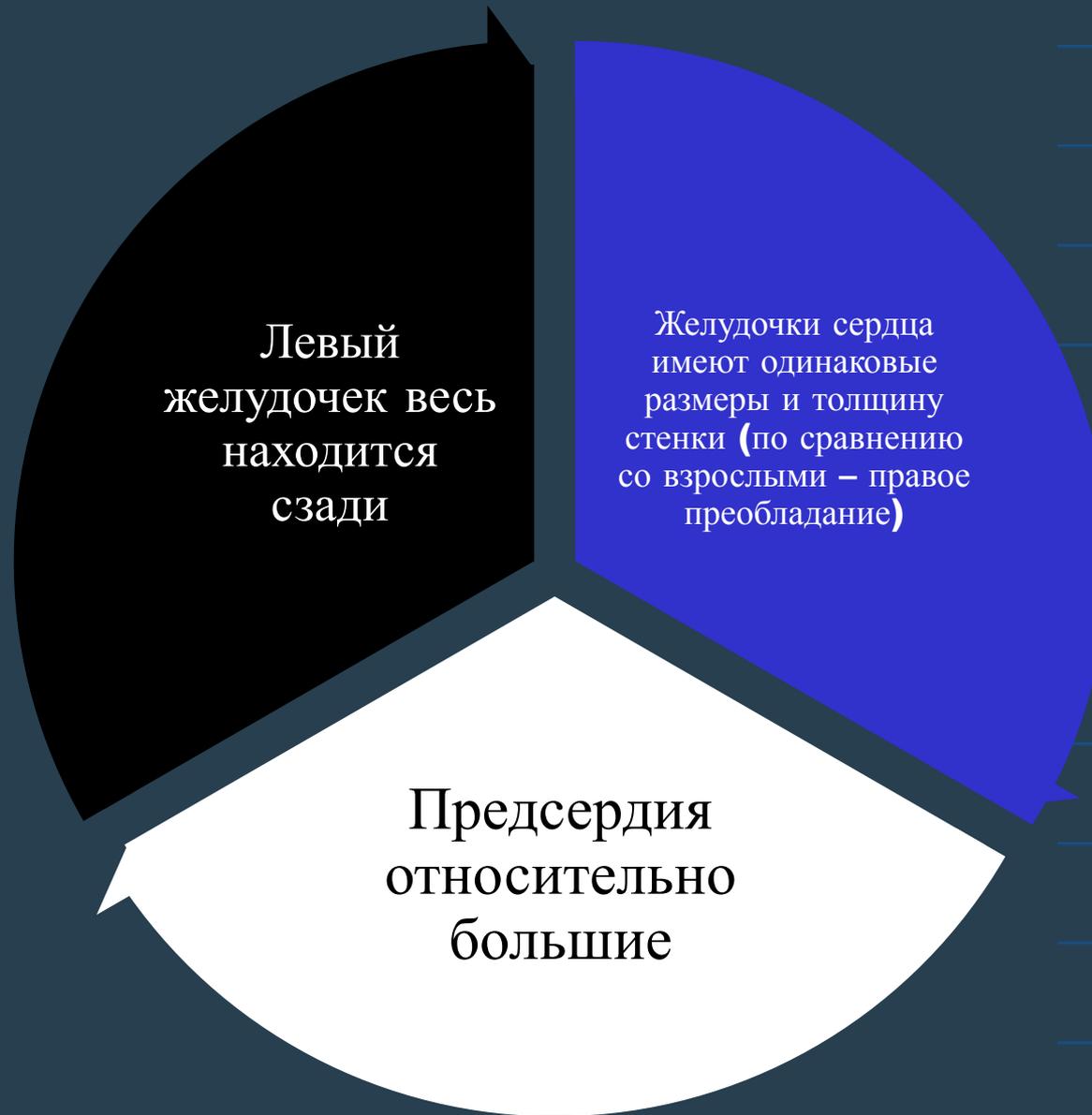
- Не функционирует малый круг кровообращения; •жизненно важные органы (сердце, головной мозг, печень) получают более оксигенированную кровь;
- Давление в аорте и легочной артерии одинаково низкое;
- **ВСЕ ОРГАНЫ ПОЛУЧАЮТ СМЕШАННУЮ КРОВЬ**, так как в аорту кровь качают оба желудочка



Анатомо-физиологические особенности сердечно-сосудистой системы

1. Масса сердца новорожденного составляет 0,8% от массы тела, это выше чем у взрослого - 0,4%. Масса сердца интенсивно возрастает в первые 2 года, 12-14 и 17- 20 лет;
2. У новорожденного масса правого желудочка почти одинакова с массой левого, предсердия и магистральные сосуды относительно больше желудочков; масса правого желудочка уменьшается на 20% в первые месяцы жизни, с 6 месяца масса левого желудочка выше.
3. Сердце у новорожденного шаровидной формы, располагается более краниально из-за высокого стояния левого купола диафрагмы, его продольная ось направлена почти горизонтально. В периоды интенсивного роста происходит вертикализация положения сердца, при замедлении - горизонтализация.
4. Коронарные сосуды до 2х лет распределены по рассыпному типу, от 2-10 по смешанному, потом тип коронарный кровоток по магистральному типу, как у взрослых.
5. Особенностью магистральных сосудов сердца является преобладание диаметра легочной артерии над аортой до 10- 12 лет, только к 15 годам ствол восходящей аорты становится шире.

АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЦА НОВОРОЖДЕННОГО



Гистологические особенности строения миокарда новорожденного

**Меньшее
число
митохондрий**

Преобладание бета-изомера миозина с низкой АТФ-азной активностью и сниженной функцией Са – каналов

Меньшее количество миофибрилл

Сниженная активность ферментов митохондрий

Недостаточность эластической ткани

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИОКАРДА у детей

**мышечные волокна
миокарда
новорожденных
тонкие, содержат
мелкие,
недифференцирован
ные ядра**

**обогащение
миокарда
соединительной
и эластической
тканью
происходит от 5-
7 лет, после 10
лет её
количество
возрастает**

**поперечная
исчерченность и
продольная
фибриллярность
слабо выражены
до 2х лет,
полностью
формируются к
5-7г.**

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ В ПЕРВЫЕ МЕСЯЦЫ ЖИЗНИ

*** Выражена симпатикотония*

*** В 4 мес – физиологическое снижение симпатической активности, что при неблагоприятных условиях может вызвать электрическую нестабильность миокарда с удлинением интервала QT и создать угрозу СВС*

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СЕРДЦА В ВОЗРАСТЕ ДО 3- 5 ЛЕТ

- * * *Поворот сердца против часовой стрелки (появление верхушечного толчка),*
- ** *Быстрый, неравномерный рост,*
- ** *Рассыпной тип коронарного кровоснабжения,*
- ** *Созревание структуры миокарда,*
- ** *Чувствительность миокарда к неблагоприятным факторам (нарушение питания, инфекции),*
- ** *Усиление роли n.Vagus, появление дыхательной аритмии*

Основные особенности аускультации сердца у детей

- * Лабильность звуковой картины в зависимости от газообмена, сосудистого тонуса, электролитных нарушений;
- * По окончании периода новорожденности (в котором тоны ослаблены) тоны слышны лучше, за счет более тонкой грудной клетки;
- * Эмбриокардия на 1 нед жизни, далее на верхушке доминирует I тон, на основании у новорожденных доминирует II тон, до 2 лет I=II, с 2х лет — снова доминирует II тон, с 2 до 12 лет на в 2ЛС лучше слышен II тон, далее II тон лучше слышен в 2ПС;
- * Высокая частота функциональных шумов, на верхушке, в точке Боткина и над легочной артерией;
- * У половины детей может выслушиваться III тон (желудочковый), а у $\frac{1}{4}$ - IV тон (предсердный).

Анатомо-физиологические особенности кровообразования у детей

Ведущие особенности внутриутробного кровообразования

1. Последовательная смена базисных тканей и органов, ответственных за формирование элементов крови: желточный мешок, печень, селезенка, костный мозг
2. Изменение типа кровообразования: переход от мегалобластического к нормобластическому

Функциональные сердечные шумы в детстве: виды и причины

1. Сосудистый шум на сонных артериях
2. Пульмональный шум у новорожденных и у детей дошкольного возраста
3. Вибрационный шум на верхушке сердца

Причины :

- ** Малые аномалии развития сердца (МАРС), аномальные хорды, изменение формы и числа сосочковых мышц, и изменение их тонуса
- ** Неравномерный рост камер сердца в периоды ростовых сдвигов
- ** Анемия

Этапы в/у кроветворения

I ЭТАП

Желточное кроветворение
с 3- 5 нед.

II ЭТАП

Печеночно- мезенхимальное
кроветворение: с 6 нед. по 40 нед.,
максимум — 10- 12 нед.

III ЭТАП

Селезеночное кроветворение
со 2 по 5 мес. гестации

VI ЭТАП

Костномозговой этап с 16 нед. активность нарастает к рождению, кол- во увеличивается в 2,5 раза с 9 по 40 нед. (с 16 мл до 43 мл у нов— 1,4% от массы тела, предшественников миелопоэза больше, чем предшественников эритропоэза)

Особенности гемоглобина плода и новорожденного

1. Нарастание кол-ва Er с фетальным Hb,
9 -12 нед. — в мегалобластах HbP, который заменяется
фетальным
С 3 нед — HbA - его кол-во нарастает к концу гестации
2. У новорожденного HbF $60\pm 15\%$; HbA $40\pm 15\%$
3. После 6 мес в крови в основном зрелые элементы крови

***Качественное отличие крови новорожденного
незавершенный эритропоэз***

Динамика показателей периферической красной крови у детей

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ

ГЕМОГЛОБИН новор.
170- 240 г/л (210 г /л)

Эритроциты новор.
 $5,38- 7,2 \times 10^{12} / л$

На 2-3 мес жизни —
физиол. анемия
Hb — 108-105 г/л
(генез — дефицит Fe)

КАЧЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ

ЦП >1,05 - ГИПЕРХРОМИЯ,
фетальный Hb – 60%,
макроцитоз в п-де нов 7-8
мкм СОЭ нов. - 2-3 мм/ч, с 3-4
нед жизни – 2-10 мм/ч

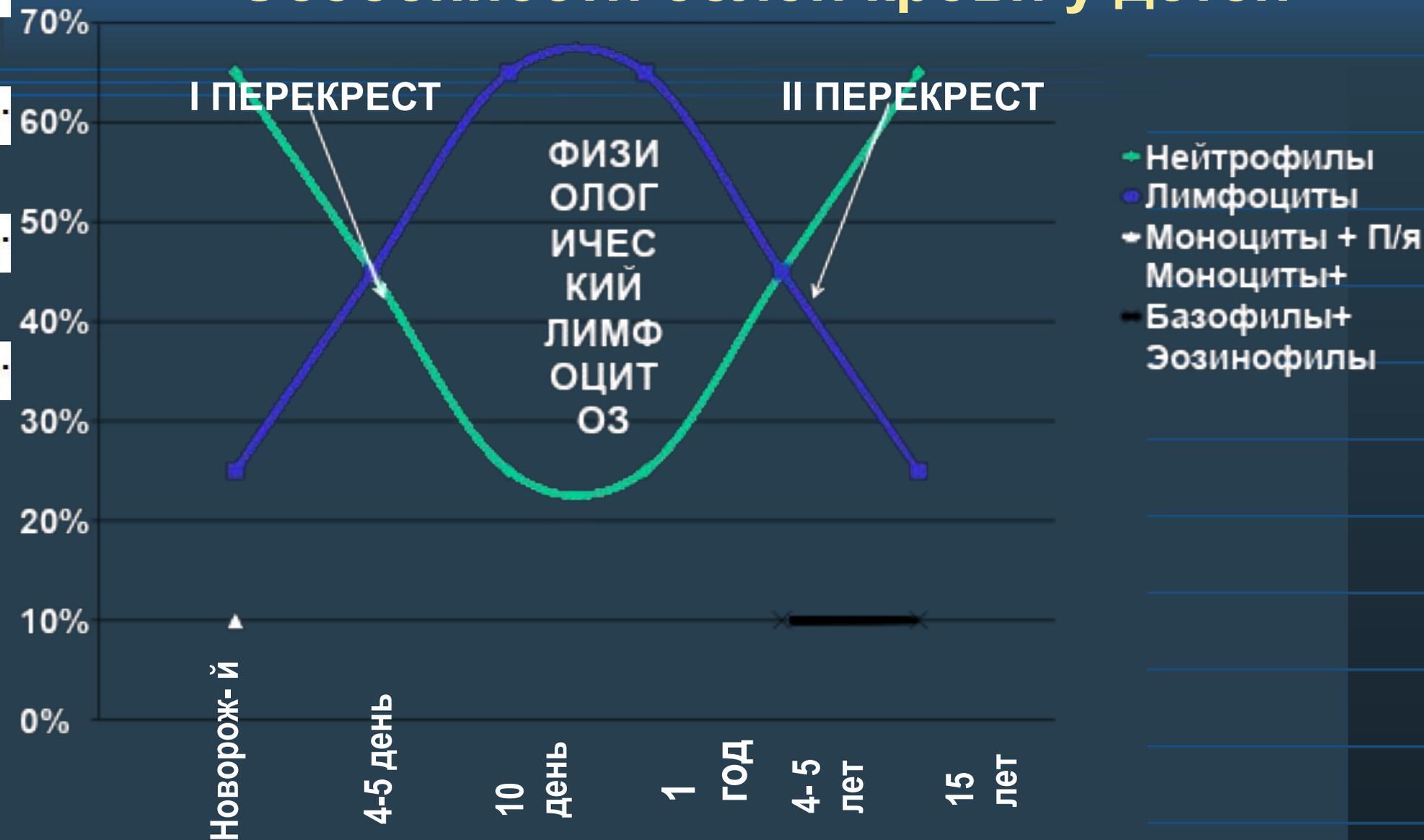
пойкилоцитоз, анизоцитоз,
эритробласты ед., Ret к 2 -3 дню
до 4,2%, снижается к 2 нед,
далее 10-20 промилль, ст. 1 года
– 2-12 промилль

Гипохромия,
Ret — 10-20 промилль

Анемией считается: До **5 лет Hb < 110 г/л** , **5 — 11 лет Hb < 115**

г/л, 12 — 15 лет <120 г/л, у мальчиков ст. **15 лет < 130 г/л**

Особенности белой крови у детей



Среднее количество лейкоцитов у новорожденного $18-20 \times 10^9 / \text{л.}$ (от $10-30 \times 10^9 / \text{л.}$); с 3-4 недели до 1 года- $5-10-12 \times 10^9 / \text{л.}$; старше 1 года- $4-9 \times 10^9 / \text{л.}$

АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА

**Отражают приспособительные механизмы к
грудному вскармливанию**

**Созревание пищеварительных функций с
установкой на максимальное усвоение
ингредиентов грудного молока и
обеспечение растущего организма
питательными веществами**

ОСОБЕННОСТИ ПОЛОСТИ РТА НОВОРОЖДЕННОГО

У новорожденных
полость рта
сравнительно мала

Язык относительно
большой, хорошо
развиты мышцы щек и
губ, в толще щек
имеются комочки Биша

**Приспособительные
механизмы к
эффективному
сосанию**

Альвеолярные
отростки
выражены слабо

Вдоль челюстных
отростков тянется
плотный валик
(складка Робэн-
Мажито)

Физиологическая
младенческая ретрогнатия
(дистальное расположение
нижней челюсти)

Снижена функция
слюнных желез до 2-3
месяца жизни, начало
слюноотделения с 4-5
месяца

Слабо выражен свод
твёрдого неба

Видимая часть слизистой губ
имеет поперечную
исчерченность (валики
Пфаундлер-Люшка)

Ротовая полость новорожденного

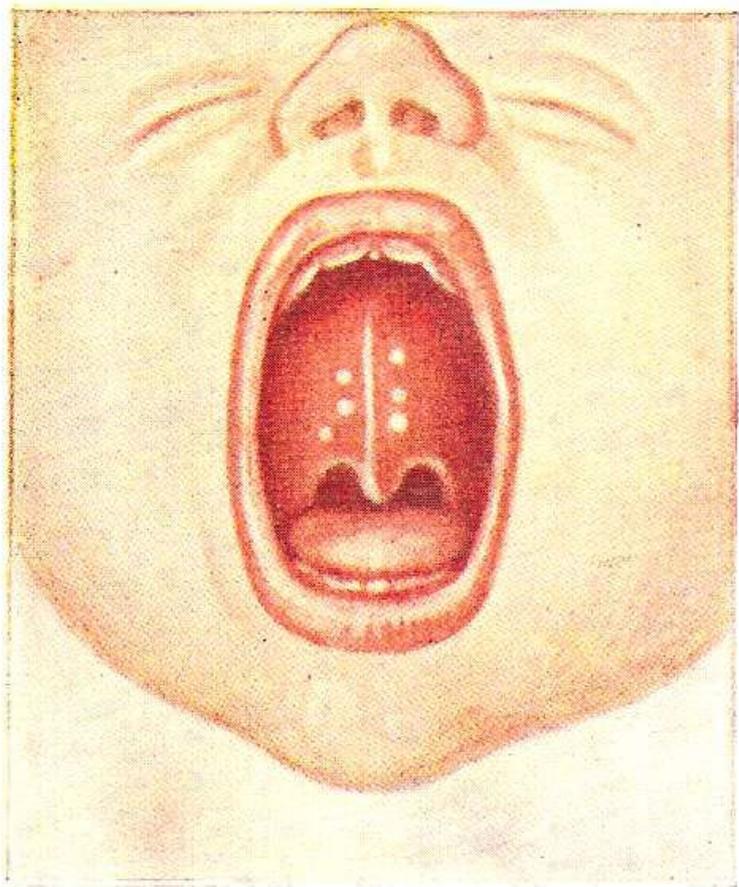


Рис. 1. Боновские узелки.

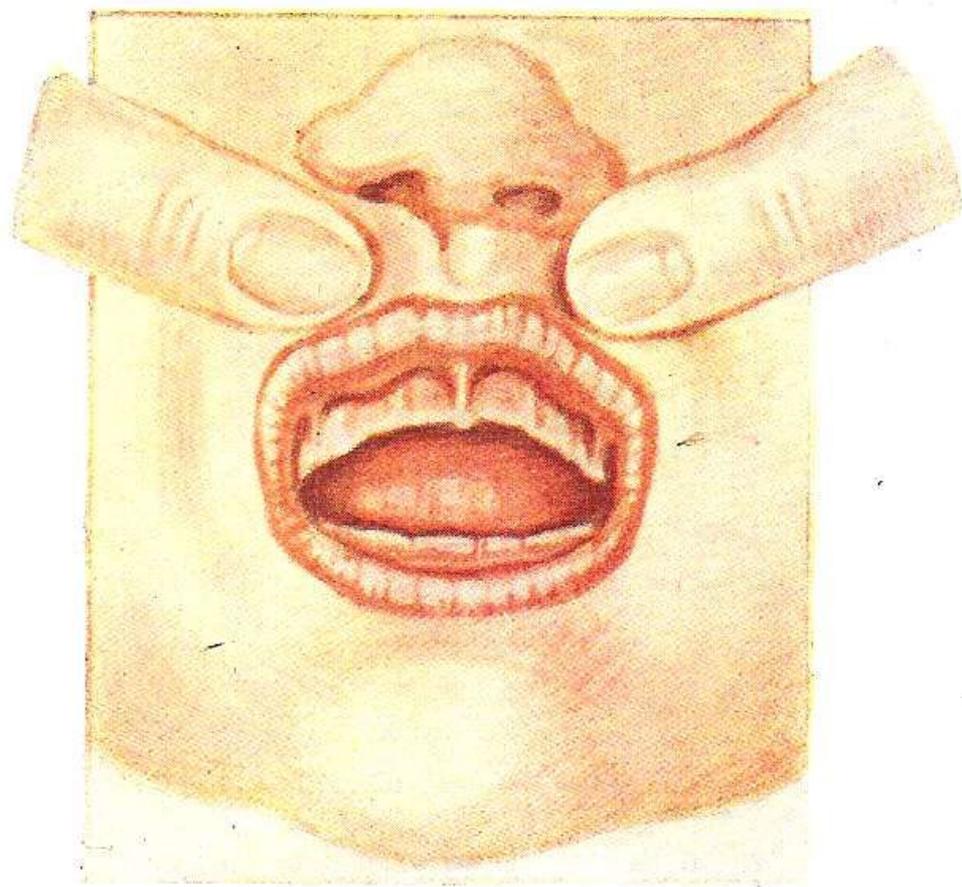


Рис. 2. Складка Rolin—Magitot и валики Pfaundler—Luschka.

Клинически-значимые особенности полости рта новорожденного

- * Эпителий отличается нежностью и некоторой сухостью, склонностью к кандидозу (рН нейтр 7,32, у взрослых -6,4) — частое развитие молочницы
- Слизистая яркая, обильно васкуляризирована
- * компенсаторная неспецифическая защита за счет повышенного содержания в слюне лизоцима, молочной кислоты и простагландинов.

ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВОДА У ДЕТЕЙ

Просвет пищевода формируется с 3-4 мес внутриутробной жизни, к рождению сформирован.

- 1.пищевод у новорожденных относительно короткий (10 см), за счет роста позвоночника в длину и меньшей скорости роста пищевода, соотношение длины пищевода к росту одинаковое во все периоды детства : 1: 5
 - 2.Вход в пищевод у новорожденного расположен между III и IV позвонками и с возрастом постепенно снижается
 - 3.Анатомические сужения пищевода у детей первого года выражены слабо
 - 4.Диаметр пищевода новорожденного составляет 5 мм.,в 6 месяцев-8-10мм, в 1 год-12 мм,в 15 лет-18-19мм.
- * стенки тонкие, слизистая тонкая, подслизистая обильно васкуляризована, мышечная оболочка в грудном возрасте развита слабо

Особенности слюноотделения у новорожденных и на 1 году

- Слюнные железы новорожденного морфологически сформированы. В первые 3 месяца секреция слюны низкая, основная роль – обеспечение герметичности ротовой полости
- К 4-5 месяцам появляется обильное слюноотделение, обусловленное недостаточной зрелостью центральных механизмов регуляции выделения слюны и прорезыванием зубов
- Активность амилазы низкая, максимум достигается к 5-7 годам, относительно высока активность липазы

Анатомические особенности желудка у детей

1. Расположен почти горизонтально, вертикальное положение с началом ходьбы (9-12 мес),

Желудок новорожденного расположен в косо́й фронтальной плоскости (в связи с большой левой долей печени)

2. У новорожденного слабо развито дно и функциональная неполноценность кардии желудка, окончательное формирование которого происходит к 8 годам

3. У новорожденного хорошо развит пилорический отдел желудка, повышен его тонус.

Форма желудка напоминает открытую бутылку, так как избыточен тонус пилоруса и снижен в кардиальном отделе, это защита от перекорма, но и предрасположенность к рвоте и срыгиваниям.

Анатомические особенности желудка у детей (прод.)

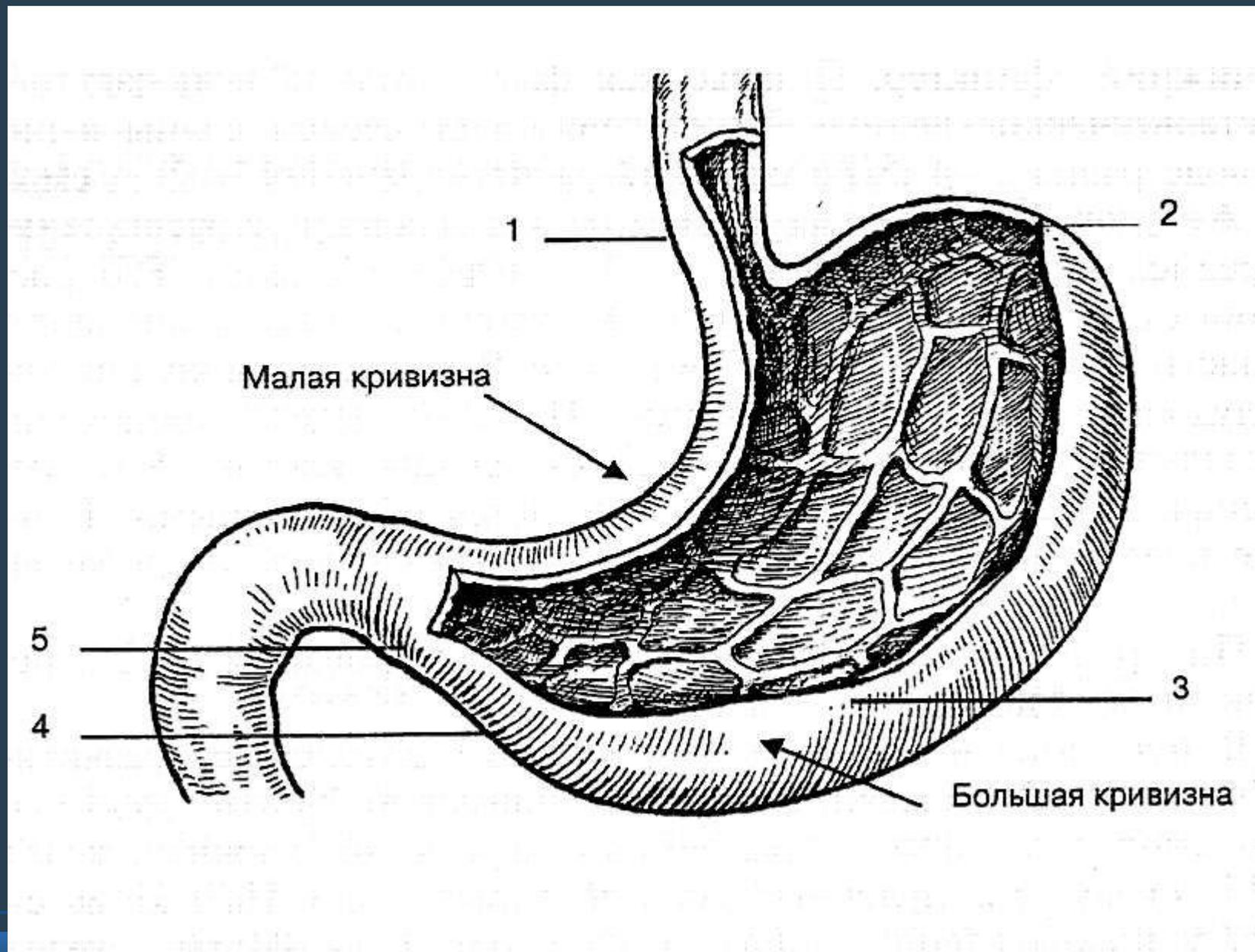
4. Входная часть желудка располагается над диафрагмой и находится в грудной полости
5. Физиологический объем желудка у новорожденного - 7 мл (физиологическая емкость), к 10 дню возрастает до 80 мл .

Формула расчета V желудка = $30 + 30 \times n$, где n - кол-во месяцев

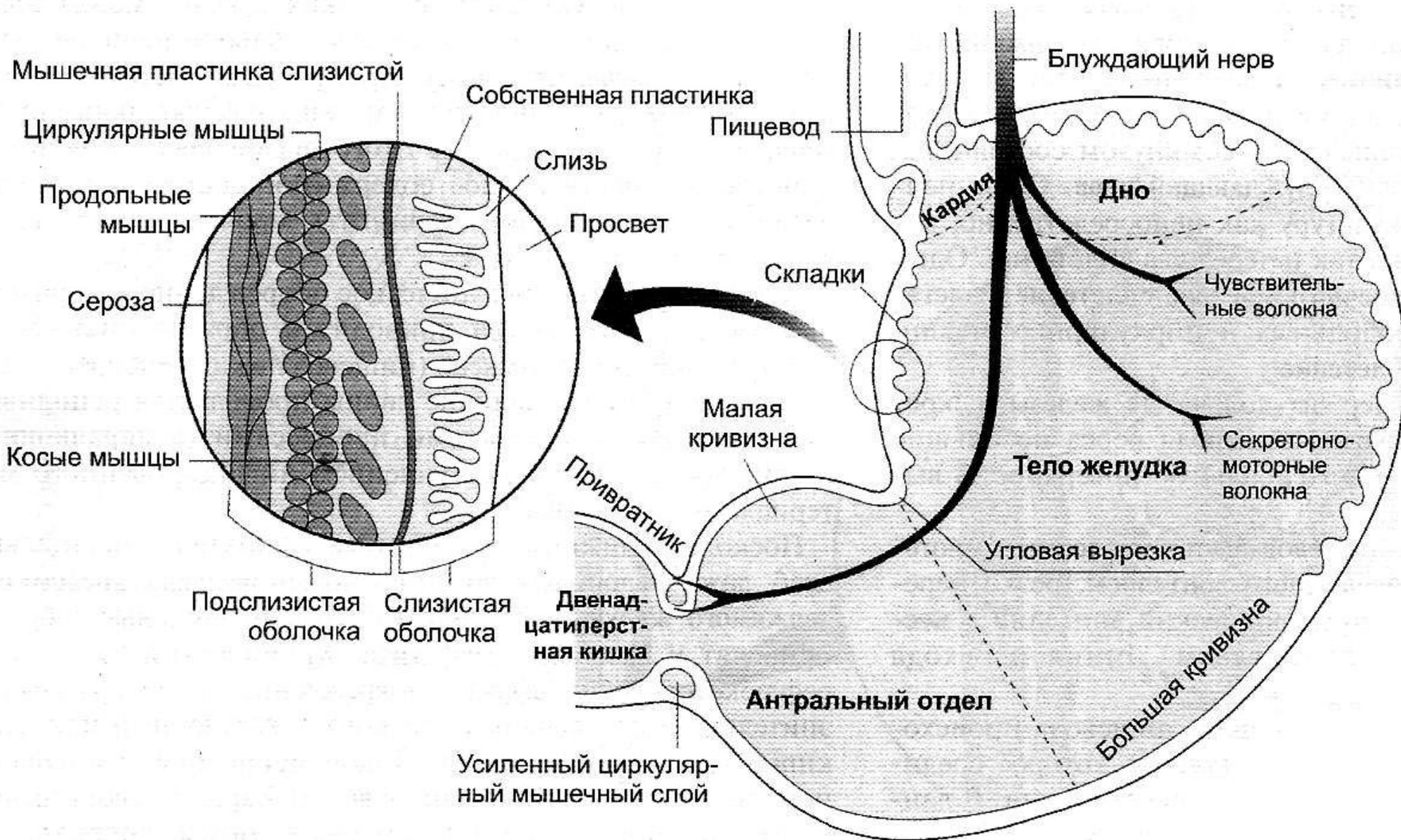
в 1 год емкость - 250 мл, в 3 года-400-600мл., 10 лет-1500мл.

6. Слизистая оболочка желудка относительно толще , складка у входа формируется к 8-9 мес
7. Желудочные железы нов-го функционально и морфологически не развиты, количество желез на 1 кг массы тела в 2,5 раза меньше, чем у взрослого.

Анатомические особенности желудка новорожденного



Строение желудка взрослого



Особенности секрета желудка

Секрет желудка по составу не отличается от такового у взрослого:

Обкладочные клетки морфологически сформированы, однако секреция HCl низкая, интрагастральная pH новорожденного составляет 4, формируется после 1 года. Функцию источника ионов водорода выполняет молочная кислота.

- Среди протеолитических ферментов преобладает действие ренина (химозина) и гастриксина, ферментов, активных в нейтральной среде
- Высока активность желудочной липазы, гидролизующих жиры в нейтральной среде без присутствия желчных кислот.

Клиническое значение ферментов и кислотообразующей функций:

низкий кислотно-пептический потенциал желудка способствует сохранности Ig (A), лимфоидных клеток, макрофагов грудного молока, предохраняет от бактериальной инвазии и

компенсирует незрелость собственного иммунитета.

Особенности поджелудочной железы у детей

К рождению поджелудочная железа сформирована не полностью, наиболее развита головка, ацинарная часть формируется постнатально.

Масса у новор. — 3 г, удвоение к 6 мес, к 1 году в 4 раза, к 10 г — в 10 раз, к 15 годам — в 30 раз.

У новорожденных большое кол-во островков Лангерганса (3,5% объема железы), Развитие эндокринной функции преобладает над экзокринной, которая функционально формируется постнатально.

Поверхность гладкая, бугристость за счет деления границ долек к 10-12 гг

- Отмечается обильная васкуляризация в грудном и раннем возрасте

Особенности экзокринной функции поджелудочной железы

- Протеолитическая активность у новорожденного высока, увеличивается до максимума к 4-6 годам
- Липолитическая активность у новорожденных очень низкая, интенсивно формируется с началом введения прикормов и окончательно развивается к 5-7 гг (т. к. расщепляет триглицериды с длинной углеродной цепью).
- Амилолитическая активность значительно нарастает со 2 полугодия и нарастает к 1 году в 4 раза, достигает максимума к 4-5 гг.
- Активность ферментов носит адаптивный характер; при естественном вскармливании их концентрация низка, при смешанном-увеличивается в 1,5-2 раза, при искусственном-в 4-5 раз.

Особенности печени

и желчевыводящих путей у детей

- Печень новорожденного занимает от $1/3$ до $1/2$ объема брюшной полости, m_{hepar} - 4,38% массы тела
- Левая доля печени к рождению очень массивна
- Скорость роста печени ребенка отстает от массы тела: к 1 г увеличивается в 2 раза, к 16 годам её масса выше в 10 раз
- У детей до 5-7 лет в норме пальпируется край печени из под реберной дуги +2-1 см, причем до 2-3 лет - на 2-3 см.
- Дольки печени нечетко отграничены, окончательная дифференцировка их заканчивается к 1 мес. жизни
- Фиброзная капсула печени у новорожденных тонкая
- В составе печени новор-го больше воды (75-80% до 2 мес), у взрослого — 65-70% меньше белка, жира и гликогена, в то же время в 1-е 3 мес повышена «гликогеновая емкость»

Общая функциональная незрелость печени характеризуется недостаточностью отделения желчных кислот на 1 году, что объясняет присутствие в копрограмме жирных кислот.

Основные особенности тонкой кишки:

1. Длина относительно роста ребенка больше:

у новорожденного $8,3 : 1$, у взрослого - $5,4 : 1$. на 1 кг у новорожденного приходится 1 м, у взрослого - 10 см.

2. Площадь поверхности тонкой кишки у новорожденных - в виде простого цилиндра 85 см, ³у взрослых - $3,3 \cdot 10^3$ см³.

3. До года петли располагаются более компактно;

слизистая тонкая, подслизистая богато васкуляризирована, легко ранимая, кишечные железы более крупные;

4. хорошо развита складчатость слизистой и ворсинчатый эпителий, дистальный сдвиг пищеварения у детей 1 года (у взрослых - проксимальный);

5. длинная слабофиксированная брызжейка, это способствует развитию непроходимости, инвагинации;

6. на 1 году повышен тонус функциональных сфинктеров 12ПК для повышения эффективности всасывания питательных веществ

Физиологическая недостаточность илеоцекального клапана способствует забросу микрофлоры толстой кишки в тонкую и развитию энтероколитов

Внутриутробные механизмы пищеварения

Гистотрофное

- После имплантации blastocysta зародыш питается секретом слизистой оболочки матки, а затем материалом желточного мешка

Гемотрофное

- С момента формирования плаценты — с 8-10 недели до рождения

Амниотрофное

- С 16-20 недели плод заглатывает околоплодные воды

Постнатальные механизмы пищеварения в тонкой кишке

основная особенность - дистальный сдвиг пищеварения, т.е. вся поверхность тонкой кишки обладает гидролитической и абсорбирующей способностью, преобладание проксимальных отделов формируется со 2 полугодия;

Основные типы пищеварения

1. пристеночное, мембранное пищеварение (основное в первом полугодии);
2. аутолитическое пищеварение за счет ферментов женского молока;
3. внутриклеточное (пиноцитоз) - всасывание белковых молекул целиком;
4. полостное пищеварение развивается во втором полугодии на фоне введения прикормов.

Особенности толстой кишки у детей

Толстая кишка к рождению является наименее сформирована в сравнении с другими отделами кишечника.

все отделы располагаются высоко до развития малого таза, ленты не сформированы, гаустры появляются с 6 месяца. Восходящая кишка недоразвита, брызжейка слепой кишки подвижна, фиксация после года, четкой границы между аппендиксом и слепой кишкой нет, его клапан открыт также до 1 года. Поперечная часть ободочной кишки занимает косое положение, к 2 г — горизонтальное. Нисходящая часть самая узкая.

S-видная кишка самая длинная, подвижная, может образовывать петли (склонность к запорам) и высоко расположена до 5 лет.

Прямая кишка длинная, не развиты в первые месяцы ампула, столбы и синусы. Хорошо развит подслизистой слой, слизистая плохо фиксирована. Не развита жировая клетчатка вокруг кишки. При длительном натуживании или воспалительном процессе может быть выпадение слизистой (пролапс) или самой прямой кишки.

Анатомические особенности мочевой системы

ОСОБЕННОСТЬ	КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ
<p>Почки относительно больше, располагаются ниже до 7-8 лет.</p> <p>Масса почки у нов-х: 10-12 г, в в 6 мес - 25 г, в 15 лет -120 г.</p> <p>До 5 лет масса возрастает за счет гиперплазии клеток</p>	<p>Почки доступны пальпации у детей раннего и дошкольного возраста</p>
<p>Слабость фиксационного аппарата, физиологическая подвижность на вдохе — высота тела 1 поясничного позвонка до 7 лет, 2 см — после 7 лет</p>	<p>Почки в раннем возрасте более подвижны</p>
<p>Округлой формы, дольчатость строения до 2-3 лет, недостаточно развит корковый слой</p>	

ОСОБЕННОСТИ МОЧЕВЫВОДЯЩИХ ПУТЕЙ

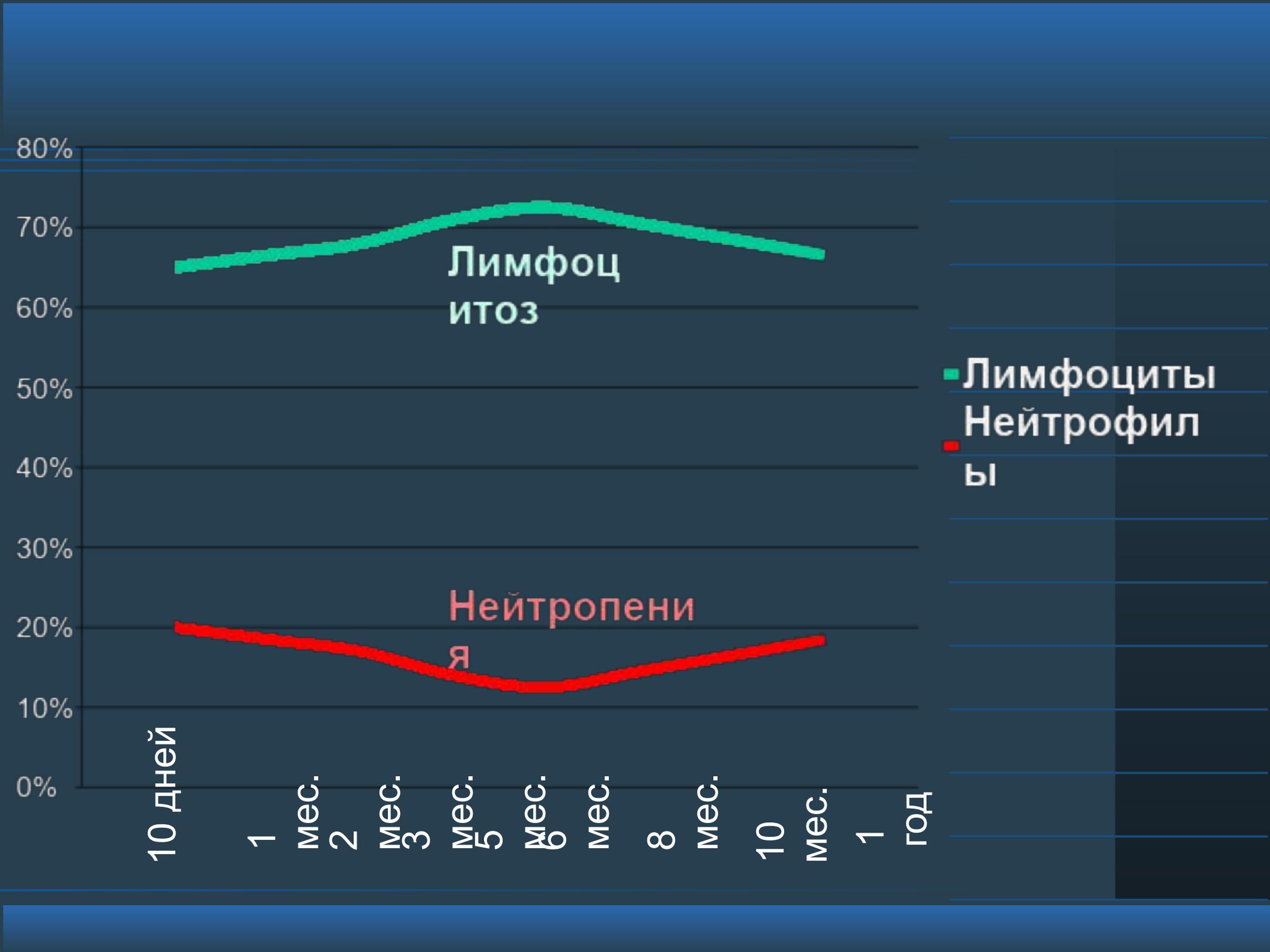
ОСОБЕННОСТЬ	КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ
Лоханки развиты хорошо, но мышечной и эластической ткани недостаточно, до 3х лет внутрипочечное расположение лоханки	Частый переход воспалительного процесса с кишечника на почечные лоханки, риск ЛПР
Лимфатические сосуды почки тесно связаны с сосудами кишечника	
Мочеточники относительно широкие и более извитые, физиол. сужения не развиты, в стенках не сформированы мышечные и эластические волокна	
Мочевой пузырь располагается выше, слизистая тонкая, подслизистая рыхлая. V новор. - 30 мл, в 1 г 50 мл, 1-3 г - 50 -100 мл, 5 лет 150 мл, 5- 9 - 200 мл, 9- 12 - 200-300мл., к 15 г -400-500 мл.	
Уретра у девочек шире и короче	У девочек чаще восходящий путь инфицирования

ОСОБЕННОСТИ НЕФРОНОВ

ОСОБЕННОСТЬ	Функциональное значение
<p>Клубочки располагаются компактно: у нов на 1см^3 - 50 клубочков, в 7 мес — 20, у взрослого — 7-8</p> <p>Висцеральный листок капсулы представлен кубическим эпителием, который заменяется на плоский до 2х лет и полностью к 5 годам</p> <p>Низкое гидростатическое давление в капиллярах клубочка</p>	<p>Небольшая фильтрующая поверхность у новорожденного — 30% нормы взрослого</p> <p>Крайне низкая скорость клубочковой фильтрации у новорожденного.</p>
<p>Канальцы и петля Генле короче, их просвет уже в 2 раза, общая функциональная незрелость канальцевого аппарата, повышенная активная реабсорбции натрия, ацидо и аммионогенез дистальных канальцев- низкая чувствительность клеток дистальных канальцев к АДГ и альдостерону до 3 лет.</p>	<p>Склонность к гипернатриемии, меньшие дозы АБ и др. лекарств с связи с низкой скоростью секреции</p>

КАФЕДРА ПЕДИАТРИИ И ДЕТСКОЙ КАРДИОЛОГИИ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%

10 дней

1 мес.

2 мес.

3 мес.

5 мес.

6 мес.

8 мес.

10 мес.

1 год

Лимфоциты

Нейтрофилы

Лимфоциты
Нейтрофилы