

АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЖЕЛУДОЧНО- КИШЕЧНОГО ТРАКТА У ДЕТЕЙ

- Система пищеварения представляет собой сложный пищеварительный конвейер, от слаженной работы которого в значительной мере зависит состояние ребенка и его здоровье
- Возрастные изменения строения пищеварительной системы и ее функций неразрывно связаны с особенностями жизнедеятельности организма на каждом из этапов онтогенеза, с энергетическими и пластическими потребностями, с особенностями питания

Функции системы пищеварения

- **Переваривание и всасывание** пищевых веществ
- **Моторная и транспортно-эвакуаторная**
- **Секреторная и экскреторная** ,регулирующие гомеостаз энтеральной среды и всего организма
- **Эндогенное пищеварение** и утилизация эндогенных веществ за счет гидролиза и всасывания эндогенных субстратов и метаболитов
- **Метаболическая**(трансформация и биосинтез веществ из эндогенных и экзогенных субстратов)
- **Защитная**(эпителиальный и слизистый барьеры, иммунная система и др)
- **Регуляторная**,осуществляемая с помощью субстратного,нервного и эндокринного регулирования

Эмбриогенез пищеварительного тракта

7-8 день- образование замкнутой трубки(первичной кишки)из энтодермы

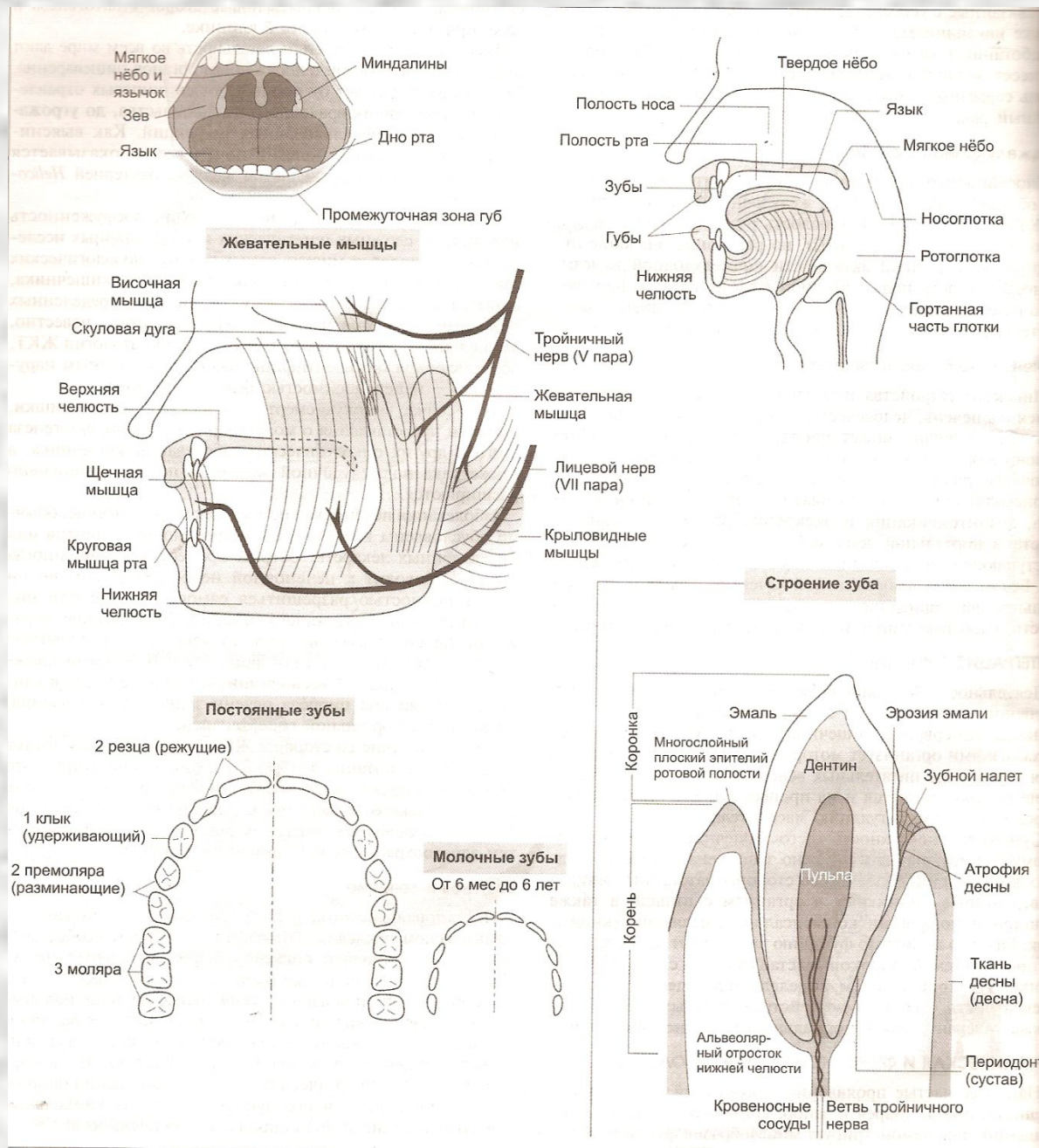
12 день- разделение первичной кишки на внутризародышевую часть(пищеварительный тракт) и внезародышевую(желточный мешок)

3 нед – расплавление ротоглоточной мембраны

4 нед – образование различных отделов
передняя кишка -глотка,пищевод,желудок,часть 12-перстной кишки,печень,поджелудочная железа
средняя кишка -часть 12-перстной кишки,тощая и подвздошная кишка
задняя кишка -все отделы толстой кишки

3 мес- расправление клоакальной мембраны

Ротовая полость



Особенности ротовой полости у детей

- У новорожденных полость рта сравнительно мала
- Альвеолярные отростки выражены слабо
- Слабо выражен свод твердого неба
- Язык относительно большой
- Хорошо развиты жевательные мышцы
- В толще щек имеются комочки Биша
- Эпителий отличается нежностью и некоторой сухостью, склонностью к кандидозу (рН нейтр)
- Слизистая яркая, обильно васкуляризирована
- Вдоль средней линии на твердом небе видны бело-желтые точки, т.н. боновские узелки
- Вдоль челюстных отростков тянется плотный валик (складка Робэн-Мажито)
- Видимая часть слизистой губ имеет поперечную исчерченность (валики Пфаундлер-Люшка)

Ротовая полость новорожденного

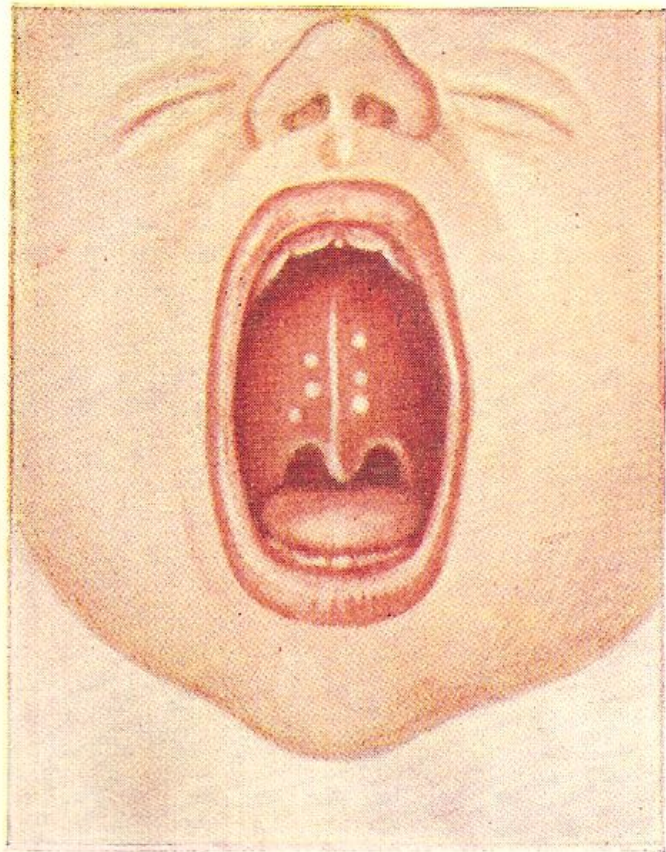


Рис. 1. Боновские узелки.

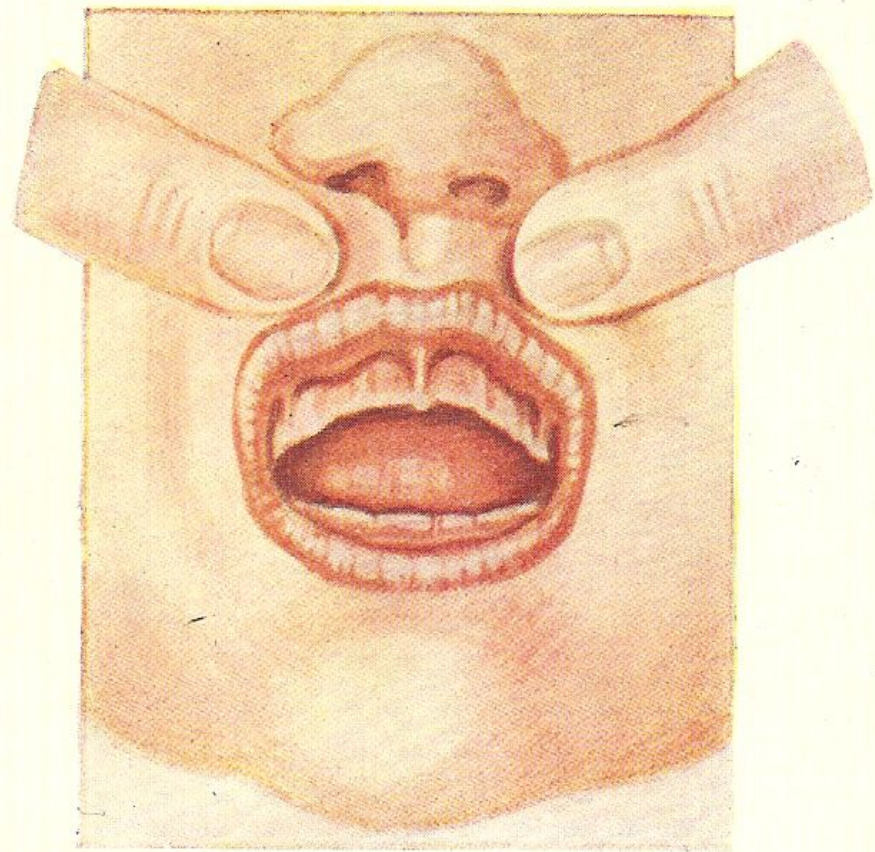


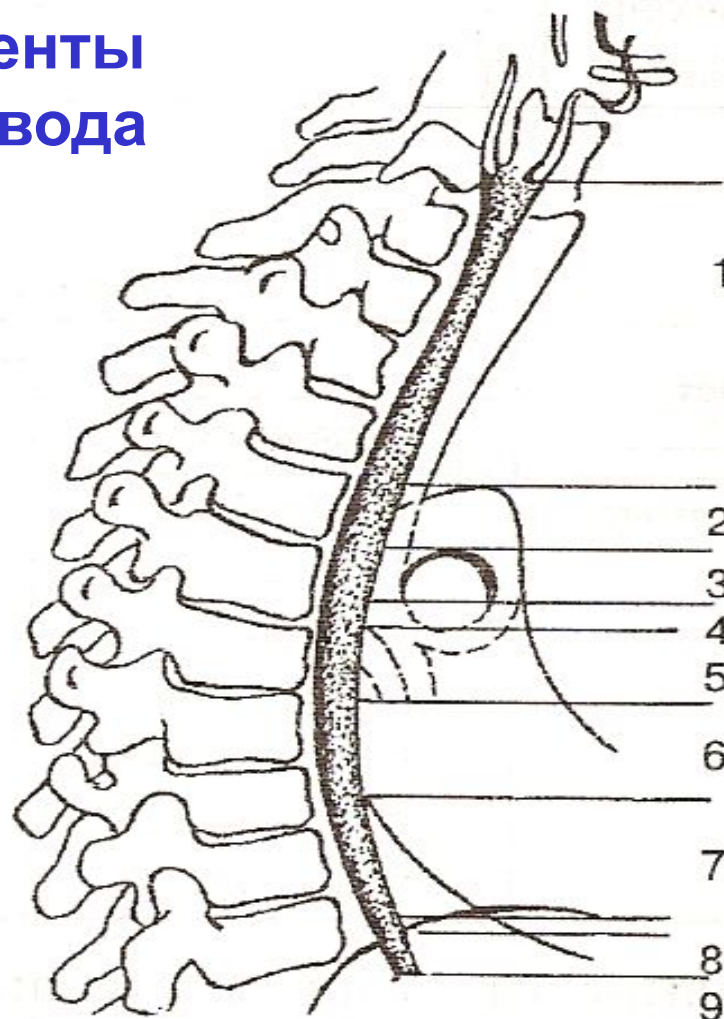
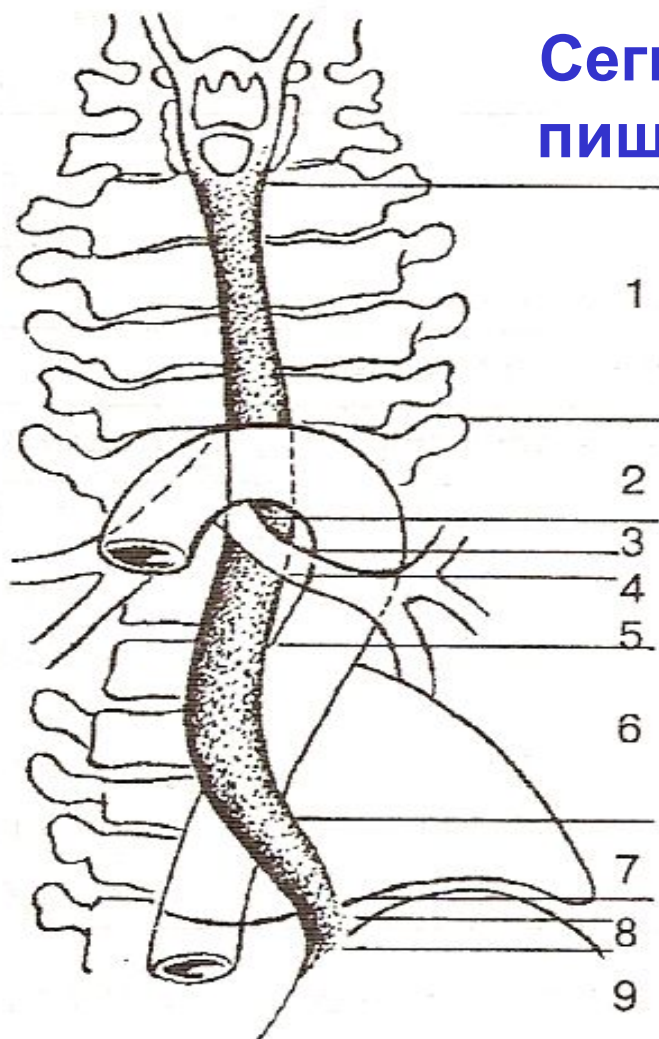
Рис. 2. Складка Rolin—Magiot и валики Pfaundler—Luschka.

Особенности слюноотделения у детей

- 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 ее заглатывания
- Активность амилазы низкая, максимум достигается к 2-7 годам
- pH слюны у детей 7,32, у взрослых-6,4
- У детей на искусственном вскармливании и после введения прикормов основные функции слюны-переваривание углеводов и формирование пищевого комка
- Слюна новорожденного также является мощным фактором цитопротекции и содержит компоненты неспецифической защиты (лизоцим, простагландины, молочная кислота и др.)

Пищевод

Сегменты пищевода

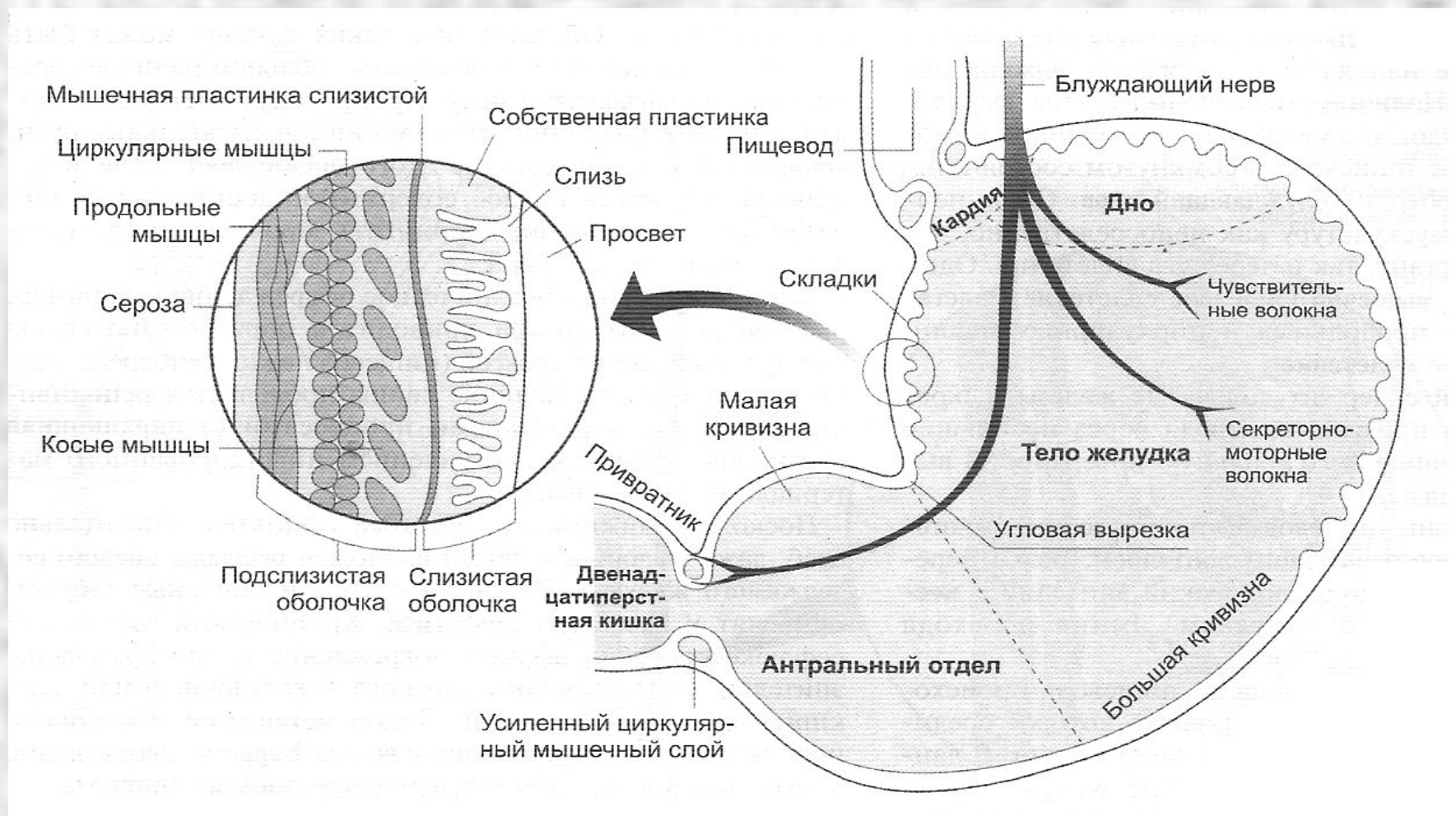


1-трахеальный, 2-аортальный, 3-межаортальный, 4-бронхиальный, 5-подбронхиальный, 6-ретроперикардиальный, 7-наддиафрагмальный, 8-диафрагмальный, 9-брюшной

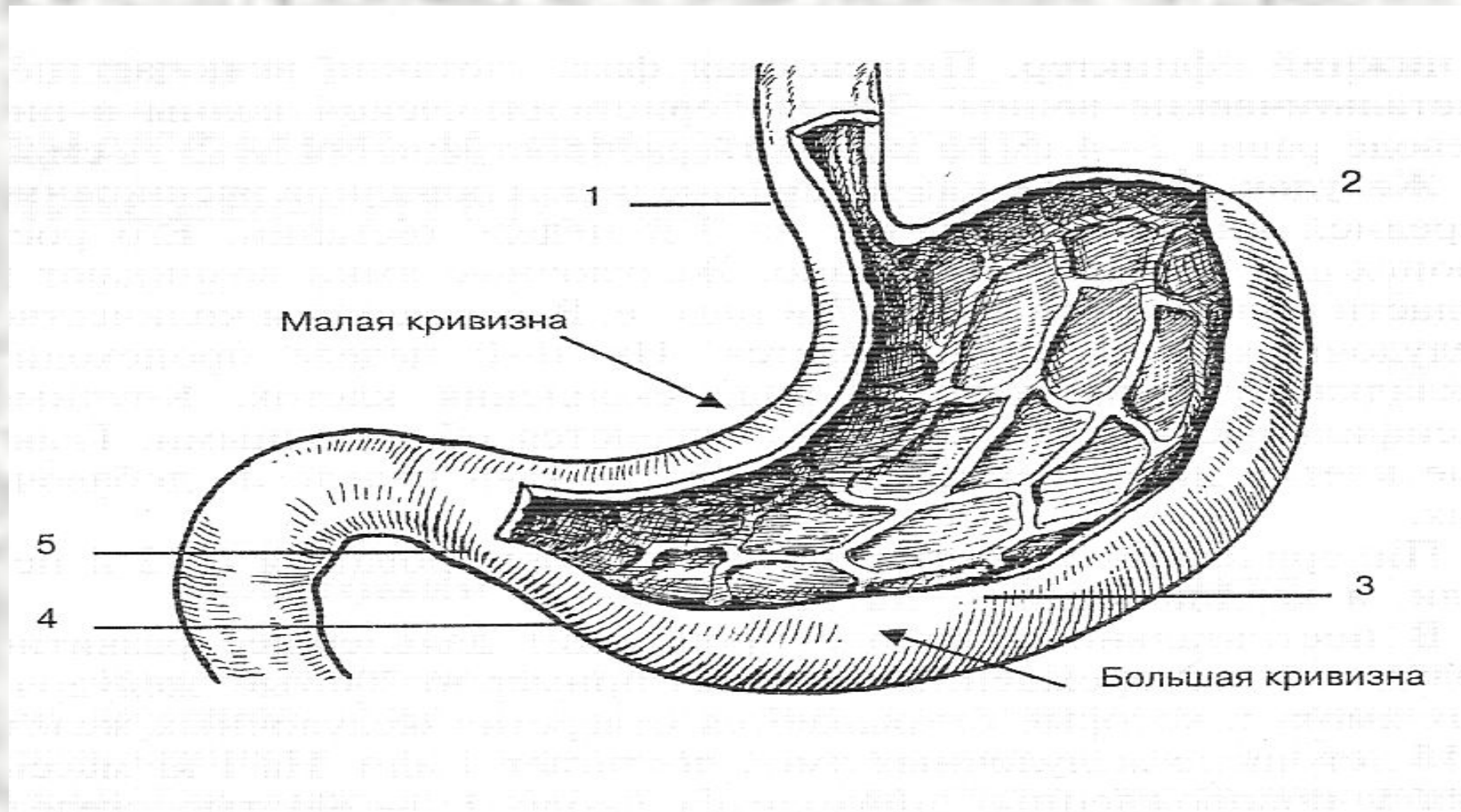
ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВОДА У ДЕТЕЙ

- **Просвет пищевода формируется с 3-4 мес внутриутробной жизни**
- **Вход в пищевод у новорожденного расположен на уровне диска между третьим и четвертым шейными позвонками и с возрастом постепенно снижается**
- **Анатомические сужения пищевода у детей первого года выражены слабо**
- **Диаметр пищевода новорожденного составляет 5 мм., в 6 месяцев-8-10мм., в 1 год-12 мм., в 15 лет-18-19мм.**
- **Переход пищевода в желудок во все периоды детства располагается на уровне десятого-одиннадцатого грудных позвонков**

Строение желудка взрослого человека



Желудок новорожденного

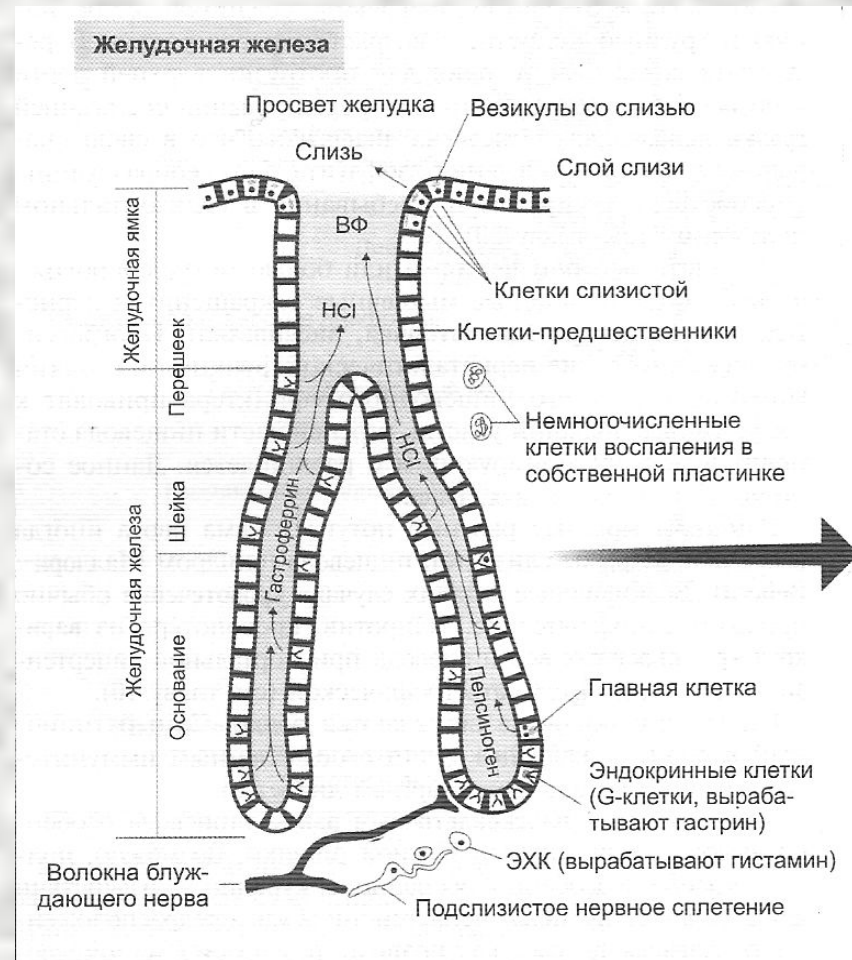


Особенности желудка у детей

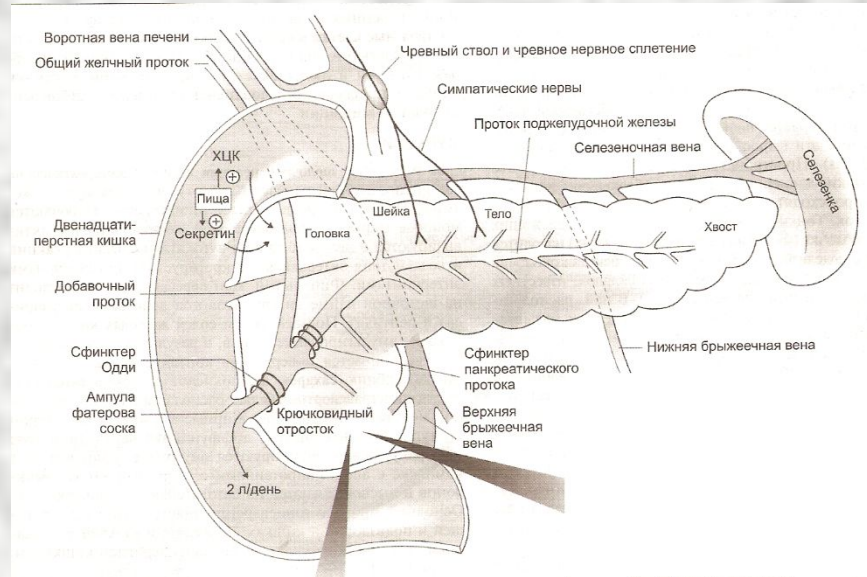
- **Физиологический объем желудка новорожденного -7мл.,на 4 сутки-40-50мл.,на 10сут.-80мл.,в 1 год-250мл.,3года-400-600мл.,10лет-1500мл.**
- **У новорожденного слабо развито дно и кардиальный отдел желудка, окончательное формирование которого происходит к 8 годам**
- **Входная часть желудка располагается над диафрагмой и находится в грудной полости**
- **У новорожденного хорошо развит пилорический отдел желудка**
- **Желудок новорожденного расположен в косой фронтальной плоскости,дно его в положении лежа находится ниже антро-пилорического отдела**

- Слизистая оболочка желудка относительно толще
- Желудочные железы новорожденного функционально и морфологически не развиты, количество желез на 1 кг. массы тела в 2,5 раза меньше, чем у взрослого
- Желудочная секреция у новорожденного низкая, интрагастральный pH не ниже 4. К 1 году pH снижается до 1,5-2.
- Нейрогуморальная регуляция желудочной секреции начинается с 1 месяца жизни, до двух месяцев источником водородных ионов является молочная кислота и только позже - соляная
- Среди протеолитических ферментов преобладает действие ренина (химозина) и гастриксина
- Высока активность желудочной липазы, гидролизующих жиры в нейтральной среде без присутствия желчных кислот. В желудке гидролизуются треть жиров женского молока.

Гистологическая картина нормальной слизистой оболочки желудка ребенка



Поджелудочная железа



Секрет поджелудочной железы

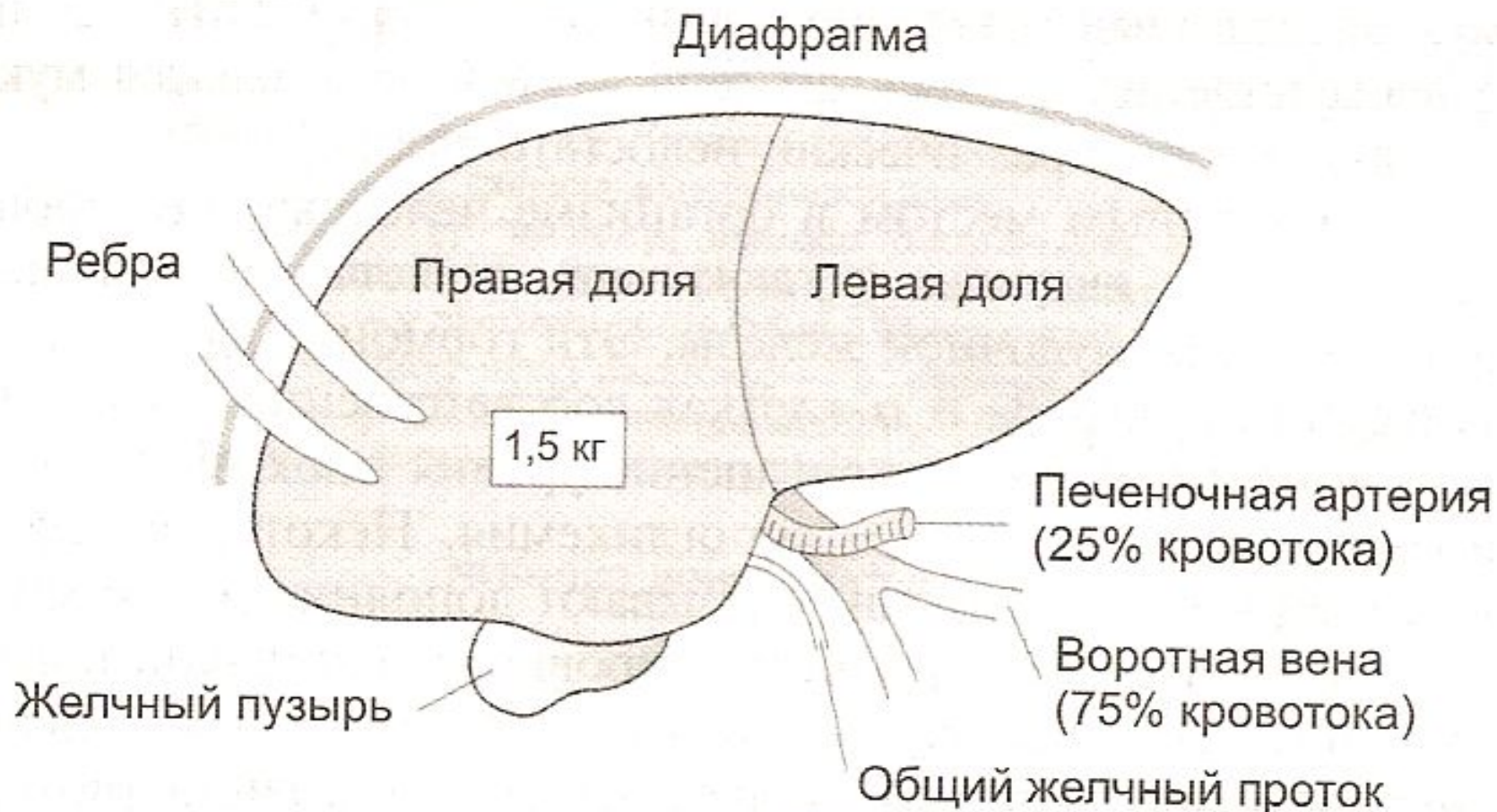
- Протеиназы (трипсиноген, химотрипсиноген А, В и С, карбоксипептидазы А и В, проэластаза и зимоген фосфолипазы А.
- Липаза
- Амилаза
- Муцин
- Бикарбонаты, обеспечивающие $\text{pH} = 6,8-8$

Особенности поджелудочной железы у детей

- У новорожденных и детей первых месяцев жизни недостаточная дифференцировка железы
- Отмечается обильная васкуляризация, мало соединительной ткани
- Масса железы при рождении 3 г., наиболее интенсивное развитие и рост - с 6 мес. до 2 лет. 5-10 лет - вес 30-35 г., 15 лет - 50 г.
- Протеолитическая активность у новорожденного высока, увеличивается до максимума к 4-6 годам
- Липолитическая активность увеличивается к 1 году и сохраняется высокой до 9 лет
- Амилолитическая активность с рождения до 1 года увеличивается в 4 раза, максимальна в 6-9 лет
- 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.

Печень

Вид спереди



Особенности печени и желчевыводящих путей у детей

- Печень новорожденного занимает от трети до половины объема брюшной полости, масса ее составляет 4,38% массы тела
- Левая доля печени к рождению очень массивна, к 18 мес ее относительные размеры уменьшаются
- Скорость роста печени ребенка отстает от массы тела: к 16 годам масса печени увеличивается в 10 раз, масса в 20 раз
- У детей до 5-7 лет в норме пальпируется край печени из под реберной дуги, 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, имеются нежные коллагеновые и тонкие эластические волокна
- В составе печени новорожденного больше воды, меньше белка, жира и гликогена, в то же время в первые три месяца повышена «гликогеновая емкость»

ФУНКЦИИ ПЕЧЕНИ

- 1. Биосинтез веществ, функционирующих и используемых в других органах:**
 - белки плазмы крови
 - глюкоза
 - жиры
 - кетоновые тела и др.
- 2. Биосинтез мочевины**, как конечного продукта обмена азота в организме
- 3. Пищеварительная функция**, связанная с **синтезом кислот, образованием и секрецией желчи**
- 4. Обезвреживание** токсических веществ, образующихся в организме и поступающих извне
- 5. Выделение** некоторых продуктов метаболизма с желчью в кишечник (избытка холестерина, продуктов распада гема - желчных пигментов и др. метаболитов, образующихся в результате обезвреживания веществ в печени)

Желчный пузырь у новорожденного скрыт печенью

**Длина его в возрасте 2-7 лет-не более 2,5-4см.
8-12 лет-5см**

13-15лет-7см.

Максимальная ширина-3 см.

Новорожденные дети предрасположены к холестазу вследствие:

- незрелости ферментативных систем печени**
- пониженного транспорта желчных кислот**
- недостаточного синтеза желчных кислот**
- доминирования холестатических фракций желчных кислот (таурохолевой кислоты)**

Конъюгационная желтуха новорожденных (физиологическая)

- физиологический гемолиз
 - недостаточная активность глюкуронилтрансферазы
 - низкая активность и недостаточность синтеза транспортного белка у новорожденных
 - развивается на 2-ые сутки
 - max на 4-5 день
 - исчезает к 7-10 дню
 - у недоношенных - до 4-х недель
- Желтуха у **новорожденных** при уровне билирубина
> 68,4 - 85,5 мкмоль/л
- у **детей старше 1 года** > 20,5 - 34,2 мкмоль/л

Билирубиновая энцефалопатия у недоношенных
при уровне билирубина > 205 мкмоль/л

Тонкая кишка

- У ребенка 1 года жизни длина тонкой кишки в 2 раза меньше, чем у взрослого (1,2-2,8 м.)
- На 1 кг массы тела у новорожденного приходится 1 м. кишки, у взрослого - 10 см.
- Площадь поверхности тонкой кишки у новорожденных - 85 см^2 , у взрослых - $3,3 \cdot 10^3 \text{ см}^2$.
- Площадь поверхности тонкой кишки увеличивается за счет круговых складок, ворсинок и микроворсинок.

Структура	Относительное увеличение поверхности (поверхность цилиндра = 1)	Площадь поверхности м^2
Цилиндрический отрезок кишечника	1	0,33
Круговые складки	3	1
Ворсинки	30	10
Микроворсинки	600	200

Кишечник

- На третьем месяце внутриутробного развития происходит поворот кишечника
- Степень редукции желточного мешка различна (дивертикул Меккеля)
- К рождению длина кишечника относительно больше, чем у старших детей и взрослых

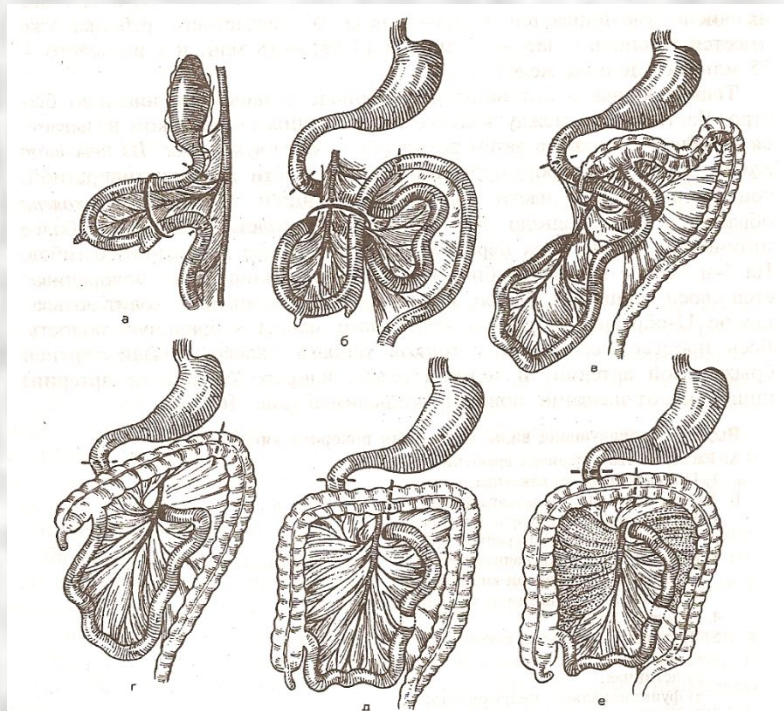
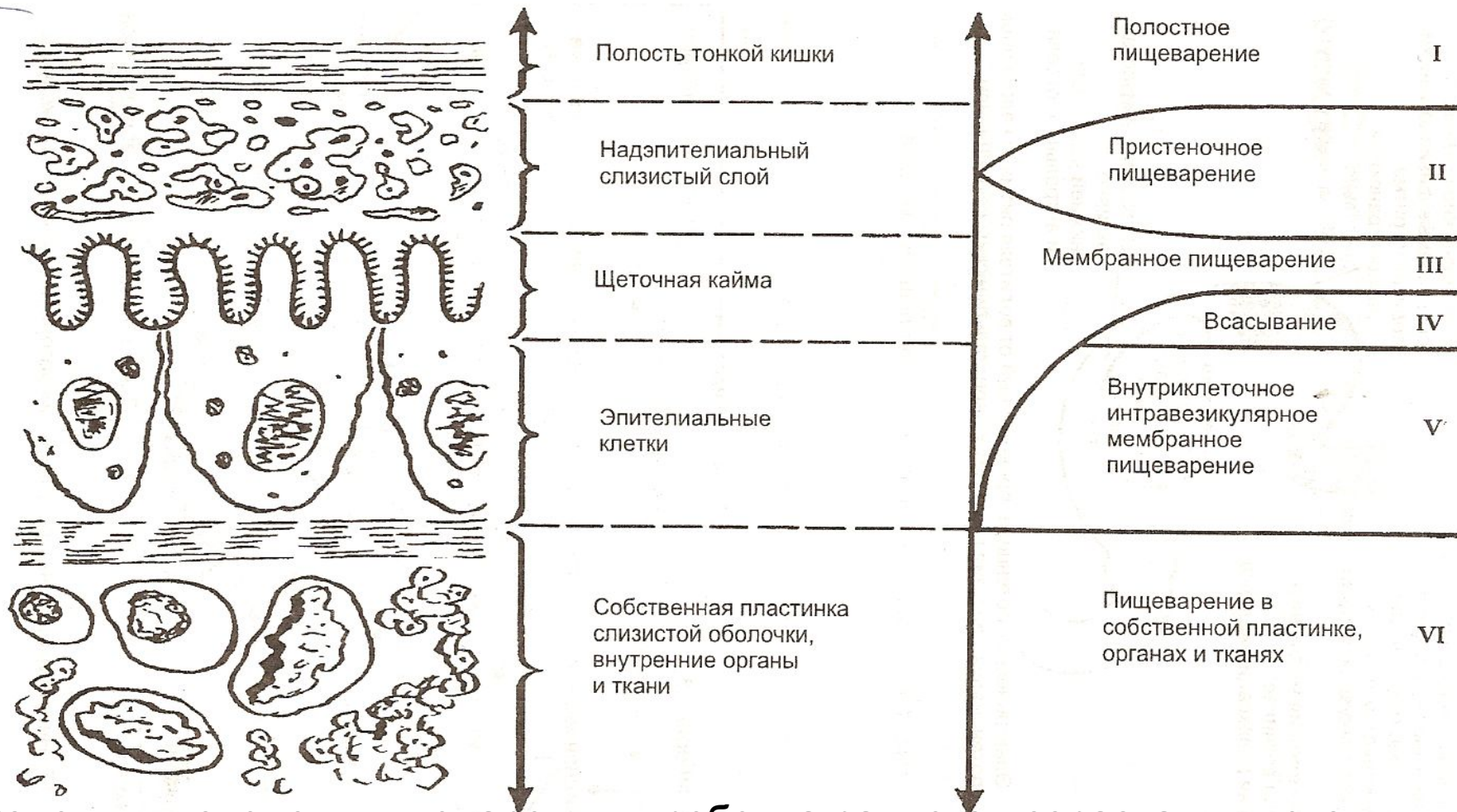


Рис. 16.1. Схематическое изображение нормального поворота первичной трубки плода.

а — кишечник до начала поворота висит в сагиттальной плоскости; б — начало поворота: петля средней кишки, находящаяся в пупочном канатике, поворачивается на 90° против часовой стрелки из сагиттальной в горизонтальную плоскость; в — продолжение поворота на следующие 180° и одновременное самопроизвольное вправление пупочной грыжи; г — при дальнейшем развитии поворота слепая кишка оказалась в правом верхнем квадранте, кишечник повернулся всего на 270° ; д — слепая кишка спускается в свое обычное положение, но брыжейка еще не фиксирована на задней брюшной стенке; е — поворот закончен фиксацией брыжейки на задней стенке брюшной полости.

- Круговые складки у новорожденного выражены только в начальной части подвздошной кишки
- Длина 12-перстной кишки у него -7,5-10см.,у взрослого-24-30 см.
- Кишечные петли лежат более компактно
- У детей до 1 года отмечается слабость илеоцекального клапана
- У детей раннего возраста более длинная брыжейка
- Слизистая оболочка тонкая,обильно васкуляризирована,высоко проницаема
- Клетки эпителия быстро обновляются
- Кишечные железы более крупные,чем у взрослых, лимфоидная ткань разбросана по всему кишечнику, позже группируется в подвздошной кишке

Этапы пищевого конвейера



• Основным звеном пищеварения у ребенка раннего возраста является пристеночное, мембранное пищеварение, осуществляемые собственными ферментами энтероцитов, так и ферментами панкреатического, слюнного, желудочного эпителия, абсорбированными различными слоями гликокаликса.

Активность кишечных ферментов у ребенка высока.

Лучше выражено внутриклеточное пищеварение.

Собственные ферменты слизистой оболочки тонкой кишки

Гликозидазы: Мальтаза-глюкоамилаза

Сахараза-изомальтаза

Лактаза-флоризингидролаза

Трегалаза

Пептидазы Аминопептидаза А

Аминопептидаза N

Аминопептидаза W

Карбоксипептидаза Р

Дипептидил аминопептидаза IV

Пептидил дипептидаза

Птероил полиглютамат гидролаза

Энтеропептидаза

Энтеропептидаза 24.11

Эндопептидаза-2

γ -глутамил-трансфераза

Фосфатазы Щелочная фосфатаза

Фосфодиэстераза 1

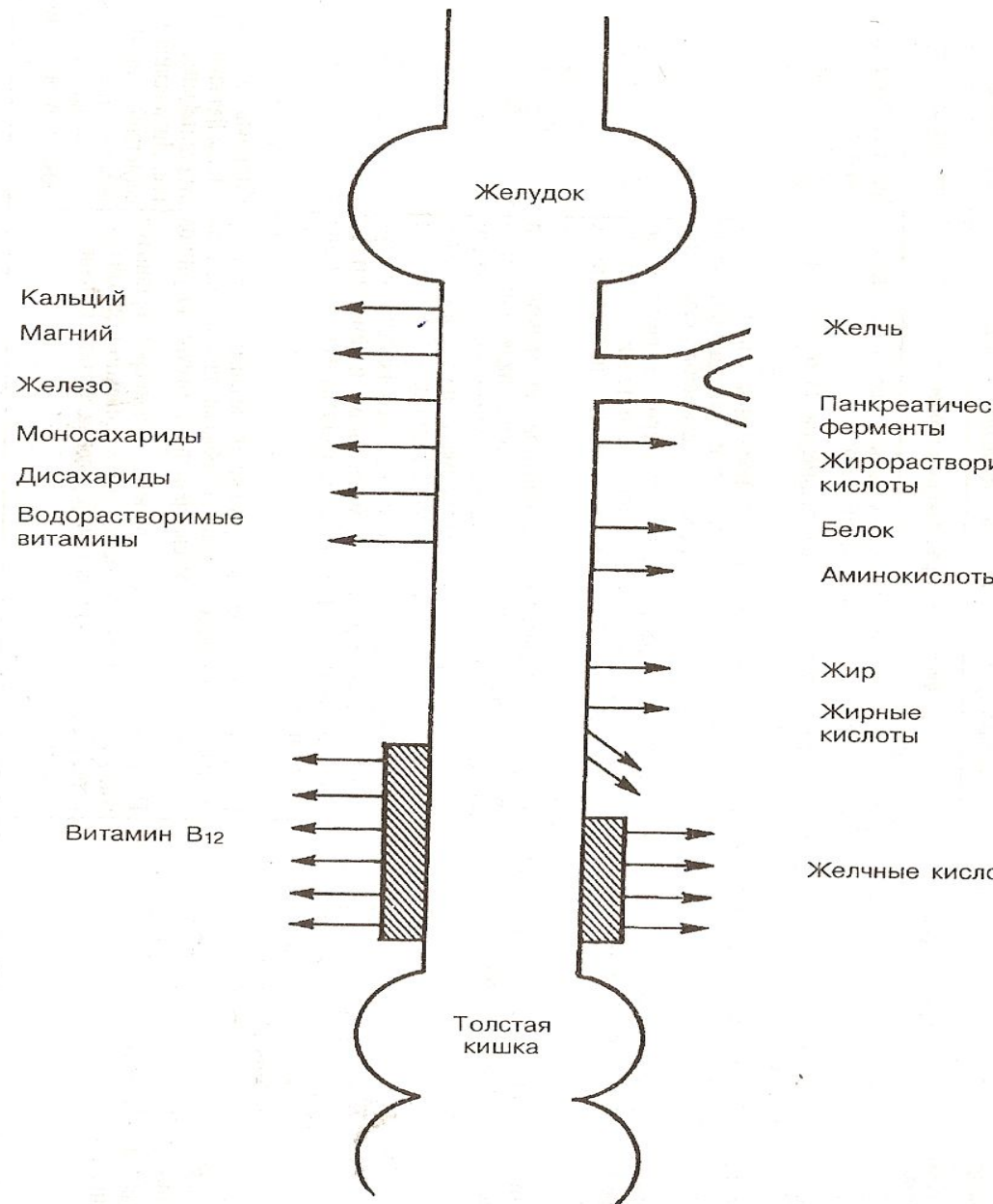
неизв функц 140кДа –гликопротеин

регуляторы Гуанилатциклаза

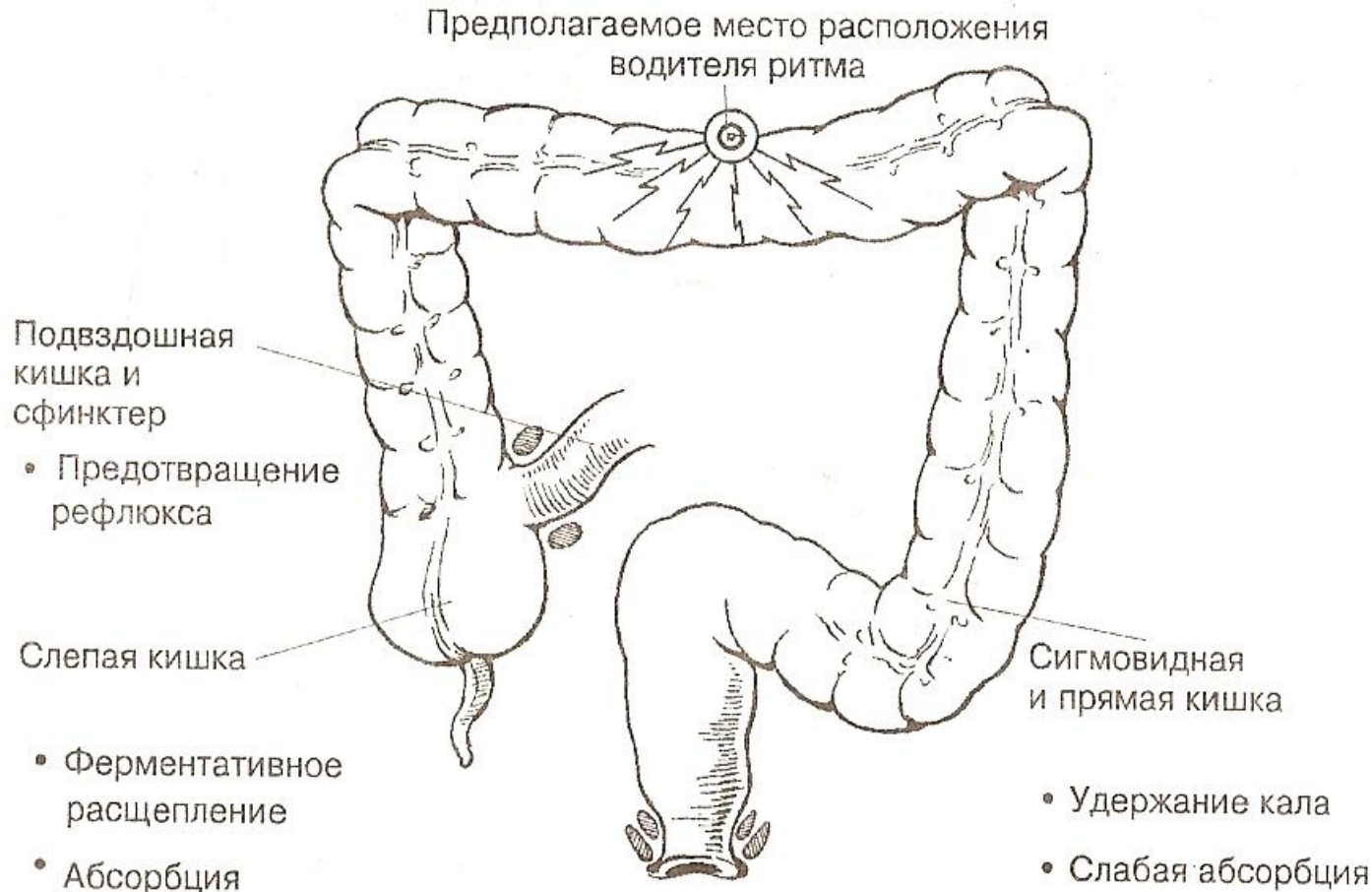
Фосфолипаза А

Абсорбция питательных веществ в тонкой кишке

- В первые дни, недели и месяцы жизни ребенка все отделы тонкой кишки обладают высокой гидролитической и абсорбционной активностью и только позднее формируется преобладание проксимальных отделов в абсорбции питательных веществ



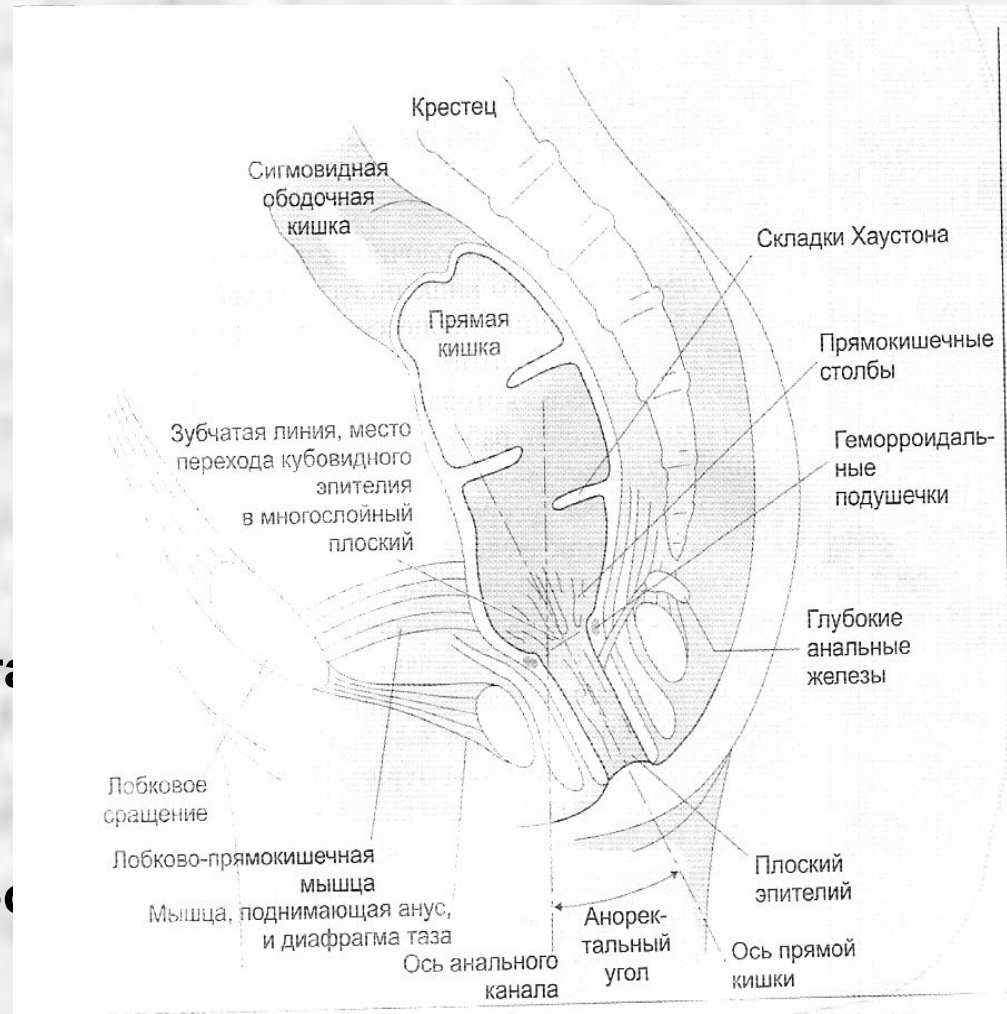
Толстая кишка



- Развитие толстой кишки к моменту рождения не закончено
- Ленты едва заметны, гаустры отсутствуют до 6 месяцев
- До 4 лет восходящая ободочная кишка длиннее нисходящей
- Брыжейка подвижна, лишь у 2% новорожденных фиксирована
- Сигмовидная кишка длиннее, подвижнее и расположена выше

Особенности прямой кишки у детей

- У детей раннего возраста прямая кишка длинная, при наполнении может занимать малый таз
- Окончательное положение прямая кишка занимает с 2-х лет
- Ампула прямой кишки не развита
- Заднепроходные столбы и синусы не сформированы
- Жировая клетчатка не развита
- кишка плохо фиксирована
- Подслизистый слой хорошо развит
- Мышечный слой развит слабо



Функции толстой кишки у детей

- Моторная функция у детей раннего возраста неустойчива
- Эвакуаторно-резервуарная снижена (дети раннего возраста не контролируют акт дефекации)
- Резорбция воды
- Пищеварительная (нормальная микрофлора принимает участие в пищеварении, ферментируя лактозу)
- Другие функции кишечной микрофлоры (иммунологическая, защитная, трофическая, синтез витаминов, участие в циркуляции желчных кислот, инактивация физиологически активных веществ и ферментов).

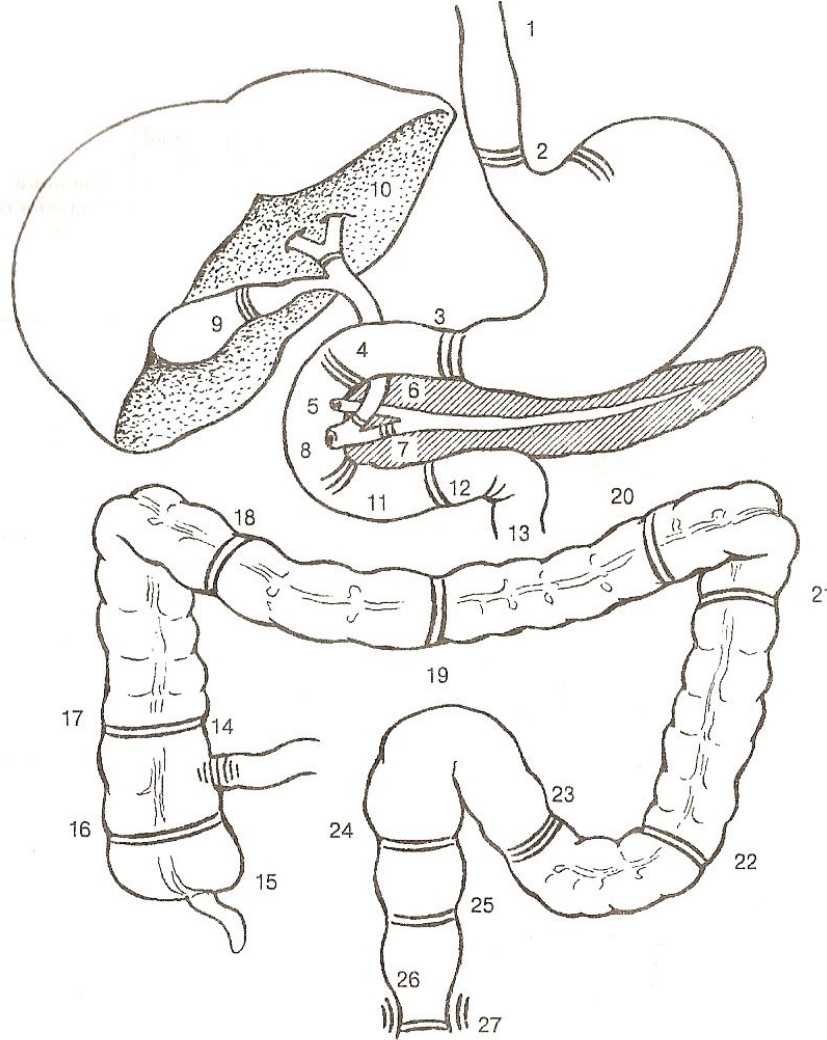


Рис. 1.10. Сфинктеры пищеварительной системы

1 — верхний сфинктер пищевода, 2 — нижний (кардиальный) сфинктер пищевода, 3 — пилорический сфинктер желудка, 4 — бульбодуоденальный сфинктер, 5 — сфинктер Хелли, добавочного (санторинного) протока, 6 — сфинктер Одди-Бойдена общего желчного протока, 7 — сфинктер Вестфали главного вирсунгова протока, 8 — сфинктер Одди-Шрайбера большого дуоденального сосочка, 9 — сфинктер пузырного протока Люткенса, 10 — сфинктер общего печеночного протока Мириizzi, 11 — сфинктер Капанджи, 12 — сфинктер Окснера, 13 — дуоденоюнальная складка Трейтца, 14 — сфинктер илеоцекальный Варолиуса (илеоцекальный клапан), 15 — сфинктер чревообразного отростка (заслонка Герлаха), 16 — сфинктер Бузи, 17 — сфинктер Гирша, 18 — сфинктер Кеннона-Бэма, 19 — сфинктер Хорста, 20 — сфинктер Кэннона, 21 — сфинктер Пайра-Штрауса, 22 — сфинктер Балли, 23 — сфинктер Росси — Мютье, 24 — сфинктер О'Берна — Пирогова-Мютье, 25 — третий ректальный сфинктер прямой кишки, 26 — внутренний непроизвольный сфинктер прямой кишки, 27 — наружный произвольный сфинктер прямой кишки

Состав микрофлоры кишечника у детей

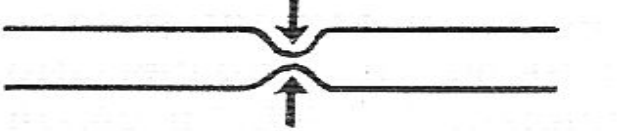
Микроорганизмы	Дети до 1 года	Дети после 1 года и взрослые	Пожилые
Бифидобактерии	$10^{10}-10^{11}$	10^9-10^{10}	10^9-10^{10}
Лактобактерии	10^6-10^7	10^6-10^7	10^6-10^7
Бактероиды	10^7-10^8	10^9-10^{10}	$10^{10}-10^{11}$
Молочнокислый стрептококк	10^7-10^8	10^6-10^7	10^6-10^7
Энтерококки	10^5-10^7	10^5-10^7	10^5-10^7
Фузобактерии	$<10^6$	10^8-10^9	10^8-10^9
Эубактерии	10^6-10^7	10^9-10^{10}	10^9-10^{10}
Пептострептококки	$<10^5$	10^9-10^{10}	$<10^{10}$
Клостридии	$<10^5$	$<10^5$	$<10^5$
E coli типичные	10^7-10^8	10^7-10^8	10^7-10^8
E coli лактозонегативные	$<10^5$	$<10^5$	$<10^5$
E coli гемолитические	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$
Др. УП энтеробактерии	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$
Грибы рода Candida	$<10^3$	10^4-10^6	10^4-10^6
Стафилококки сапрофитный, эпидермальный	$<10^5$	$<10^5$	$<10^4$

* Согласно Отраслевому стандарту (2003)

Состав микрофлоры ЖКТ у детей

Отделы ЖКТ и секреты	Представители флоры	КОЕ/мл
Ротовая полость и слюна	микрококки, диплококки, стрептококки, коринебактерии, спираиллы и спирохеты, веретенообразные палочки, молочнокислые бактерии, простейшие	10^7-10^{10}
Желудок	кокковая флора, лактобациллы, бифидобациллы	$\leq 10^3-10^4$
Двенадцатиперстная кишка	бифидофлора, молочнокислые бактерии, фекальный стрептококк, энтерококки, лактобактерии	10^4-10^5
Подвздошная кишка	то же	10^3-10^8
Слепая и восходящая кишки	то же	$4 \times 10^{11} / 1 \text{ г}$ сухого вещества
Толстая кишка	то же	$1-5 \times 10^{11}$

Моторика ЖКТ у детей

Тип двигательной активности	Структура	Функции
 Перистальтика	Пищевод Желудок Тонкий к-к	Пропульсивная перистальтика — передвижение пищевых масс; непропульсивная перистальтика — перемешивание пищевых масс
 Ритмическая сегментация	Тонкий и толстый кишечник	Перемешивание
 Маятникообразные движения	Тонкий и толстый кишечник	Продольное смещение стенки кишечника относительно химуса
 Тонические сокращения	Сфинктеры пищеварительного тракта	Препятствие передвижению химуса Функциональное разделение отделов

В норме частота стула у детей:

- первые месяцы жизни - до **7** раз в сутки
- первых лет жизни - **2-3** раза в сутки
- дошкольники - **1-2** раза в сутки
- школьники - интервал между дефекациями **32-48** часов

ЗАПОР (constipation) - нарушение самостоятельного опорожнения кишечника
- замедленное, затрудненное, недостаточное

Римские критерии II 1998 г. Запор - **2** признака и **>** из **4**

- выраженное натуживание при дефекации
- ощущение неполного опорожнения кишечника
- выделение твердого и сухого кала
- число дефекаций менее 3-х в недел

ДИАРЕЯ - учащенное опорожнение кишечника
с повышенным содержанием воды в кале

У детей раннего возраста диарея:

- объем стула **> 15 г/кг** в сутки

3-х лет и старше:

- объем стула **> 200 г** в сутки
- частота **> 2** раза в день

Диарея с полифекалией:

- объем кала **> 2%** съеденной пищи и выпитой жидкости

Основные компоненты иммунной системы ЖКТ

Компоненты	Функция
Организованная лимфоидная ткань - пейеровы бляшки	
М-клетки	Транспорт антигенов из кишечной трубки
В-клетки	IgM- поверхностнонесущие клетки, но непрокоммитированные к синтезу IgA
Т-клетки CD4 CD8	предшественники клеток памяти, переключают В-л на синтез IgA предшественники Т-цитолитических, Т-супрессоры, обеспечивают оральную толерантность
макрофаги и дендритные клетки	антигенный процессинг и презентация, продукция лимфокинов IL-1, IL-6, трансформирующий фактор роста- β
Диффузно расположенные лимфоидные структуры - lamina propria	
В-клетки и плазматические клетки	Синтез IgA
Т-клетки CD4 CD8	хелперы/ клетки памяти эффекторы -цитолитические, межэпителиальные лимфоциты
макрофаги	неспецифическая защита -фагоцитоз, продукция лимфокинов: IL-1, IL-6, фактор некроза опухоли
тучные клетки	защита хозяина от паразитов, аллергические реакции
Эпителиальные клетки	
секреторный компонент	функция рецептора и транспортного механизма для IgA
HLA II класса	презентация антигенов

Некоторые общие особенности системы пищеварения

- **Велико разнообразие индивидуальных морфофункциональных вариантов строения и организации работы отдельных элементов системы**
- **Имеется избыточная мощность многих элементов (в разгар пищеварения задействовано не более трети общего пула энтероцитарных ферментов)**
- **Механизмы регуляции представлены и многократно продублированы на уровне нервной, гормональной, субстратной регуляции и способны работать в автономном режиме**
- **Существует морфофункциональная зависимость различных элементов системы, что создает запас прочности и обеспечивает адаптацию при выключении тех или иных отделов**
- **Работа системы осуществляется непрерывно и имеет циркадную ритмическую активность**
- **Нормальная работа пищеварительного тракта зависит от достаточного поступления питательных веществ из крови .а также субстратов из энтеральной среды**

Система пищеварения ребенка находится в развитии и в целом характеризуется:

относительно большими в сравнении со взрослыми размерами отдельных сегментов пищеварительной трубки по отношению к поверхности тела

- богатством васкуляризации слизистой оболочки, повышенной ее проницаемостью, высокими темпами регенерации**
- недостаточным развитием мышечной и эластической ткани**
- менее выраженной связью собственного слоя слизистой оболочки и подслизистого слоя, недостаточностью фиксирующих кишечник элементов (мышечно-связочных структур)**
- Существенным снижением желудочного пищеварения и активностью ферментов полостного пищеварения, смещением максимально уровня секреции пищеварительных желез в направлении дистальных отделов желудочно-кишечного тракта**
- хорошей адаптированностью секреторных структур к составу пищи**
- частичным гидролизом белков, жиров и углеводов за счет ферментов женского молока**
- значительным удельным весом внутриклеточного пищеварения**
- преобладанием вагусных влияний на моторную функцию кишечника**
- незрелостью местных защитных систем, как специфических, так и неспецифических**