

# ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

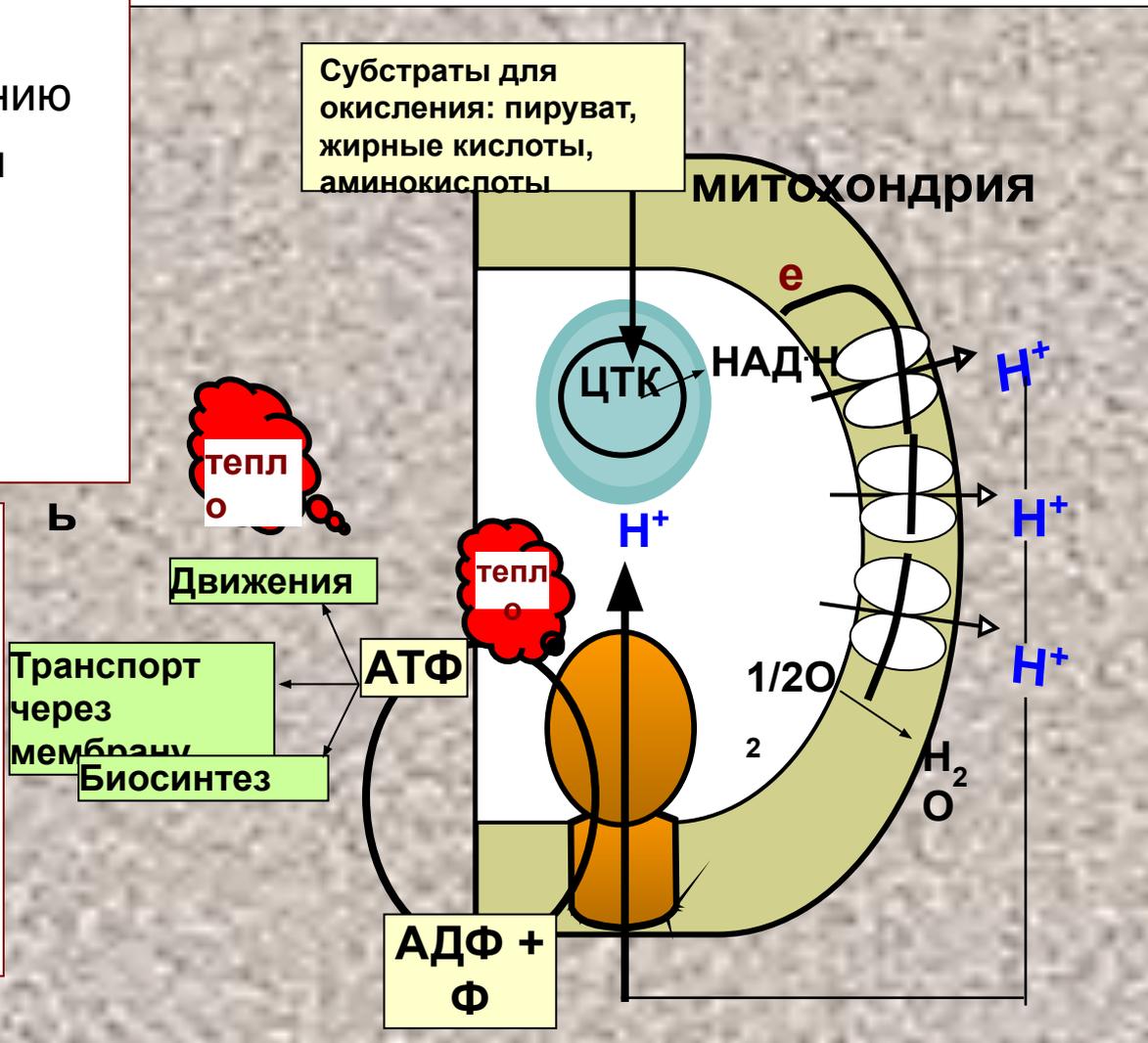
## Лекция 2

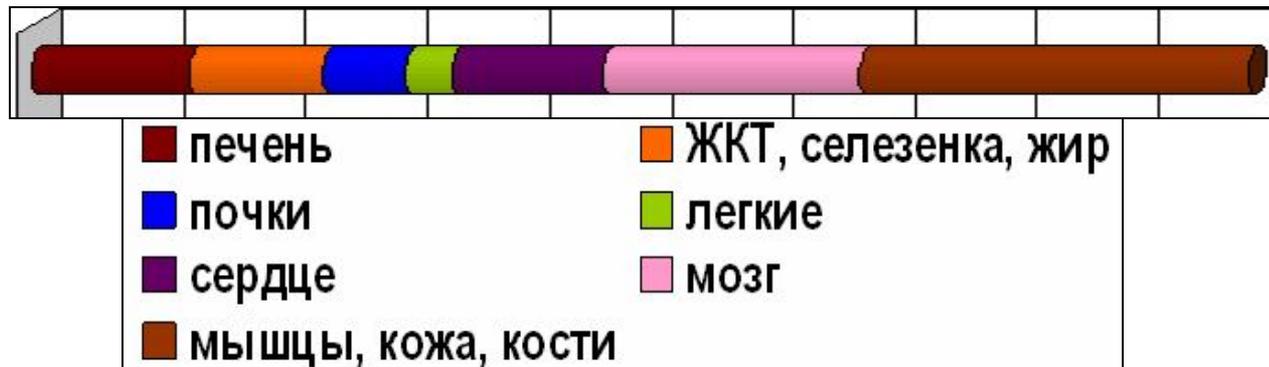
### ***ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ ВИСЦЕРАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ***

# ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

На поддержание целостности клеток, на работу по сохранению гомеостаза внутренней среды организма нужна энергия. Ее основной источник – окислительный распад питательных веществ.

Энергия в клетке используется в виде АТФ. КПД  $\approx 30\%$ , поэтому побочный продукт – тепло. В термонеutralных условиях (25 C) этого тепла хватает для поддержания постоянной температуры тела

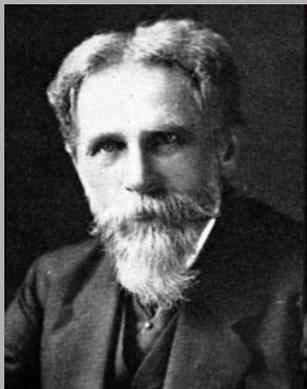




Органная структура основного обмена при отсутствии двигательной активности, в условиях температурного и эмоционального комфорта

$$\text{ОБЩИЙ ЭНЕРГООБМЕН} = \text{основной обмен} + \text{Дополнительная теплопродукция} + \text{Рабочая прибавка}$$

Предельно допустимая по тяжести работа не должна превышать по энергозатратам сумму 1 и 2 слагаемого более чем в 3 раза.



# Правило поверхности М. Рубнера

Чем мельче размеры тела – тем больше поверхность и, следовательно, больше потери тепла, приходящиеся на единицу массы тела



456 см<sup>2</sup>/кг



704 см<sup>2</sup>/кг



221 см<sup>2</sup>/кг

# ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ ДЕТЕЙ

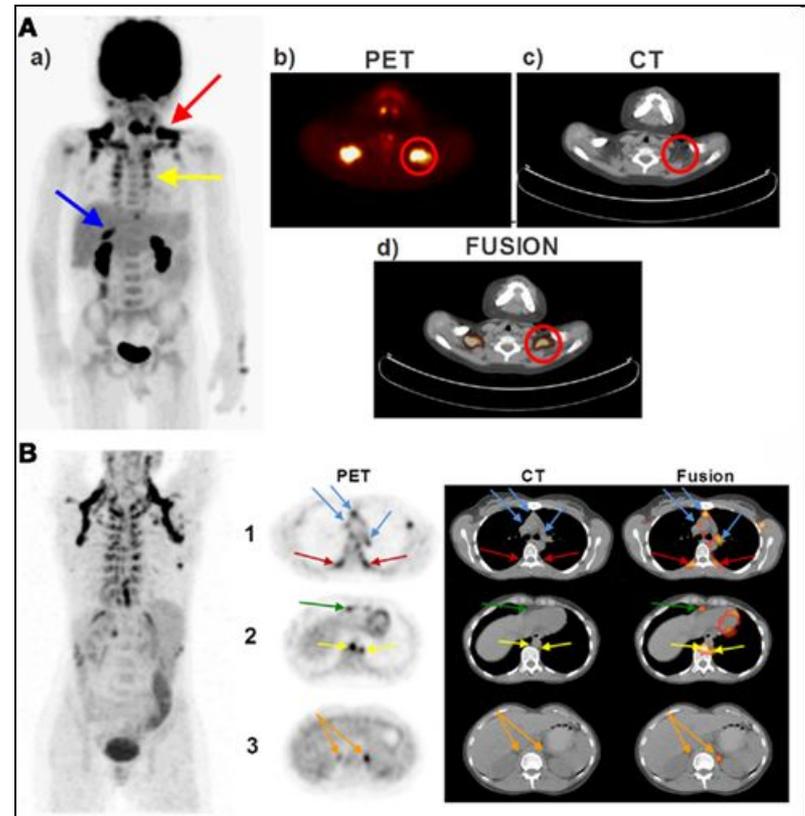
Несовершенство  
сосудистых реакций на  
холод

Высокая фоновая  
теплопродукция в буром  
жире

Сниженная реактивность  
теплопродукции на холод

Слабо развит  
сознательный контроль  
температуры

Взрослый уровень терморегуляции  
достигается к 15-17 годам

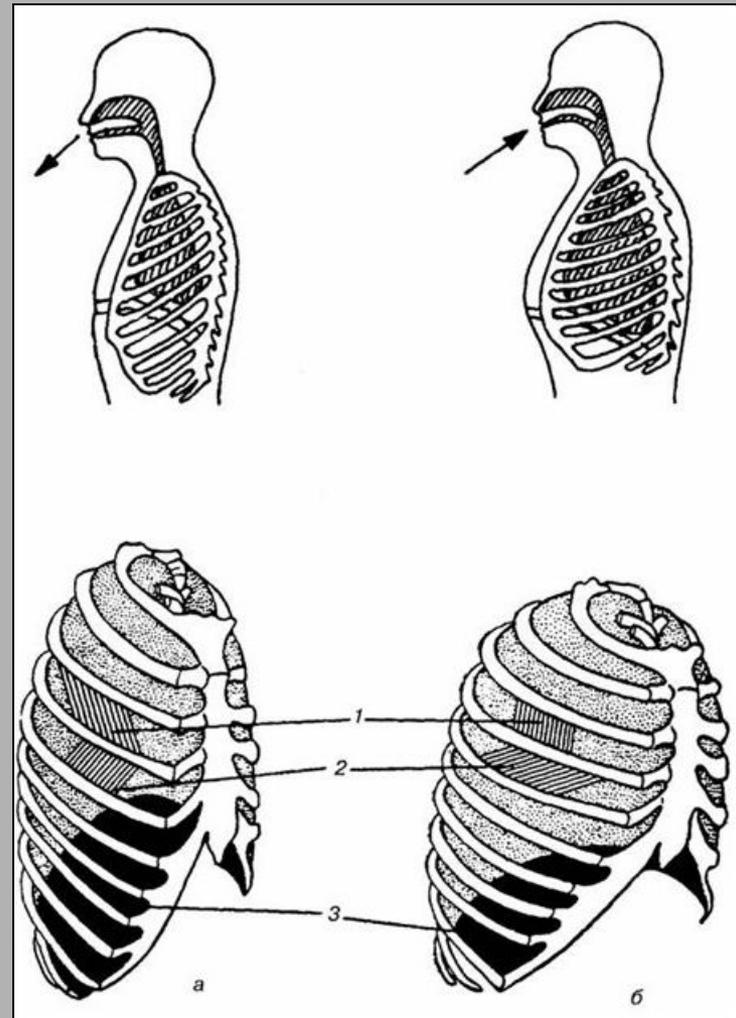
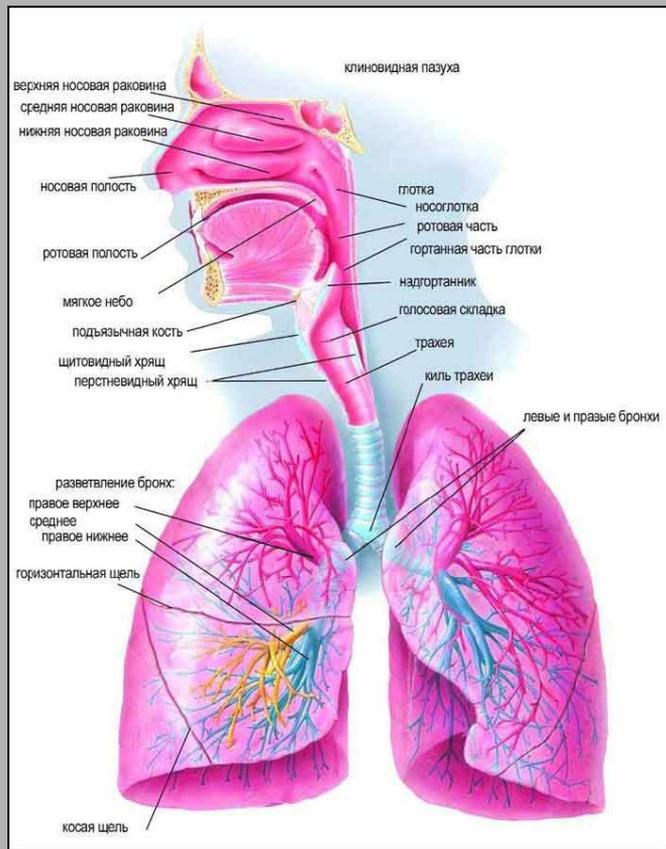


**Основной обмен** – Энергозатраты на основные процессы жизнедеятельности в расчете на единицу массы тела у ребенка выше из-за повышенных теплопотерь и, как следствие, повышенной теплопродукции, а также из-за дополнительных энергозатрат на процессы роста и развития

Возраст	Основной обмен, ккал/кг	Потребление O <sub>2</sub> , мл/мин·кг
новорожденный	50	8
5 лет	46	9
взрослый	25	4,5

# СИСТЕМА ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

## ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ



## Емкость легких

Дыхательный  
объем

Резервный  
Объем вдоха

Резервный  
Объем выдоха

Остаточный  
Объем

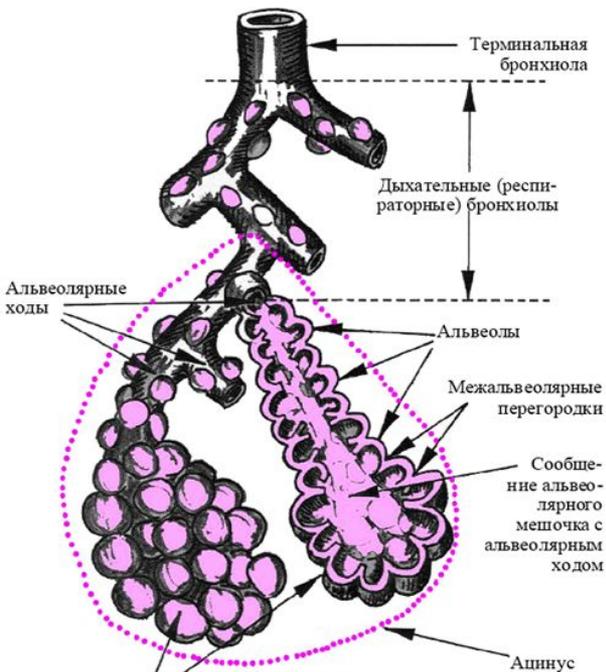
### Жизненная емкость

максимальный объем воздуха, который может  
вентилироваться через легкие (функциональный резерв  
легочной вентиляции)

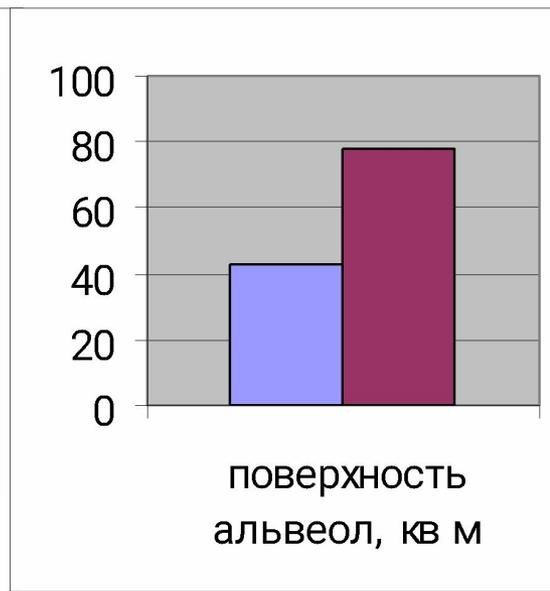
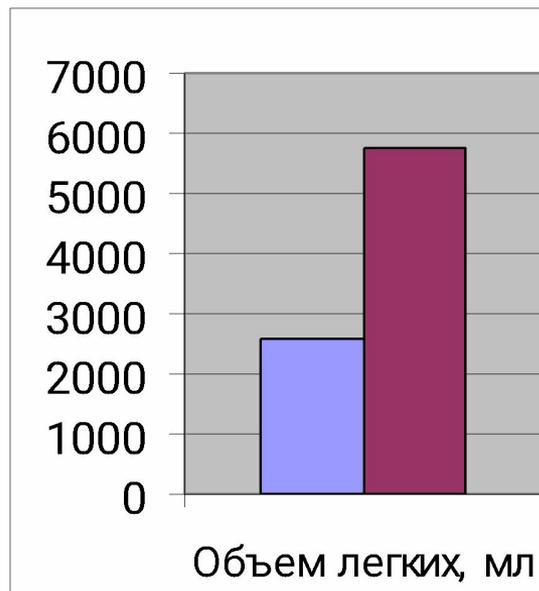
Минутный объем дыхания (МОД) – количество  
воздуха, вентилируемого через легкие за 1 мин

$$\text{МОД} = \text{ДО} \cdot \text{ЧД}$$

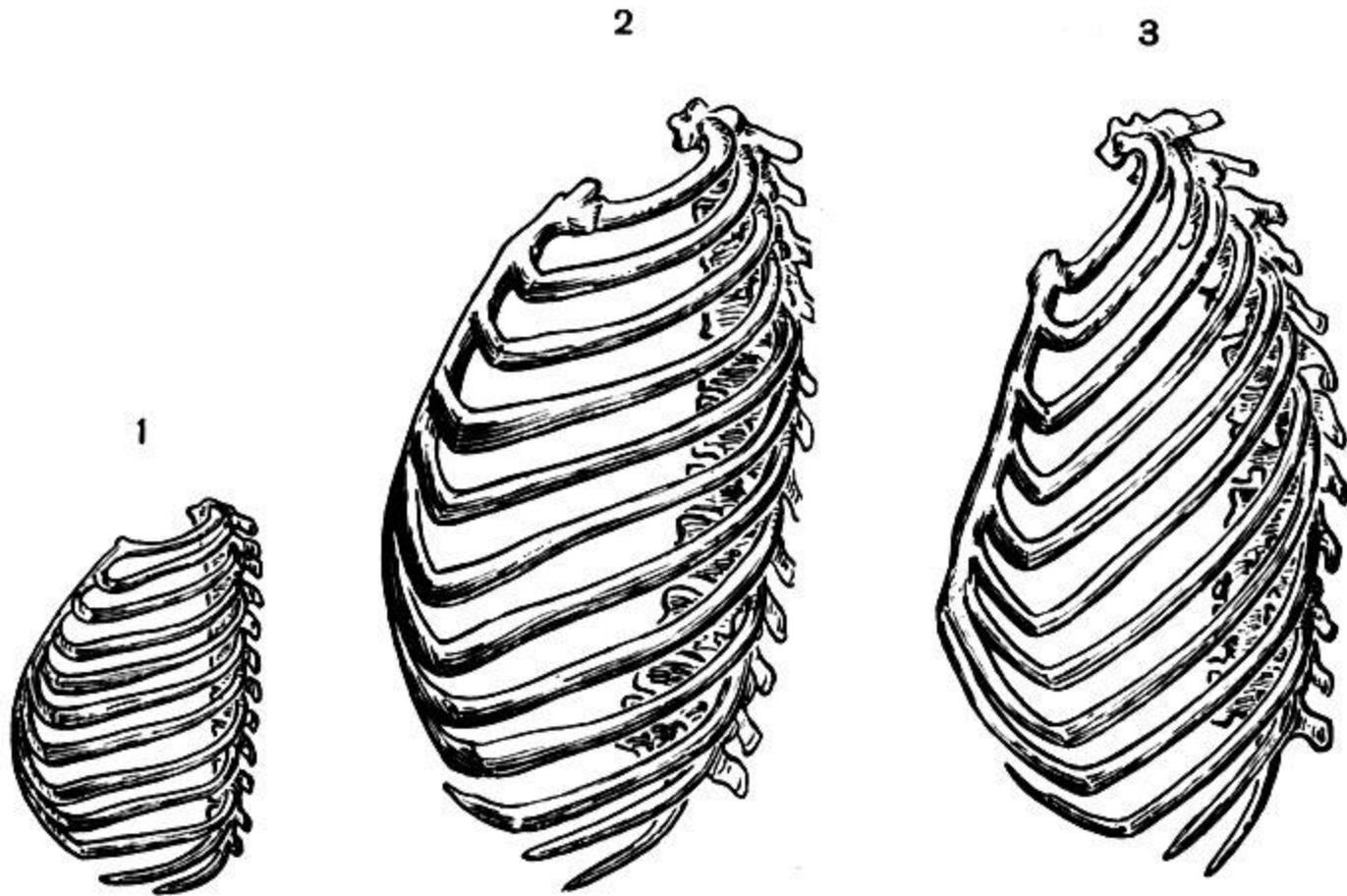
Процессы дифференцировки альвеол, бронхиол заканчиваются к 8 годам. Увеличение размеров альвеол и бронхиол, совершенствование их эластических свойств продолжается в течение пубертатного и юношеского периодов



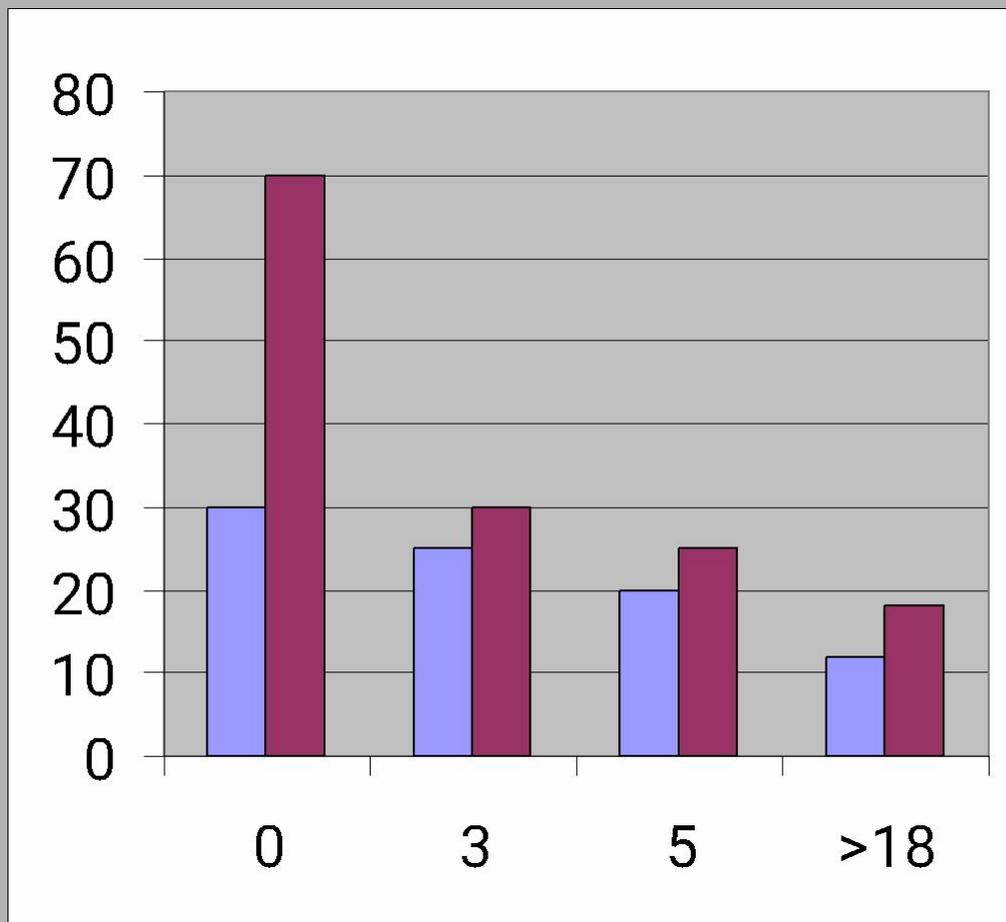
**Ацинус легкого**



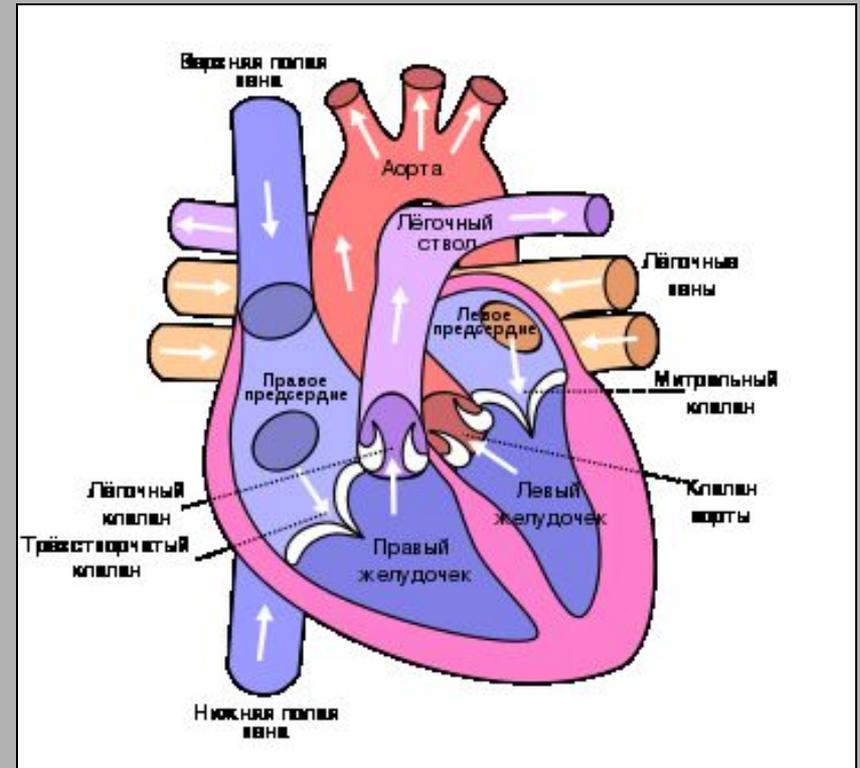
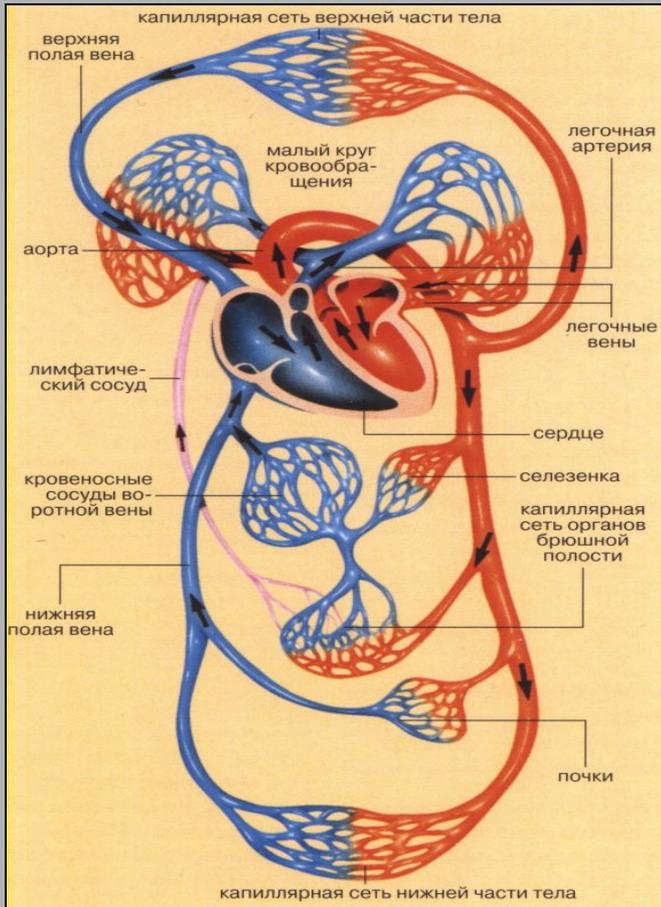
**Изменение объема и поверхности легких с 8 до 34 лет**



**Грудная клетка ребенка и взрослого**



**Возрастная динамика частоты дыхания**



**$V$  желудочков сердца = остаточный + резервный + ударный (УО=70 мл)**

**Частота сердечных сокращений 60-80/мин (ЧСС)**

**Минутный объем кровотока = УО·ЧСС = 4-5 л**

# ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ

1. Увеличение массы и созревание волокон миокарда. Рост миокарда левого желудочка опережает рост правого.
2. Увеличение камер сердца  
Увеличение ударного и резервного объемов, снижение ЧСС
4. Несовершенство регуляции сердечной деятельности.  
Иннервация сердца достигает взрослого уровня к **7 годам**  
Появление предстартовой реакции кровообращения в **7 лет**
5. Несовершенство регуляции сосудистого тонуса у детей и подростков.  
- генерализованный спазм периферических сосудов, рост артериального давления при длительной статической нагрузке  
- выраженная зависимость артериального давления от эмоционального состояния

Рост магистральных сосудов отстает от роста сердца

Увеличение показателей артериального давления

**Ориентировочная формула СД для детей старше**

**года  $СД = 100 + 0,5 \cdot n$   $n$  – число лет**

*Более интенсивный рост сердца по сравнению с*

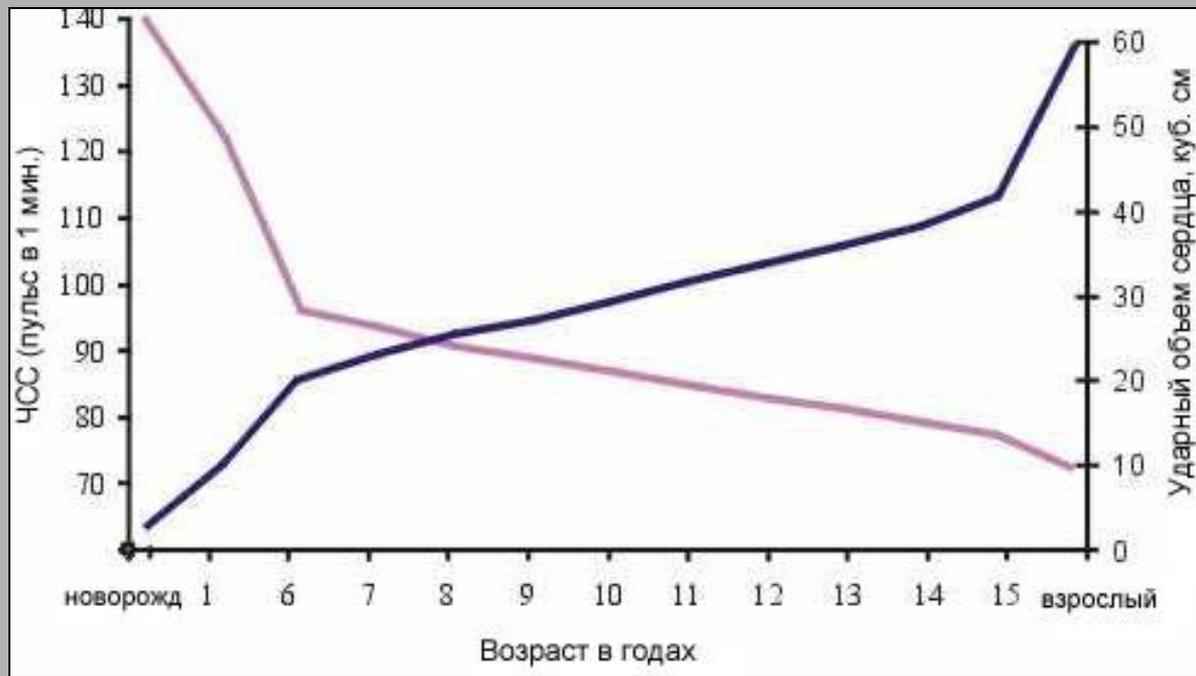
*ростом сосудов в период полового созревания*

*проявляется в виде юношеской гипертонии. Более*

*интенсивный рост камер сердца по сравнению с*

*клапанным аппаратом проявляется сердечными*

*шумами*



## Возрастная динамика ударного объема и ЧСС

Минутный объем кровотока = УО·ЧСС = 4-5 л – в покое  
 = 30-35 л при физ  
 нагрузке

Максимальный рост ЧСС при нагрузке (220 – число лет)

# **ПОТРЕБНОСТЬ В ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ**

## **на килограмм массы тела**

<b>Возраст, лет</b>	<b>Вода, мл</b>	<b>Белок, г</b>	<b>Жиры, г</b>	<b>углевод г</b>
<b>1</b>	<b>120-140</b>	<b>3,5</b>	<b>5,5</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>90</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>3,0</b>	<b>12</b>
<b>10</b>	<b>80</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>10</b>
<b>14-17</b>	<b>60</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>7</b>
<b>взрослые</b>	<b>40-50</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>5,7</b>

**Пищеварение** — процесс превращения пищевых веществ в более простые растворимые соединения, которые всасываются во внутреннюю среду организма и служат в качестве энергетических и пластических субстратов

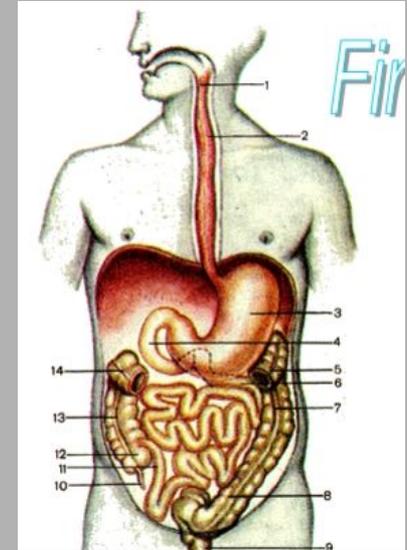


## ТИПЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ

**Собственное:**  
Полостное и мембранное

### Симбионтное

Осуществляется микрофлорой  
пищеварительного тракта

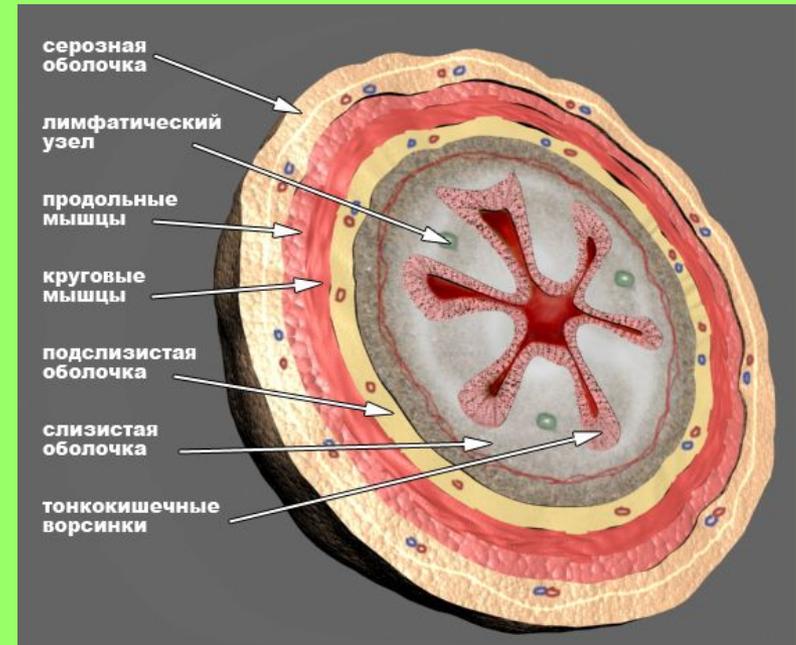
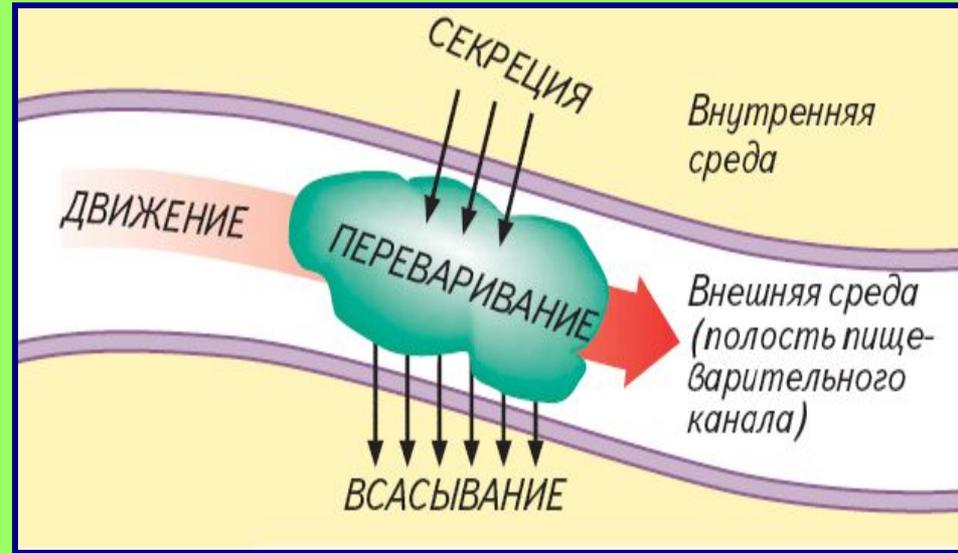
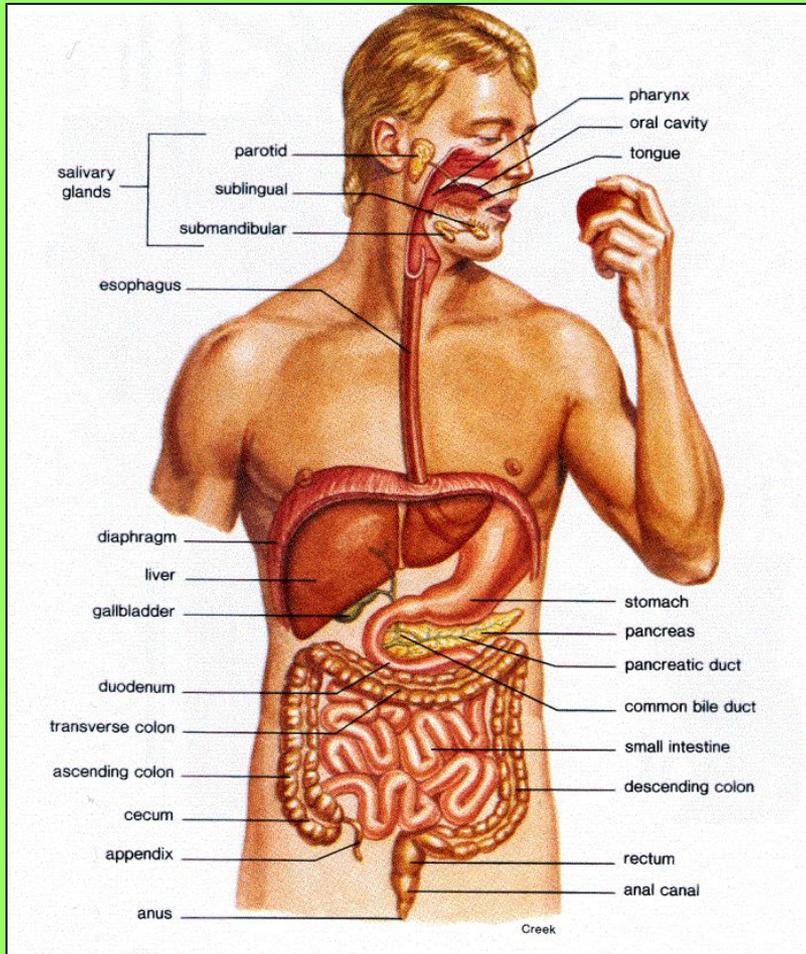


### Аутолитическое —

осуществляется гидролитическими  
ферментами пищи



# АНАТОМО- ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ



# Автономная нервная регуляция

Кора Б П

Гипоталамус

Продолговатый мозг

Спинной мозг

Блуждающий нерв

Симпатические нервы из 5-12 грудных и 1-3 поясничных сегментов

Энтеральная нервная система

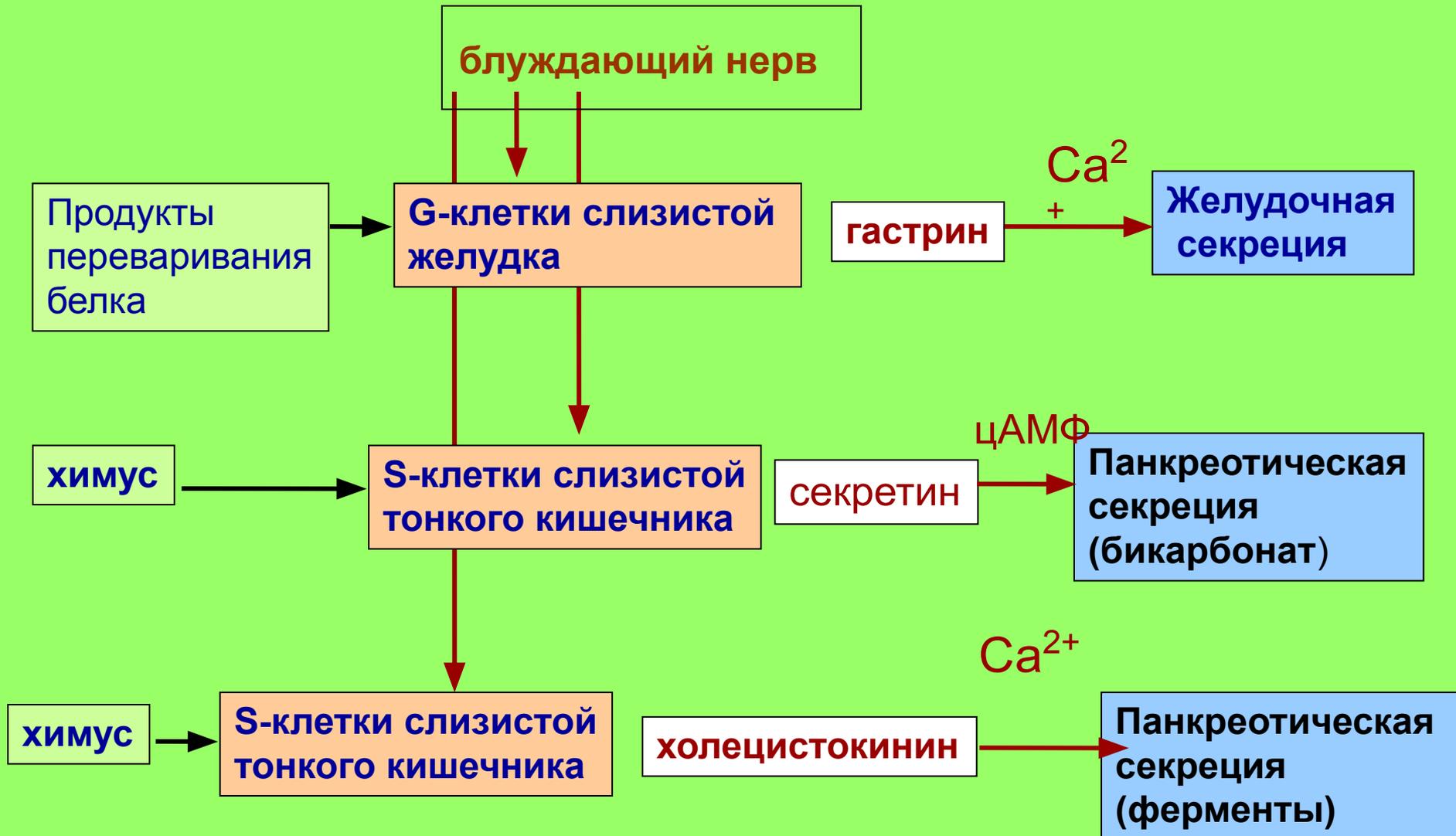
The diagram illustrates the autonomic nervous regulation of the enteric nervous system. At the top, the cerebral cortex (Кора Б П) and hypothalamus (Гипоталамус) are shown. The hypothalamus sends signals to the brainstem (Продолговатый мозг) and the spinal cord (Спинной мозг). The brainstem controls the vagus nerve (Блуждающий нерв), while the spinal cord controls sympathetic nerves from the 5th-12th thoracic and 1st-3rd lumbar segments. These nerves regulate the enteric nervous system (Энтеральная нервная система), which in turn controls the smooth muscles and secretory cells of the intestinal wall (Гладкие мышцы кишечной стенки and Секреторные клетки). The ENS is depicted as a central blue oval with a smile, with curved arrows indicating its bidirectional communication with the brain and its direct control over the gut's smooth muscles and secretory cells.

Гладкие мышцы кишечной стенки

Секреторные клетки

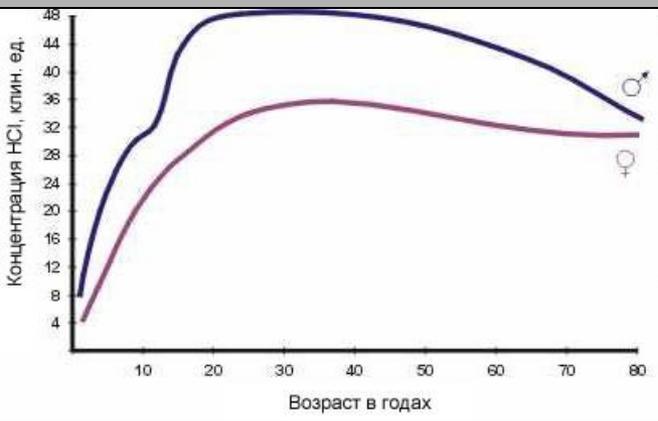
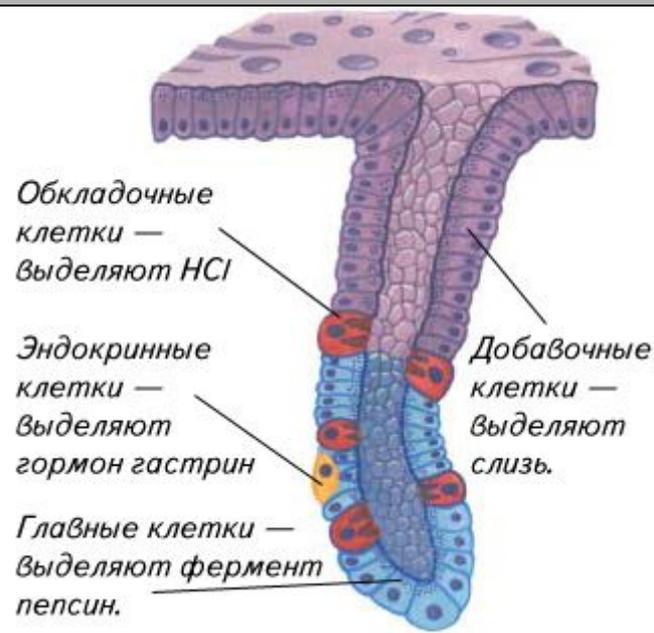
Гормоны вырабатываются не менее чем 18 видами клеток.

## Наиболее изученные пищеварительные гормоны



# ПИЩЕВАРЕНИЕ

- Высокий уровень секреции слюны
- В желудке вместо HCl секретируется слабая молочная кислота, pH не опускается ниже 4,5-5,0; под действием лингвальной липазы – гидролиз жиров. Секреция HCl достигает взрослого уровня к 15-16 г
- Низкие микробицидные свойства желудочного сока



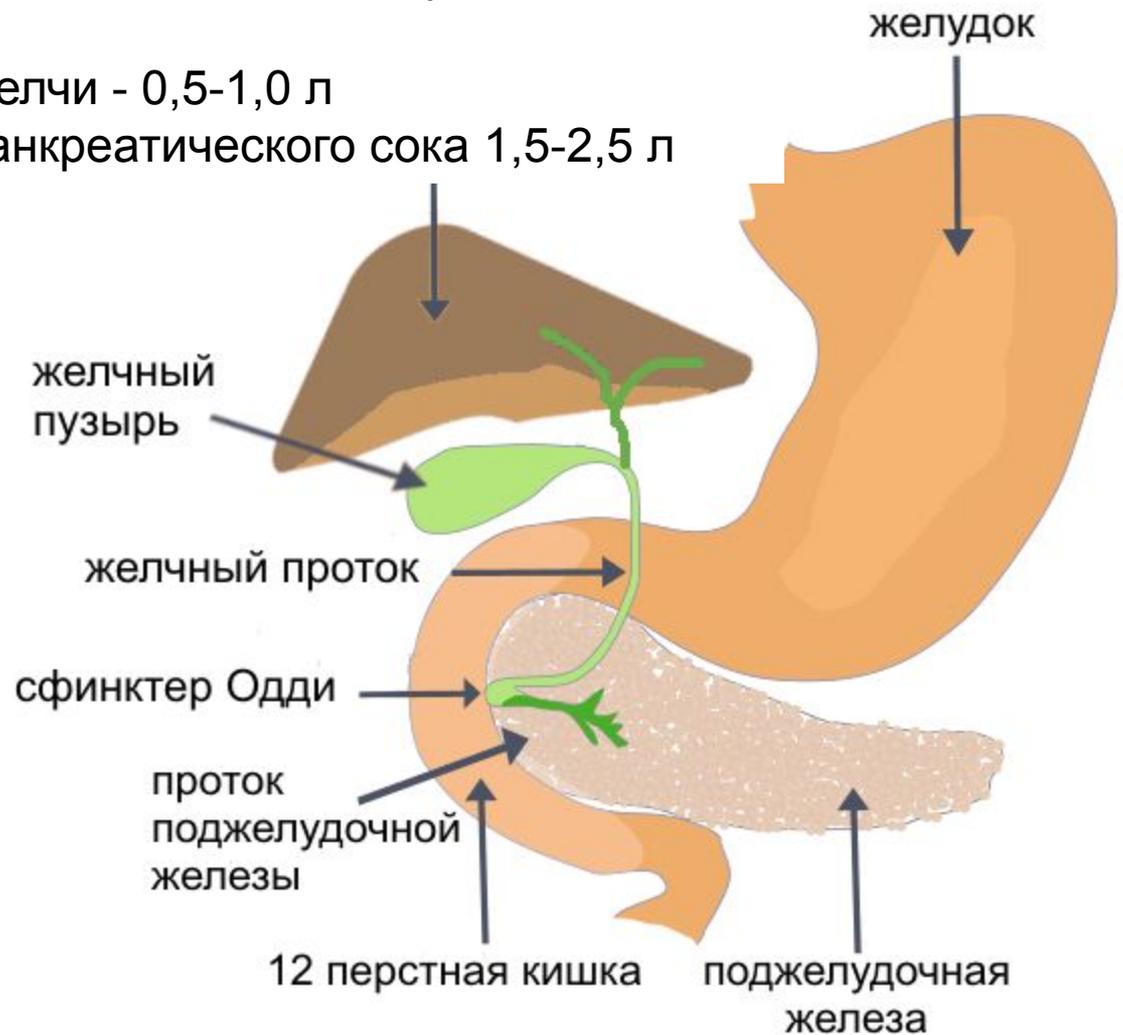
Возрастная динамика секреции HCl

**Секреция  
поджелудочной  
железы достигает  
взрослого уровня  
только к 15-16 г  
Желчеобразование  
ниже чем у взрослых**

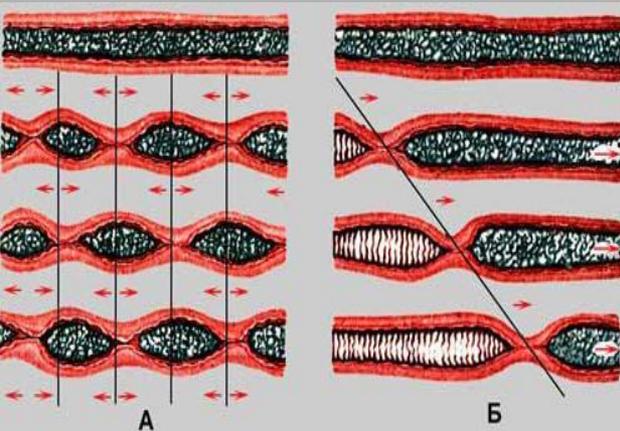
## Суточная секреция у взрослого

Желчи - 0,5-1,0 л

Панкреатического сока 1,5-2,5 л

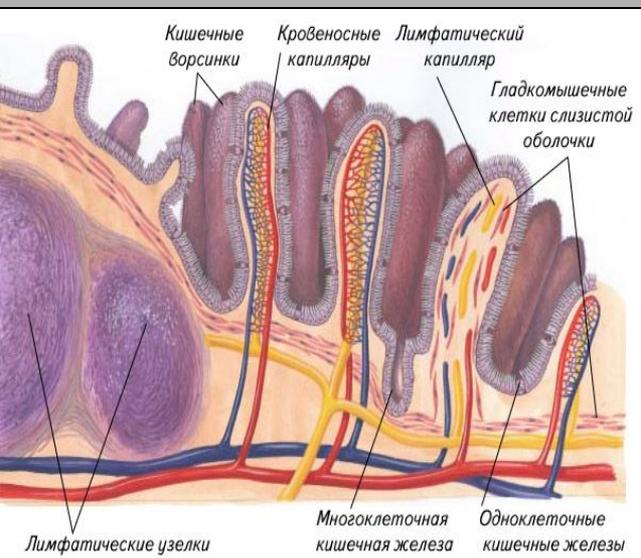






**Недостаточное развитие кардиального клапана приводит к срыгиваниям у детей 1 года**

**Развитие энтеральной нервной системы, управляющей моторикой пищеварительного тракта – к 3-5 г**

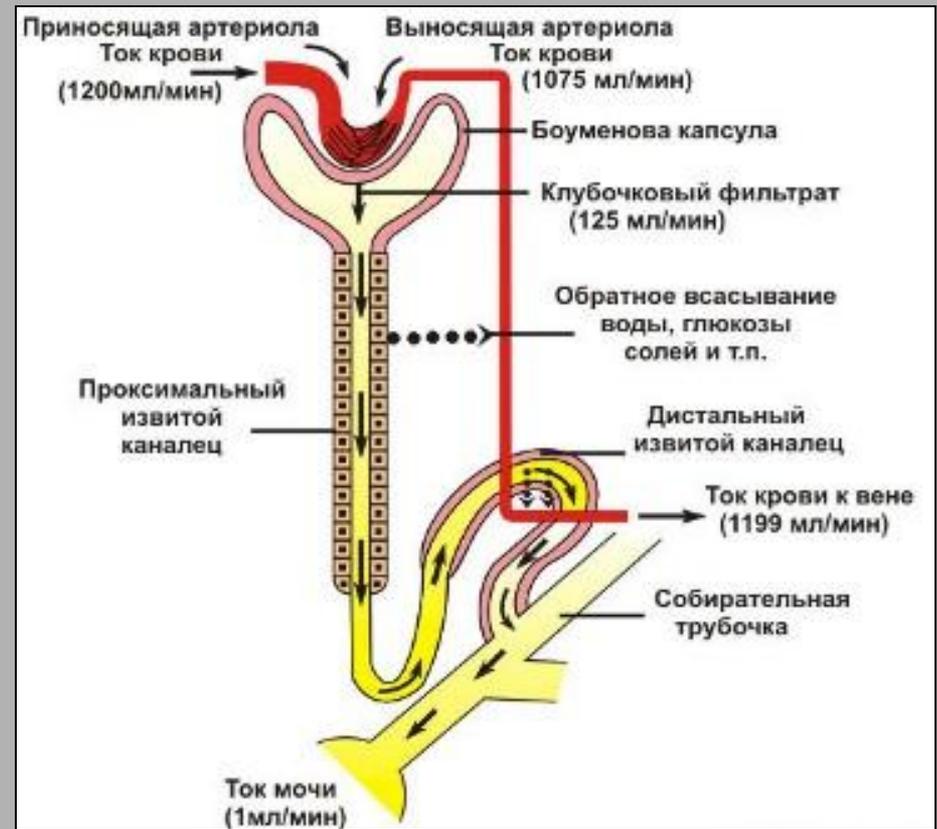
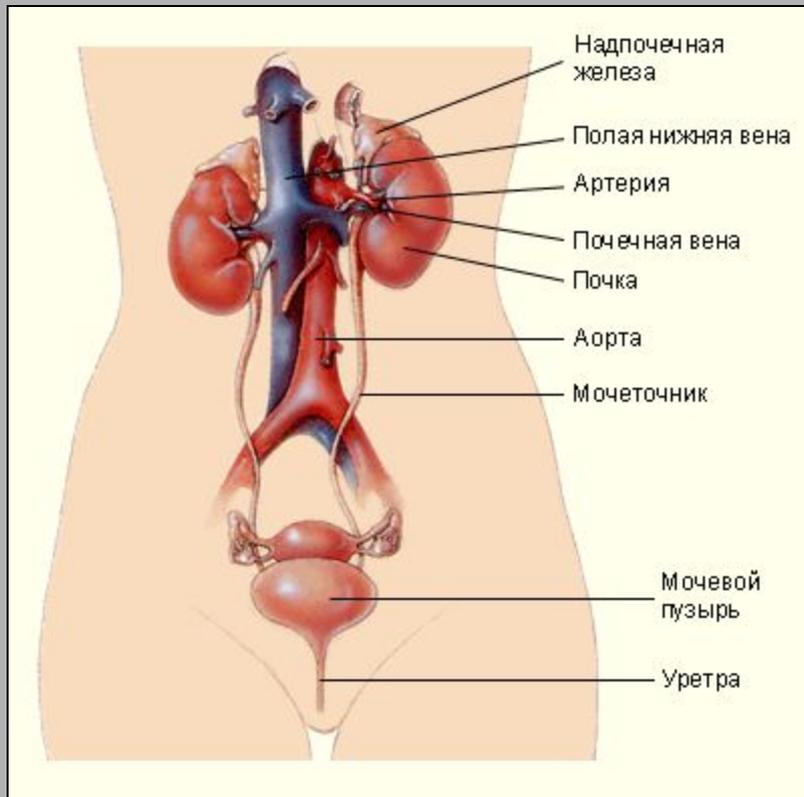


**Всасывание до 10 лет происходит на всей площади кишечника и даже в желудке**

**У грудных детей возможно всасывание недостаточно расщепленного белка с помощью пиноцитоза**

**Снижена детоксикационная функция печени**

# ПРОЦЕССЫ ВЫДЕЛЕНИЯ



Выделительная система. Слева – общий план строения, справа структурно-функциональная единица мочеобразования - нефрон

Почечный кровоток достигает взрослого уровня примерно к 3 г. Процессы реабсорбции и секреции созревают медленнее.

В расчете на 1 кг массы тела суточный диурез снижается с 90—110 мл/кг у новорожденных до 60—80 мл/кг в 2—3 г и до 20—30 мл/кг у взрослых. На выведение одного и того же количества органических и неорганических веществ новорожденные дети затрачивают в 2—3 раза больше воды, чем взрослые.

Напряжение водного баланса у детей также связано с повышенными потерями воды через относительно большую поверхность тела, через легкие (высокая частота дыхания) и большей потребностью в воде.

