

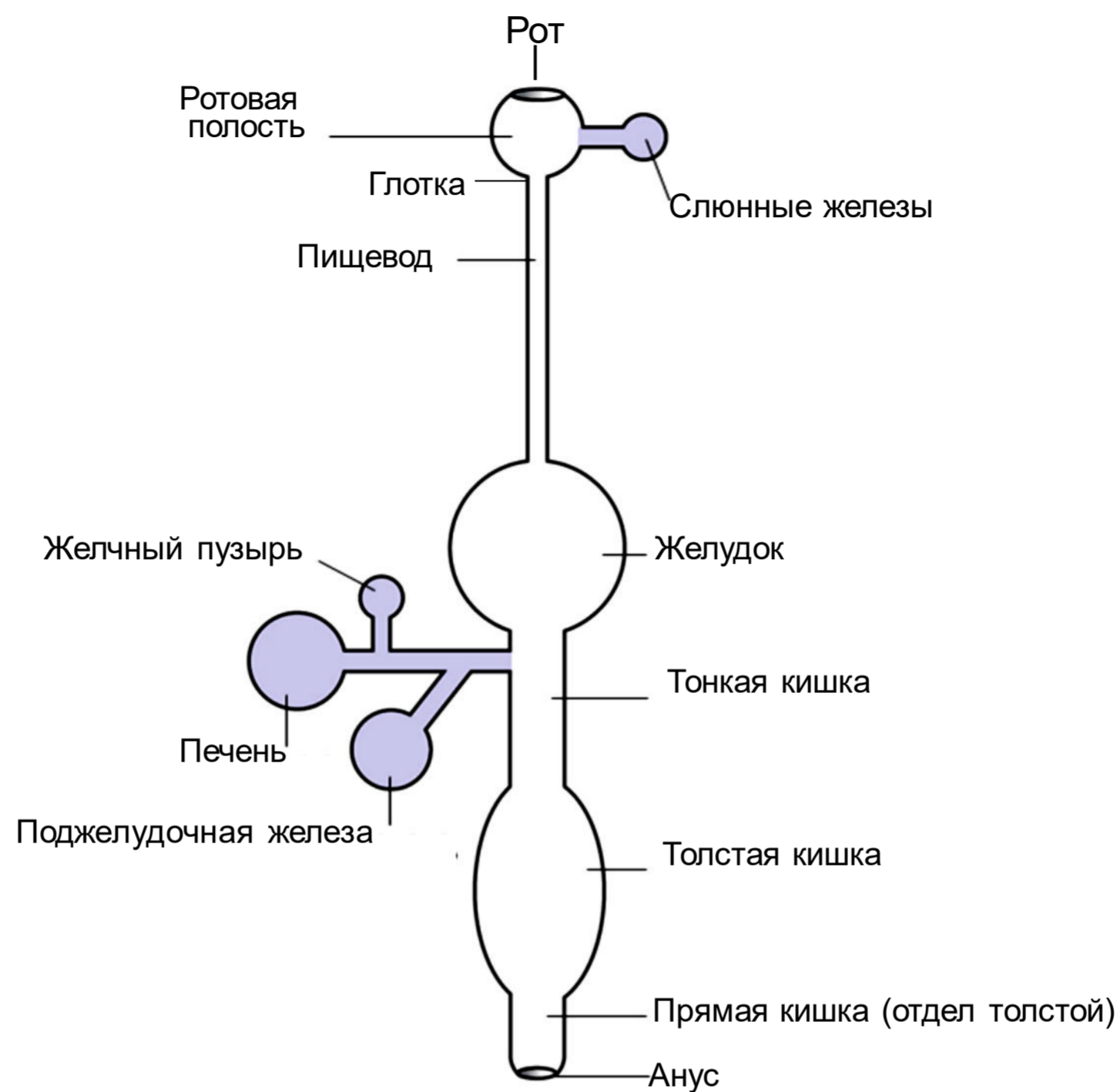
# Пищеварительная система

**Питание = поступление пищи + переваривание + всасывание + усвоение веществ.**

**Пищеварением называют процесс механической и химической обработки пищи и превращения ее в простые вещества, которые могут всасываться и переноситься кровью.**

# Общая схема пищеварительной системы человека

Пищеварительная система состоит из пищеварительной трубки, длина которой у взрослого человека достигает 7-9 м, и ряда расположенных вне ее стенок крупных пищеварительных желез.



## Пищеварительный тракт = пищеварительная трубка с расширениями

Пищеварительная трубка делится на 6 отделов:

- 1) **ротовая полость** (зубы, язык, слюнные железы), слюна=вода+минеральные соли+муцин(белок, делающий слюну вязкой), амилаза, лизоцим; здесь происходит опробование, измельчение, смачивание пищи, частичное переваривание крахмала, формирование пищевого комка и проталкивание его в глотку;
- 2) **глотка** - место перекреста дыхательных и пищеварительных путей, 7 отверстий, окологлоточное лимфоидное кольцо;
- 3) **пищевод** (в верхней части - поперечнополосатая мускулатура, в нижней - только гладкая, слизистый эпителий);
- 4) **желудок** (мускульный мешок, желудочный сок=пепсиноген +HCl +фактор всасывания B12); здесь происходит хранение пищи, образование однородной кашицы(химуса), переваривание белков;
- 5) **тонкий кишечник** (складки, ворсинки, печень, желчь, поджелудочная железа, пищеварительные ферменты, 2 типа движения); место основного переваривания и всасывания;
- 6) **толстый кишечник** (слепая кишка +аппендикс, несколько отделов, прямая, сфинктер анального отверстия); здесь завершается переваривание пищи (с симбионтов и квартирантов), происходит всасывание воды и образование каловых масс.

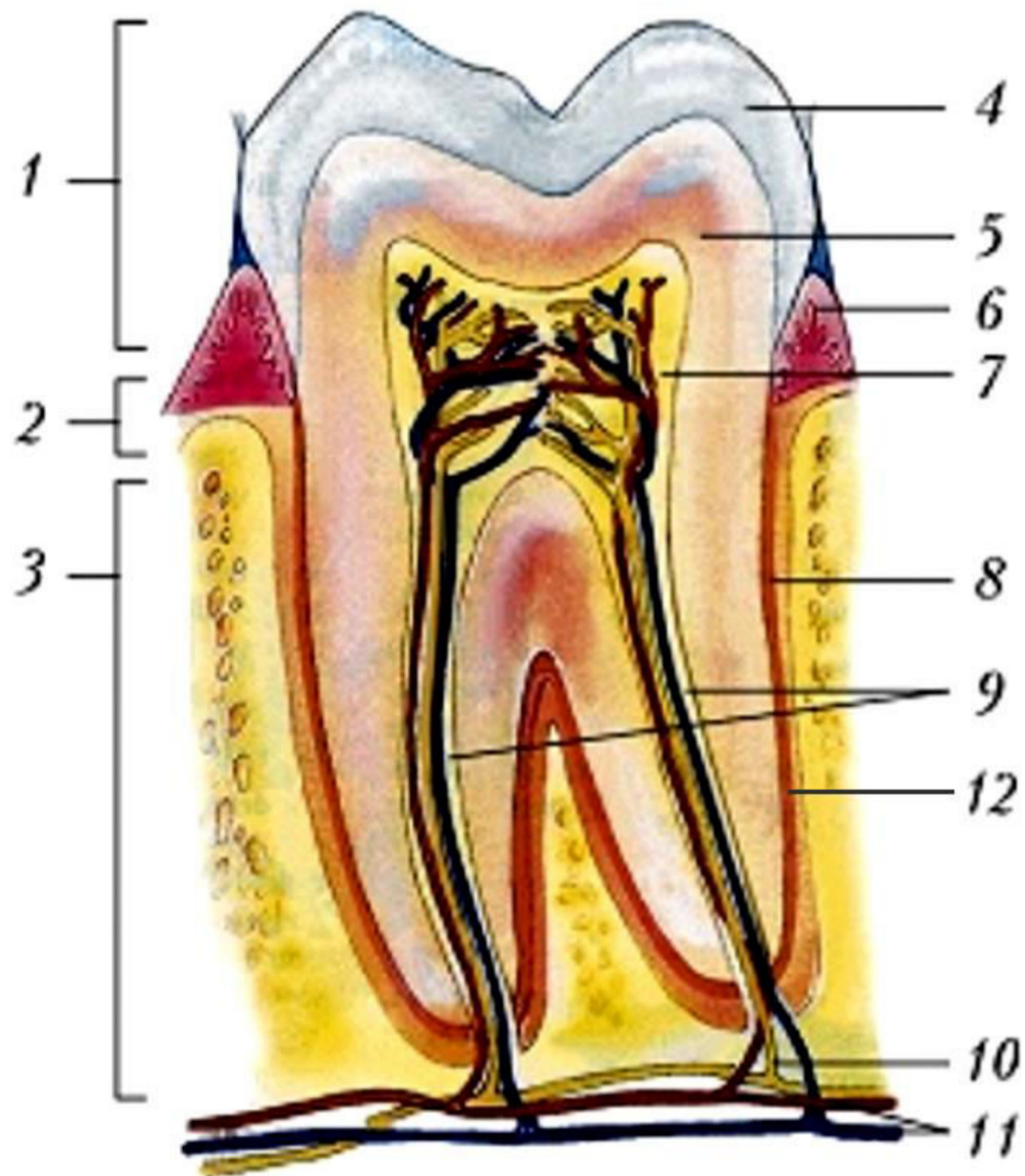
**Зубов нет у низших хордовых и бесчелюстных. По-видимому, появились одновременно с челюстями.**

## Зубы. Строение зуба

Зубы находятся в углублениях (альвеолах) челюстей

Эмаль покрывает коронку зуба, цемент – корни.

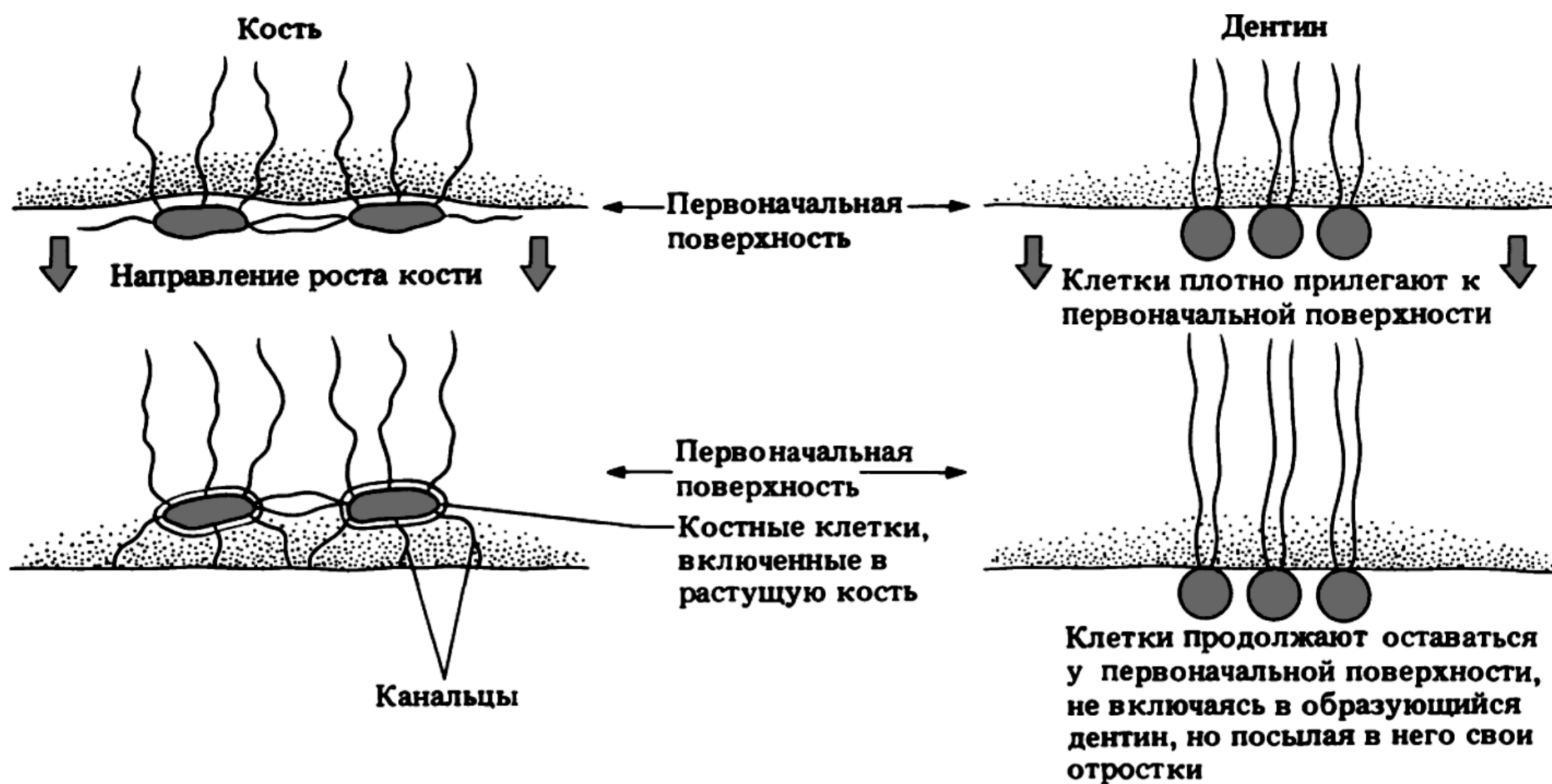
Тонкая прослойка соединительной ткани (периодонт) связывает цемент и стенки альвеол.



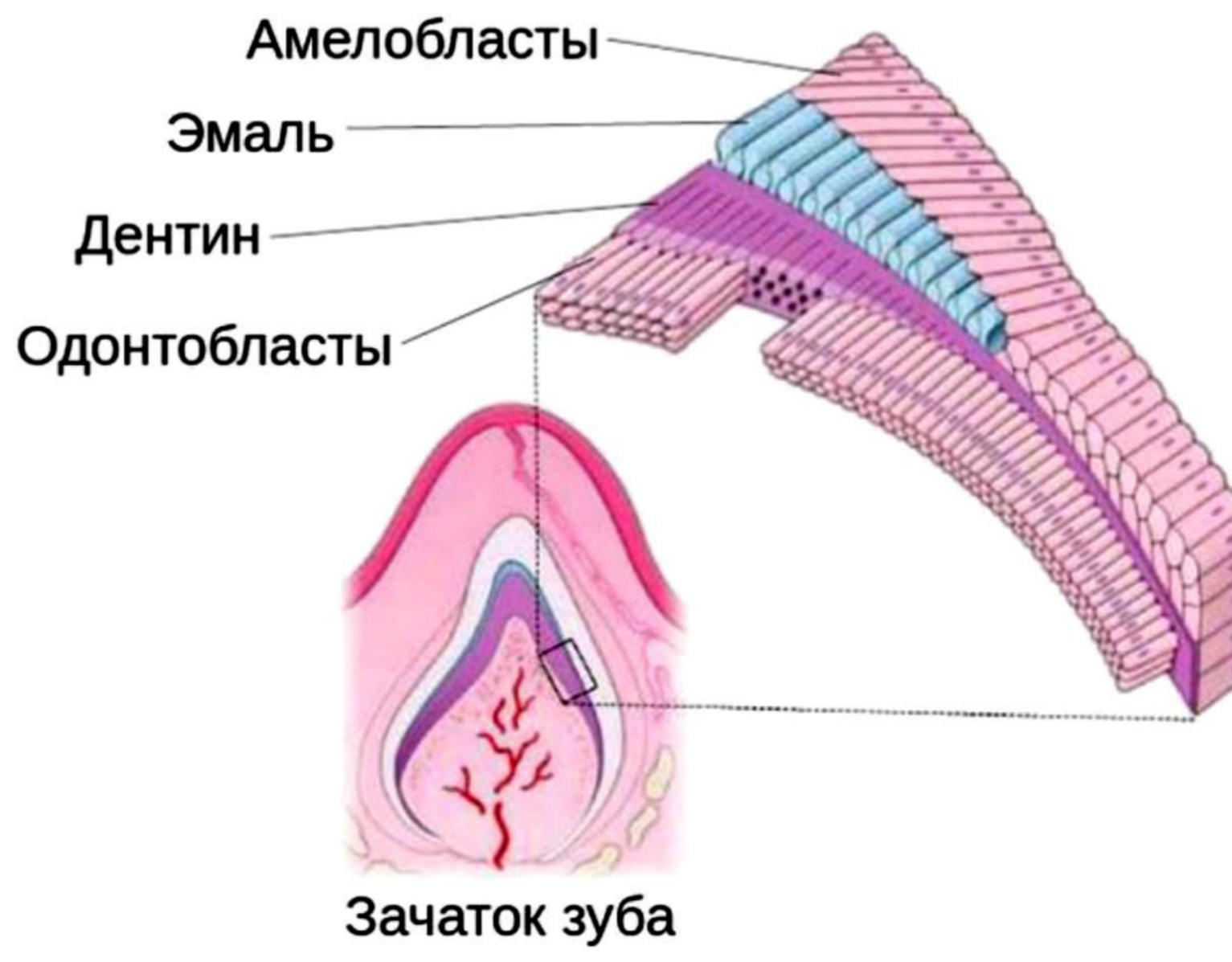
Строение двухкоренного зуба (моляра) человека:  
1 – коронка; 2 – шейка; 3 – корень; 4 – эмаль;  
5 – дентин; 6 – десна; 7 – пульпа; 8 – цемент;  
9 – каналы корня; 10 – нервы; 11 – сосуды.  
12 – периодонт.

Биохимический состав тканей зуба человека (% от влажной массы тканного компонента)				
Состав	Эмаль	Дентин	Пульпа	Цемент
Вода	2,3	13,2	30-40	36
Органические соединения	1,7	17,5	40	21
Неорганические соединения	96	69	20-30	42

# Дентин – особая костная ткань в зубах



**Внимание!** Зубная эмаль – не костная ткань, т.к. порождена особыми эпителиальными клетками. Эти клетки после прорезывания зуба погибают, поэтому эмаль не восстанавливается

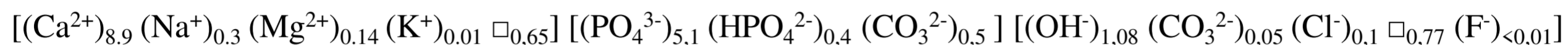


## Немного химии

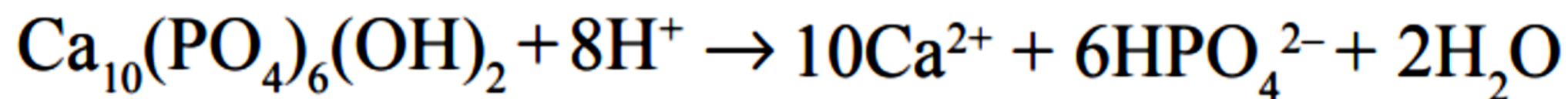
Гидроксофосфат кальция [ref] (или иначе гидроксид фосфата кальция [ref]) – основная соль кальция и ортофосфорной кислоты. Брутто-формула этого соединения –  $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ . Именно эта соль составляет минеральную основу костных тканей позвоночных, придает прочность костям и зубам.

Гидроксофосфат кальция накапливается в межклеточном веществе костных тканей в виде нанокристаллов минерала гидроксилапатита, химический состав которого принято описывать брутто-формулой  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , такая "удвоенная" формула подчеркивает, что в элементарную ячейку кристалла гидроксилапатита входят две молекулы гидроксофосфата

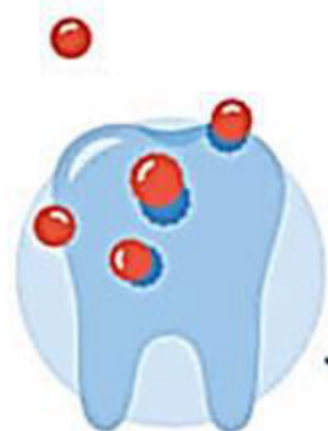
Кристаллы биологического гидроксилапатита отличаются переменным составом и несовершенством структуры. Поверхность кристаллов постоянно обменивается ионами с окружающей жидкостью, в результате некоторые ионы в кристаллической решетке могут быть заменены на другие ионы. Например, брутто-формулу гидроксилапатита эмали зубов иногда [ref] представляют таким образом



В кислой среде гидроксиапатит растворяется



### Этапы развития кариеса



Остатки пищи оседают на чистых зубах



Через 1-2 часа образуется зубной налет – бактериальная пленка из безвредных аэробных бактерий и потенциально вредных факультативных анаэробных бактерий. Последние живут за счет брожения, в результате которого образуются органические кислоты. В первые часы кислоты нейтрализуются слюной.



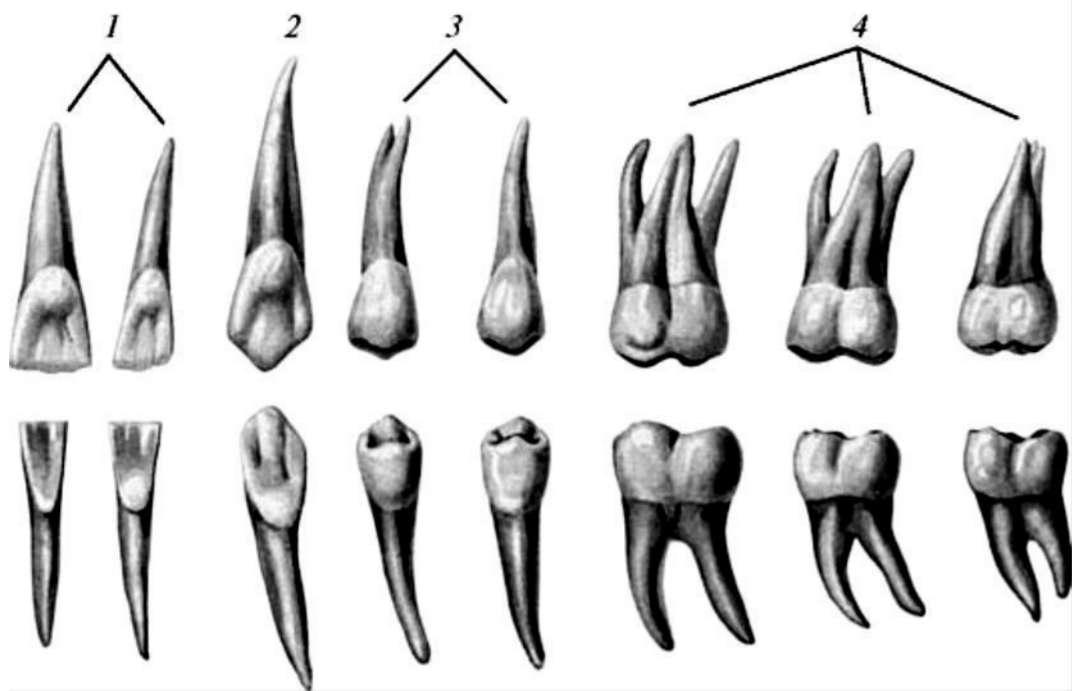
Бактериальная пленка становится толще. Слюна не проникает внутрь нее. Накапливается кислота, растворяющая эмаль



В эмали образуется дырка, вход для бактерий внутрь зуба.



# Зубная система человека



**Постоянные зубы, правая сторона, язычная поверхность:**

1 - резцы; 2 - клык; 3 - малые коренные зубы (премоляры);  
4 - большие коренные зубы (моляры)

## Зубные формулы (разные способы записи)

постоянные зубы

$$I \frac{2}{2} C \frac{1}{1} P \frac{2}{2} M \frac{3}{3} = 32$$

постоянные зубы

3 2 1 2	2 1 2 3
3 2 1 2	2 1 2 3

а у ребенка так:

2 0 1 2	2 1 0 2
2 0 1 2	2 1 0 2



# Дифференцировка зубов у млекопитающих

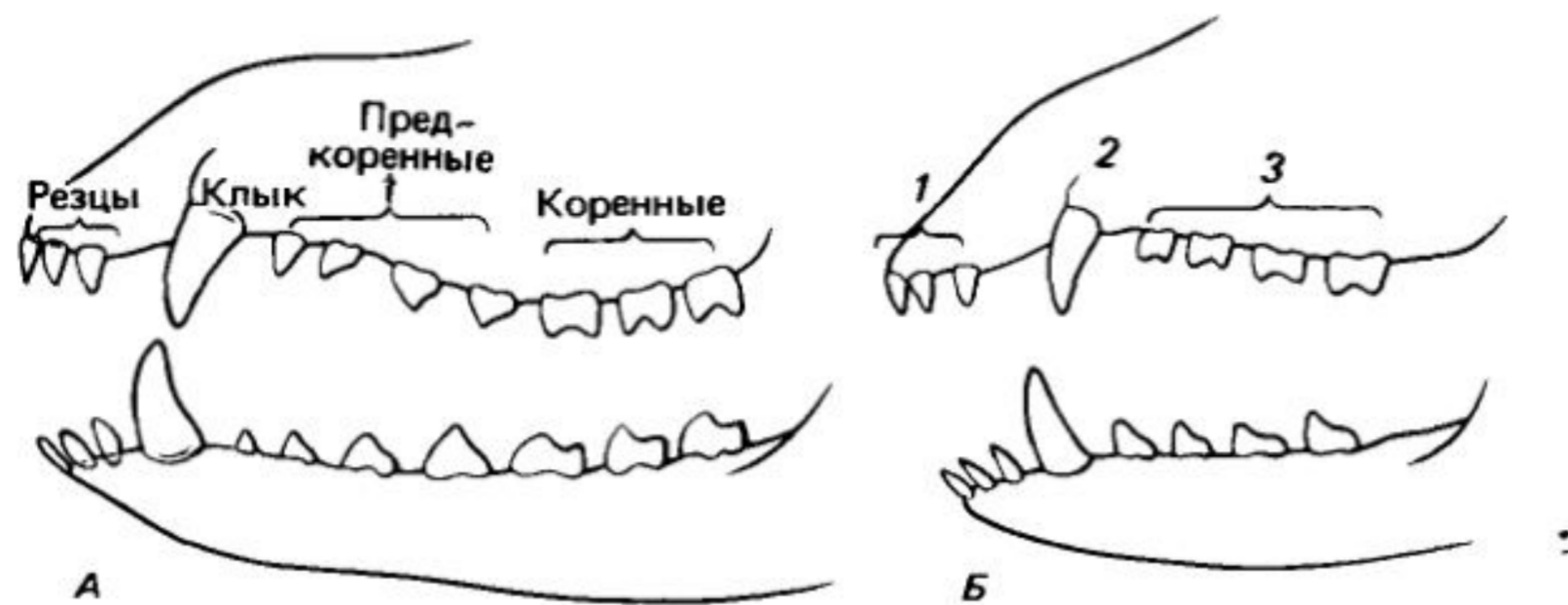
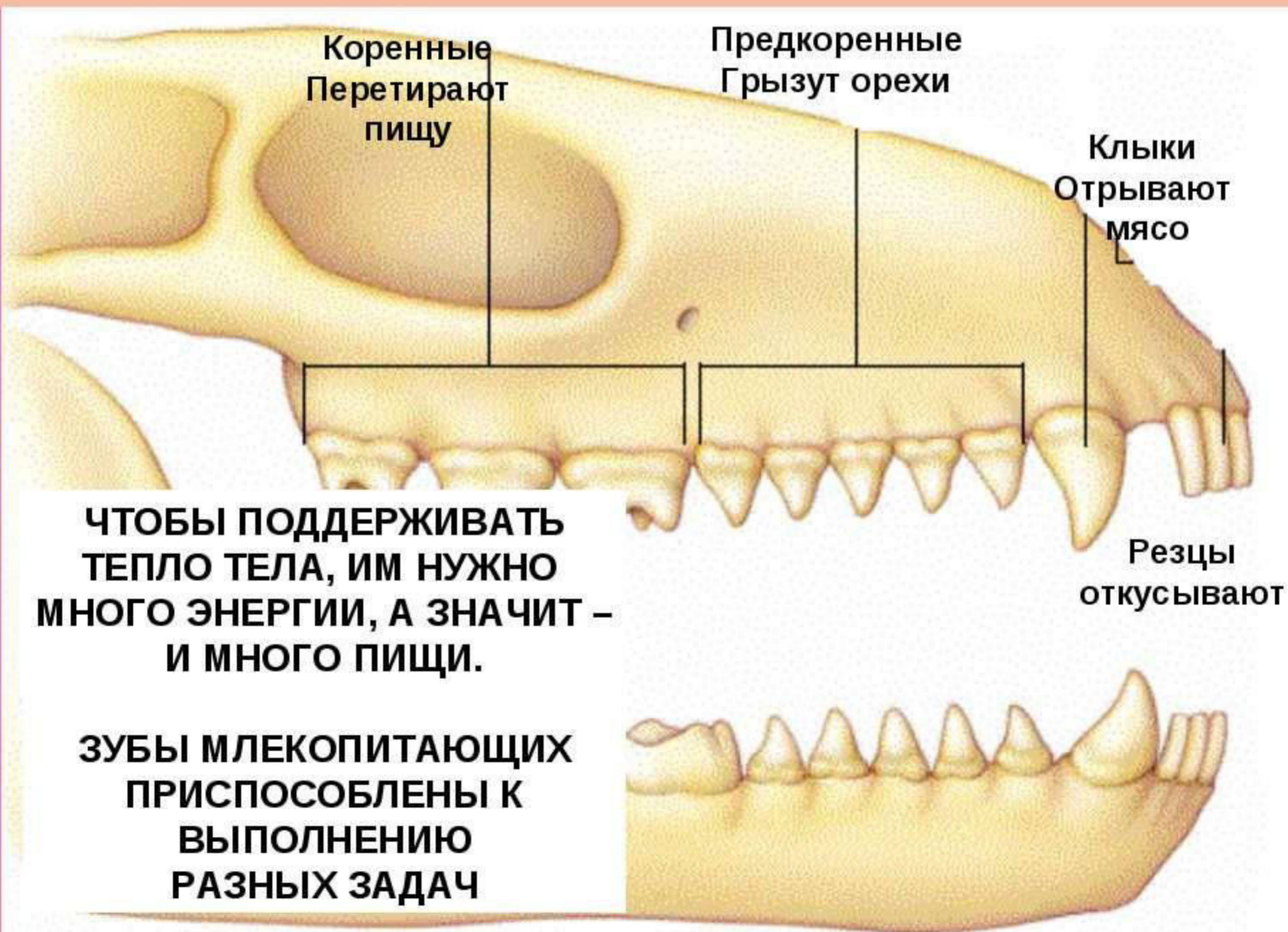
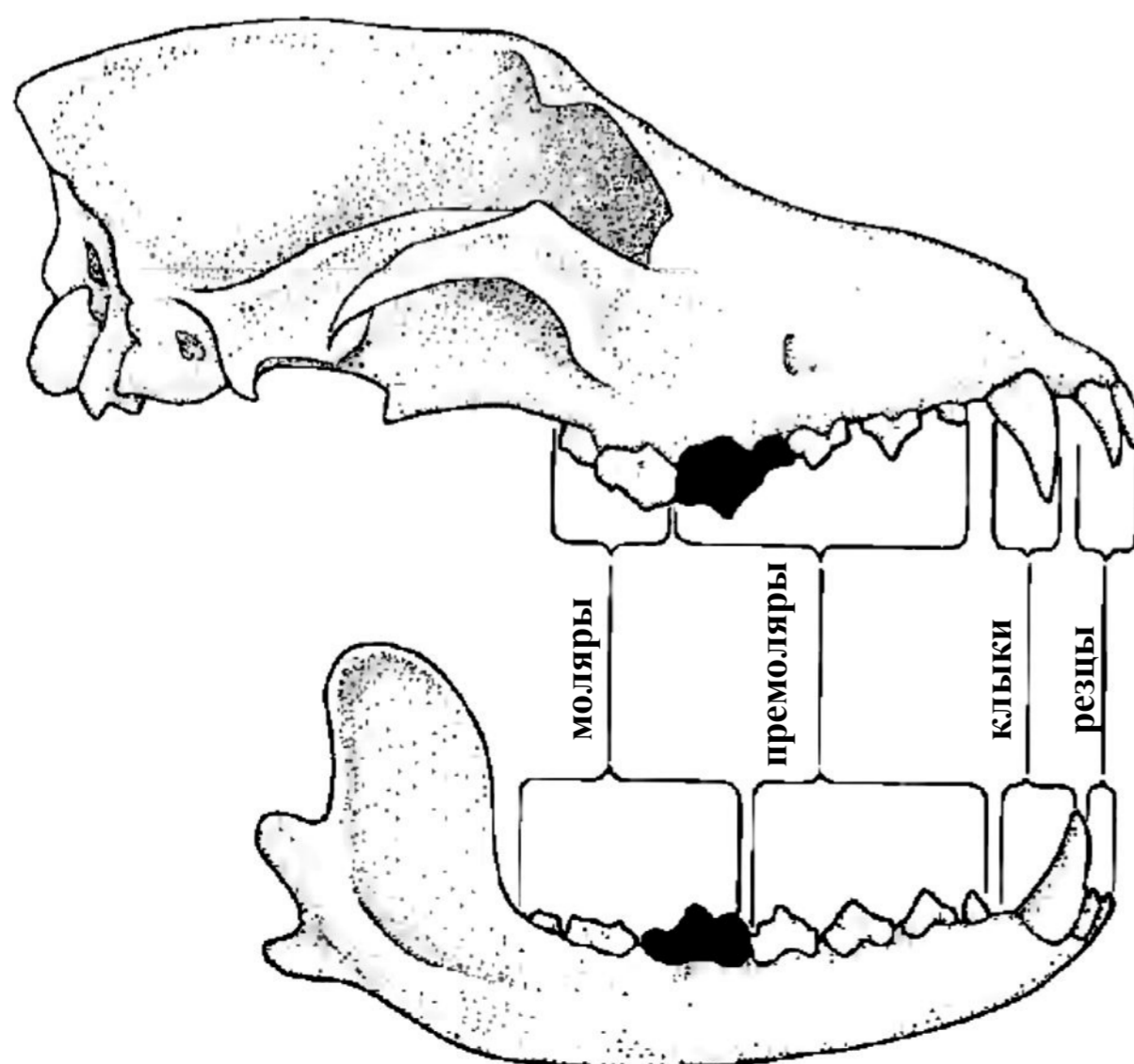
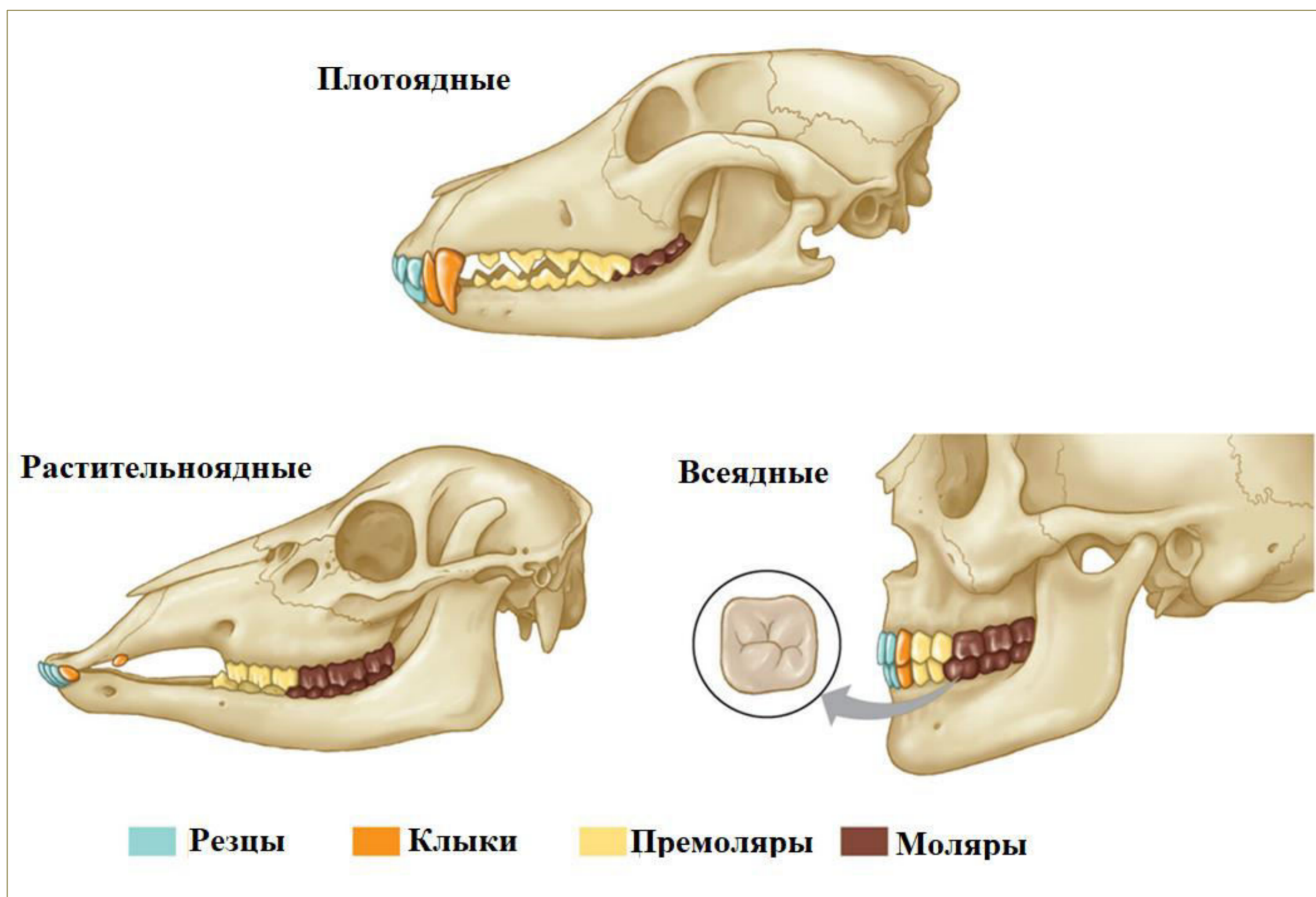


Рис. 242. Зубная система генерализованного плацентарного млекопитающего (вид с левой стороны). А. Постоянные зубы Б. Выпадающие зубы: 1 — выпадающие резцы; 2 — выпадающий клык; 3 — «молочные коренные» (выпадающие предкоренные)



# Дифференцировка зубов у млекопитающих



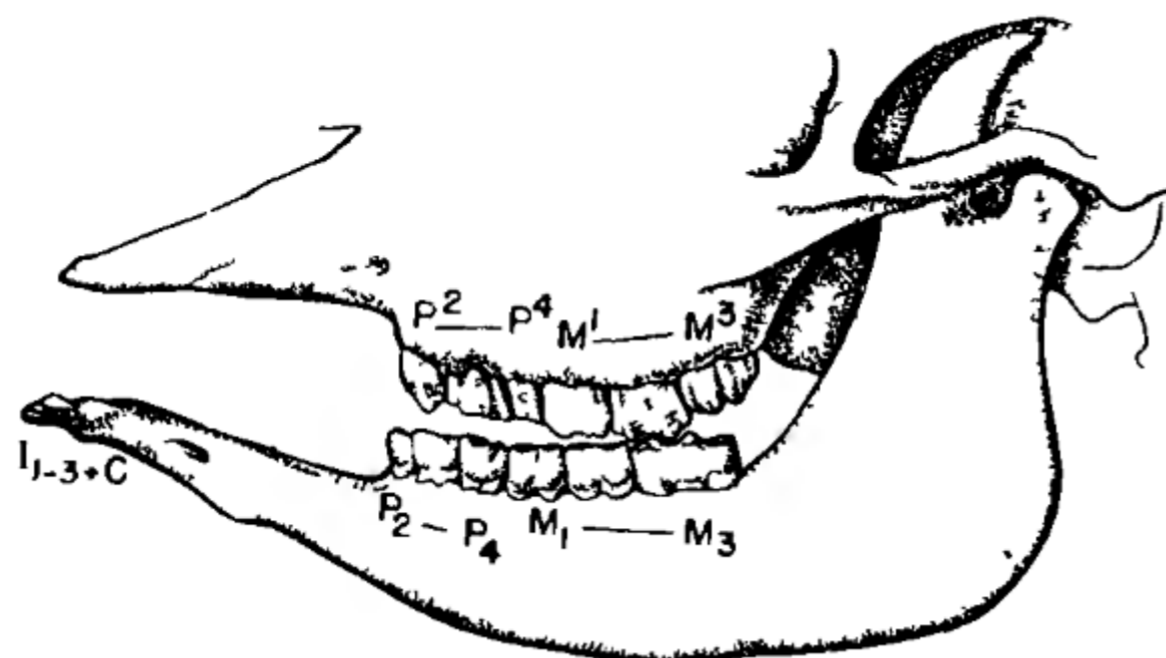
## Зубная система взрослой собаки (пример представителя отряда хищных)

Черным выделены хищные зубы, верхний последний премоляр и нижний первый моляр. Создают механизм, напоминающий ножницы, для нарезки и измельчения добычи.

Хорошо развиты клыки — конусовидные зубы, которые служат для разрывания и удержания добычи.



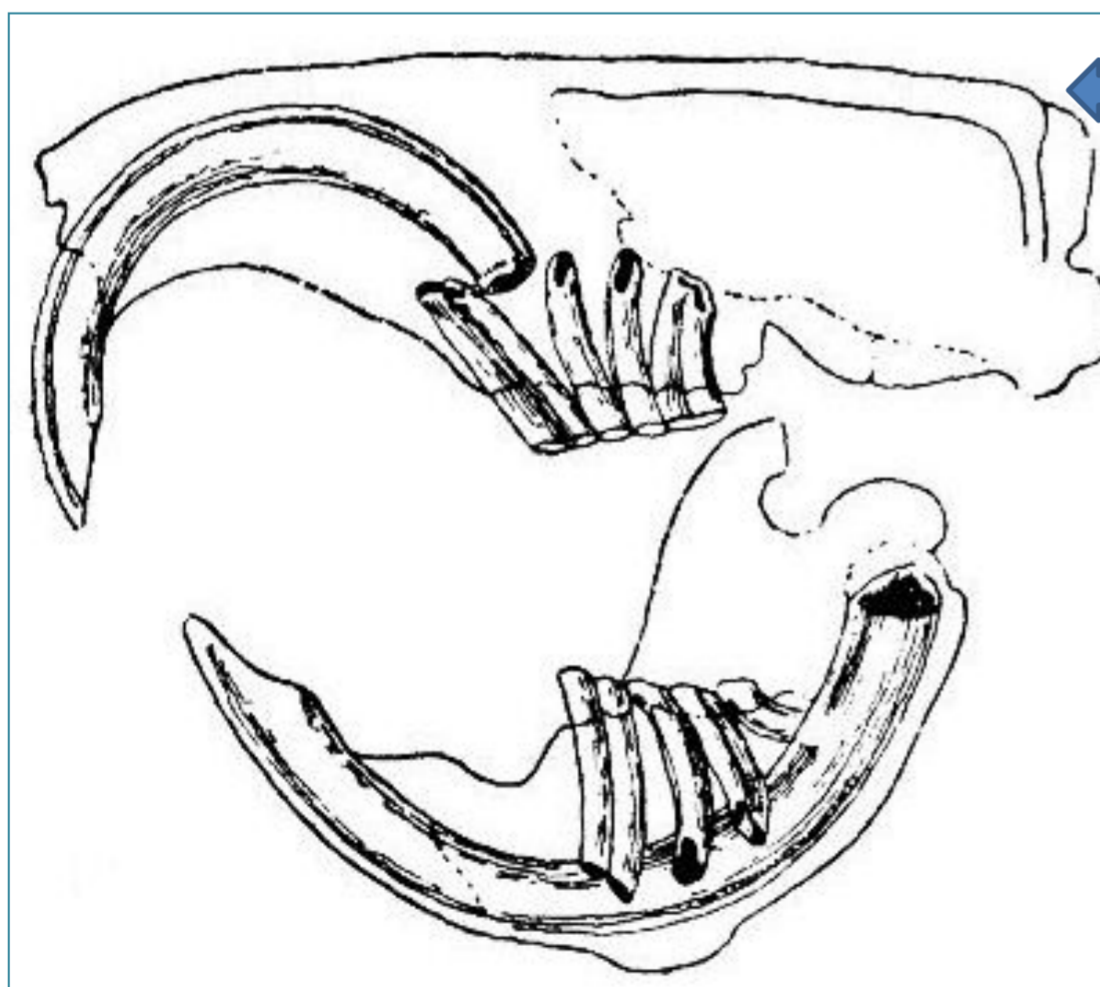
## Зубная система коровы



Формула

$$\begin{array}{cccc} 0 & 0 & 3 & 3 \\ \hline 3 & 1 & 3 & 3 \end{array}$$

У жвачных щечные зубы превратились в мощную жевательную батарею; они отделены диастемой от зубов, используемых для щипания и здесь представлены только нижними резцами и клыком, работающими в паре с роговой подушкой на верхней челюсти.

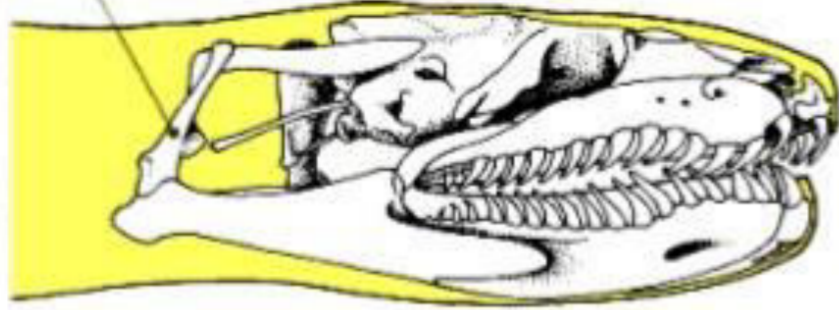


У грызунов огромные резцы. Они растут всю жизнь животного и постоянно самозатачиваются (мягкий дентин с внутренней стороны стачивается быстрее, чем твердая эмаль со внешней стороны)

У современных хоботных бивни — это верхние резцы .  
У мастодонтов бивни были и в верхней, и в нижней челюсти.  
Бивни моржей- это видоизмененные клыки.

ЧЕЛЮСТИ ЗАКРЫТЫ

Квадратная кость

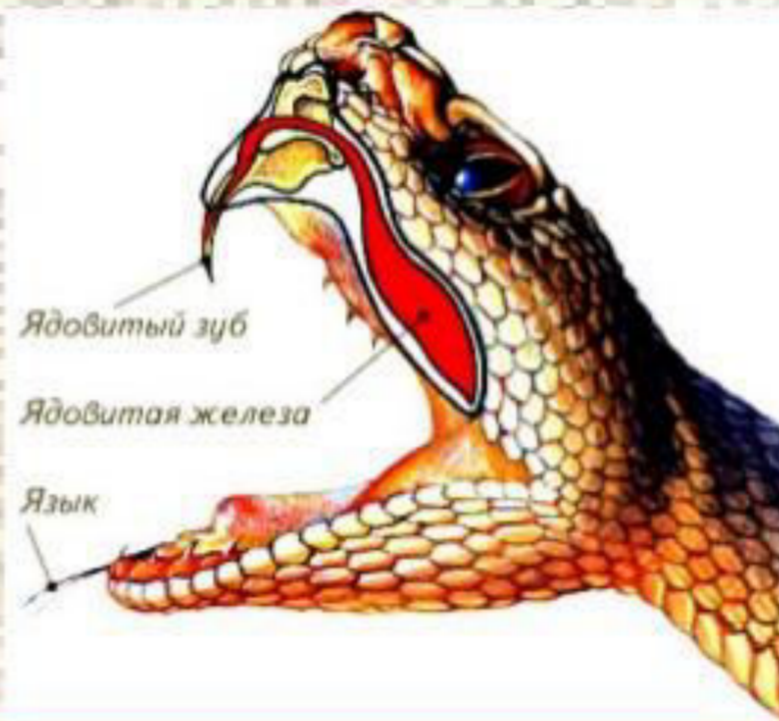


ЧЕЛЮСТИ РАСТЯНУТЫ

Квадратная кость



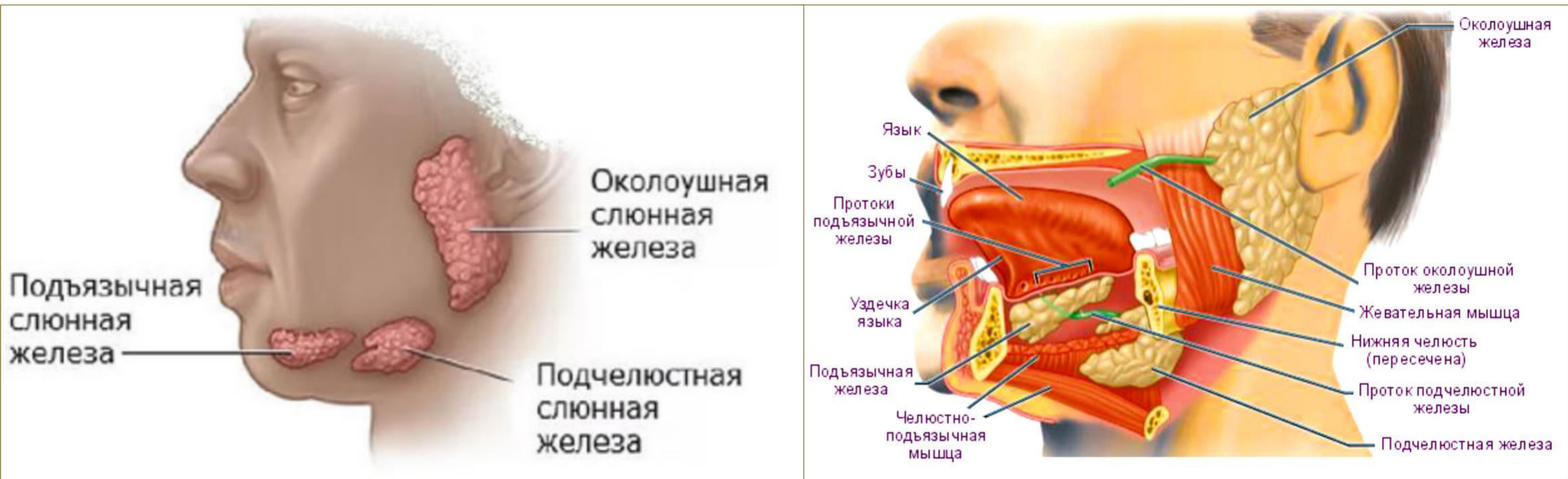
Устройство челюстей позволяет змеям глотать добычу толще себя: (квадратная кость, соединяющая нижнюю челюсть с черепом, подвижная, и поэтому нижняя челюсть может широко распахиваться и двигаться вперед и назад. Впереди челюсти есть растяжимая связка)



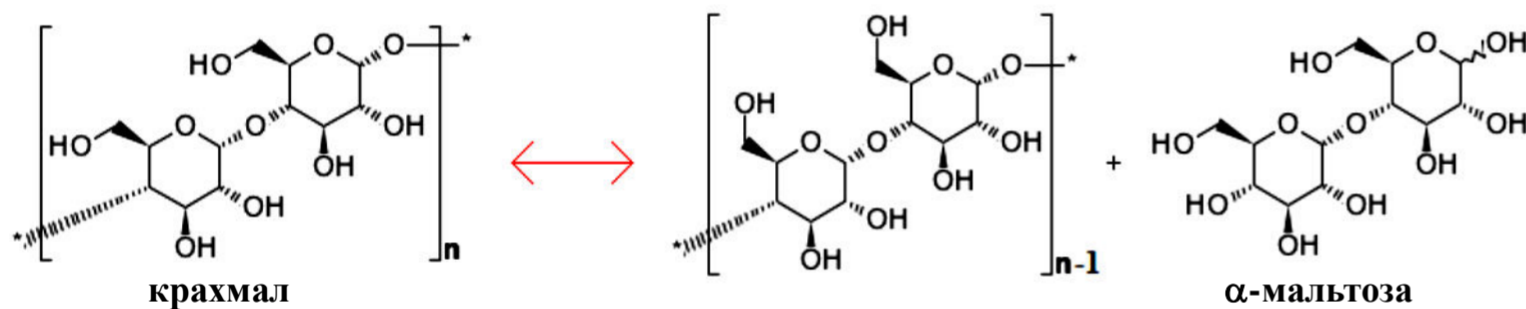
Ядовитые змеи, нападая на добычу, поражают ее выдвигаемыми зубами, по каналу которых яд из ядовитой железы попадает в жертву

# Что еще есть в ротовой полости человека?

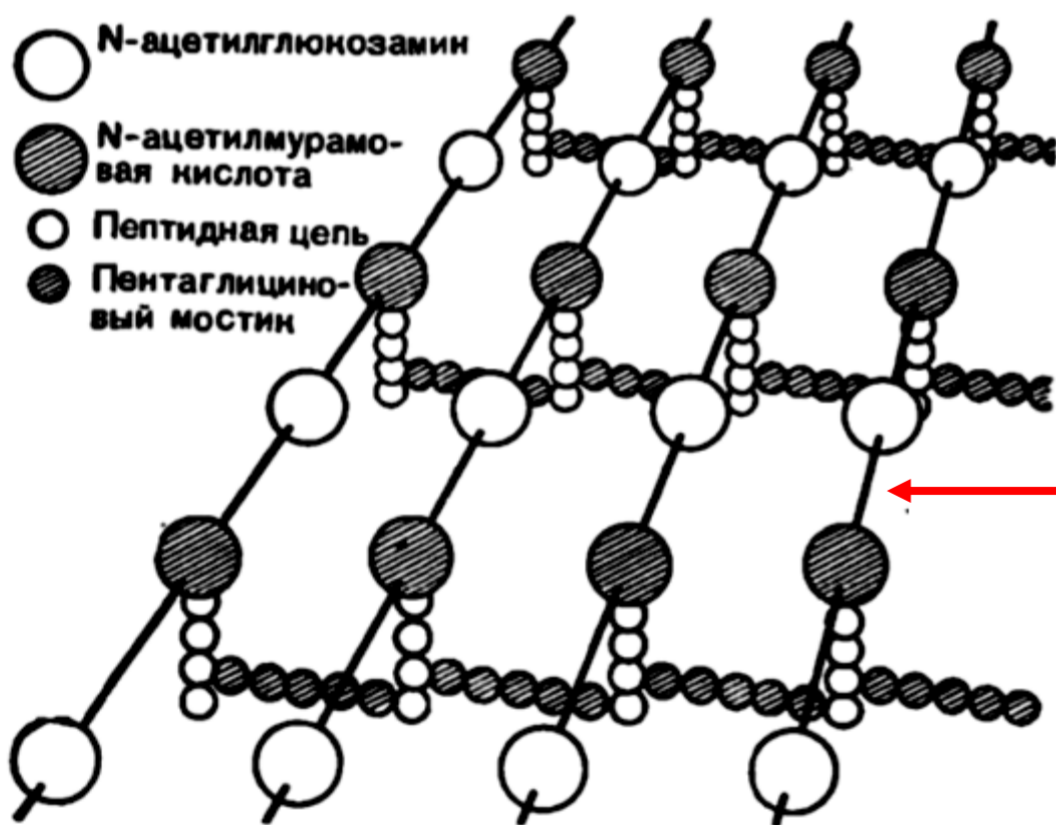
У человека 3 пары крупных слюнных желез и множество мелких



## Альфа-амилаза гидролизует крахмал до мальтозы



## Муреин (пептидогликан) клеточной стенки бактерий



**Фермент лизоцим гидролизует  $\beta$ -1,4-гликозидные связи. Это пример врожденного неспецифического гуморального иммунитета**

## Состав слюны

1. Вода (до 99%)
2. Минеральные катионы и анионы
3. Муцин (мукополисахариды или гликозаминогликаны и гликопротеины)
4. Ферменты (альфа-амилаза, липаза, лизоцим) и др.

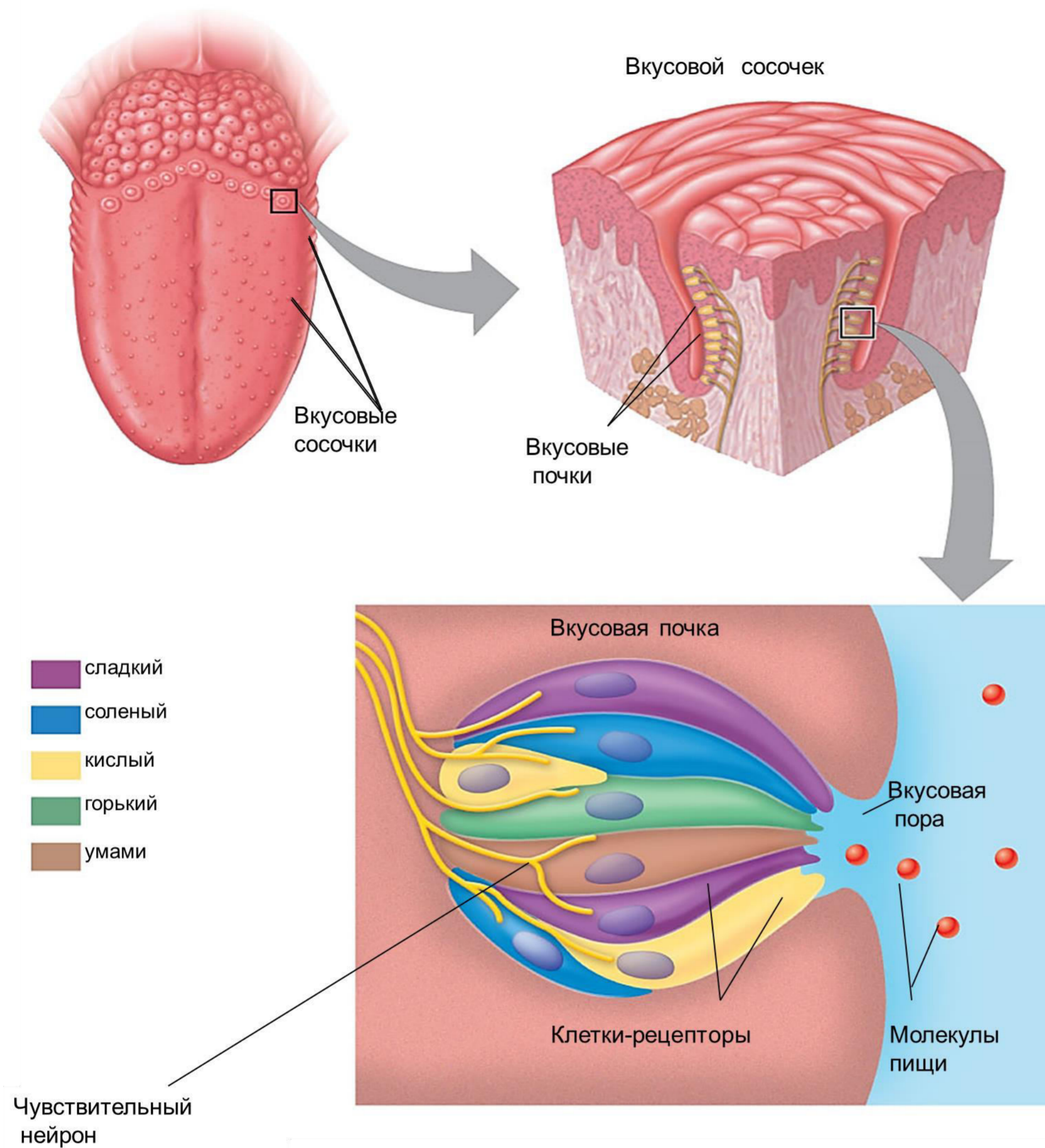
pH слюны - 6,2-7,4.

В день у человека выделяется 0,5-2л слюны. Конкретный состав слюны зависит от характера пищи и физиологического статуса организма. Например, стимуляция со стороны парасимпатической нервной системы приводит к выделению большого количества разбавленной слюны.

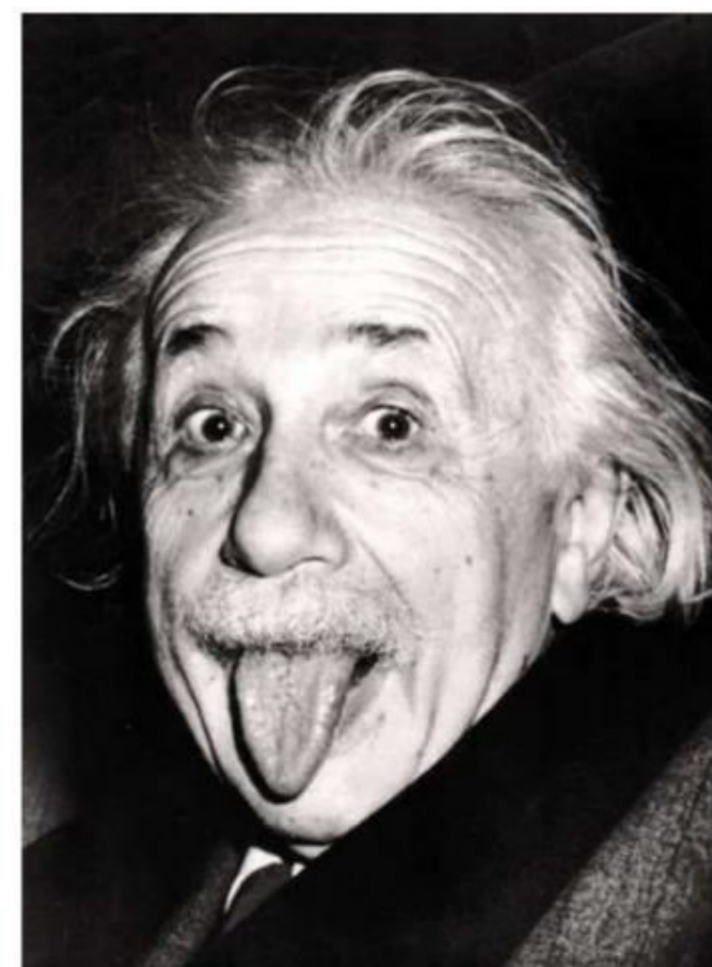
## Функции слюны

1. Смачивание рта и пищи в нем (образование пищевого комка, защита эпителия ротовой полости, обеспечение работы вкусовых рецепторов)
2. Начало пищеварения (гидролиз крахмала)
3. Защитная функция (поддержание pH во рту, работа лизоцима)

# Что еще есть в ротовой полости человека?

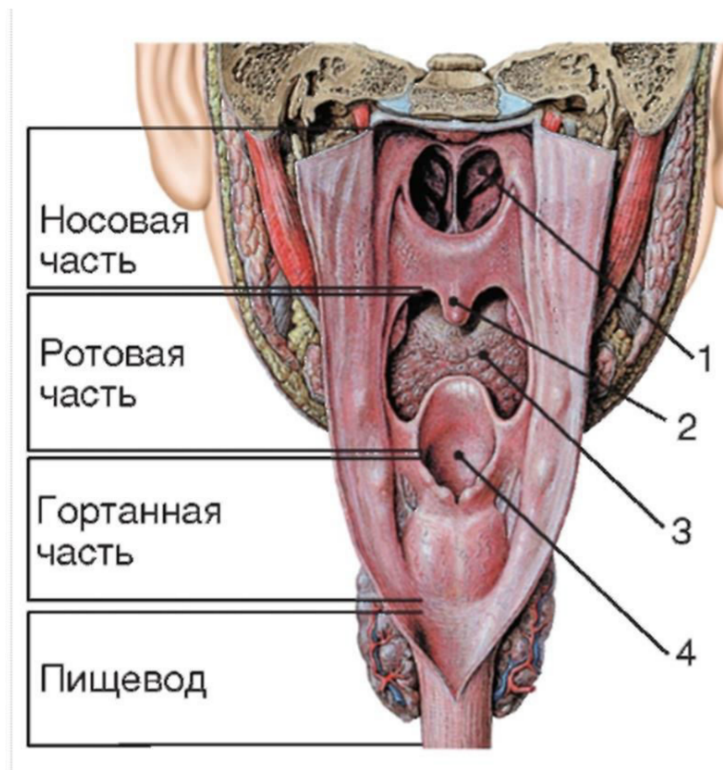


Зачем еще нужен мускулистый язык?



# Глотка – место перекреста дыхательных и пищеварительных путей.

Глотка – короткая трубка с семью дырками, подробнее см. «Дыхательная система»

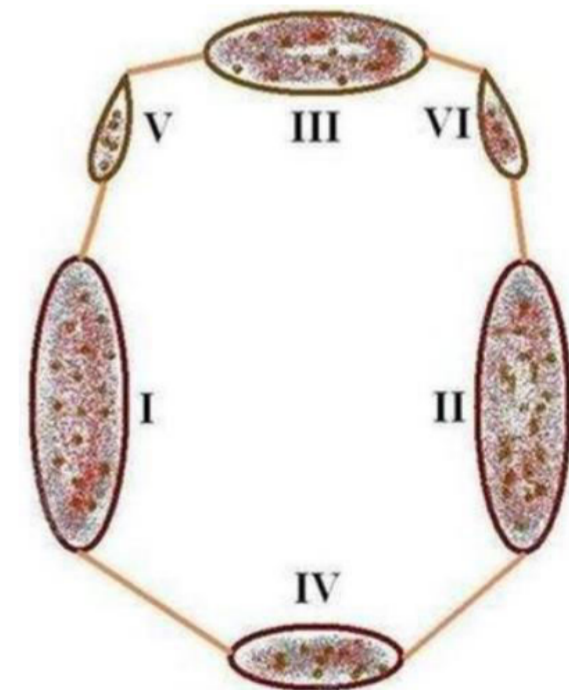
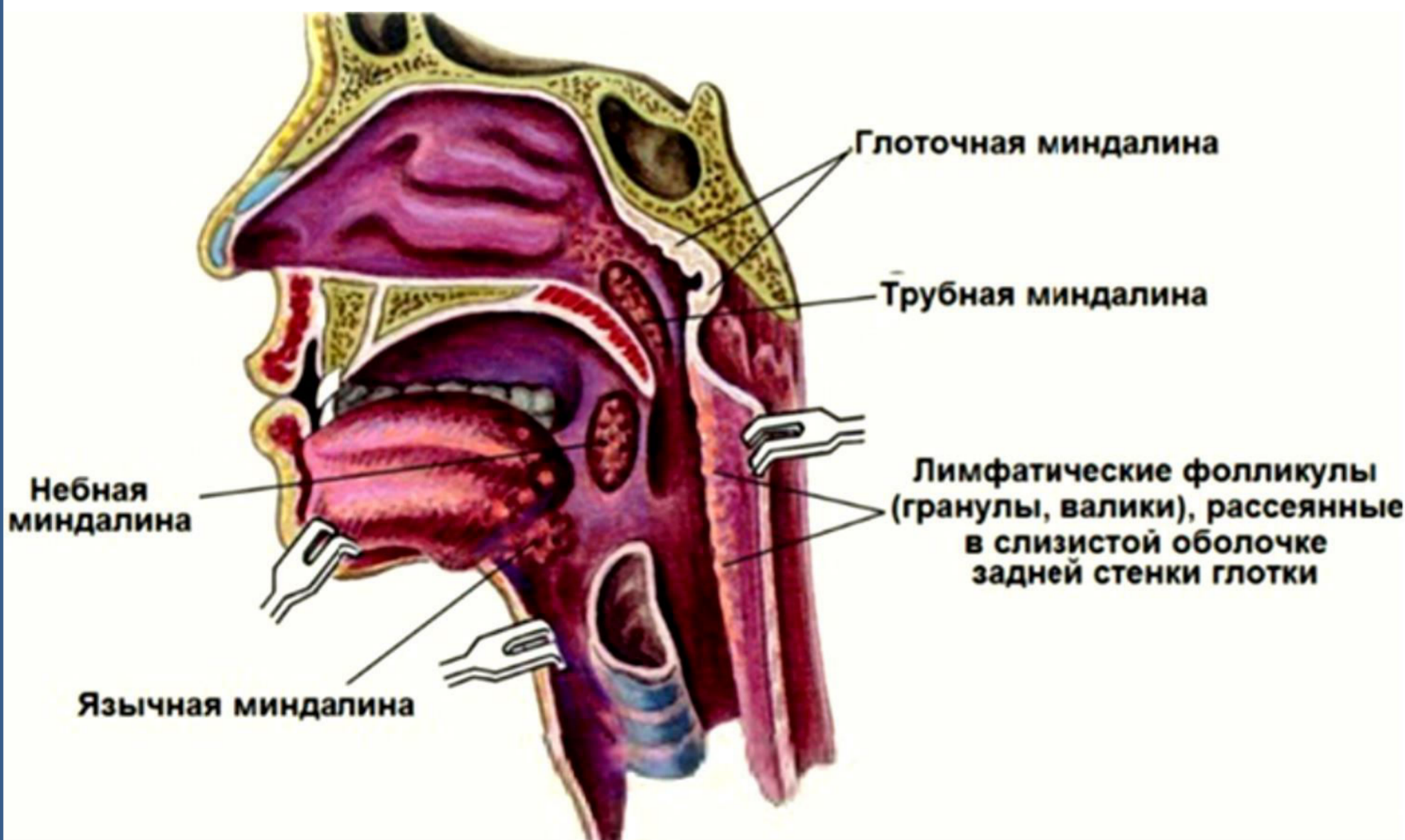


Полость глотки, вид сзади: 1 - хоана; 2 - мягкое нёбо; 3 - корень языка; 4 - вход в гортань

## Засада

Входы в организм охраняют периферические органы иммунной системы.

Миндалины, образующие глоточное лимфоидное кольцо, окружают вход в глотку из полости рта и полости носа.



I и II – небные миндалины,  
III – носоглоточная,  
IV – язычная,  
V и VI – трубные

То, что мы называем **гландами** – это небные миндалины (первая и вторая), лежащие в углублении между мягким небом и языком.

**Аденоиды** – это патологическое увеличение глоточной (носоглоточной) миндалины, лежащей в области свода и задней части стенки глотки

# Глотание

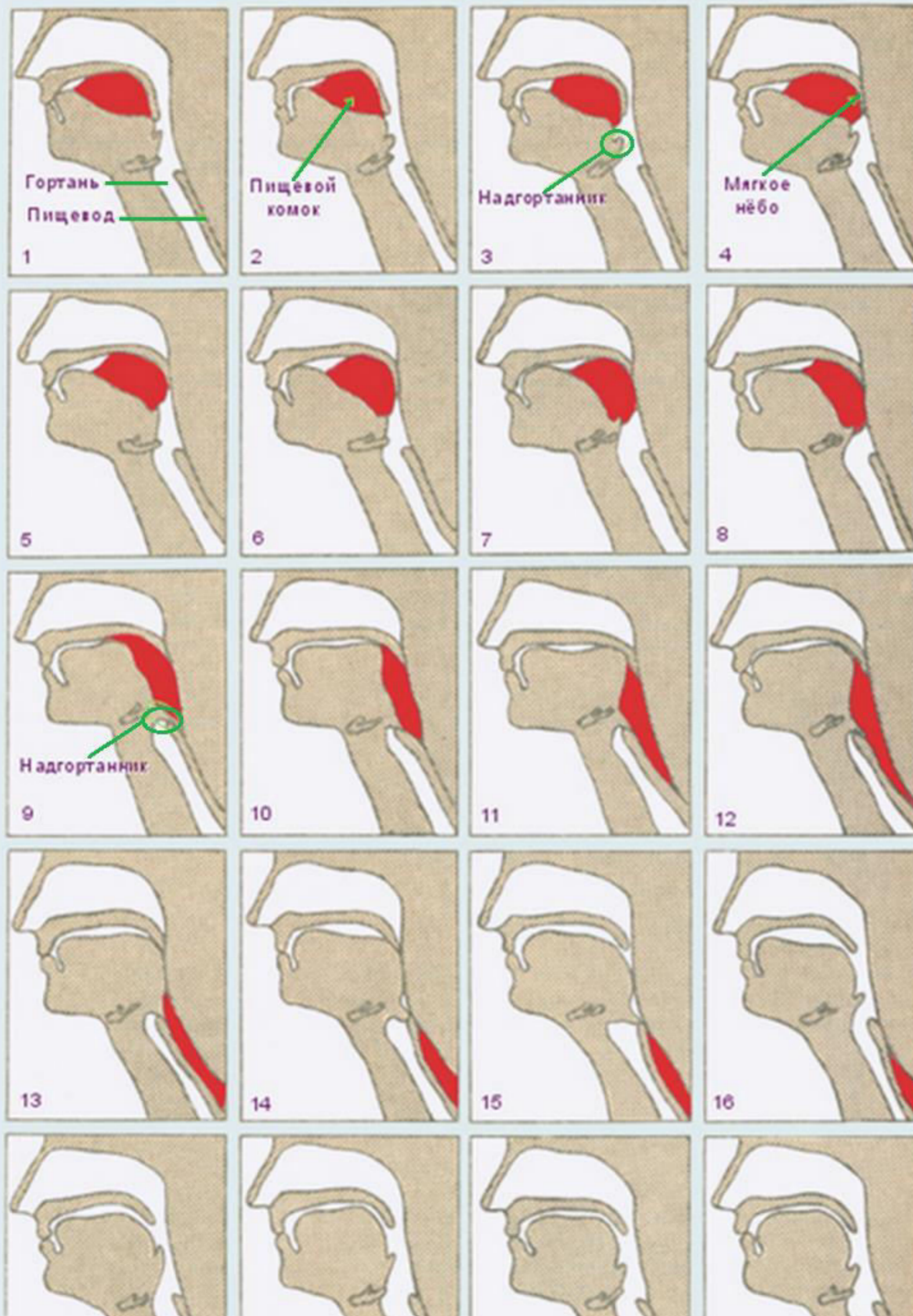
Ротовая фаза носит произвольный характер.

Поступление пищевого комка в глотку вызывает безусловный рефлекс.

«Центр глотания» находится в продолговатом мозге

Схема. Этапы акта глотания.

Модификация: Бабский Е.Б. и др. Физиология человека. М. Медицина, 1985.

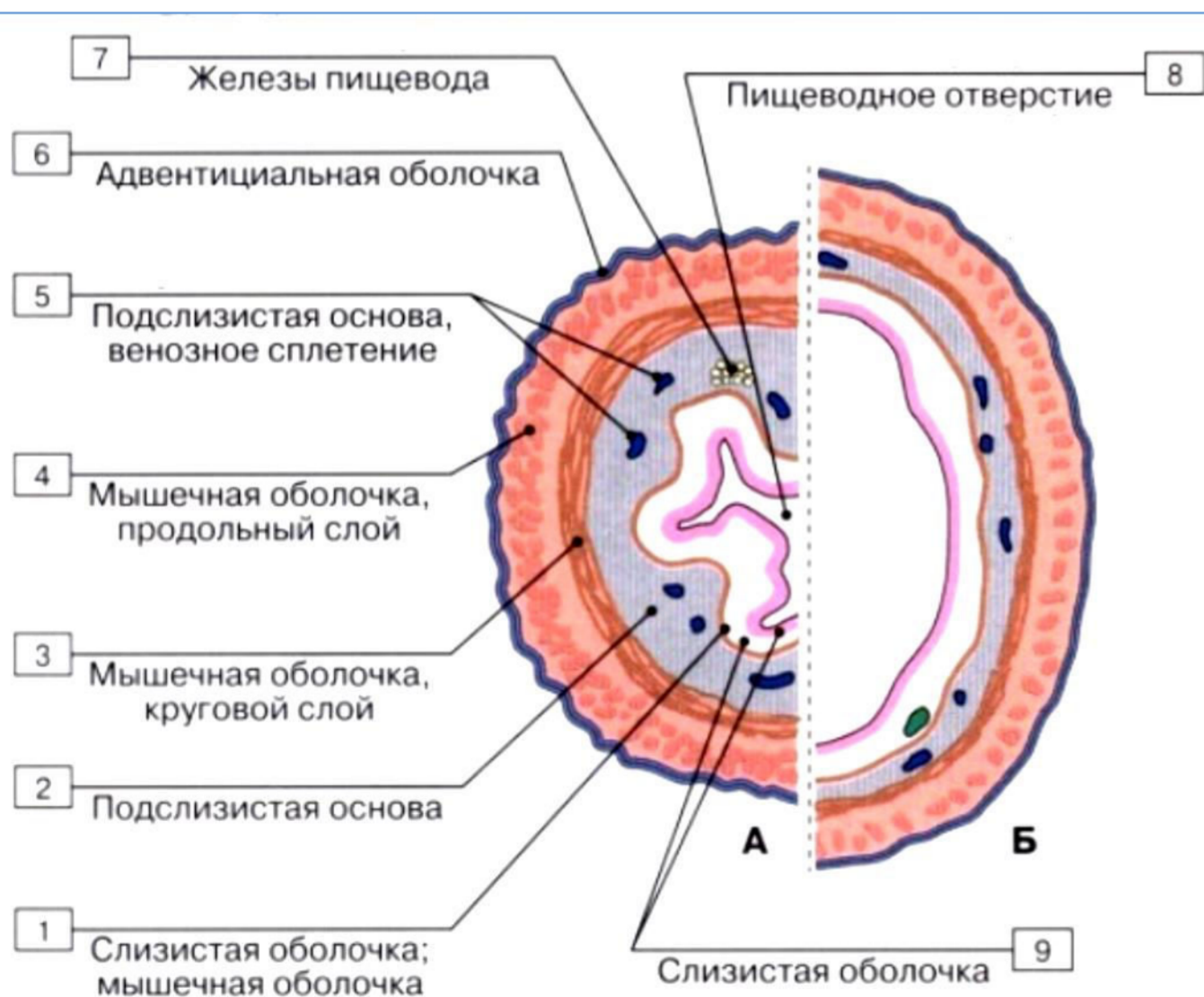


Вначале движениями передней части языка пищевой комок прижимается к твердому небу. Затем последовательными сокращениями средней части языка он отжимается кзади и скатывается на корень языка за передние нёбно-язычные дужки. Раздражение сенсорных рецепторов слизистой оболочки корня языка вызывает сокращение мышц, приподнимающих мягкое небо, и мышц языка. Приподнимание мягкого неба препятствует попаданию пищи в полость носа. Движения языка проталкивают пищевой комок в полость глотки. Одновременно с этим происходит сокращение мышц, смещающих подъязычную кость и вызывающих поднятие гортани. Вследствие этого вход в гортань закрывается надгортанником. Это препятствует поступлению пищи в дыхательные пути. Корень языка, приподнявшийся вверх и нёбно-язычные дужки, плотно прилегающие к языку, предотвращают возвращение пищи из глотки в полость рта. Вслед за поступлением пищи в полость глотки происходит сокращение мышц, суживающих просвет глотки выше пищевого комка, вследствие чего пищевой комок продвигается в пищевод.

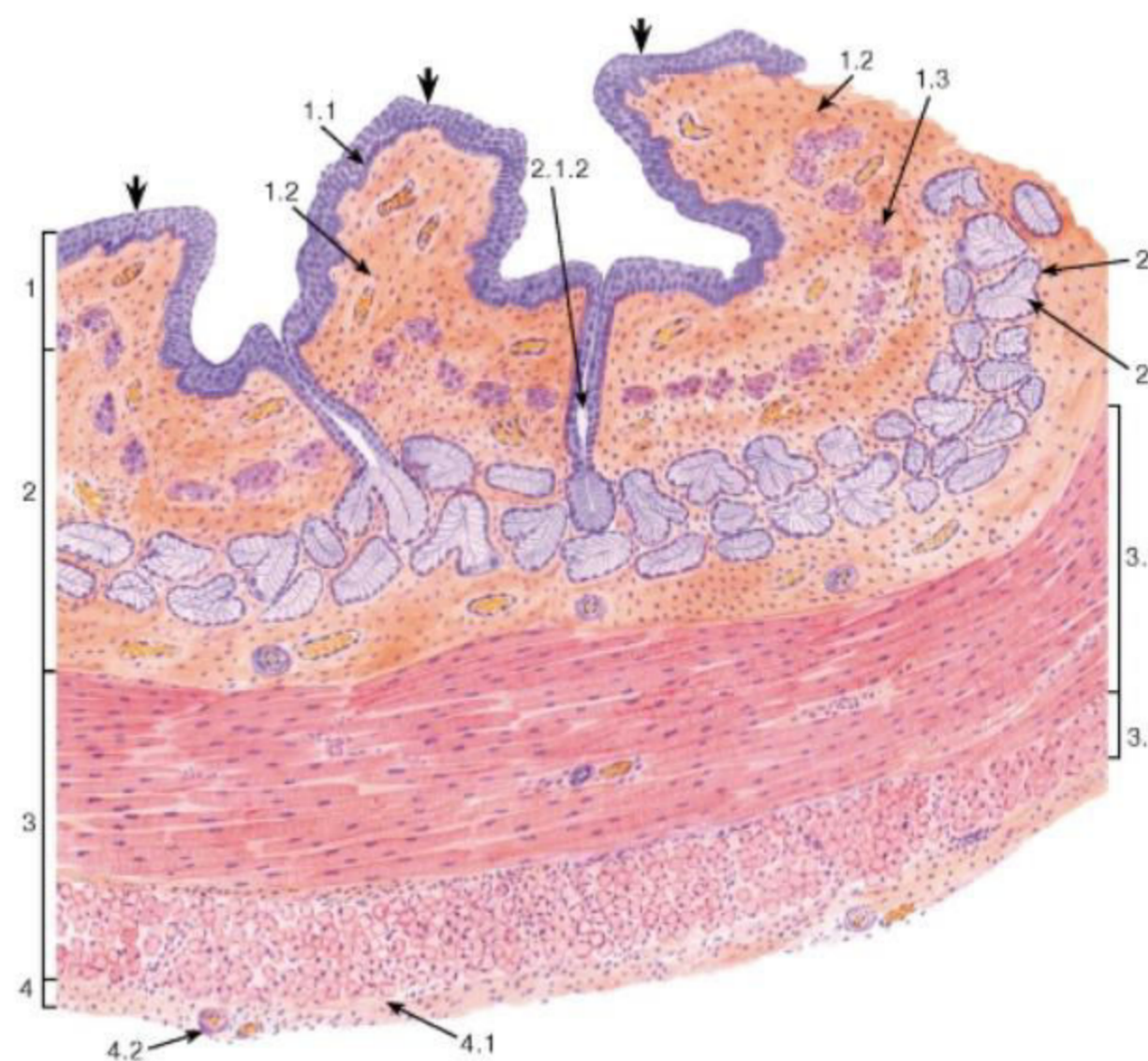
В акте глотания участвует большое количество мышц, сокращение которых происходит в результате их координации нервным центром глотания. Для формирования управляющих сигналов центру глотания

# Пищевод

- **Пищевод** – длинная мышечная трубка (примерно 26 см), соединяющая глотку с желудком.
- Пищевод проходит в средостении грудной полости и через отверстие в диафрагме выходит в брюшную полость.
- Концы пищевода замкнуты сфинктерами, верхним и нижним. Сфинктеры препятствуют обратному току пищевых масс по пищеварительному тракту и не допускают попадания агрессивного содержимого желудка в верхние отделы пищеварительного канала.
- Стенки пищевода состоят из четырех слоев: слизистой оболочки, подслизистой основы, мышечной и внешней адвентициальной оболочки.
- Слизистые железы в стенке пищевода выделяют слизь, которая защищает пищевод от механических повреждений при прохождении пищевого комка
- Мышечная оболочка состоит из 2-х слоев, внутренние круговые мышечные волокна и внешние продольные. В верхнего трети пищевода мускулатура поперечнополосатая, ниже она постепенно заменяется на гладкую



**А – состояние покоя, Б – прохождение пищевого комка по пищеводу**



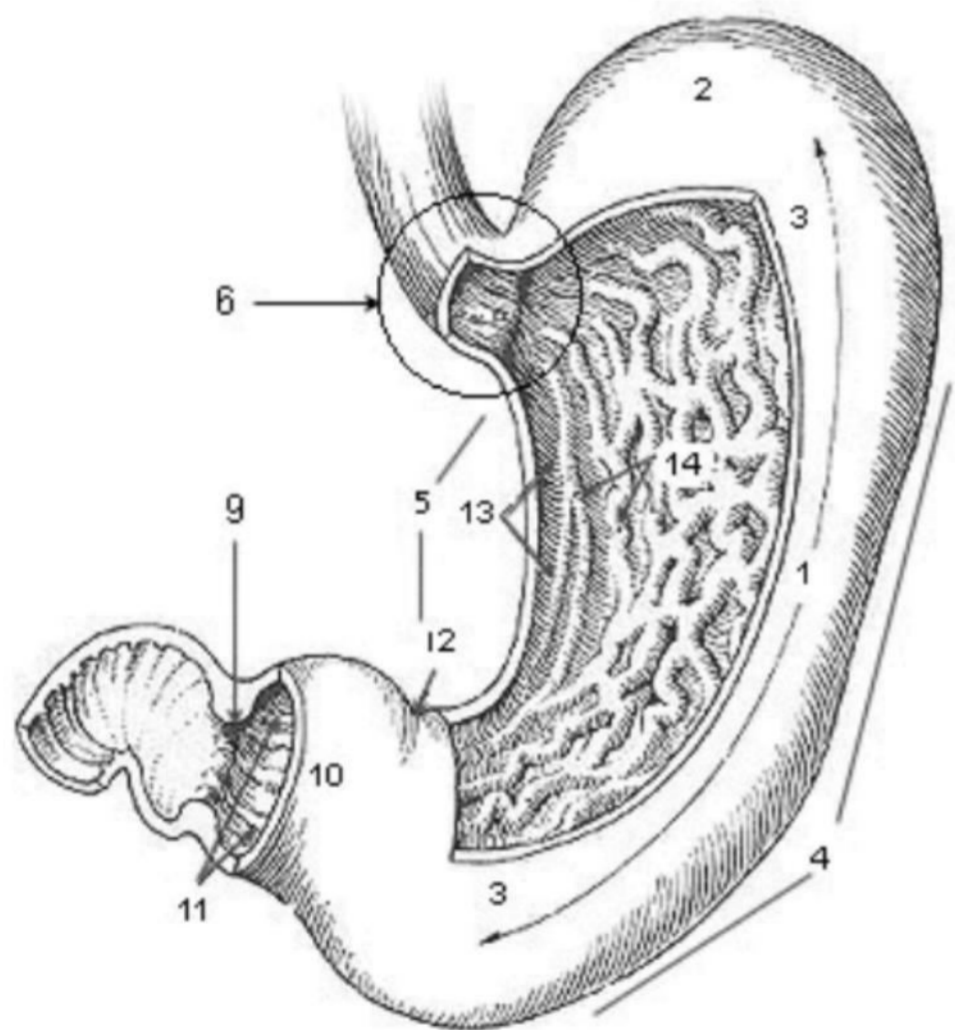
## Пищевод, верхняя треть

- 1 - слизистая оболочка, образующая продольные складки (толстые стрелки):
  - 1.1 - многослойный плоский неороговевающий эпителий,
  - 1.2 - собственная пластинка, 1.3 - мышечная пластинка;
- 2 - подслизистая основа, 2.1 - подслизистые железы, 2.1.1 - концевые отделы, 2.1.2 - выводной проток;
- 3 - мышечная оболочка: 3.1 - внутренний циркулярный слой, 3.2 - наружный продольный слой;
- 4 - адвентициальная оболочка:
  - 4.1 - рыхлая волокнистая соединительная ткань,
  - 4.2 - кровеносный сосуд [\[ref\]](#)

# Желудок. Строение

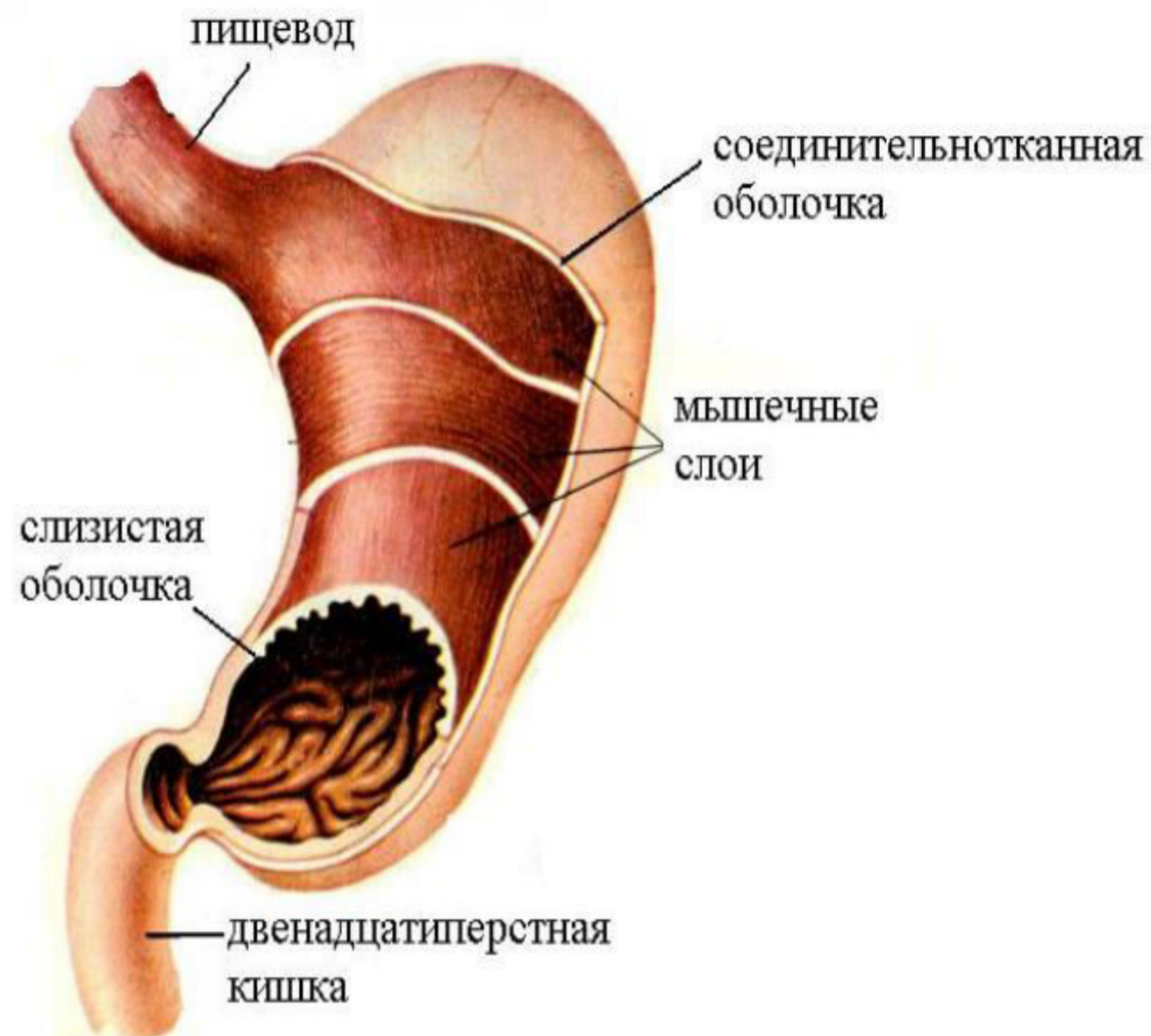
**Анатомически желудок подразделяется на четыре части:**

- **кардиальную** , примыкающую к пищеводу;
  - **пилорическую** или привратниковую , примыкающую к двенадцатиперстной кишке;
  - **тело желудка**, расположенное между кардиальной и пилорической частями;
  - **дно желудка** , расположенное сверху и влево от кардиальной части.
- В пилорическом отделе выделяют привратниковую пещеру (синоним – **антральная часть или антрум**) и канал **привратника**



1. Тело желудка. 2. Дно желудка. 3. Передняя стенка желудка. 4. Большая кривизна. 5. Малая кривизна. 6. Нижний пищеводный сфинктер (кардия). 9. Пилорический сфинктер. 10. Антрум. 11. Пилорический канал. 12. Угловая вырезка. 13. Борозда, формирующаяся во время пищеварения между продольными складками слизистой по малой кривизне. 14. Складки слизистой оболочки.

## Стенка желудка



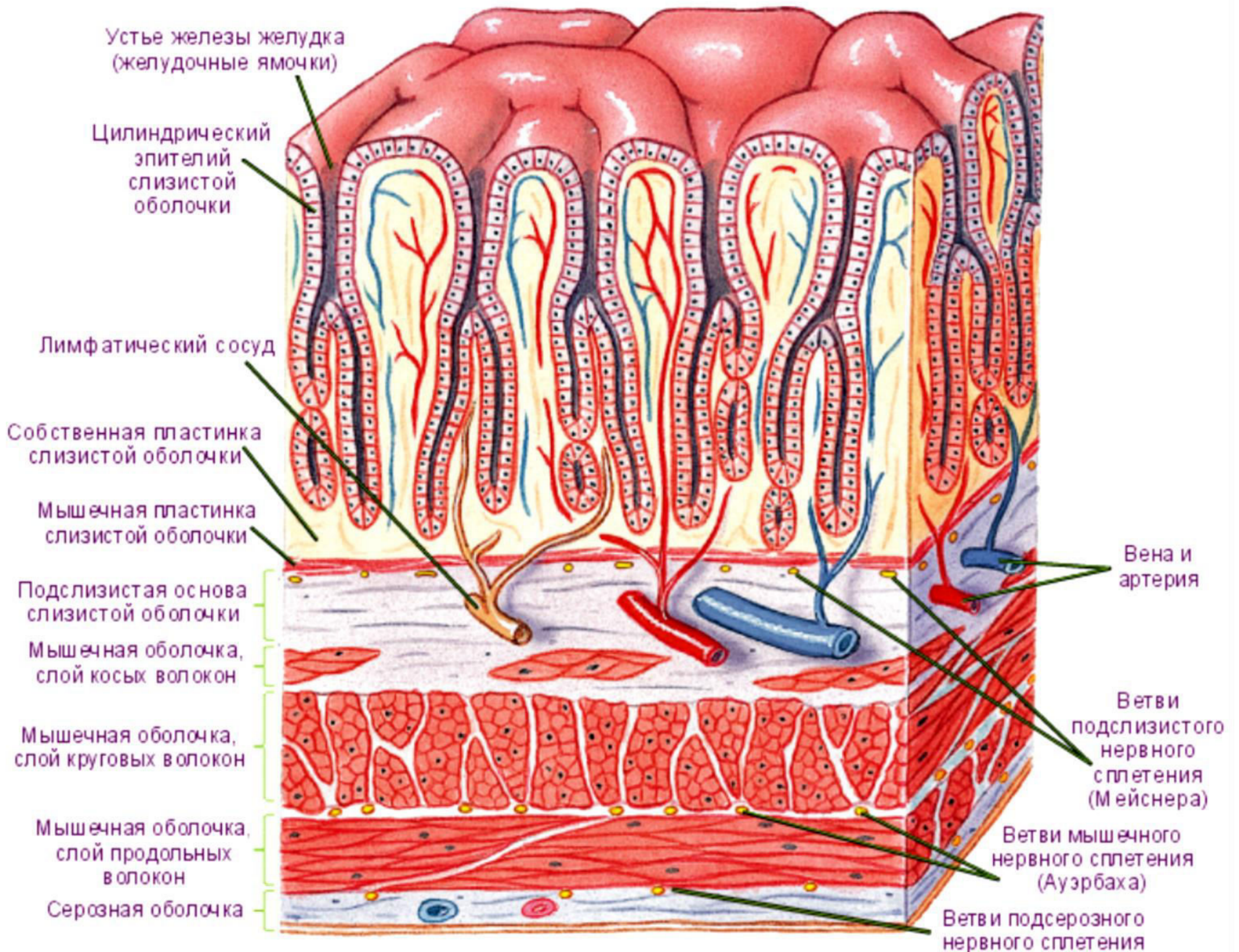
Стенка желудка состоит из четырех основных слоев (перечисленных, начиная от внутренней поверхности стенки к внешней):

- 1) слизистая оболочка, покрытая однослойным цилиндрическим эпителием;
- 2) подслизистая основа (рыхлая волокнистая соединительная ткань, крупные сосуды, подслизистое нервное сплетение) ;
- 3) мышечный слой, состоящий из трех подслоев гладкой мускулатуры:
  - внутренний подслой косых мышц
  - средний подслой круговых мышц
  - наружный подслой продольных мышц;
- 4) серозная оболочка.; отличается от адвентициальной по наличию на ее поверхности однослойного плоского эпителия (мезотелия), благодаря чему она не срастается с окружающими тканями, а обеспечивает отграничение от них и взаимное скольжение.



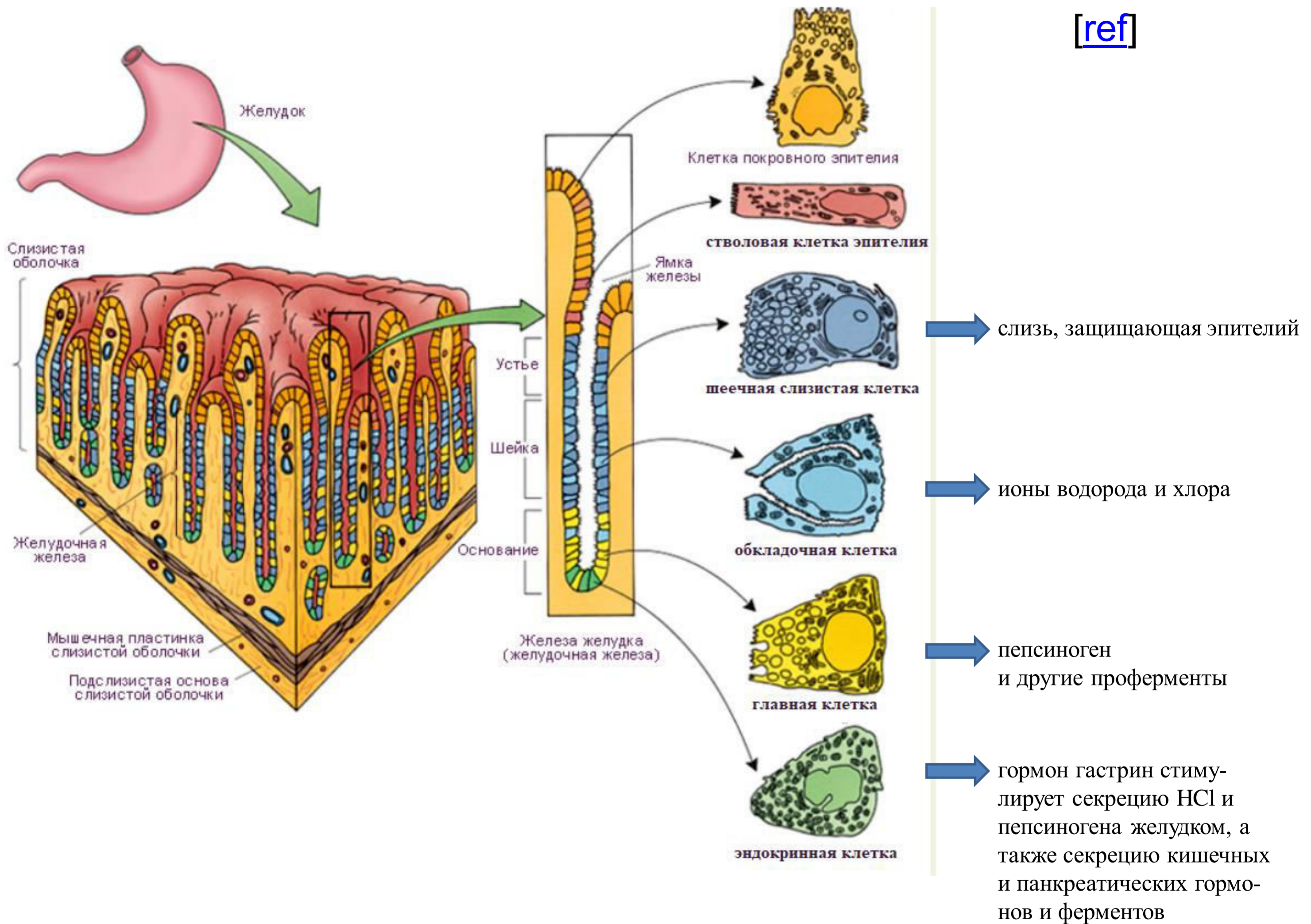
# Стенка желудка

[ref]

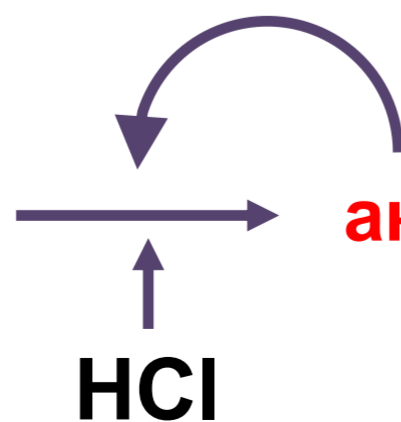


# Железы желудка

[ref]



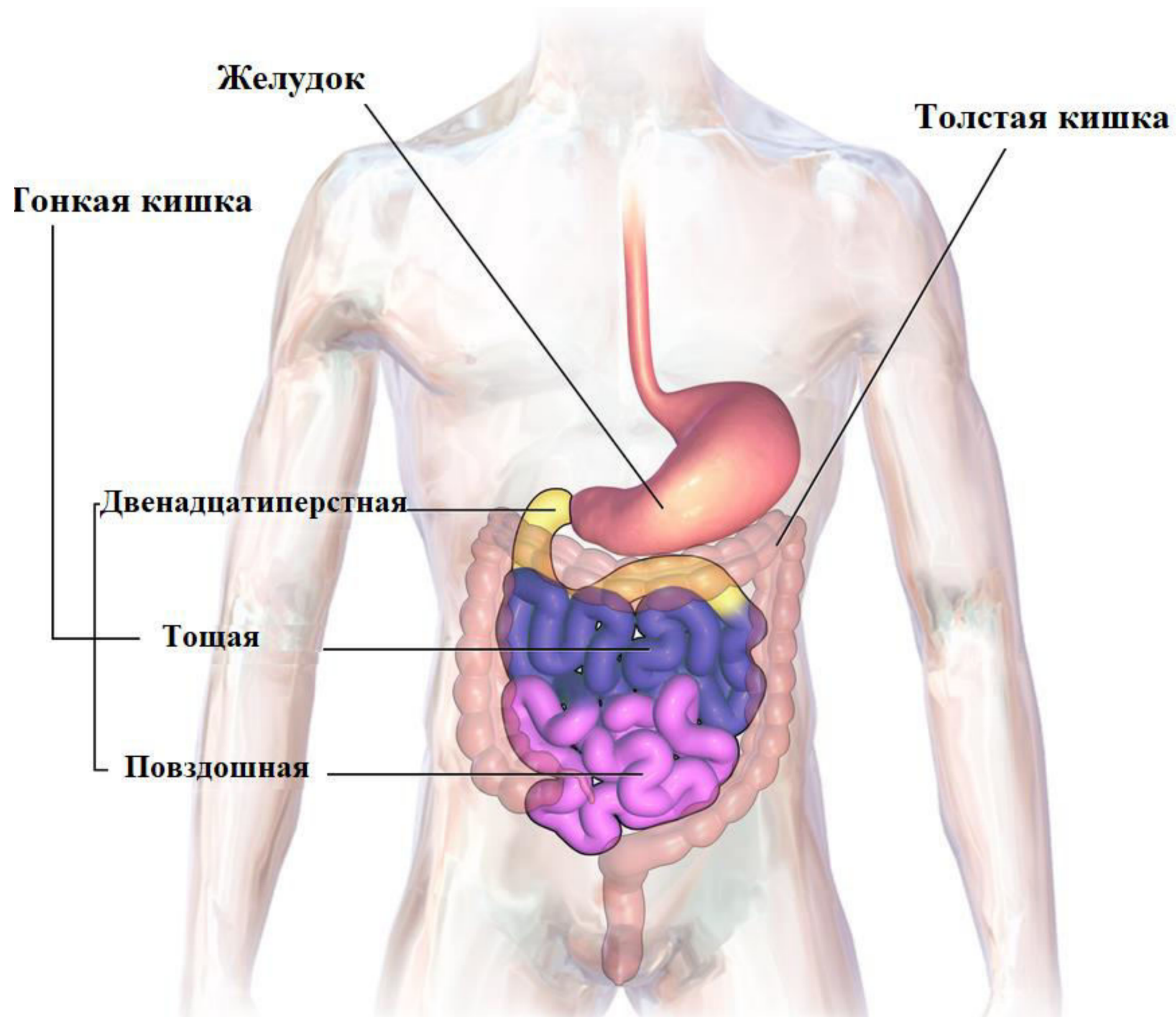
неактивный пепсиноген



активный пепсин

## Тонкая кишка состоит из трех отделов: двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишки, которые имеют сходные строение и функции.

- Тонкая кишка является самым длинным отделом пищеварительного тракта, её длина — 2,2—4,4 м у живого взрослого человека
- Место основного пищеварения и всасывания



**Mucosa**

- Epithelium
- Lamina propria
- Muscularis mucosae

**Submucosa**

- Submucosal gland
- Blood vessel
- Submucosal nerve plexus

**Muscularis**

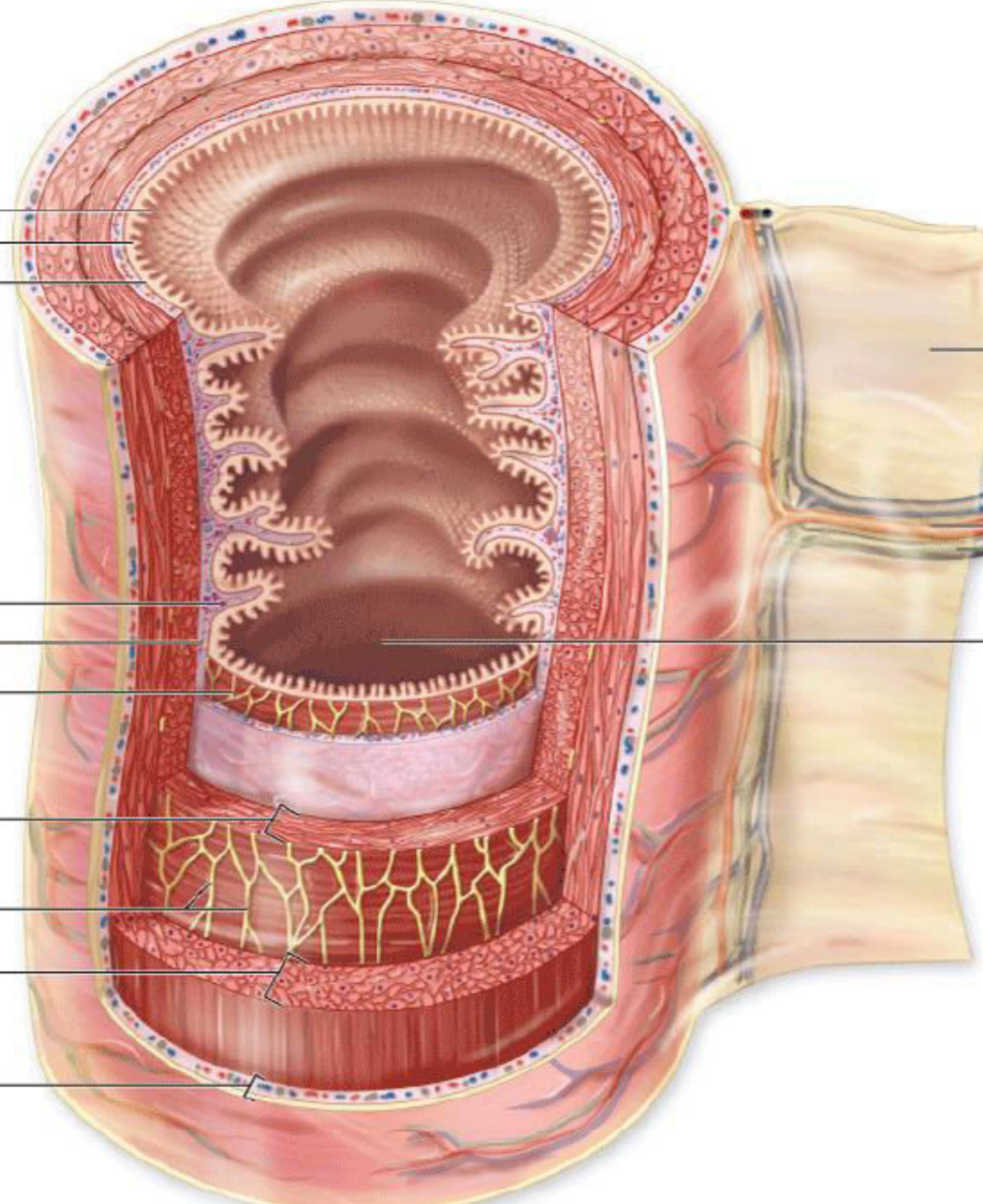
- Inner circular layer
- Myenteric nerve plexus
- Outer longitudinal layer

**Serosa**

Mesentery

- Vein
- Artery
- Lymph vessel

Lumen



Vein carrying blood to liver

Villi

Microvilli (brush border) at apical (luminal) surface

Lumen

Muscle layers

Blood capillaries

Epithelial cells

Basal surface

Intestinal wall

Villi

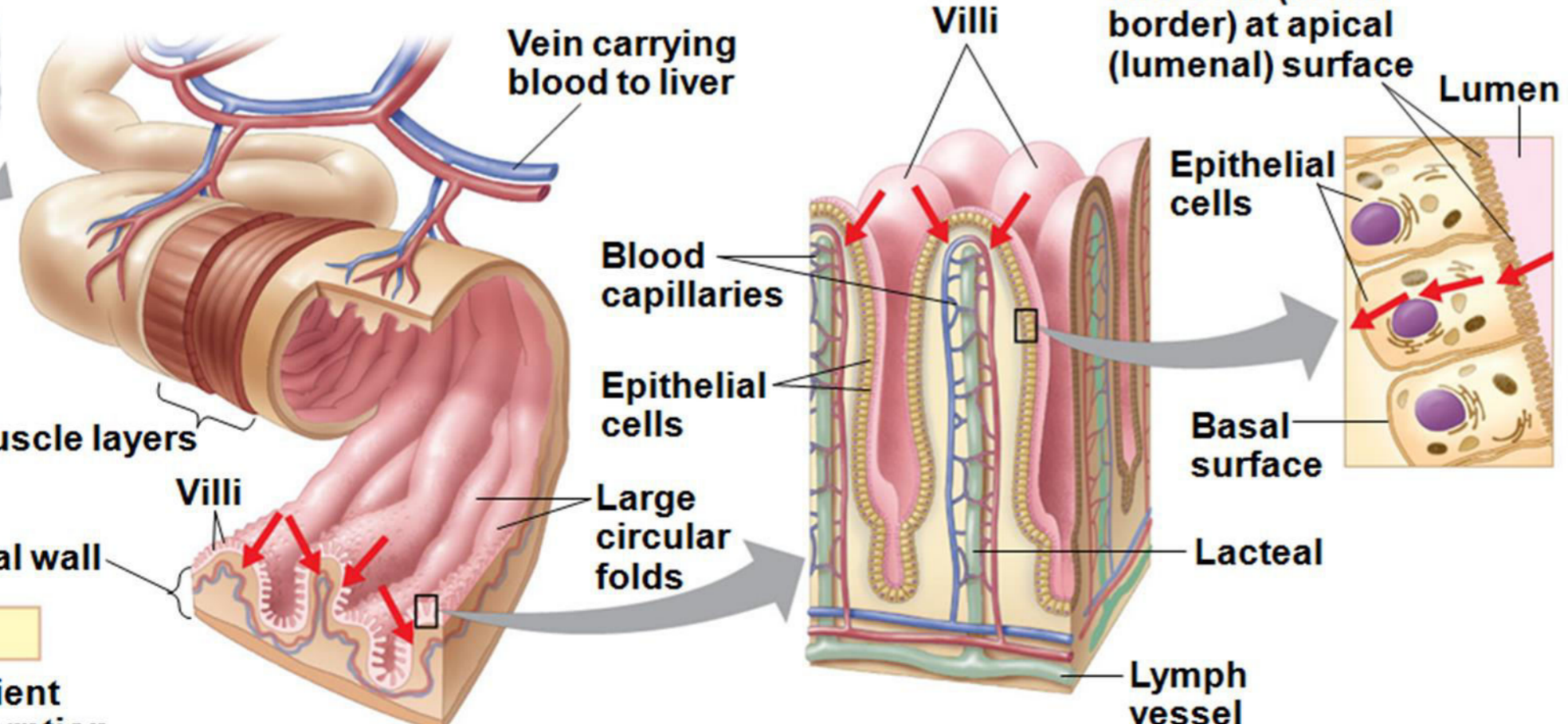
Large circular folds

Lacteal

Lymph vessel

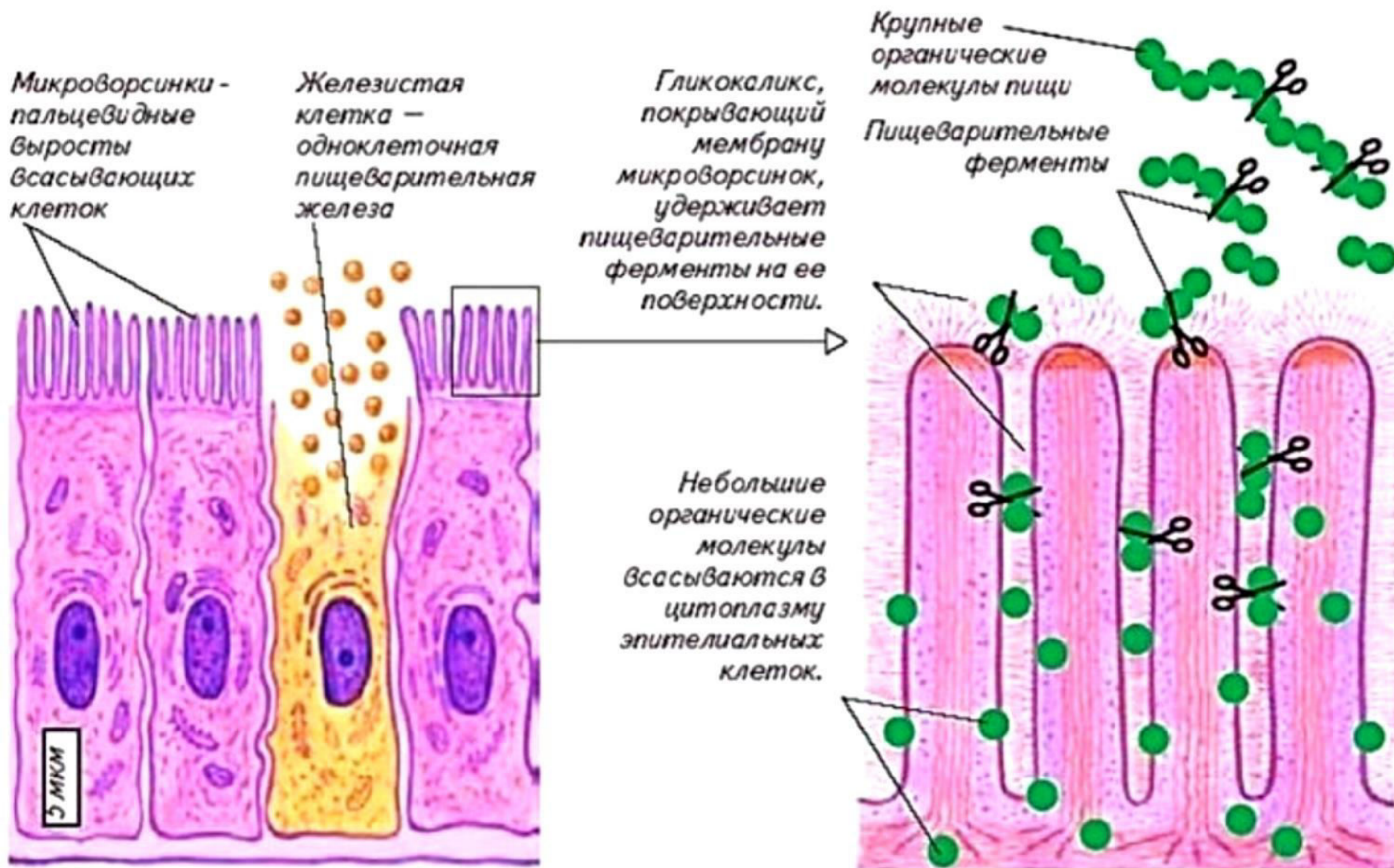
**Key**

➔ Nutrient absorption



В тонкой кишке одновременно происходит

- полостное пищеварение,
- пристеночное (мембранное) пищеварение,
- всасывание небольших молекул.



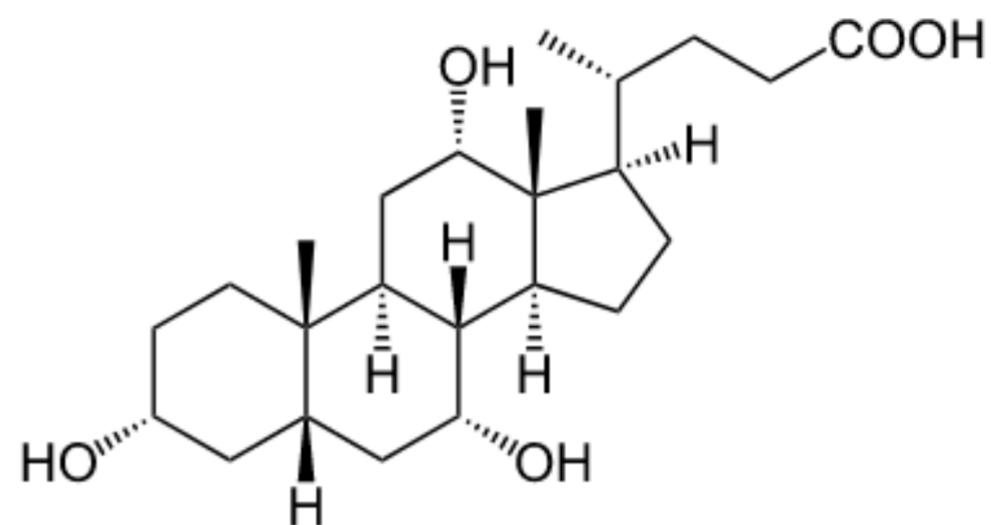
### Мембранное пищеварение.

В слое слизи между микроворсинками тонкого кишечника и непосредственно на их поверхности происходит пристеночное (мембранное) пищеварение

# Желчь

Таблица 53.10. Состав печеночной и пузырной желчи

	Печеночная желчь (секретируемая)		Пузырная желчь
	Процент от цельной желчи	Процент от общего количества твердых веществ	Процент от цельной желчи
Вода	97,00	....	85,92
Твердые вещества	2,52	....	14,08
Желчные кислоты	1,93	36,9	9,14
Муцин и пигменты	0,53	21,3	2,98
Холестерол	0,06	2,4	0,26
Эстерифицированные и неэстерифицированные жирные кислоты	0,14	5,6	0,32
Неорганические соли	0,84	33,3	0,65
Удельный вес	1,01	....	1,04
pH	7,1—7,3	....	6,9—7,7



Холевая кислота – одна из важнейших желчных кислот

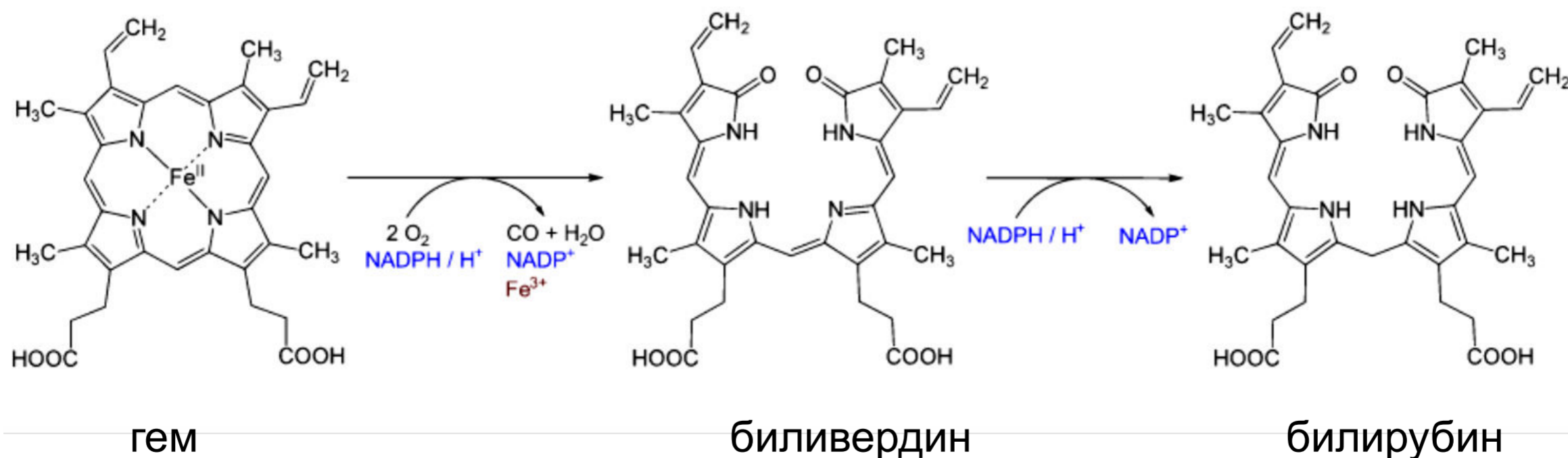
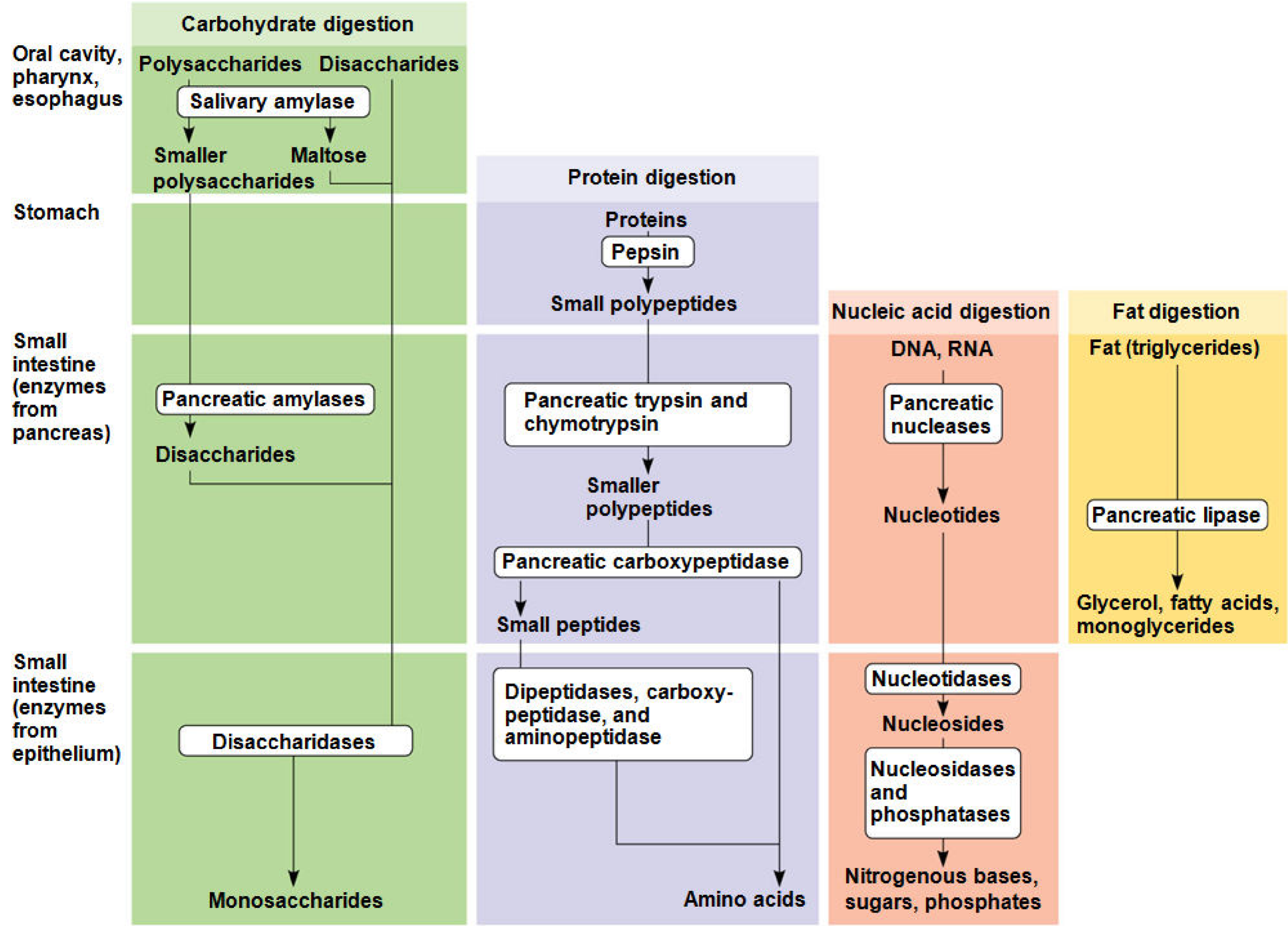


Figure 41.12-4



# Толстая кишка

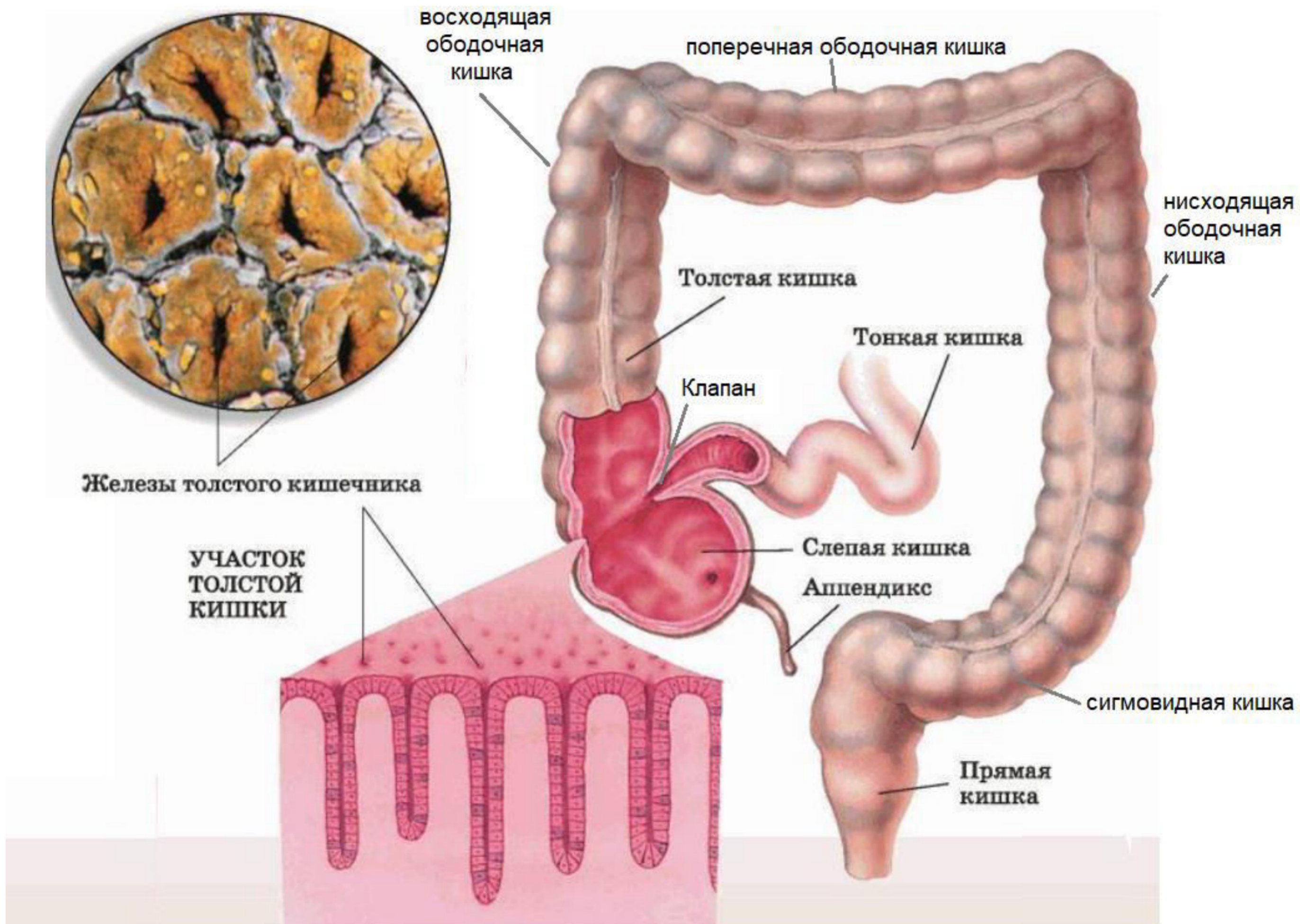
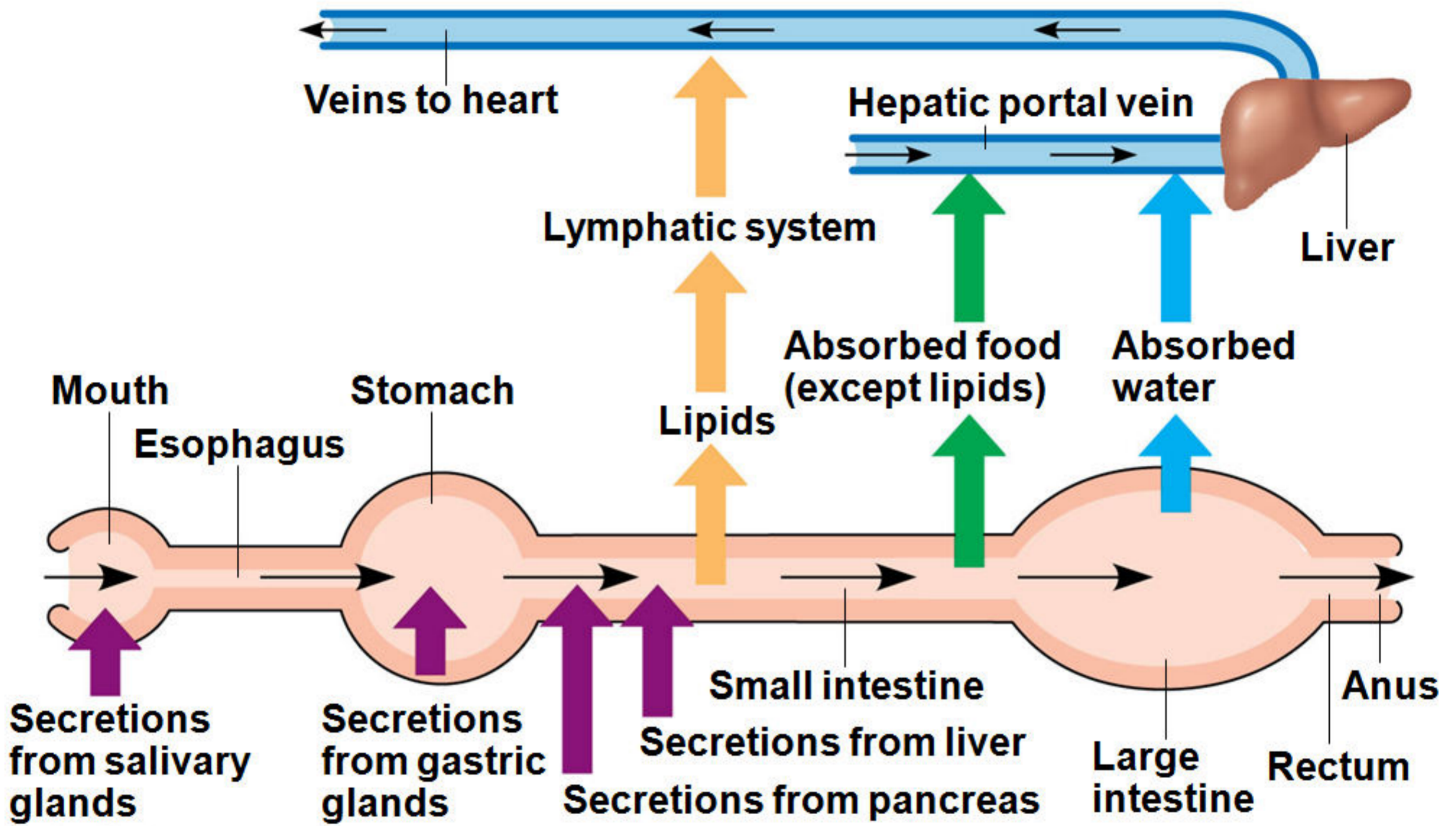
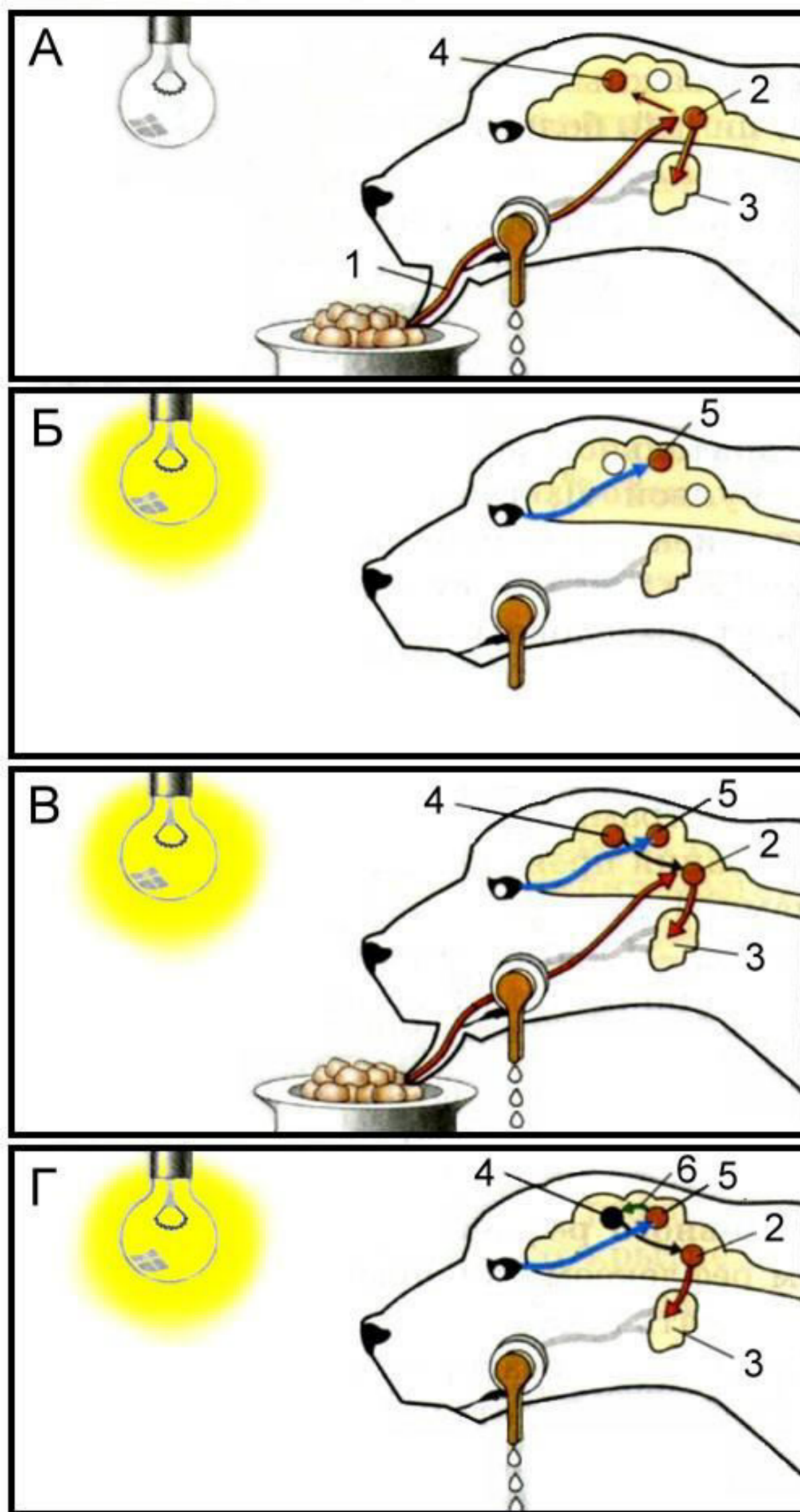




Figure 41.UN01





Пищевой центр - это совокупность нейронов, расположенных на разных уровнях ЦНС, регулирующих деятельность ЖКТ и обеспечивающих пищедобывающее поведение.

В него входят

- 1) ядра V, VII, IX, X пар черепно-мозговых нервов, отдельные нейроны ретикулярной формации продолговатого мозга; этот уровень регулирует моторную, секреторную и всасывательную функции всего ЖКТ;
- 2) гипоталамус, центры насыщения, голода, жажды;
- 3) лимбическая система обеспечивает пищевые инстинкты и пищедобывательное поведение;
- 4) кора больших полушарий обеспечивают определенные субъективные ощущения, условнорефлекторную реакцию пищеварительной системы.

## № 31Б. Регуляция пищеварения

### План ответа

1. Управление работой пищеварительной системы происходит нейро-гуморальным способом.
2. Рассмотрим сначала управление выделением пищеварительных соков. Оно основано на принципе экономии: нет пищи, значит, нет и соков.
  - 2.1. Отделение слюны начинается в результате безусловного рефлекса (пища попала в рот) и в результате условного рефлекса на вид, запах пищи.
  - 2.2. Сигнал о поступлении пищи в рот (или о наличии вблизи пищи) идет по волокнам блуждающего нерва к желудку, поджелудочной железе, печени и стимулирует выделение желудочного сока, панкреатического сока, желчи. Выделение соков в ответ на раздражение вкусовых рецепторов в ротовой полости - безусловный рефлекс, а в ответ на вид пищи, разговоры о ней - условный рефлекс. Этот же сигнал стимулирует специальные клетки слизистой желудка выделять гастрин - гормона, стимулирующий выделение желудочного пищеварительного сока.
  - 2.3. Пищевая кашица раздражает клетки стенок 12-перстной кишки и стимулирует их выделять кишечные гормоны. Эти гормоны увеличивают секрецию печени и поджелудочной железы.
3. Теперь рассмотрим управление моторикой желудочно-кишечного тракта.
  - 3.1. Жевание управляется с помощью безусловных рефлексов, контролируемых сознанием; центры рефлексов - в стволе головного мозга;
  - 3.2. Продвижение пищевого комка изо рта к глотке контролируется сознанием;
  - 3.3. Глотание (движение пищи через глотку и верхнюю часть пищевода) управляется безусловными рефлексами.
  - 3.4. Активность мышц желудка и кишечника управляется автономной метасимпатической нервной системой. Парасимпатическая нервная система (блуждающий нерв!) и кишечные гормоны стимулируют моторику желудка и кишечника.
  - 3.5. Расслабление анального сфинктера - безусловный рефлекс на растяжение прямой кишки; рефлекс у взрослых контролируется сознанием.
4. И, наконец, можно рассказать о регуляции пищевого поведения.

В гипоталамусе есть центры насыщения и голода, реагирующие на концентрацию глюкозы в крови и степень растяжения желудка. Стимуляция этих центров вызывает соответствующие ощущения. Стимуляция центра голода вызывает увеличение секреции пищеварительных соков, усиление моторики кишечника, увеличивает приток крови к нему.

### Полезные

1. Надо уметь отдельно рассказывать о нервной и о гуморальной регуляции.

