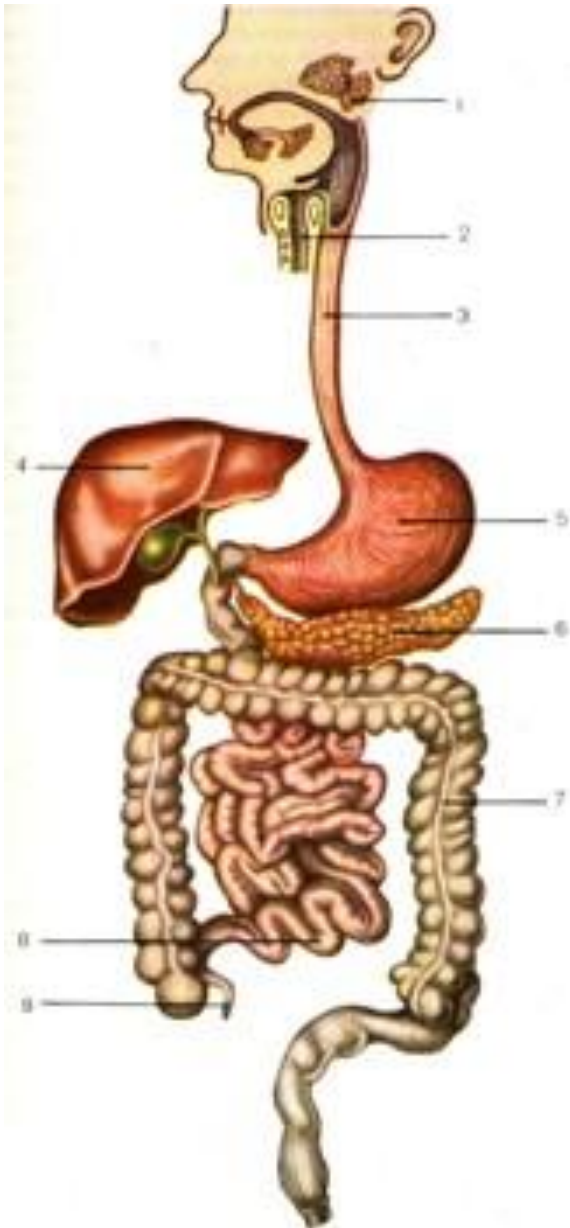


ФИЗИОЛОГИЯ ПИТАНИЯ



Значение пищеварения в жизнедеятельности организма. Общие закономерности процессов пищеварения. Строение пищеварительной системы.

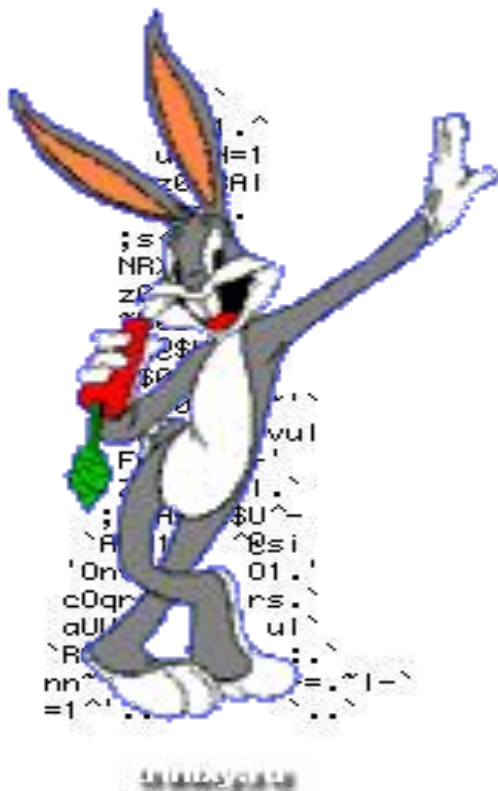




Питание



— это сложный и взаимосвязанный процесс поступления в организм пищевых веществ, их переваривания, всасывания, усвоения доставленных нутриентов клетками организма (ассимиляции), распада пищевых веществ (диссимиляции) и выведения из организма конечных продуктов обмена веществ (метаболизма).

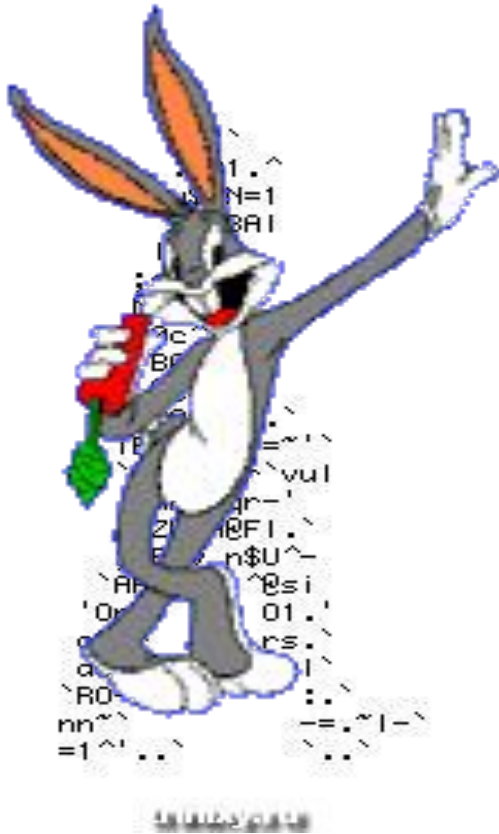




Пищеварение



- совокупность физических химических и физиологических процессов, обеспечивающих обработку и превращение пищевых продуктов в простые химические соединения способные усваиваться клетками организма. Обязательным условием является утрата видовой специфичности белков, иначе они будут воспринять системой иммунитета как чужеродные вещества. Эти процессы идут в определенной последовательности во всех отделах пищеварительной системы и обеспечиваются регуляторными механизмами различного уровня



- **Пищеварительная система** - система органов, в которой происходит переваривание пищи всасывание переработанных и выделение непереваренных веществ. Она включает пищеварительный тракт и пищеварительные железы.
- **Пищеварительный тракт** — это трубчатая часть пищеварительной системы, в котором различают ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, тонкую и толстую кишку.
- В свою очередь желудок, тонкий и толстый кишечник составляют *желудочно-кишечный тракт (ЖКТ)*.

Пищеварительные железы

(слюнные, желудочные, кишечные,
поджелудочная железа, печень)

Располагаются по ходу пищеварительного тракта и в обрабатывают пищеварительные соки.

Последовательная цепь процессов расщепления пищевых веществ до мономеров, способных всасываться в организме, называется ***пищевым конвейером***

ТИПЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ

- По происхождению гидролитических ферментов различают три типа пищеварения:
- 1. *Собственное* — осуществляется ферментами, синтезированными пищеварительными железами человека;
- 2. *Симбионтное* — происходит под влиянием ферментов, синтезированных микроорганизмами пищеварительного тракта (расщепление клетчатки в толстом кишечнике);
- 3. *Аутолитическое* — осуществляется ферментами, содержащимися в принимаемой пище.

ВИДЫ

ВНЕКЛЕТОЧНОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ

1. *Дистантное (полостное)* — происходит в полостях пищеварительного тракта под действием ферментов пищеварительных секретов в полостях ЖКТ на расстоянии от места образования этих ферментов;
2. *Контактное (пристеночное, или мембранное)* — идет на поверхности микроворсинок тонкого кишечника с участием ферментов, фиксированных на клеточной мембране.

• В результате пищеварения образуются продукты переваривания, которые всасываются слизистой оболочкой пищеварительного тракта, поступают в кровь и лимфу, а затем усваиваются клетками организма

Основные функции пищеварительной системы:

- *секреторная,*
- *моторная (двигательная),*
- *сасывательная,*
- *эндокринная,*
- *экскреторная (выделительная),*
- *защитная*

1. Секреторная функция

связана с выработкой пищеварительных соков, содержащих ферменты.

- Слюнные железы вырабатывают слюну,
- Желудочные железы — желудочный сок,
- Поджелудочная железа — поджелудочный сок,
- Печень -желчь,
- Кишечные железы — кишечный сок.

Всего за сутки вырабатывается около 8,5 л соков

- **Ферменты** пищеварительных соков обладают выраженной специфичностью — каждый из них действует на конкретное химическое соединение.
- **Ферменты** являются белками, и для их деятельности необходимы определенная температура, рН среды и др.
- Различают три основные группы пищеварительных ферментов:
 - 1. *Протеазы*, которые расщепляют белки до аминокислот;
 - 2. *Липазы* -расщепляют жиры до моноглицеридов и жирных кислот;
 - 3. *Карбогидразы* — расщепляют углеводы до моносахаридов.
- В клетках пищеварительных желез присутствует полный набор ферментов — **конститутивные ферменты**, соотношение между которыми может изменяться в зависимости от характера пищи. При поступлении нового вида пищи могут появляться **адаптированные** (индуцированные) ферменты с узкой направленностью действия.

2. Моторная (двигательная) функция

осуществляется мускулатурой пищеварительного аппарата и обеспечивает:

- жевание,
- глотание,
- перемешивание,
- передвижение пищи,
- всасывание воды,
- формирование каловых масс и их удаление во внешнюю среду

3. Всасывательная функция

- обеспечивается слизистой оболочкой, через которую с помощью различных механизмов транспорта переносятся в кровь и лимфу конечные продукты расщепления белков, жиров, углеводов, а также вода, соли и витамины

4. Эндокринная функция

- выделение гормонов специализированными эндокринными клетками слизистой оболочки ЖКТ и поджелудочной железы, которые регулируют моторную, секреторную и всасывательную функции, а также влияют на деятельность сердечно-сосудистой системы и ЦНС, регулируют обмен веществ и др.

В настоящее время выделено более 30 гормонов (гастрин, вилликинин, эндорфины и др.)

5. Экскреторная (выделительная) функция

- выведение из крови с секретами желез в полость пищеварительного тракта продуктов обмена (мочевина, аммиак, креатинин, креатин), солей тяжелых металлов и др

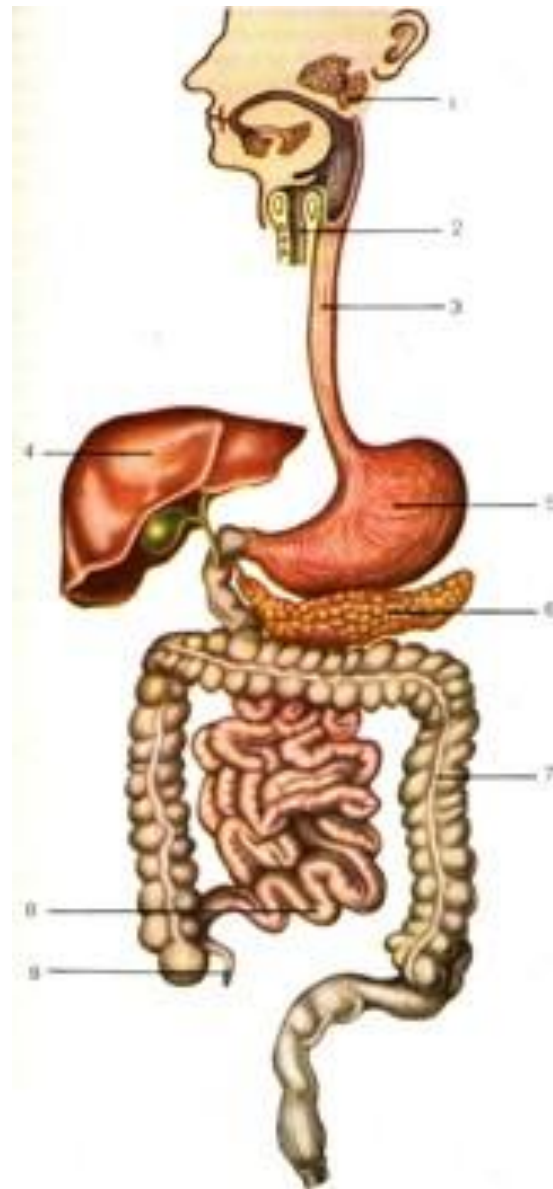
6. Защитная функция

ограждает организм от чужеродных агентов с помощью неспецифических и специфических механизмов.

- **Неспецифический механизм** : барьерная способность слизистых оболочек пищеварительного тракта препятствовать проникновению во внутреннюю среду вредных агентов; бактерицидное и бактериостатическое действие пищеварительных соков и др.
- **Специфический механизм** — защита иммунокомпетентными Т- и Б-лимфоцитами местной иммунной системы пищеварительного тракта (миндалины, червеобразный отросток и др.



ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА



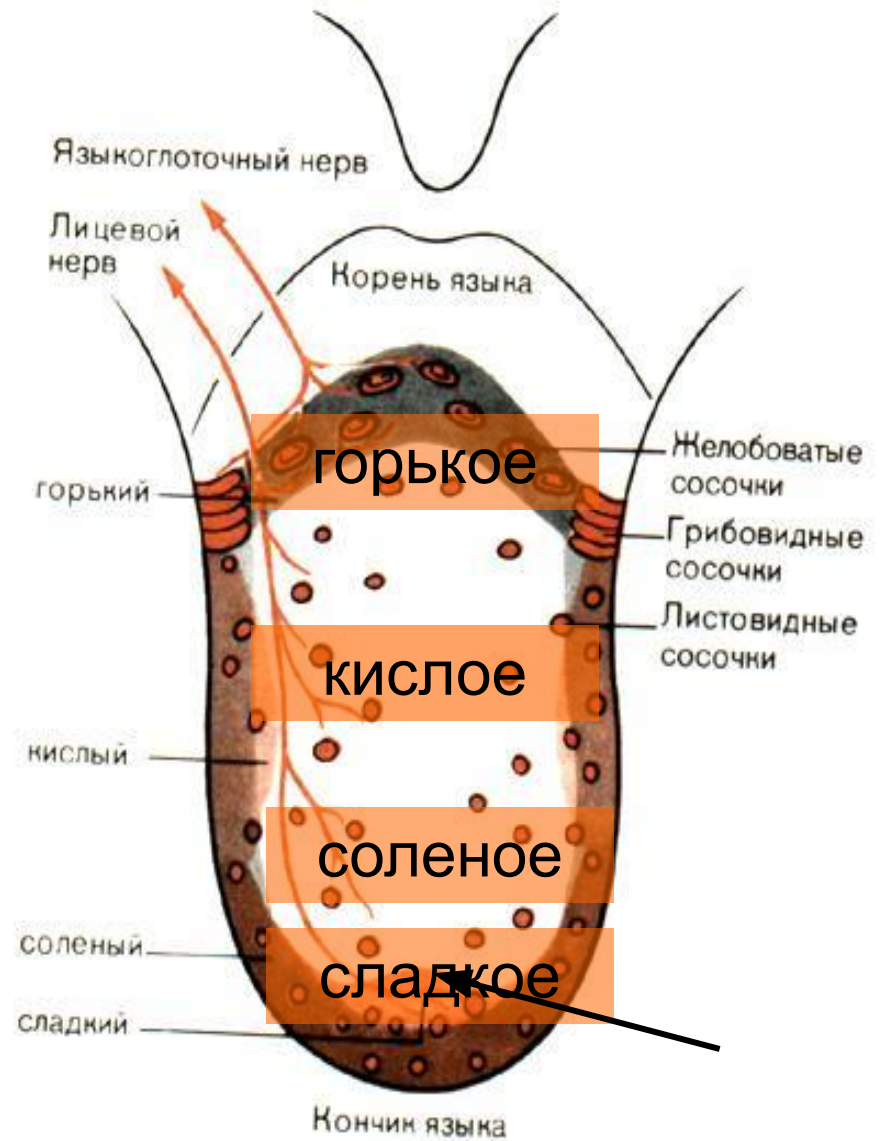
Пищеварение в ротовой полости. Глотка и пищевод



- Пищеварение начинается в *ротовой полости*. В состав ротовой полости входят язык, зубы, слюнные железы. В ней осуществляется прием пищи, анализ, размельчение, смачивание слюной и химическая обработка. Пища находится в полости рта в среднем около 15 секунд

Язык

- мышечный орган, покрытый слизистой оболочкой, состоящий из множества различных сосочков, которые содержат вкусовые нервные окончания
- кончик языка воспринимает сладкое,
- тело языка — кислое и соленое,
- корень — горькое.





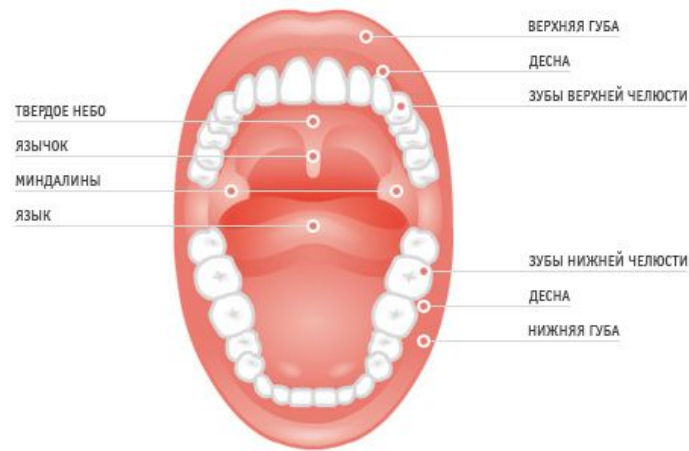
- Вкусовые ощущения воспринимаются, если анализируемое вещество растворено в слюне.
- Утром язык мало чувствителен к восприятию вкуса, усиливается чувствительность к вечеру (19—21 ч). Поэтому на завтрак следует включать продукты, усиливающие раздражение вкусовых рецепторов (салаты, закуски, фрукты; и др.).
- Оптимальная температура для восприятия вкусовых ощущений 35—40 °С.



- Чувствительность рецепторов снижается:
- в процессе еды,
- при однообразном питании,
- принятии холодной пищи,
- с возрастом.

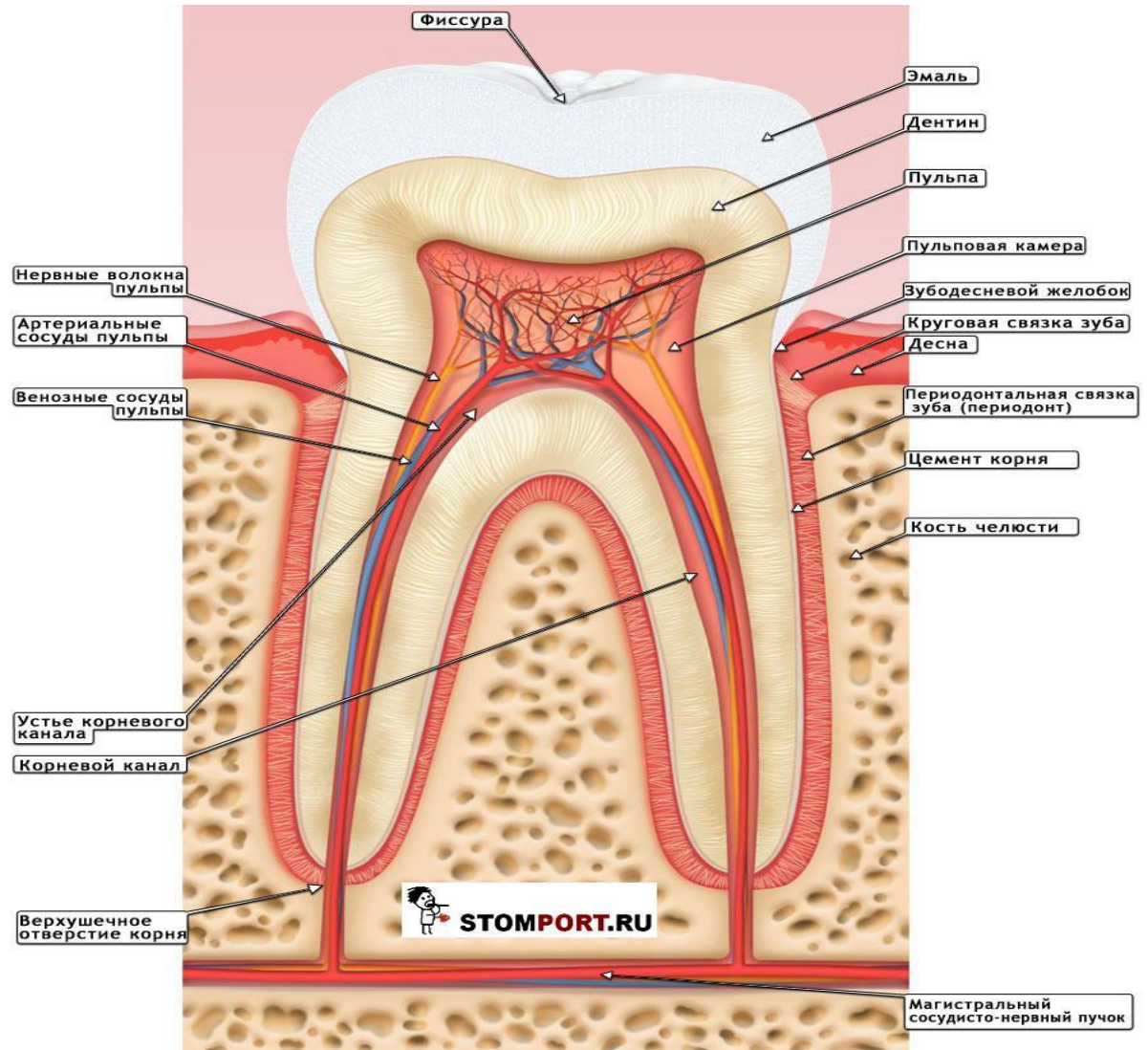
сладкая пища вызывает ощущение удовольствия, благоприятно влияет на настроение,
кислая может оказывать обратное действие

Зубы.



- В ротовой полости у взрослого человека всего 32 зуба
- — 8 резцов (передние зубы),
- 4 клыка,
- 8 малых
- 12 больших коренных зубов.
- Резцы откусывают пищу, клыки разрывают ее, коренные зубы разжевывают.

- **Зуб состоит из коронки, шейки и корня. Зубная полость заполнена *пульпой* — соединительной тканью, пронизанной нервами и кровеносными сосудами. Основу зуба составляет *дентин* — костная ткань. Коронка зуба покрыта *эмалью*, а корни — *зубным цементом*.**



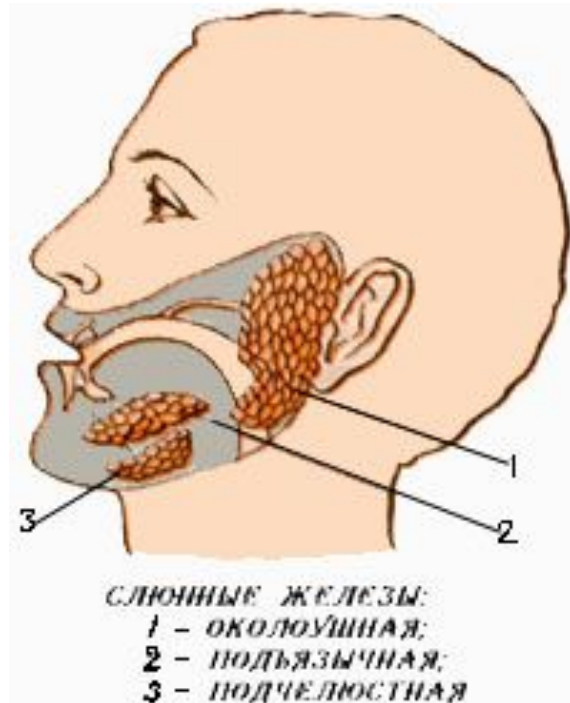
Тщательное пережевывание пищи зубами увеличивает ее контакт со слюной, высвобождает вкусовые и бактерицидные вещества и облегчает проглатывание пищевого комка.

Слюнные железы.

- В слизистой оболочке полости рта имеется большое количество мелких слюнных желез.

В слизистой оболочке полости рта:

- губные,
- щечные,
- язычные,
- нёбные.



Выводные протоки

- -околоушные,
- подъязычные
- подчелюстные.

Муцин

— это мукопротеин, который придает слюне:

- вязкость,
- склеивает пищевой комок,
- делая его скользким и легко проглатываемым

Основными ферментами слюны являются карбогидразы:

- **амилаза** (расщепляет крахмал до мальтозы)
- **мальтаза** (расщепляет мальтозу до глюкозы).

Амилаза и мальтаза действуют только в слабощелочной среде.

Они высокоактивные, но вследствие непродолжительного нахождения пищи в ротовой полости полного расщепления углеводов не происходит.

Действие ферментов слюны продолжается и в желудке примерно в течение 30 мин, пока щелочная реакция пищевого комка не сменится на кислую.

В слюне также обнаружены *протеазы*:

- *грандулин*,
- *катепсин*
- *липаза*

однако ни в ротовой полости, ни в желудке эти ферменты не проявляют свою активность.

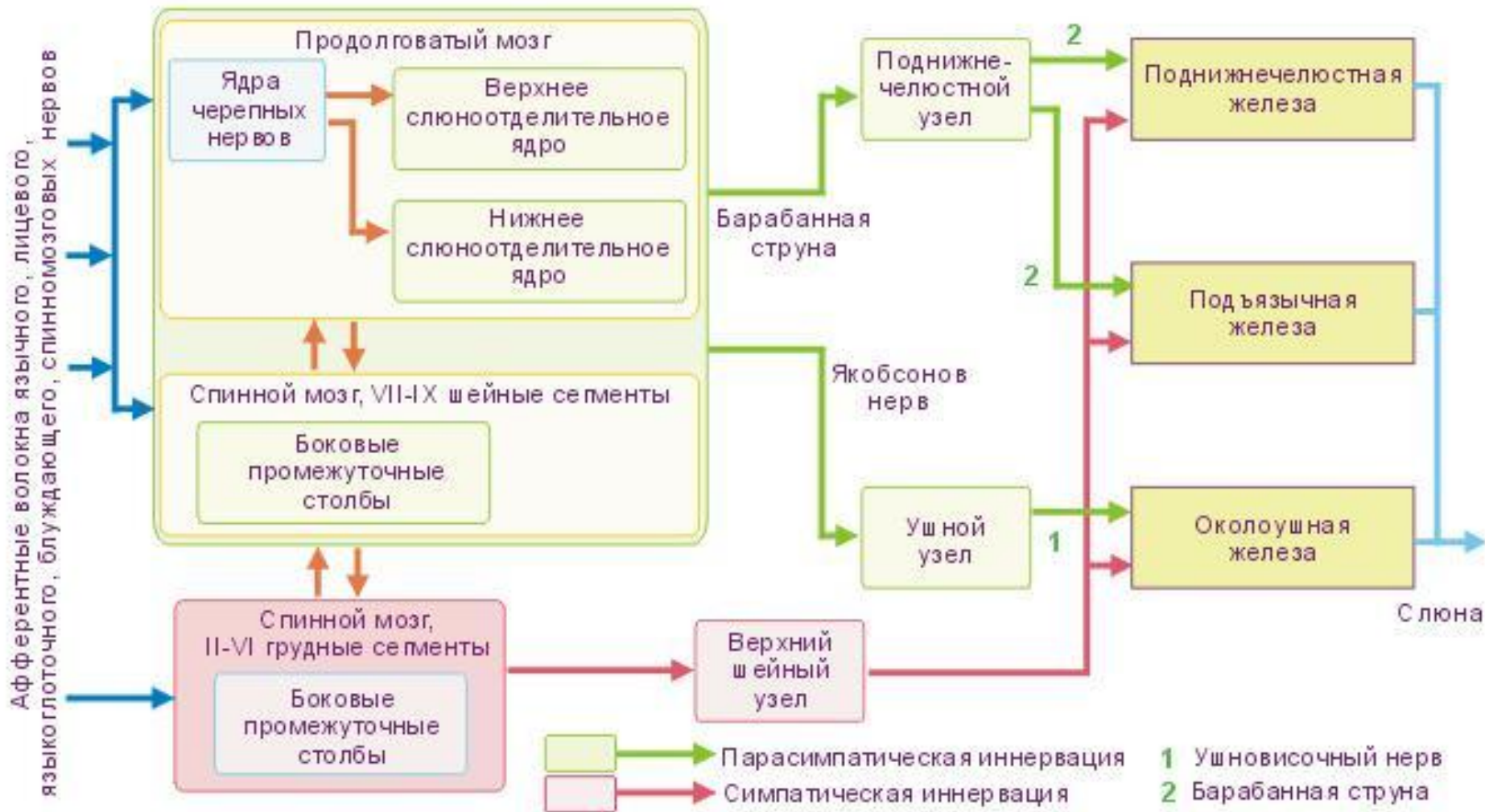
Поэтому роль этих ферментов до конца неясна.

За сутки у человека выделяется от 0,5 до 2 л. СЛЮНЫ.

- Слюна выполняет защитную функцию за счет содержания в ней лизоцима, обладающего выраженным бактерицидным действием, а также присутствия иммуноглобулинов, ограждающих организм от патогенной микрофлоры.
- смачивает пищу,
- растворяет пищу,
- обволакивает твердые компоненты,
- облегчает проглатывание,
- частично расщепляет углеводы,
- нейтрализует вредные вещества,
- очищает зубы от остатков пищи.

Регуляция слюноотделения

- Выделение слюны регулирует центр слюноотделения, расположенный в продолговатом мозге.
- Секреция слюны происходит непрерывно, но больше в дневное время.



Возрастает слюноотделение:

- при ощущении голода,
- виде и запахе пищи,
- при звуках, связанных с приготовлением пищи,
- во время приема пищи, особенно вкусной, ароматной, сухой,
- при употреблении холодных напитков,
- при устной речи, письме, разговоре о пище,
- мысли о ней.

Тормозит секрецию слюны:

- непривлекательная пища,
- неэстетическая обстановка,
- быстрая еда,
- напряженная физическая и умственная работа,
- отрицательные эмоции и др.

Влияние пищевых факторов на состояние ротовой полости.

- Недостаточное поступление белков, фосфора, кальция, витаминов С, D, группы В и избыток сахара приводят к развитию кариеса зубов.
- Увеличивают риск кариеса рафинированные пищевые продукты. Они содержат много сахара, но бедны пищевыми волокнами, которые помогают очищать зубы от остатков пищи.

- Резкая смена горячей и холодной пищи приводит к появлению микротрещин эмали зубов и затем к кариесу. Некоторые пищевые кислоты, например, вино- каменная, а также соли кальция и других катионов, могут образовывать зубные камни

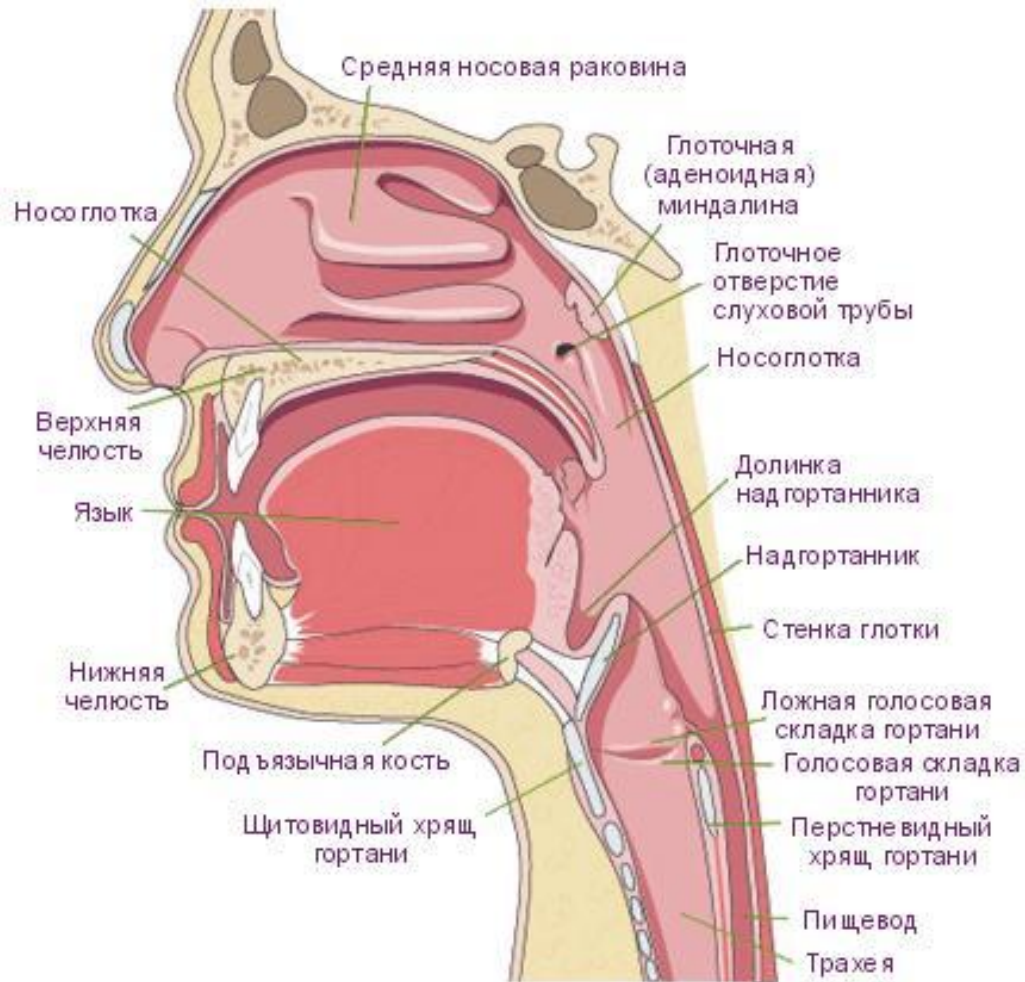
- Дефицит в питании витаминов группы В, особенно В2 (рибофлавин) причина трещин в углах рта и воспаления слизистой оболочки языка.
- О недостаточном поступлении витамина А (ретинол) свидетельствует ороговение слизистых оболочек ротовой полости, трещины и их инфицирование.
- При дефиците витаминов С (аскорбиновая кислота) и Р (рутин) развивается парадонтоз — воспаление околозубных тканей (парадонт), что приводит к ослаблению фикса зубов в челюстях.

- Отсутствие зубов, кариес и парадонтоз нарушают жевание и ухудшают процессы пищеварения в ротовой полости



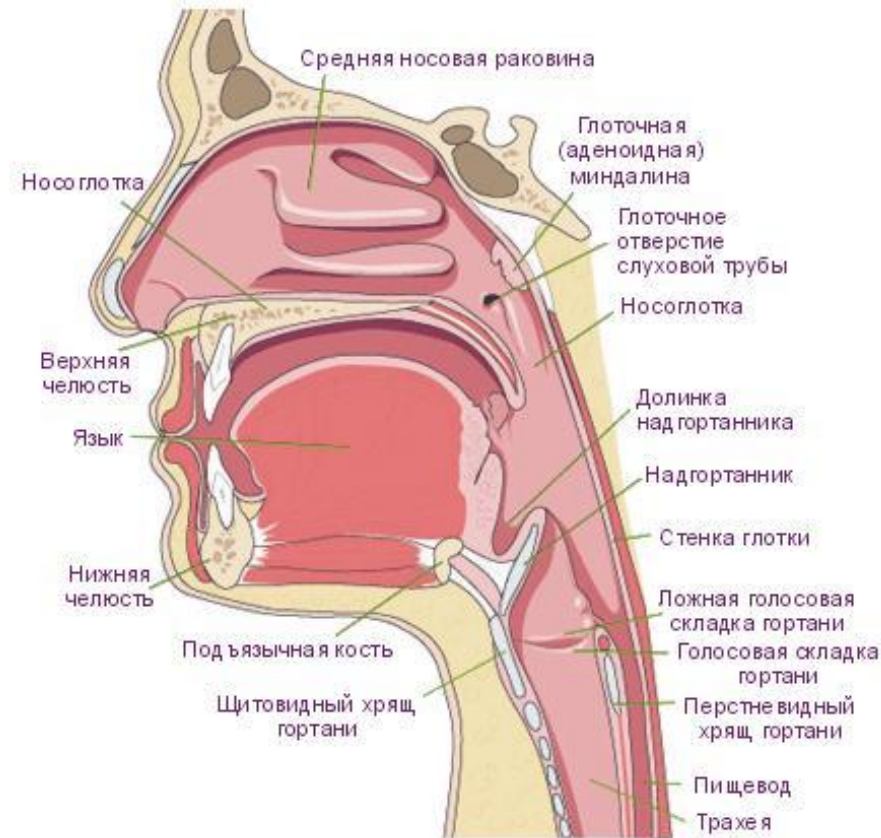
Глотка (pharynx)

- — часть пищеварительного канала, соединяющего полость рта с пищеводом. В полости глотки происходит перекрест пищеварительных и дыхательных путей.
- Глотка делится на три части: носовую, ротовую и гортанную



Гортань

- является отделом верхних дыхательных путей.
- В результате глотательных движений, сопровождающихся подъемом гортани и закрытием ее надгортанником (что предотвращает попадание пищи в дыхательные пути), пищевой комок переводится в пищевод.
- При разговоре, смехе во время еды, приеме сухой пищи и т. п. возможно попадание пищи в дыхательные пути, в результате чего возникает кашлевая реакция, а в отдельных случаях, особенно у детей, обтурация (закупорка) верхних дыхательных путей



Пищевод (*esophagus*)

— мышечная трубка диаметром около 2,2 см и д.) длиной 23-28 см, соединяющая глотку с желудком.

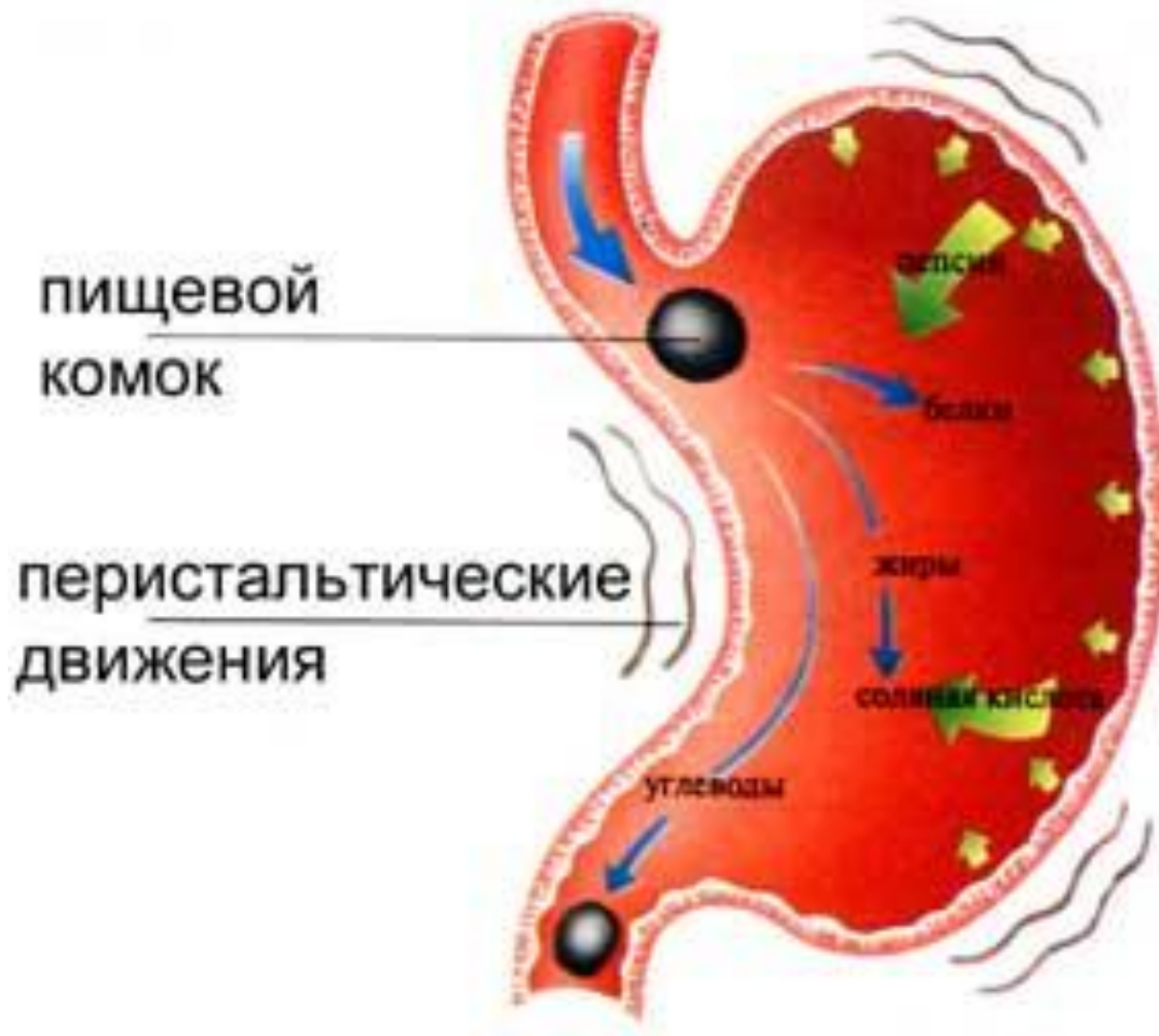
- В пищеводе выделяют шейную грудную и брюшную части.
- Пищевод имеет несколько физиологических сужений.
- В нижней части находится сфинктер (особые круговые мышцы), сокращение которого закрывает вход в желудок. При глотании сфинктер расслабляется и пищевой комок поступает в желудок.



- Пищевод выполняет только *транспортную* функцию (путем последовательных сокращений кольцевых мышц сверху вниз). Скорость передвижек пищи к желудку составляет 1-9 секунд, в зависимости от ее консистенции.
- При употреблении очень горячей, острой пищи, грубых, плохо пережеванных кусков возможно травматическое повреждение слизистой оболочки пищевода, наиболее выраженное в области физиологических сужений

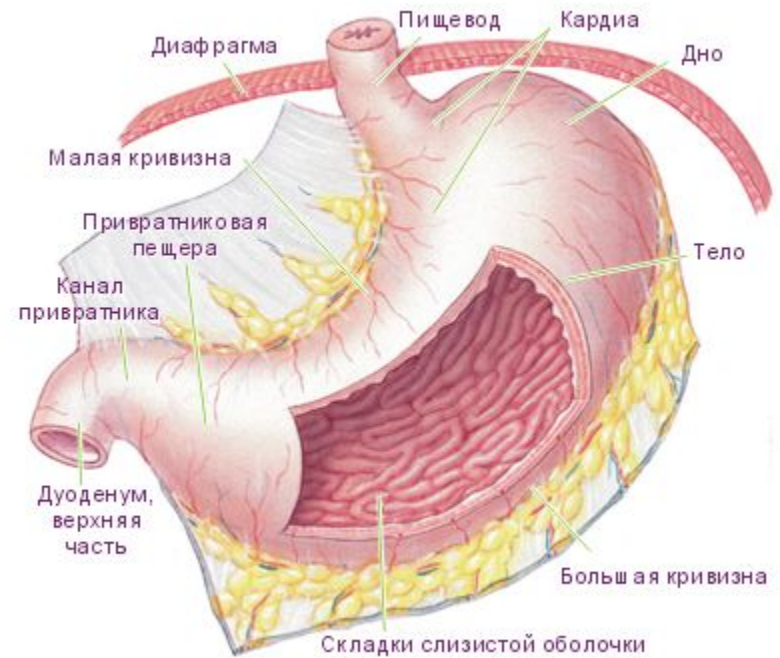
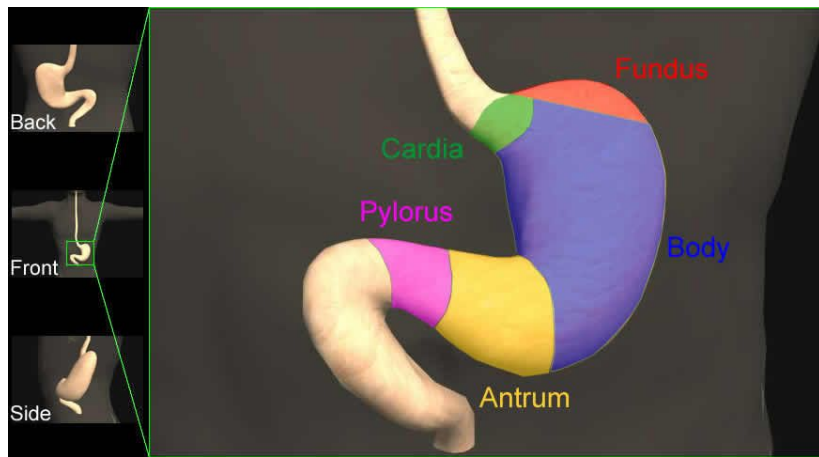


Пищеварение в желудке



Желудок (gaster)

- — это расширенный отдел пищеварительного канала, расположенный в верхней части брюшной полости под диафрагмой, между концом пищевода и началом двенадцатиперстной кишки. В нем происходит дальнейшая механическая и химическая обработка пищи под действием желудочного сока.
- Желудок человека вмещает в среднем 1,5-3,0 кг пищи и является пищевым депо. В зависимости от химического состава и количества принятой пищи она может задерживаться в желудке от 3 до 10ч.

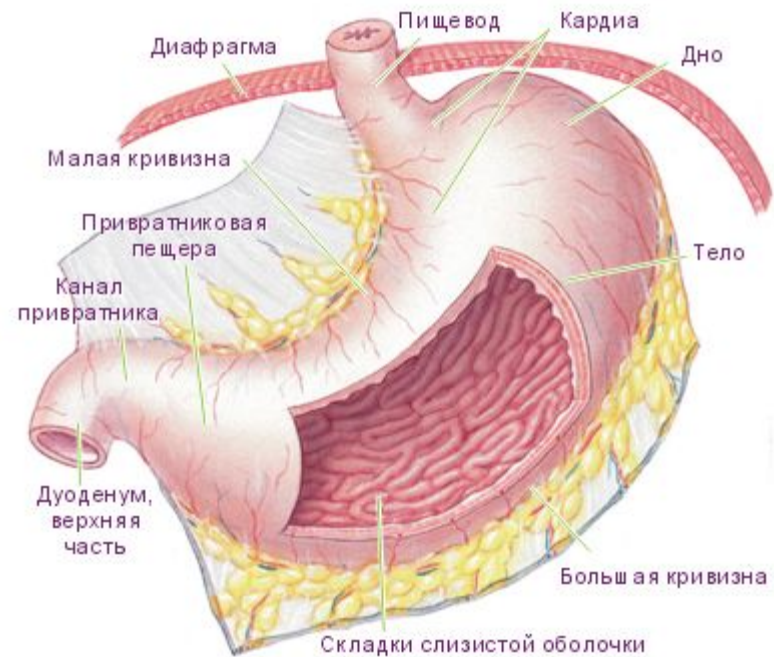


- В желудке различают переднюю и заднюю стенки, вогнутый (*малая кривизна*) и выпуклый (*большая кривизна*) края. Часть желудка, прилегающая к месту входа пищевода в желудок, называется *кардиальной*, куполообразное выпячивание желудка — *дно*, или *фундальная часть*, средняя часть — *тело желудка*, а участок, переходящий в двенадцатиперстную кишку, — *привратниковая*, или *пилорическая часть желудка*.

Стенка желудка

состоит из четырех слоев (оболочек):
слизистой,

- под слизистой,
- мышечной
- серозной



Слизистая оболочка желудка

- имеет большое количество складок, в ямках которых располагаются железы, выделяющие желудочный сок. Различают желудочные (собственные) железы, расположенные в области дна и тела, и железы привратника (пилорические). Желудочные железы многочисленны и содержат клетки трех видов:
 - 1. Главные — вырабатывающие ферменты;
 - 2. Обкладочные — выделяющие соляную кислоту;
 - 3. Добавочные — выделяющие слизь.
- Пилорические железы не содержат клеток, образующих соляную кислоту

- *Подслизистая оболочка* содержит большое количество кровеносных и лимфатических сосудов и нервов.
- *Мышечная оболочка* состоит из трех слоев: продольный, кольцевой и косой. В привратниковой части желудка кольцевой слой мышц утолщается и образует сфинктер. Слизистая оболочка в этом месте образует круговую складку (привратниковую заслонку), которая при сокращении сфинктера отделяет желудок от двенадцатиперстной кишки.
- *Серозная оболочка* (брюшина) покрывает желудок со всех сторон

Желудок выполняет следующие функции:

- секреторную (выработка желудочного сока),
- моторную,
- всасывательную,
- экскреторную (выделение мочевины, мочевой кислоты и др.),
- гормональную (образование гормонов гастрина, гистамина),
- гомеостатическую (регуляция pH).
- участие в гемопоэзе (кровообразовании). Слизистая желудка вырабатывает биологически активное вещество — внутренний фактор Касла, необходимое для образования эритроцитов крови

Желудочный сок



Рис. 29.20. Обкладочная клетка в покое (А) и при стимуляции (Б). Я—ядро, Р—гладкий эндоплазматический ретикулум, М—митохондрия, К—внутриклеточный каналец, открывающийся в просвет железы, В—вакуоль. При стимуляции каналцы расширяются, а вакуоли увеличиваются в размерах

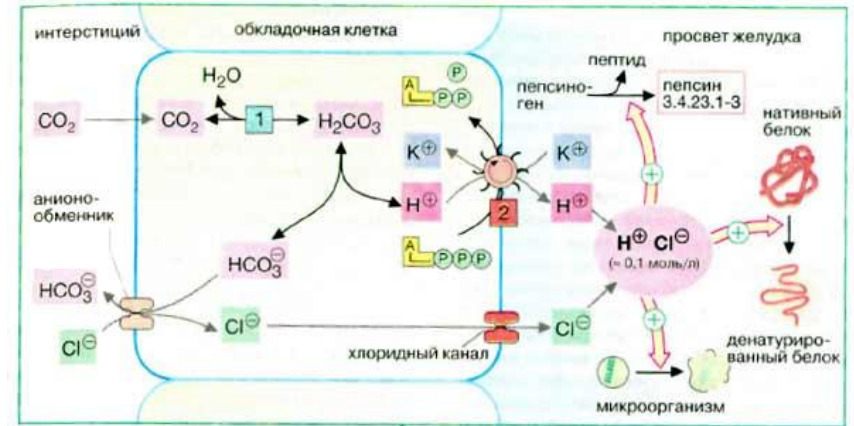
- бесцветная прозрачная жидкость кислой реакции (рН 1,0-1,5). За сутки у человека образуется 2,0-2,5 л желудочного сока. Благодаря большому количеству сока пищевая масса превращается в жидкую кашицу (*химус*).
- В состав желудочного сока входят вода (99 %) и плотные вещества (1 Плотные вещества включают органические (ферменты, слизь, лизоцим) и неорганические (соляная кислота) компоненты

Ферменты желудочного сока

- представлены *протестами* и *липазой*. К основным протеолитическим ферментам относят пепсины А, В (парапепсин), С (гастриксин). Пепсин А и гастриксин, совместно действуя на разные виды белков обеспечивают 95 % протеолитической активности желудочного сока. Пепсин А гидролизует белки с максимальной скоростью при рН 1,5-2,0, гастриксин — при рН 3,2-3,5.
- Пепсины вырабатывается главными клетками желудочных желез в форме неактивных предшественников — *пепсиногенов*. Под действием соляной кислоты пепсиногены превращаются в активные пепсины, который расщепляет белки до альбумоз и пептонов

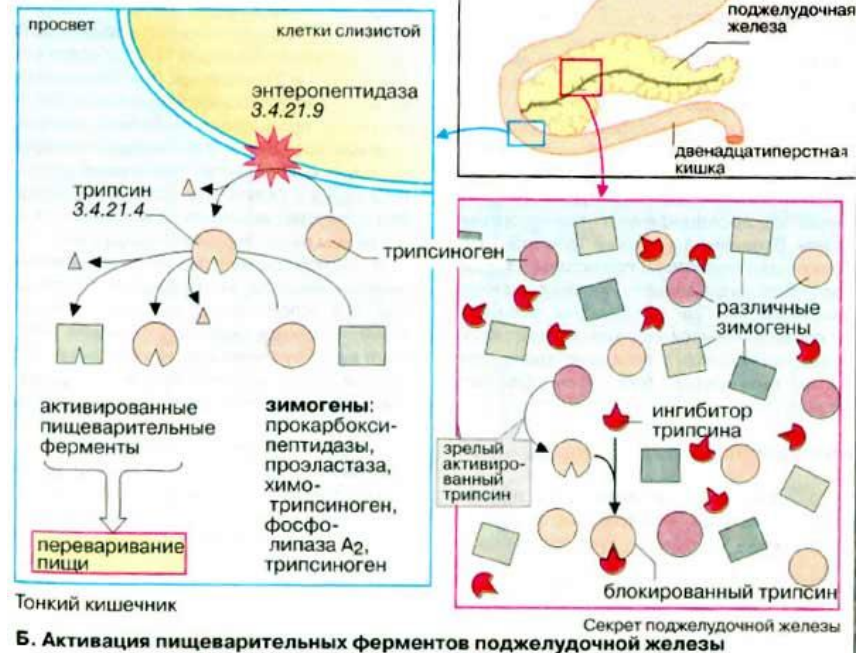
Соляная кислота выполняет и ряд других функций:

- способствует денатурации и набуханию белков, что облегчает их гидролитическое расщепление;
- создает кислую среду, оптимальную для действия гидролитических ферментов;
- обеспечивает антибактериальное действие желудочного сока;
- участвует в регуляции моторики;
- участвует в секреторной деятельности пищевых желез, влияя на образование гормонов, возбуждающих секрецию (гастрин, секретин)



- 1 карбонат-дегидратаза 4.2.1.1 [Zn^{2+}]
- 2 H^+/K^+ -АТФ-аза 3.6.1.36

А. Образование соляной кислоты

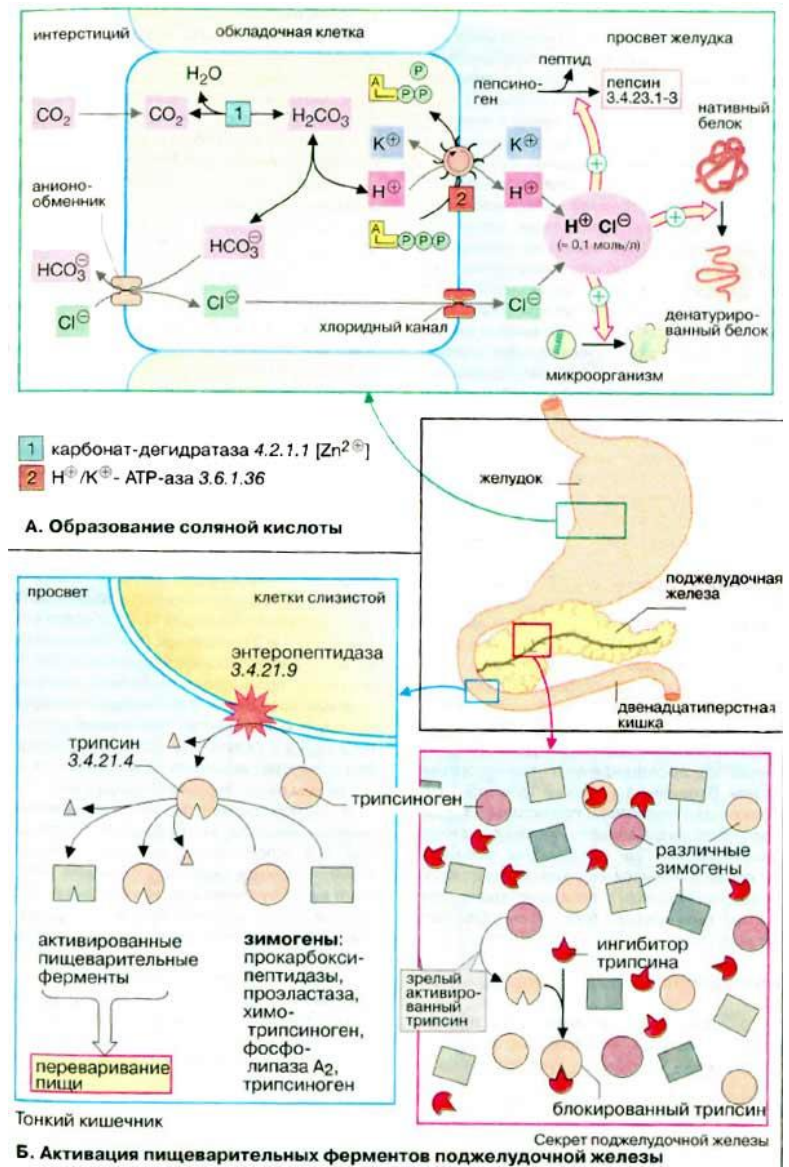


Тонкий кишечник

Б. Активация пищеварительных ферментов поджелудочной железы

Секрет поджелудочной железы

- **Химозин (реннин)** — сычужный фермент, вызывает створаживание молока в присутствии ионов кальция, т. е. переводит растворимый белок казеиноген в нерастворимый казеин.
- **Липаза** желудочного сока малоактивна и действует только на эмульгированные жиры (молочный жир, майонез, яичный желток), расщепляя их на глицерин и жирные кислоты. В пищеварении взрослого человека этот фермент имеет небольшое значение, в то время как у грудных детей желудочная липаза расщепляет 59 % эмульгированного жира грудного молока при pH 5,5-7,9.
- В полости желудка отсутствуют ферменты, способные расщеплять углеводы. Однако в пищевом комке, поступившем в кардиальную часть желудка, углеводы пищи могут расщепляться под действием ферментов слюны до тех пор пока пищевая кашица не пропитается полностью желудочным соком и щелочная реакция не сменится на кислую



- *Слизь желудочного сока (муцин)* — важный органический компонент, предохраняющий слизистую оболочку желудка от механических и химических раздражителей, а также от самопереваривания.
- Существует два вида слизи -- нерастворимая, видимая (выстилает внутреннюю поверхность слизистой оболочки толщиной 0,5-1,5 мм), и растворимая, невидимая. Оба слоя слизистого барьера желудка прочно связаны коллоидными тяжами. К нарушению слизистого барьера приводит длительное воздействие агрессивных пищевых раздражителей, высокая концентрация соляной кислоты, деятельность микроорганизмов *Helicobacter pylori* и др. В условиях нарушенного слизистого покрова возможно самопереваривание слизистой оболочки и формирование язв желудка

Процесс отделения желудочного сока происходит в две фазы

- *Первая* - мозговая, или сложнорефлекторная фаза секреции, — комплекс условных и безусловных рефлексов, возникающих в результате действия условных раздражителей (запах, вид пищи, звуковые раздражители, связанные с приготовлением пищи, обстановка, разговоры о пище и т. п.) на рецепторы органов чувств и безусловного раздражителя (пищи) на рецепторы полости рта, глотки и пищевода.

- Сок, выделяющийся в первой фазе, является особенно ценным, так как он богат ферментами. И. П. Павлов назвал этот сок *«запальным»*. Отделение *«запального»* сока вызывает аппетит и создает нормальные условия для пищеварения в желудке и тонком кишечнике. Красиво оформленная пища, соответствующая сервировка и эстетическая обстановка стимулируют выделение запального сока и улучшают пищеварение

- *Вторая* — нейрогуморальная фаза секреции — состоит из комплекса безусловных рефлексов, возникающих при прохождении пищи по ЖКТ, и гуморального влияния гормонов, образующихся в результате гидролиза пищевых веществ. Вторая фаза подразделяется на *желудочную и кишечную*.

- *Желудочная фаза* наступает с момента попадания пищи в желудок в результате непосредственного раздражения рецепторов слизистой оболочки желудка пищей.
- *Кишечная фаза* начинается при переходе химуса из желудка в кишечник в результате воздействия на рецепторы кишечника, что рефлекторно изменяет интенсивность секреции.

Факторы влияющие на секреции желудочного сока

- *Сильными стимуляторами* секреции желудочного сока являются мясные, рыбные, грибные бульоны, содержащие экстрактивные вещества; жареное мясо и рыба; свернувшийся яичный белок; черный хлеб и другие продукты, в состав которых входит клетчатка; специи; алкоголь в небольшом количестве, щелочные минеральные воды, употребляемые во время еды, и др

- *Умеренно возбуждают* секрецию отварное мясо и рыба; соленые и квашеные продукты; белый хлеб; творог; кофе, молоко, газированные напитки и др.
- *Слабые возбудители* секреции — овощи протертые и бланшированные, разбавленные овощные, фруктовые и ягодные соки; свежий белый хлеб, вода и др.

- *Тормозят желудочную секрецию* — жиры, щелочные минеральные воды, принимаемые за 60-90 мин до еды, неразбавленные овощные, фруктовые и ягодные соки, непривлекательная пища, неприятные запахи и вкус, неэстетичная обстановка, однообразное питание, отрицательные эмоции, переутомление, перегревание, переохлаждение и т. д

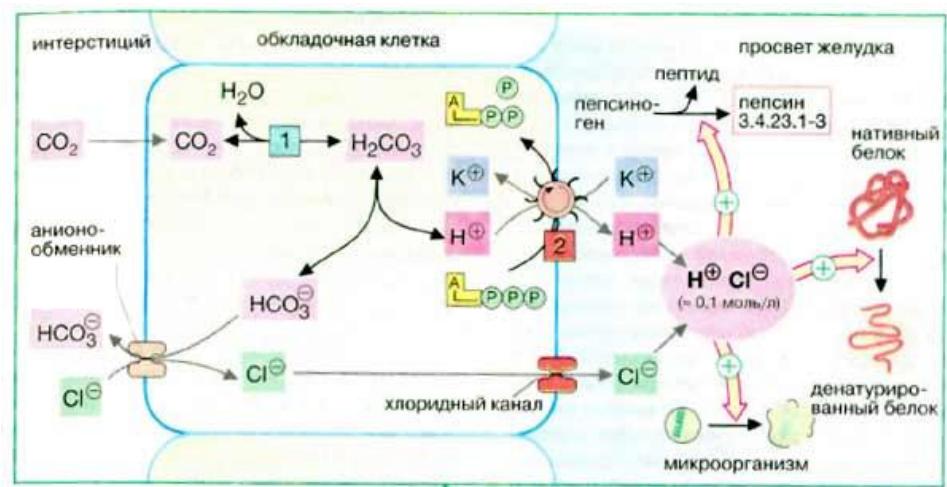
Длительность пребывания пищи в желудке

- зависит от ее состава, характера технологической обработки и других факторов.
- Так, два яйца, сваренные всмятку, находятся в желудке 1-2 ч, а вкрутую — 6-8 ч.
- Жирные продукты: задерживаются в желудке до 8 ч, например шпроты.
- Горячая пища быстрее покидает желудок, чем холодная.
- В среднем пища находится в желудке около 5 ч.

Расстройство пищеварения в желудке

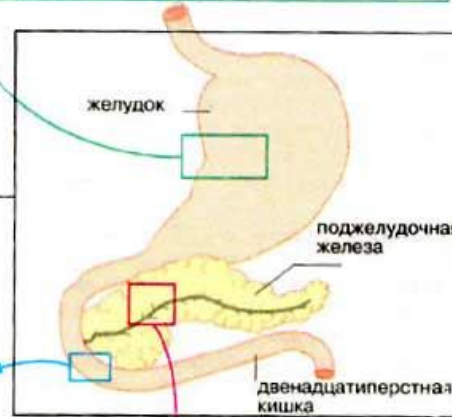
- может наблюдаться при систематических нарушениях режима питания, редких приемах пищи, поспешной еде, частом; приеме грубой и плохо пережеванной пищи, питании всухомятку, дефиците витаминов А, С, группы В, употреблении крепких алкогольных напитков, курение.

- Большое количество пищи, потребляемой за один прием, растягивает стенки желудка и создает повышенную нагрузку на сердце.
- Поврежденная слизистая оболочка подвергается воздействию протеолитических ферментов и соляной кислоты желудочного сока, что приводит к *гастритам* (воспалению) и) желудка.
- Из желудка в двенадцатиперстную кишку пища поступает отдельными порциями в момент рефлекторного открытия пилорического сфинктера. Причина открытия служит накопление в химусе продуктов переваривания белков, усиление моторной деятельности желудка и раздражения пилорической части желудка соляной кислотой, содержащейся в пищевой каше

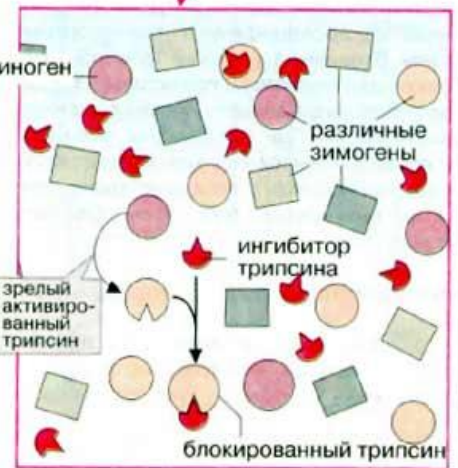


- 1 карбонат-дегидратаза 4.2.1.1 [Zn²⁺]
- 2 H⁺/K⁺-АТФ-аза 3.6.1.36

А. Образование соляной кислоты



Тонкий кишечник



Секрет поджелудочной железы

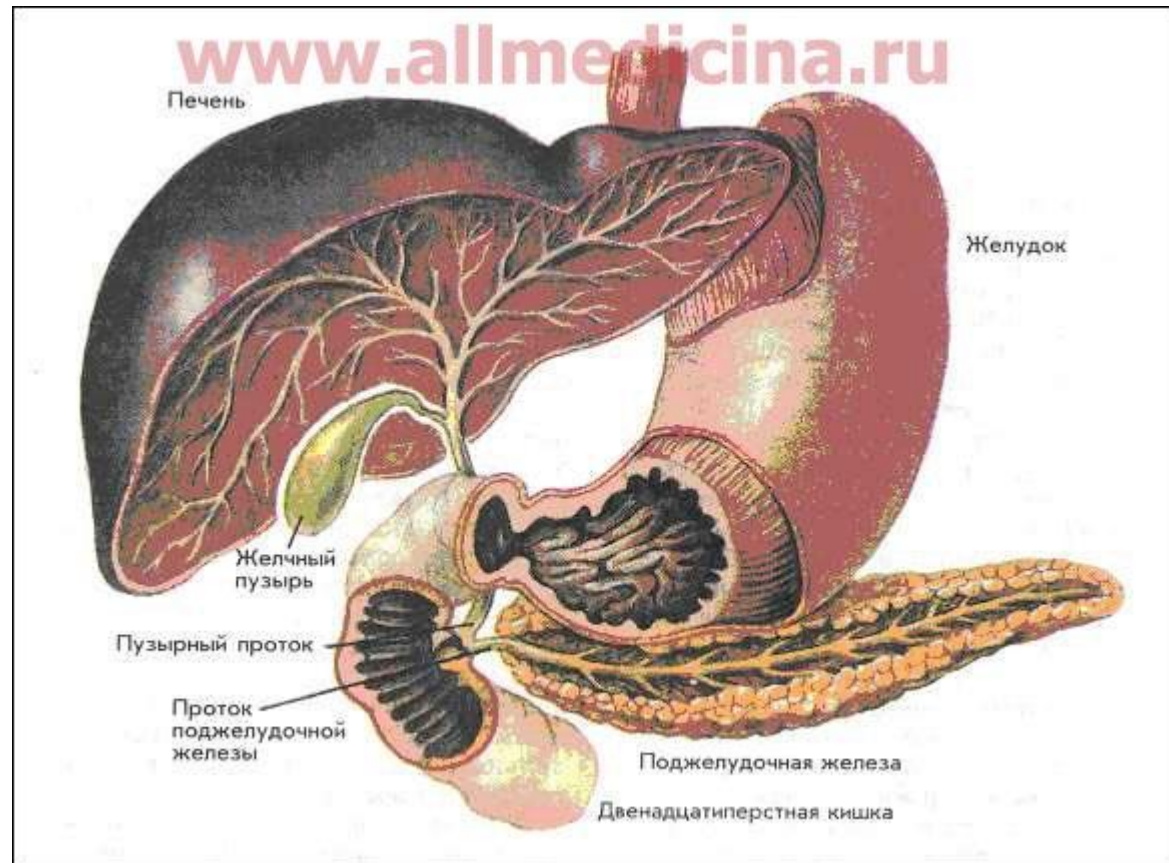
Б. Активация пищеварительных ферментов поджелудочной железы

Пищеварение в тонком кишечнике

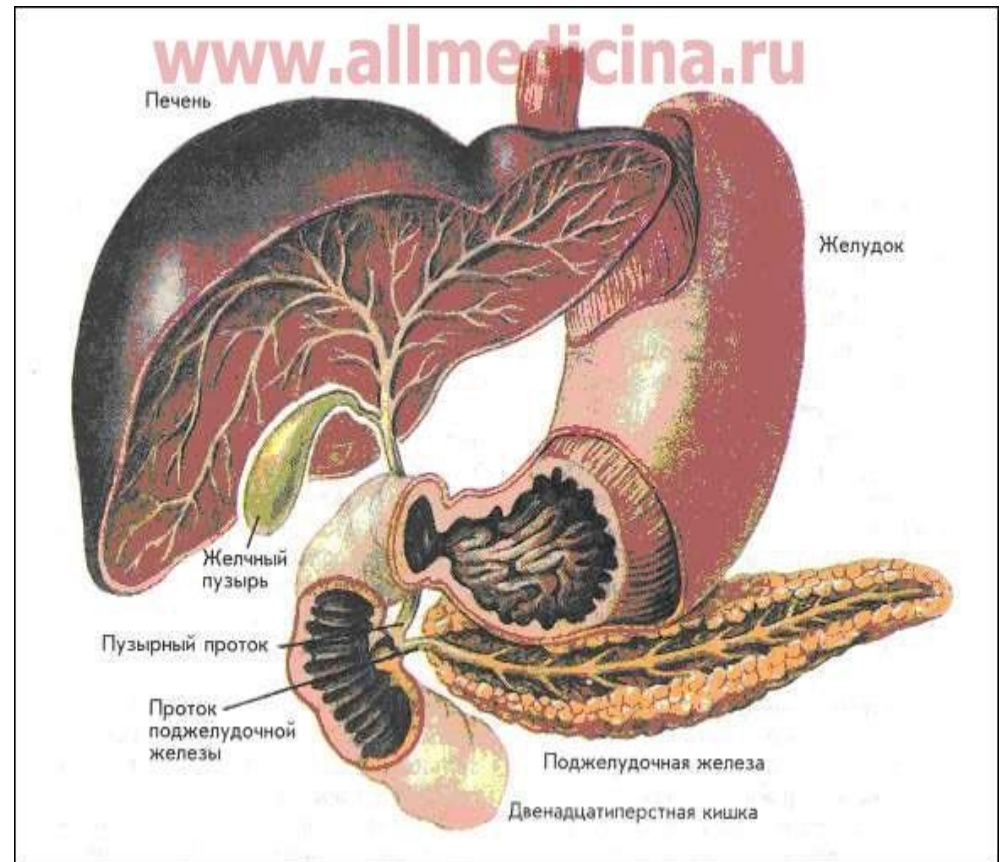
- *Тонкий кишечник* — самый длинный отдел пищеварительного тракта, полагающийся между выходом из желудка и началом толстого кишечника., на тонкого кишечника 5-7 м, диаметр 3,0-3,5 см.
- В тонком кишечнике проходят основные процессы переваривания пищи заканчивается процесс пищеварения, начавшийся в желудке и двенадцатиперстной кишке (начальный отдел тонкого кишечника). Ферменты кишечного тонкой кишки обеспечивают окончательное расщепление пищевых веществ
- Тонкий отдел кишечника начинается *двенадцатиперстной* кишкой (du num), которая переходит в *тощую* (duadenum), продолжающуюся в *подвздошную* (ileum).

Пищеварение в двенадцатиперстной кишке.

- Двенадцатиперстная кишка — центральное звено пищеварительного конвейера, представляет собой начальный отдел тонкого кишечника, имеет форму подковы длиной 25-27 см.
- Поступающая из желудка пища в двенадцатиперстной кишке подвергается воздействию поджелудочного сока, желчи и кишечного сока, в результате чего конечные продукты переваривания легко всасываются в кровь.

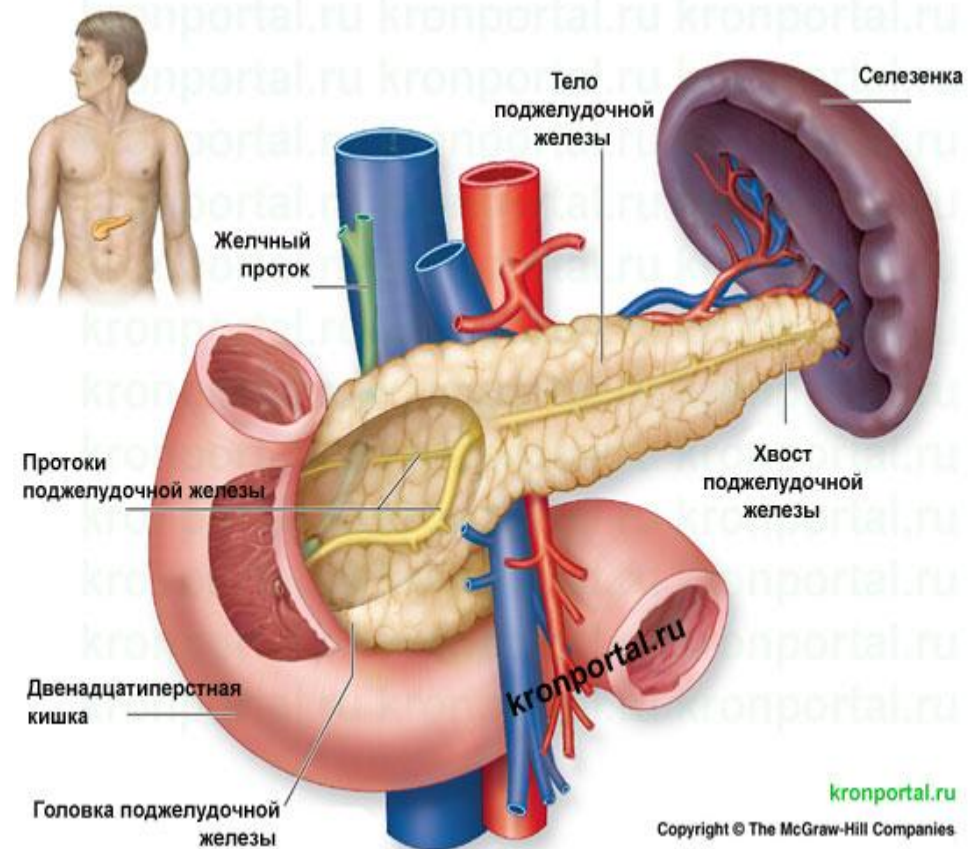


- Поджелудочный сок вырабатывается поджелудочной железой,
- желчь - печенью,
- кишечный сок - множеством мелких желез, имеющих в слизистой оболочке стенки кишки



Поджелудочная железа (pancreas)

- - сложная железа, располагающаяся позади желудка, длиной 12-15 см. Обладает одновременно внутри- и внешне-секреторной функциями.



Внутрисекреторная функция

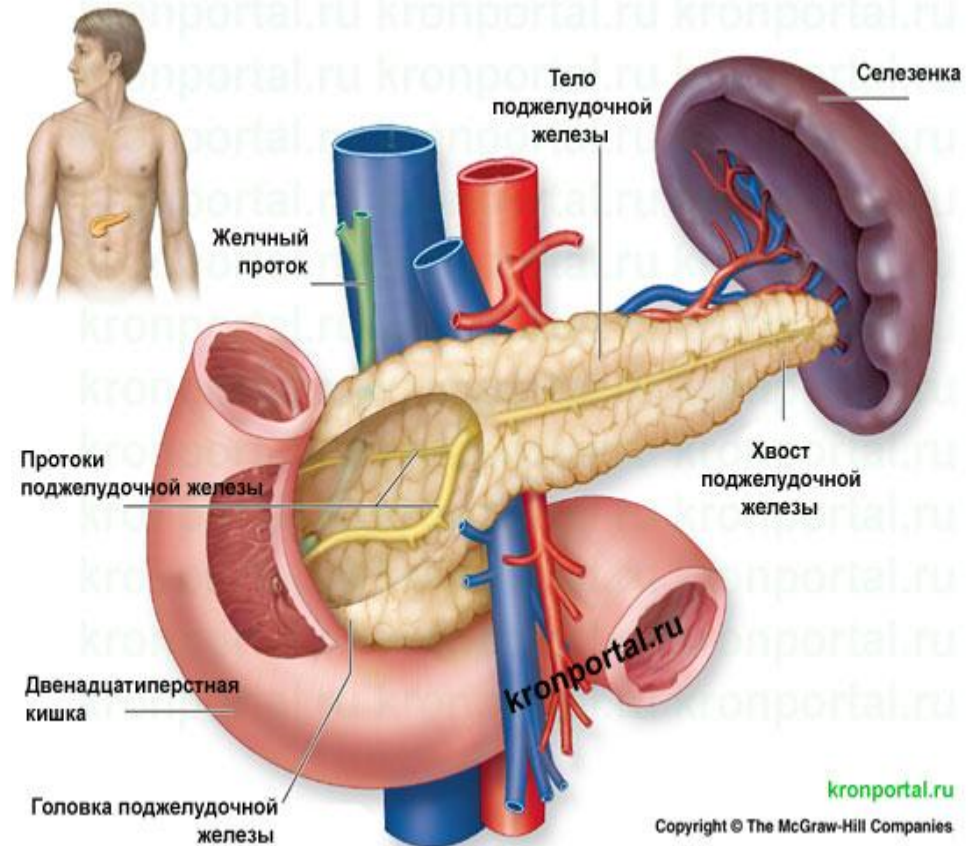
поджелудочная железа
вырабатывает:

- инсулин,
- глюкагон,
- серотонин,
- гастрин,
- энкефалин,
- ваготонин
- и другие гормоны
непосредственно в кровь;



Внешнесекреторная функция

- продуцирует поджелудочный сок, который поступает через выводной проток в двенадцатиперстную кишку.



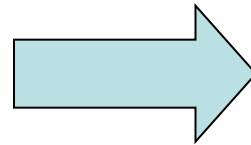
Поджелудочный (панкреатический) сок

- - бесцветная прозрачная жидкость щелочной реакции (рН 7,5-8,8) за счет присутствия бикарбоната натрия,
- содержит 98,7 % воды.
- За сутки вырабатывается 1,5-2,0 л поджелудочного сока.
- В нем содержатся ферменты, переваривающие белки, жиры, углеводы и нуклеиновые кислоты до конечных продуктов, пригодных для всасывания и усвоения клетками организма.

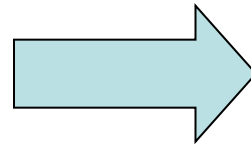
Основные протеолитические ферменты панкреатического сока

- *трипсин,*
- *химотрипсин,*
- *эластаза,*

• *карбоксипептидазы*



Полипептиды
(сложные
белковые
структуры)



Низкомолекулярные
белки

Действуют в щелочной среде.

Секретируются в неактивной форме.

Физиологическим активатором трипсиногена в трипсин является фермент энтерокиназа, вырабатываемый слизистой оболочкой двенадцатиперстной кишки.

- *Трипсин, химотрипсин, эластаза* преимущественно расщепляют внутренние пептидные (белковые) связи, действуют они и на высокомолекулярные полипептиды, расщепляя их до низкомолекулярных пептидов и аминокислот.

- *Карбоксипептидазы* катализируют отщепление концевых связей в белках и полипептидах, что приводит к освобождению аминокислот.

- *Панкреатическая липаза* осуществляет переваривание жиров (триглицеридов до моноглицеридов и жирных кислот). Активность липазы настолько велика, что жир достигает середины двенадцатиперстной кишки гидролизванным на 80 %.

- Параллельно с расщеплением триглицеридов под действием холестеразы происходит гидролиз холестеридов до холестерина и свободных жирных кислот.

- Поджелудочный сок богат *амилазой*, расщепляющей углеводы до моносахаридов.
- В ее состав входят ионы кальция, придающие устойчивость этому ферменту.
- Удаление кальция из фермента приводит к утрачиванию каталитических свойств.

- В состав поджелудочного сока также входят нуклеазы, расщепляющие нуклеиновые кислоты (РНК и ДНК) до нуклеотидов.

- Поджелудочный сок выделяется через 2-3 мин после начала приема пищи.
- Раздражение пищей рецепторов полости рта рефлекторно возбуждает поджелудочную железу.
- Дальнейшее отделение сока обеспечивается раздражением слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки пищевой кашицей, соляной кислотой желудочного сока и образующимися в самой слизистой оболочке гормонами — секретинном и др.

- Регулируется секреция поджелудочного сока нервными и гуморальными механизмами. На отделение поджелудочного сока влияет характер пищи (опосредовано через соответствующие гормоны). При длительном преобладании в рационе питания только углеводов, или белков, или жиров меняется ферментативный состав поджелудочного сока.

Пищеварительную функцию поджелудочной железы стимулируют

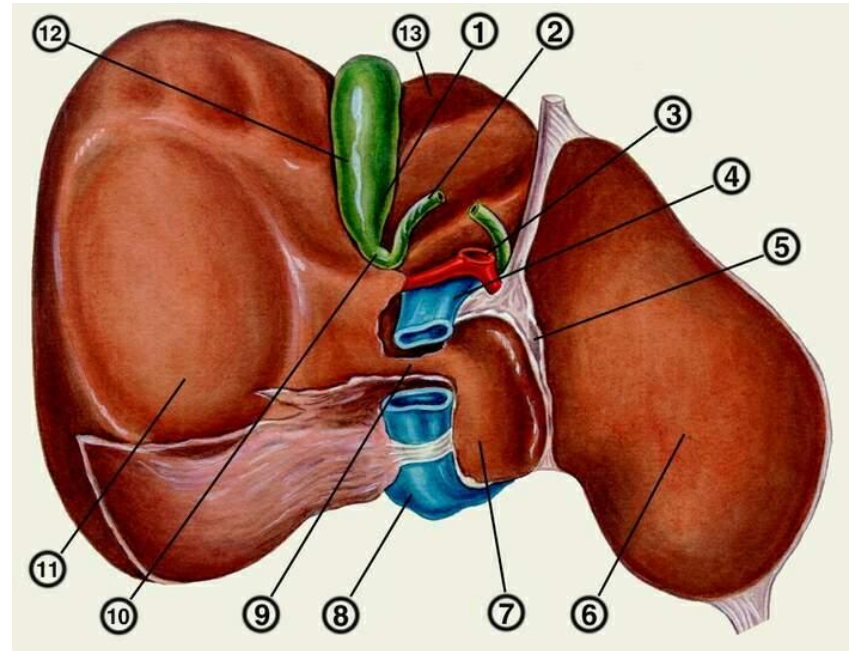
- экстрактивные вещества пищи,
- пищевые кислоты,
- некоторые виды продуктов (капуста, лук, разбавленные овощные соки, небольшие дозы алкоголя и др.),
- жиры жирные кислоты,
- вода.

Тормозят поджелудочную секрецию

- щелочные минеральные соли,
- молочная сыворотка и др.
- напряженная умственная и физическая работа,
- сон,
- боль.

Печень (hepar)

— крупный железистый орган массой около 1,5 кг, располагающийся в правом подреберье. Свое название печень получила от слова «печь» так как по сравнению с другими органами человека она имеет самую высокую температуру.



Структурно-функциональная единица печени

- *долька*, имеющая форму призмы и состоящая из печеночных клеток — **гепатоцитов**.
- Всего в пече ни около 500 тыс. долек. Печень представляет собой сложнейшую «химическую лабораторию» и является многофункциональным звеном гомеостаза.

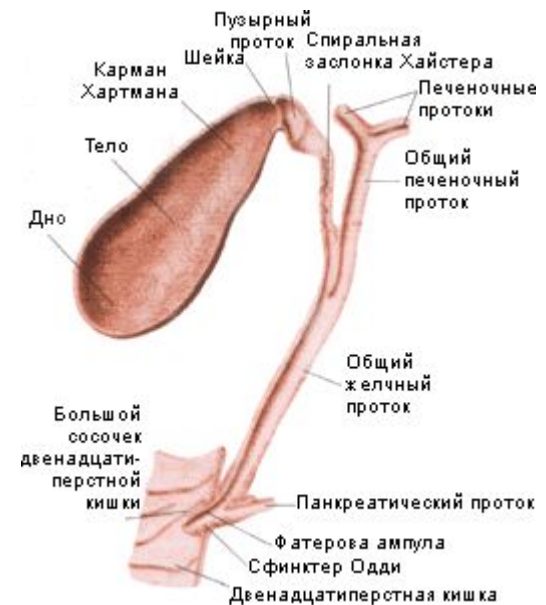
Печень участвует в следующих процессах:

- пищеварения — гепатоциты вырабатывают желчь;
- углеводного обмена — поддерживает нормальный уровень сахара в крови за счет процессов гликогенеза, т. е. превращения глюкозы в гликоген с помощью гормона инсулина; при снижении сахара в крови депонированный в печени гликоген снова превращается в глюкозу (гликогенолиз);
- белкового обмена — участвует в метаболизме протеинов, дезаминировании аминокислот, обезвреживании аммиака и превращении его в мочевины и креатинин, которые выводятся почками; продуцирует белки плазмы крови (альбумины, α - и β -глобулины);
- жирового обмена — синтезирует жирные кислоты, триглицериды, фосфолипиды, холестерин, кетоновые тела и участвует в их обмене; экстрагирует липиды из крови и отвечает за их окисление в других тканях;
- инактивации гормонов — стероидов, белково-пептидных гормонов, производных аминокислот;
- витаминного обмена - - участвует в обмене, всасывании в кишечнике водо- и жирорастворимых витаминов А, D, Е, К;
- депонирования витаминов А, D, В2, В6, В12, С, К, фолиевой и пантотеновой кислоты (витамин А хранится в печени около 10 мес., витамин D — 3-4 мес. витамин В12 — от 1 года до нескольких лет);
- депонирования микроэлементов -- железа (в виде ферритина), цинк меди, марганца, молибдена, кобальта и др.;
- депонирования крови -- через печень за 1 мин протекает 1,2 л крови, 70 % которой поступает из органов пищеварительного тракта;
- свертывания крови — синтезирует белки фибриноген, протромбин и др.;
- разрушения эритроцитов крови;
- обезвреживания (дезинтоксикации) токсических веществ - - аммиака, индола, скатола, фенола, алкоголя, ксенобиотиков и др.



Желчь

- непрерывно вырабатывается в печеночных клетках, но только во время пищеварения, затем по общему желчному протоку поступает в двенадцатиперстную кишку.
- Когда пищеварение прекращается, желчь собирается в желчном пузыре, вмещающем 40-70 мл желчи.
- Здесь в результате всасывания воды концентрация желчи повышается в 7-8 раз. Всего за сутки вырабатывается 500-1500 мл желчи.



Состав желчи

- 98 % вода , 2 % из сухого остатка, включающего органические и неорганические вещества.
- Органические вещества — желчные кислоты, желчные пигменты, жирные кислоты, холестерин, лецитин, муцин, мочева кислота, мочевины, витамины (А, В, С), незначительное количество ферментов (амилаза, фосфатаза, протеаза, каталаза).
- Неорганические вещества — натрий, калий, кальций, железо, хлор и др. В желчном пузыре этих элементов больше в 5—6 раз, чем в печеночной желчи. Цвет печеночной желчи — золотисто-желтый, пузырной желчи — темно-коричневый.

Образование холестерина

В печени образуется 80 % холестерина, еще по 10 % — в тонком кишечнике и в коже.

Если выведение холестерина нарушено (при заболеваниях печени и неправильном питании), возникает гиперхолестеринемия (повышение его концентрации в крови), что приводит к развитию атеросклероза и желчнокаменной болезни.

Из холестерина синтезируются желчные кислоты.
Общее количество желчных кислот в организме человека составляет 2-4 г.

Соли желчных кислот обладают мощным эмульгирующим действием на жиры.

Значение желчи в пищеварении

Значение желчи в пищеварении связано главным образом с желчными кислотами:

- эмульгирует жиры - - под воздействием желчи происходит дробление жира на мельчайшие частицы, что увеличивает площадь взаимодействия с ферментами;
- способствует растворению жирных кислот и их всасыванию;
- обеспечивает всасывание жирорастворимых витаминов D, E, K, а также кальция, железа и магния;
- активирует фермент липазу, которая в присутствии желчи действует в 15-20 раз быстрее;
- усиливает гидролиз и всасывание белков и углеводов;
- усиливает моторику тонкого кишечника, а также движения кишечных ворсинок оказывает бактерицидное и бактериостатическое действие на кишечную флору, предотвращает развитие гнилостных процессов.

- Окраску желчи придают желчные пигменты.
- К ним относится билирубин образующийся в печени, селезенке и костном мозге при разрушении эритроцитов и гемоглобина.
- Если нарушен отток желчи в кишечник (камни, воспаление) желчные пигменты из желчных протоков поступают в кровь, что обуславливает желтую окраску склер и кожи (желтуха).

Регуляция желчеотделения

Интенсивность желчеобразования зависит от пищевого рациона.

Сильными стимуляторами продукции желчи являются:

- яичные желтки,
- мясо,
- хлеб,
- молоко,
- соли магния.

Неблагоприятное влияние на желчевыделение и поджелудочную секрецию оказывает:

- избыточное потребление животных жиров,
- белков,
- поваренной соли
- эфирных масел,
- быстрая еда
- длительное нарушение режима питания.

Холодная пища вызывает спазм (сужение) желчевыводящих путей.

Регуляция желчеотделения

Стимулирующим действием обладают:

- блуждающий нерв (парасимпатическая нервная система)
- гормоны (гастрин, секретин и наиболее активный из них холецистокинин-панкреозимин).

Тормозящий эффект оказывают:

- симпатическая нервная система
- гормоны (глюкагон, кальцитонин и др).

Пищеварение в тощей и подвздошной кишках.

- Длина тощей кишки ее составляет около $\frac{2}{5}$ длины тонкого кишечника, а подвздошной — около $\frac{3}{5}$ его длины.



Функции тонкого кишечника

В этих отделах осуществляются следующие физиологические функции:

- выделение кишечного сока,
- перемешивание и передвижение химуса,
- расщепление и активное всасывание продуктов переваривания, воды и солей.

Кишечный сок

- вырабатывается только под влиянием механических химических раздражителей в месте нахождения пищевой массы (множеством кишечных желез, заложенных в складках слизистой оболочки).
- За сутки выделяете около 2,5 л кишечного сока. Он представляет собой непрозрачную, бесцветную щелочную жидкость (рН 7,2-9,0).

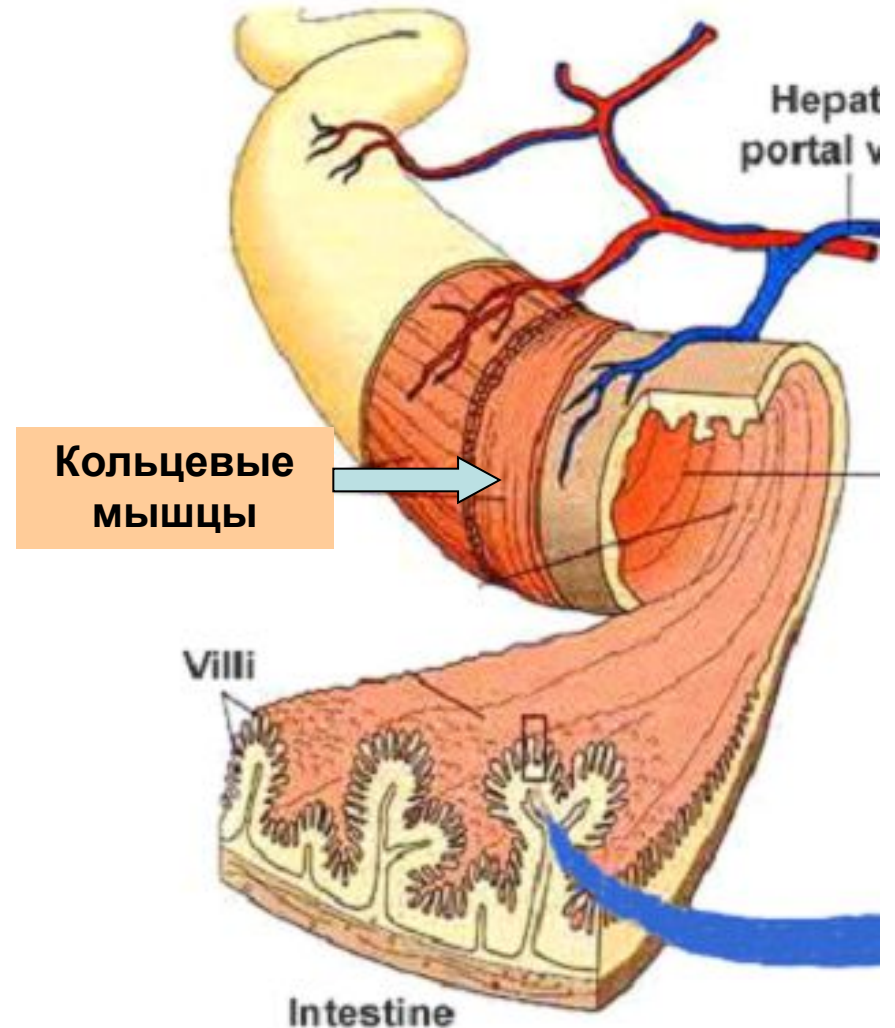
В кишечном соке содержится более 20 ферментов, обеспечивающих конечные стадии переваривания всех пищевых веществ:

- *энтероуктаза,*
- *щелочная фосфатаза,*
- *нуклеаза,*
- *липаза,*
- *фосфолипаза,*
- *амилаза,*
- *лактоза,*
- *сахароза.*

В тонкой кишке различают несколько ВИДОВ ДВИЖЕНИЙ:

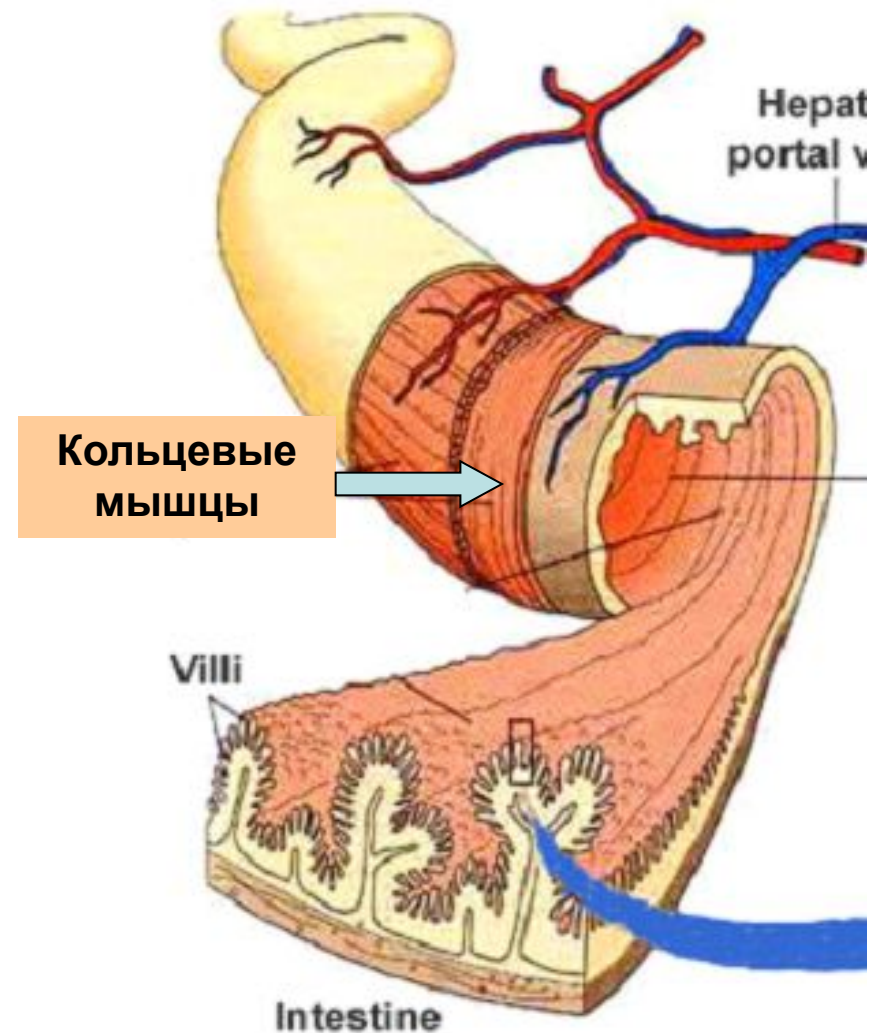
ритмическая сегментация

- сокращение кольцевых мышц с образованием небольших поперечных перехватов (сегментов), способствующих лучшему растиранию химуса и перемешиванию его с пищеварительными секретами;



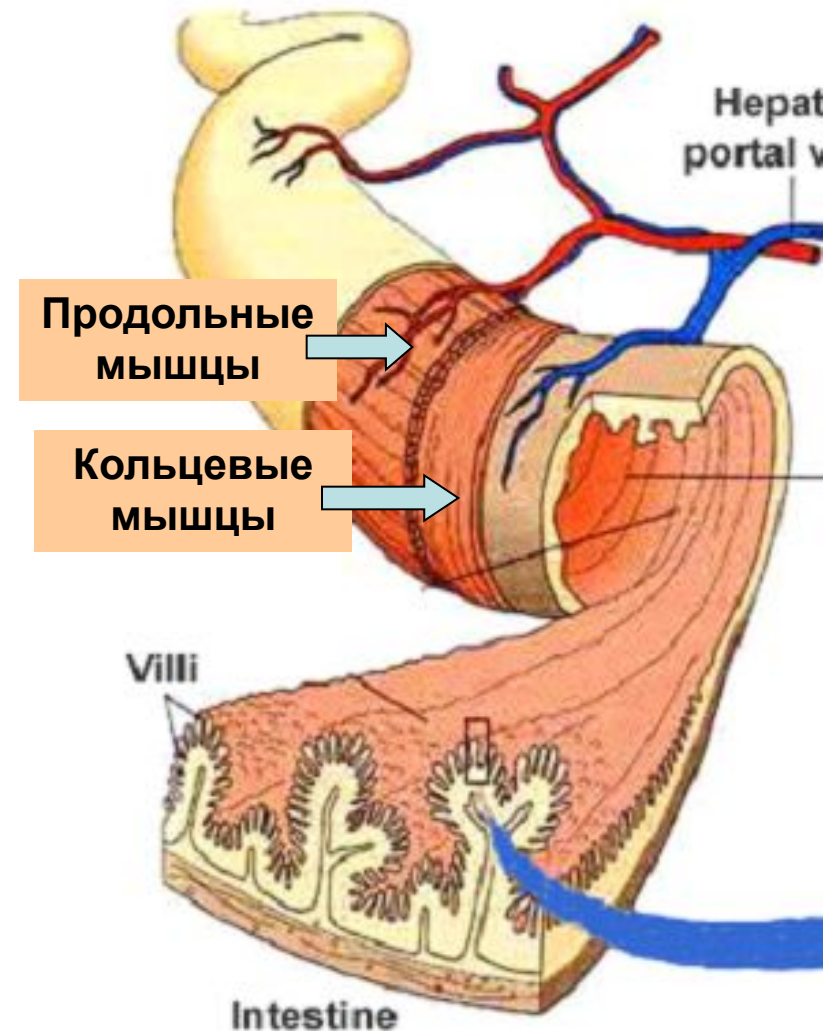
перистальтические движения

обеспечивают медленное волнообразное перемещение химуса к толстому кишечнику в результате сокращения кольцевых мышц верхнего отрезка кишки при одновременном расширении нижнего участка;



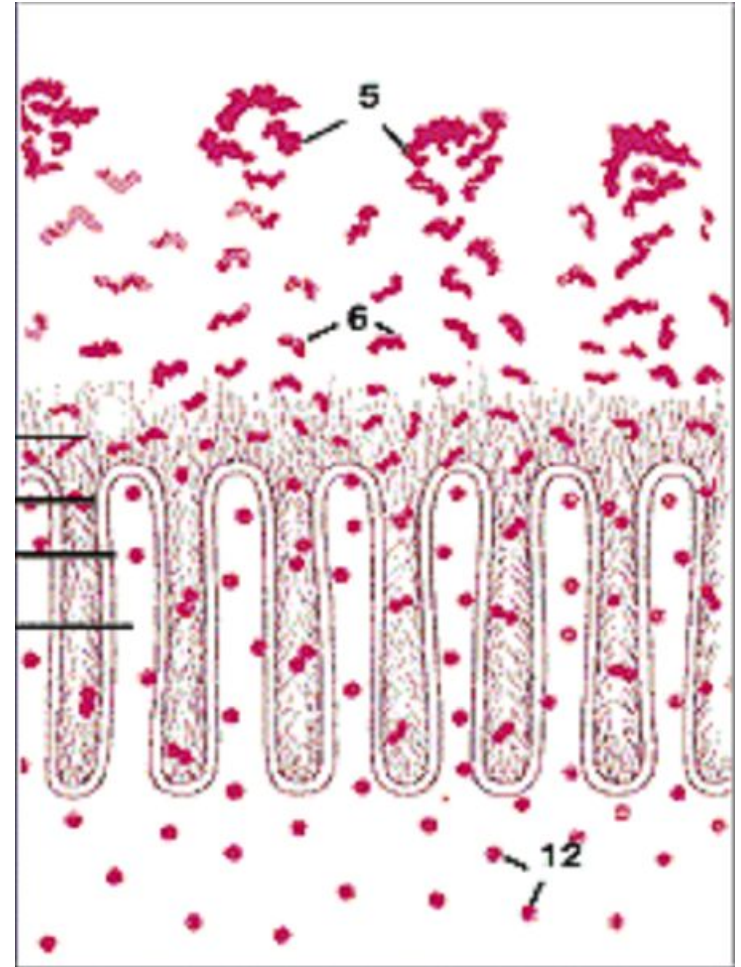
маятнкообразные движения

- путем последовательных сокращения кольцевых и продольных мышц отрезок кишки
 - то укорачивается и расширяется,
 - то удлиняется и суживается,
- в результате химус перемещается то в одну, то в другую сторону, наподобие маятника.



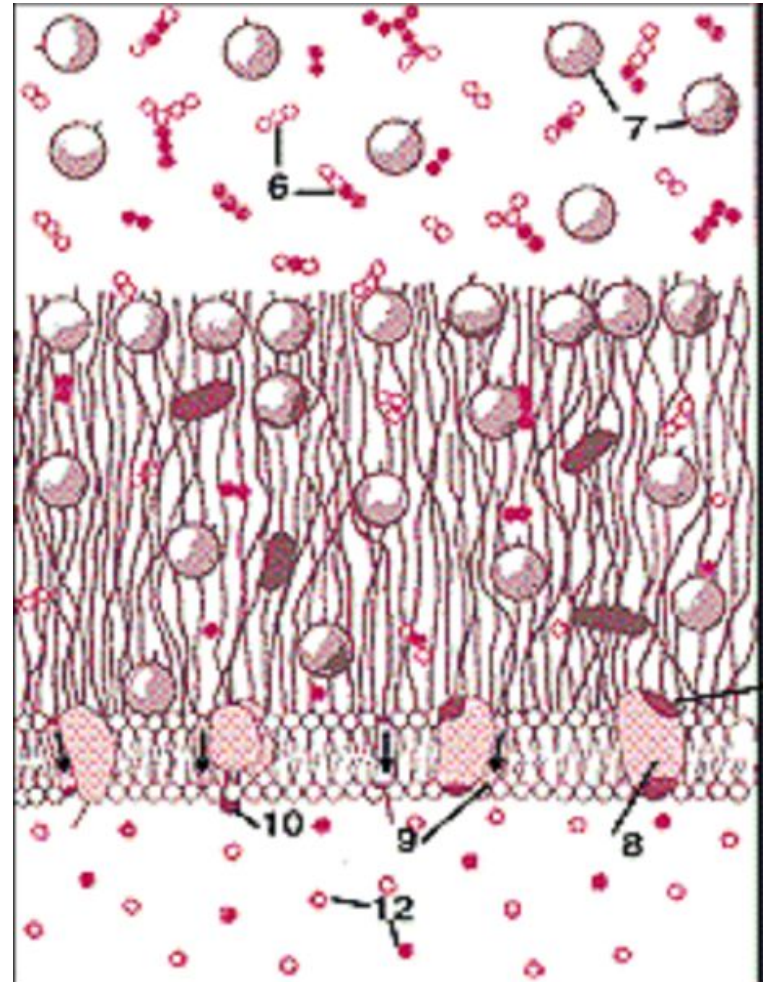
Виды пищеварения в тонком кишечнике (полостное и пристеночное).

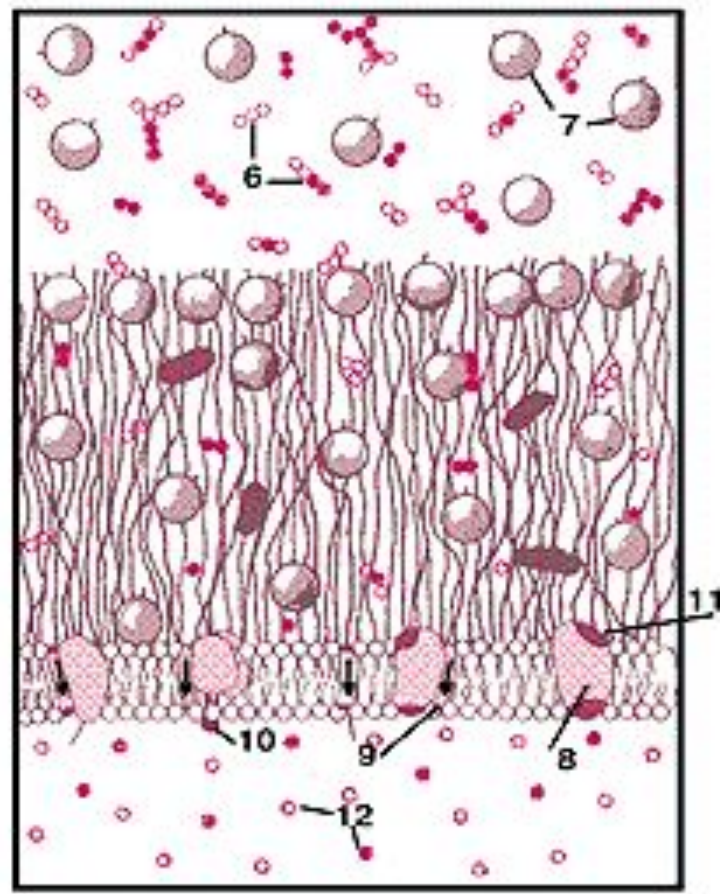
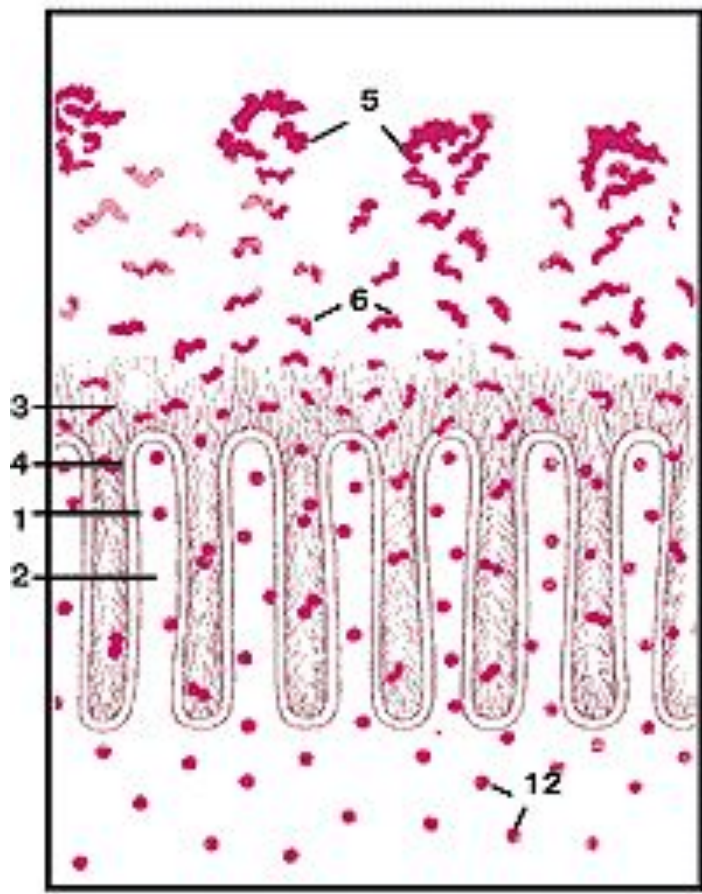
- **Полостное пищеварение** происходит в полости тонкого кишечника с помощью ферментов пищеварительных секретов (поджелудочный сок, желчь, кишечный сок), расщепляющих крупномолекулярные вещества до олигомеров. Дальнейший их гидролиз осуществляется в зоне слизистой оболочки.



Пристеночное (мембранное) пищеварение

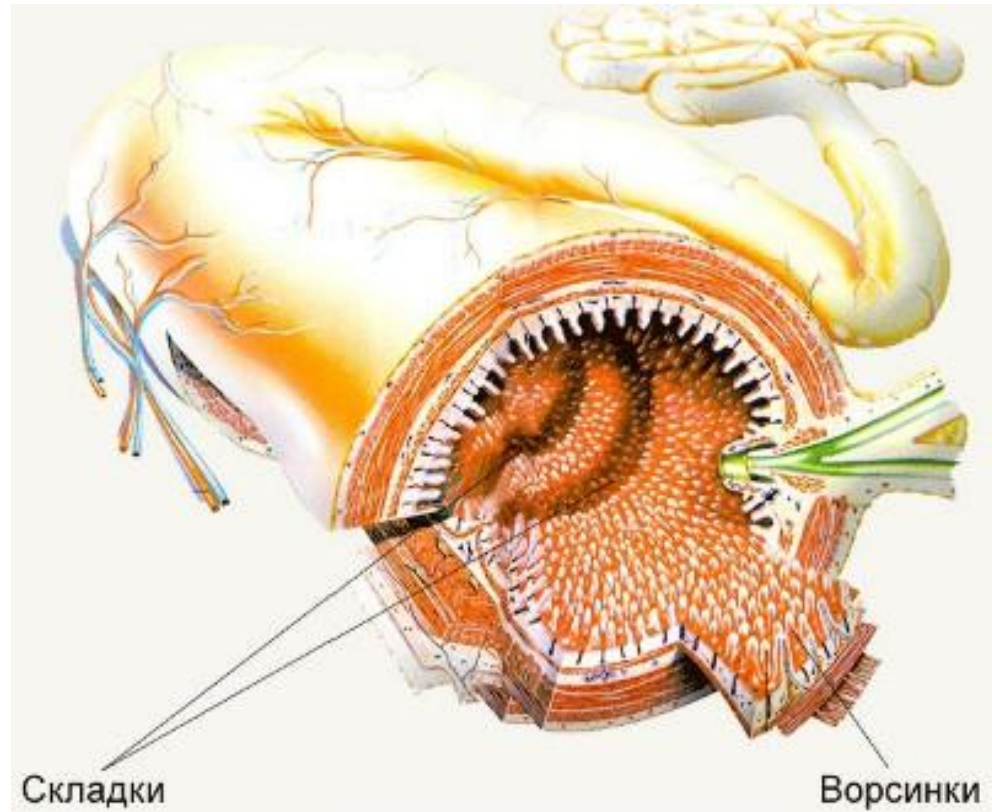
открыто академиком
А. М. Уголевым
(1926-1991) во второй
половине XX века и
обусловлено
складчатым
строением слизистой
оболочки тонкого
кишечника.





Ворсинки тонкого кишечника

- На складках имеются выпячивания слизистой оболочки, называемые **ворсинками**.
- Высота ворсинок 0,5-1,5 мм, на 1 мм² слизистой оболочки располагается от 30 до 40 ворсинок.



Строение ворсинки тонкого кишечника

Каждая ворсинка
это микроорган

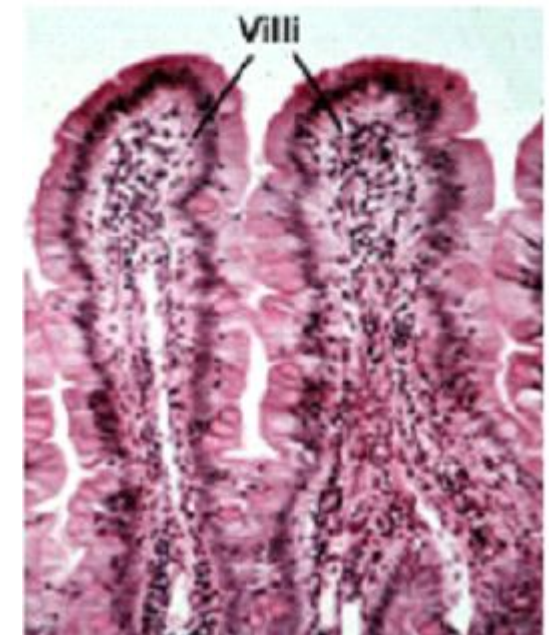


Строение ворсинки

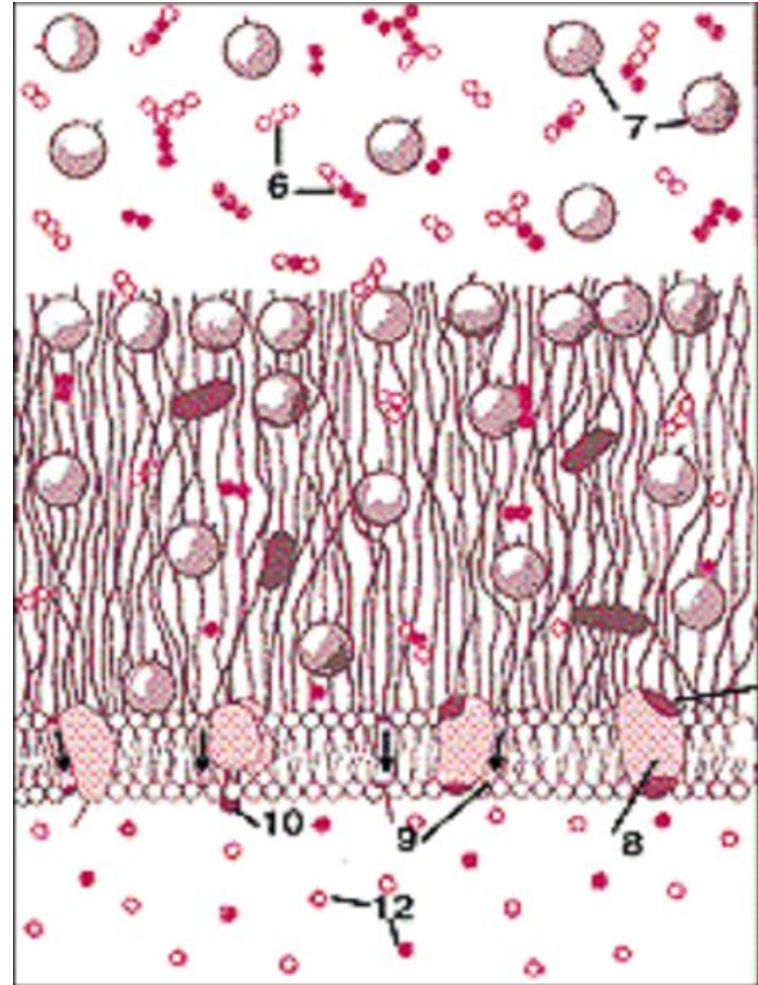
Сверху ворсинка покрыта слоем специфических клеток тонкой кишки (энтероцитов), наружная сторона которых образует кайму из нитевидных выростов — *микроворсинок*.

На каждой ворсинке насчитывается около 1700-4000 микроворсинок.

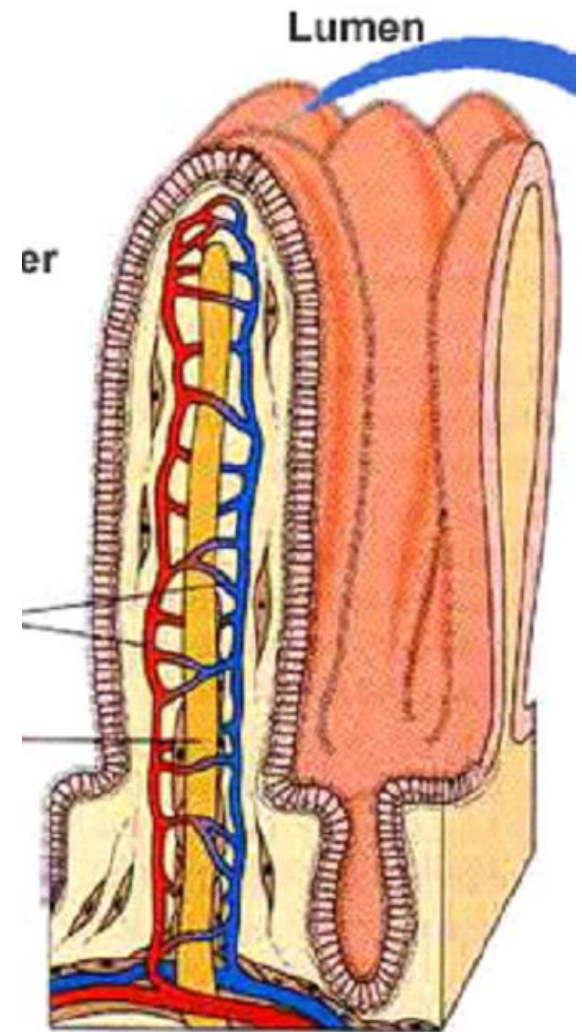
Наличие микроворсинок увеличивает площадь всасывания до 500м^2 .



- Мелкие молекулы, образовавшиеся в результате полостного гидролиза, попадают на мембраны ворсинок, где действуют пищеварительные ферменты. Вследствие мембранного гидролиза образуются мономерные соединения, которые всасываются в кровь и лимфу.



- В лимфу поступают продукты переработки жиров, а в кровь — аминокислоты и простые углеводы.
- Большую роль во всасывании играют сокращения ворсинок. Они сокращаются со скоростью до 6 раз в мин. Экстрактивные вещества пищи, глюкоза, пептиды, некоторые аминокислоты усиливают сокращения ворсинок.



Влияние пищевых факторов на деятельность тонкого кишечника.

Двигательную и секреторную функцию тонких кишок повышает:

- грубая, плотная пища, богатая пищевыми волокнами.
- пищевые кислоты,
- углекислота,
- щелочные соли,
- лактоза,
- витамин В1 (тиамин),
- холин,
- пряности,
- продукты гидролиза пищевых веществ, особенно жиров (жирные кислоты).

Пищеварение в толстом кишечнике

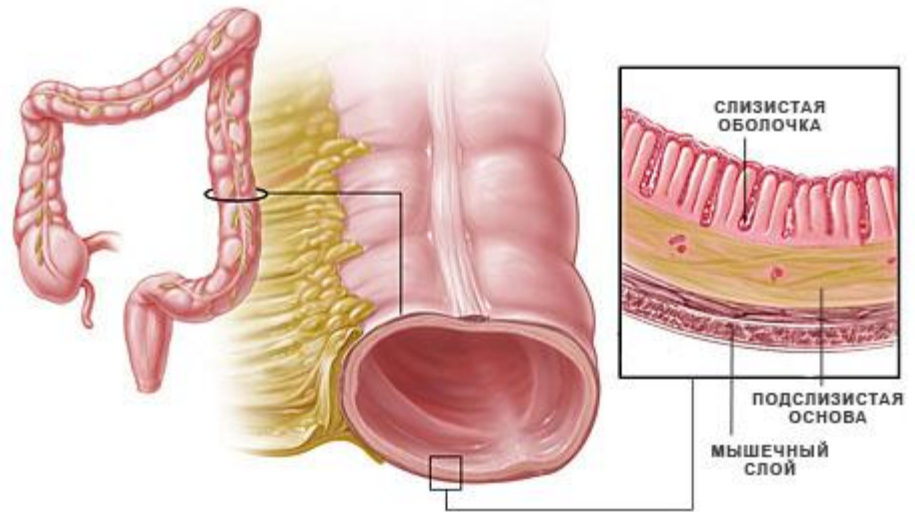
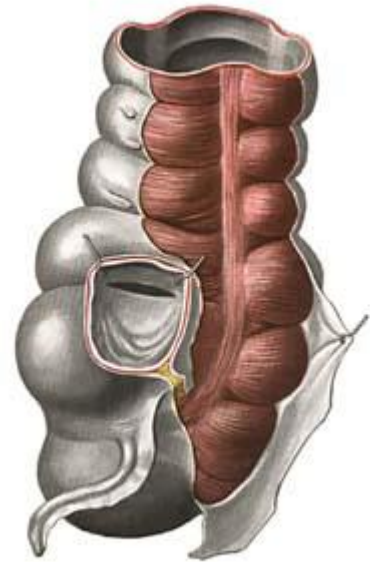
Толстый кишечник располагается между тонким кишечником и анальным отверстием.

Общая длина толстого кишечника 1,5-2,0 м, ширина в верхних отделах 7 см. в нижних около 4 см.

начинается слепой кишкой, имеющей червеобразный отросток (аппендикс), затем продолжается в ободочную кишку (восходящую, поперечную, нисходящую), далее — в сигмовидную кишку и заканчивается прямой кишкой.



- Вдоль стенки толстой кишки проходят три продольные мышечные ленты, стягивающие ее и образующие вздутия (гаустры).
- Слизистая оболочка толстого кишечника имеет складки, ворсинки отсутствуют.



- Кишечные железы, расположенные в слизистой оболочке, вырабатывают *кишечный сок*.
- Кишечный сок имеет щелочную реакцию, содержит большое количество слизи, ферменты присутствуют в очень малых количествах и ферментативная активность их низкая.
- В нем нет энтерокиназы и сахаразы, в небольших количествах обнаруживаются пептидазы, липаза, амилаза и нуклеаза, а содержание щелочной фосфатазы в 15-20 раз меньше, чем в тонкой кишке.

- В толстый кишечник пища поступает почти полностью переваренной, за исключением пищевых волокон и очень небольшого количества белков, жиров и углеводов.
- В этом отделе ЖКТ преимущественно всасывается вода (1,0-1,5 л/сут.). благодаря чему в организме поддерживается определенный уровень водно-солевого обмена.
- Всасывание пищевых веществ в толстом кишечнике несущественно.

Кишечная микрофлора.

- Большую роль в процессе пищеварения в толстом кишечнике играет нормальная микрофлора.
- Толстая кишка — основное место обитания микроорганизмов.
- Так, в 1 г содержимого кишечника присутствует 10^{11} - 10^{12} микробных клеток. Максимальное число бактерий находится в фекалиях — до 10^{13} на 1 г (30-50 % сухой массы).



Преобладающими микроорганизмами (около 90 % микрофлоры) являются :

- беспоровые облигатные анаэробные палочки *Bifidum bacterium*
- Bacteroides*



Остальные 10 % это:

- молочнокислые бактерии,
- кишечная палочка,
- стрептококки,
- спорообразующие, анаэробы.



- Под влиянием кишечной микрофлоры происходит расщепление ферментируемых пищевых волокон, которые доходят до толстого кишечника в неизмененном виде.
- В результате они расщепляются до простых углеводов и частично всасываются в кровь.
- У человека переваривается в среднем 30—50 % пищевых волокон, поступающих с едой.

- Доказано, что микрофлора снабжает организм дополнительной энергией (6-9 %) за счет всасывания летучих жирных кислот (пропионовая, масляная, уксусная), образующихся при ферментации растворимых пищевых волокон.

- Присутствующие в толстом кишечнике гнилостные бактерии из продуктов белкового распада образуют ядовитые вещества (*индол, скатол, фенол, крезол*), которые поступают в кровь и обезвреживаются в печени. Поэтому длительное избыточное потребление белка, а также нерегулярное опорожнение кишечника может быть причиной хронической интоксикации организма.

- Микрофлора толстого кишечника способна синтезировать ряд витаминов (эндогенный синтез).
- К их числу относятся витамины группы В, К (филлохинон), никотиновая, пантотеновая и фолиевая кислоты.

- Кроме того, кишечные лакто- и бифидобактерии образуют *бактерицидные вещества* (кислоты, спирты, лизоцим), которые подавляют размножение патогенных микробов, а также препятствует канцерогенезу (противоопухолевое действие).

- Некоторые заболевания, длительное лечение антибиотиками, избыточное потребление консервантов, вносимых в пищевые продукты, нарушают нормальную микрофлору, в результате происходит размножение микрофлоры патогенной, возникает заболевание дисбиоз (дисбактериоз).

Двигательная функция толстого кишечника

- осуществляется благодаря гладким мышцам стенки кишки. Движения медленные, так как мускулатура развита слабо.

Наблюдаются следующие виды движения:

- *маятникообразные,*
- *перистальтические,*
- *антиперистальтические,*
- *ритмическая сегментация.*

- В результате этих движений пища перемешивается, уплотняется, склеивается слизью кишечного сока, формируются каловые массы, эвакуирующиеся через прямую кишку.
- Опорожнение прямой кишки — *дефекация* — рефлекторный акт, находящийся под влиянием коры головного мозга.

- При нормальном функционировании органов пищеварения усваивается (т. е. всасывается в кровь и метаболизируется) 92 % белков, 95 % жиров, 98 % углеводов.
- При обычном смешанном питании у здорового человека пища усваивается не менее чем на 90 % (примерно 10 % принятой пищи не усваивается).
- В целом весь процесс пищеварения у человека длится 24-72 ч. Причем половина этого времени приходится на толстый кишечник, где заканчивается процесс пищеварения.

Факторы, влияющие на состояние толстого кишечника.

- **Функции толстого кишечника находятся в прямой зависимости от характера труда человека, возраста, состава потребляемой пищи и др. Так, у лиц умственного труда, ведущих малоподвижный образ жизни и подверженных гиподинамии, снижается двигательная функция кишечника. С возрастом также уменьшается активность двигательной, секреторной и других функций толстого кишечника.**

- Следовательно, при организации питания этих групп населения необходимо включение «пищевых раздражителей», оказывающих *послабляющее действие*: хлеб из муки грубого помола, отруби, овощи и фрукты (кроме вяжущих чернослив, холодные овощные соки, минеральные воды, компот, молочнокислые напитки, растительное масло, сорбит, ксилит и др.

Закрепляющее действие, т. е. ослабляющее моторику кишечника, оказывают:

- горячие блюда,
- мучные изделия (пироги, блины, свежий хлеб, макароны)
- яйца всмятку,
- творог,
- рисовая и манная каши,
- крепкий чай,
- какао,
- шоколад,
- черника и др.

Снижают двигательную и выделительную функции толстого кишечника
рафинированные углеводы

Перегрузка рациона мясными продуктами увеличивает процессы гниения, избыток углеводов усиливает брожение. Дефицит в питании пищевых волокон и дисбиозы кишечника являются фактором риска канцерогенеза.