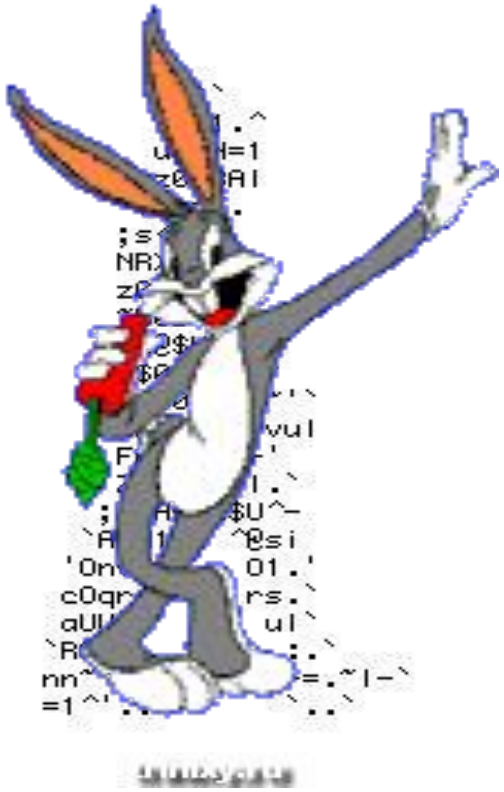
ФИЗИОЛОГИЯ ПИТАНИЯ

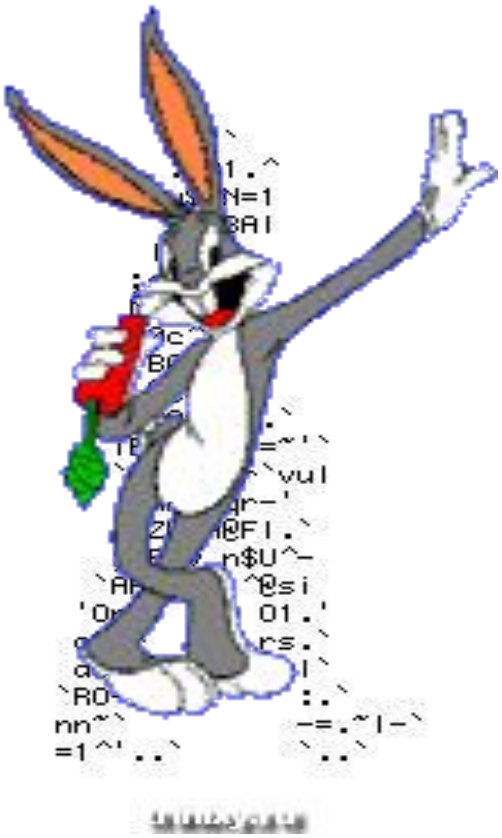
Значение пищеварения в жизнедеятельности организма. Общие закономерности процессов пищеварения. Строение пищеварительной системы.

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 восприняты 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, pH 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 находите» в полости рта в среднем около 15 секунд

Язык

— мышечный орган, покрытый слизистой оболочкой, состоящий из множества различных сосочков, которые содержат вкусовые нервные окончание

- кончик языка воспринимает сладкое,
- тело языка — кислое и соленое,
- корень — горькое.

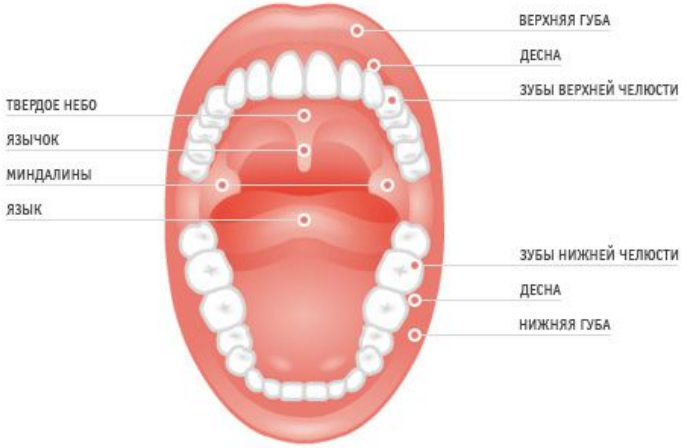
- Вкусовые ощущения воспринимаются, если анализируемое вещество растворено в слюне.
- Утром язык мало чувствителен к восприятию вкуса, усиливаетеся чувствительность к вечеру (19—21 ч). Поэтому на завтрак следует включать продукты, усиливающие раздражение вкусовых рецепторов (салаты, закуски, фрукты; 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,

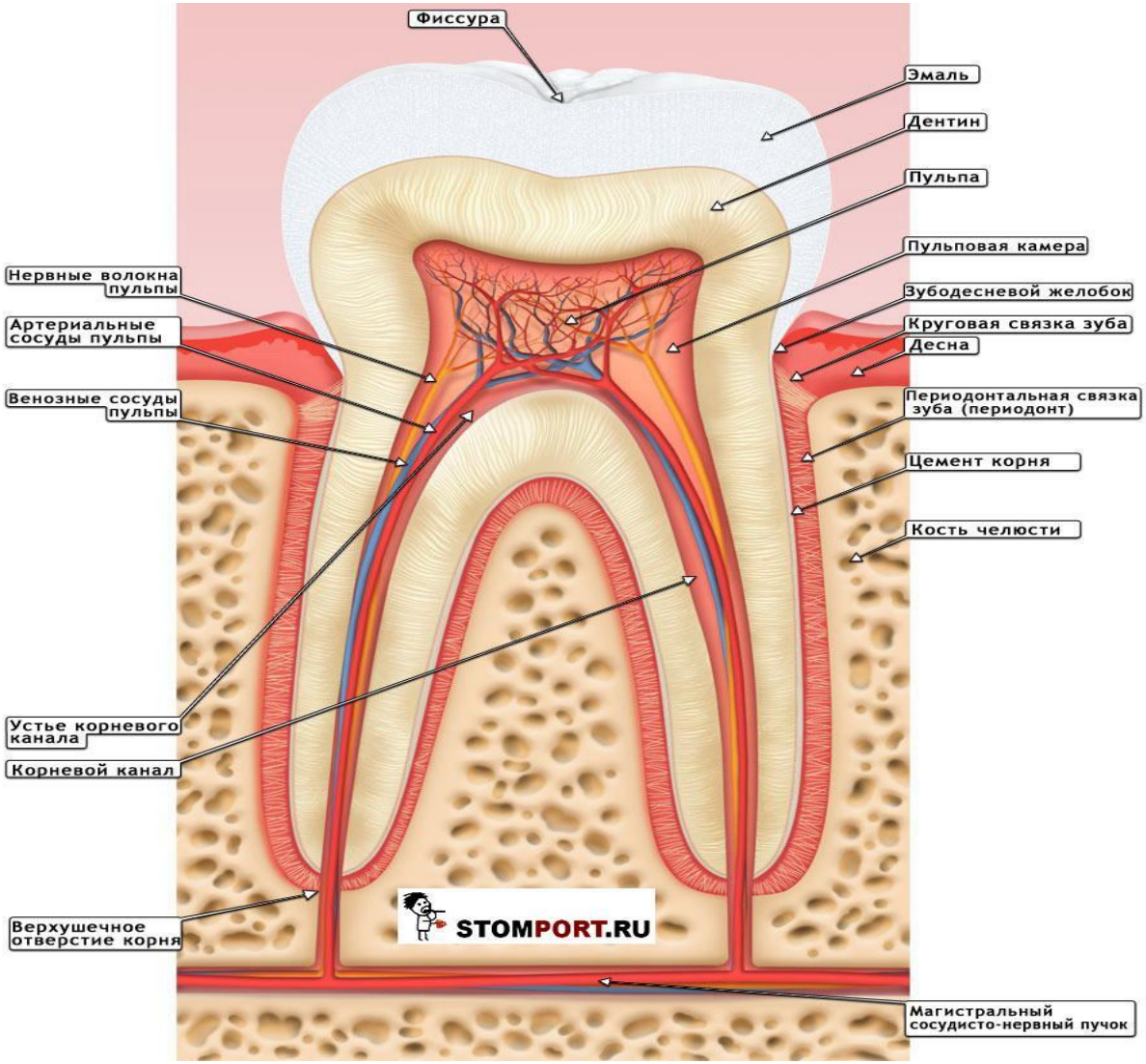
кислая может оказывать обратное действие

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.*



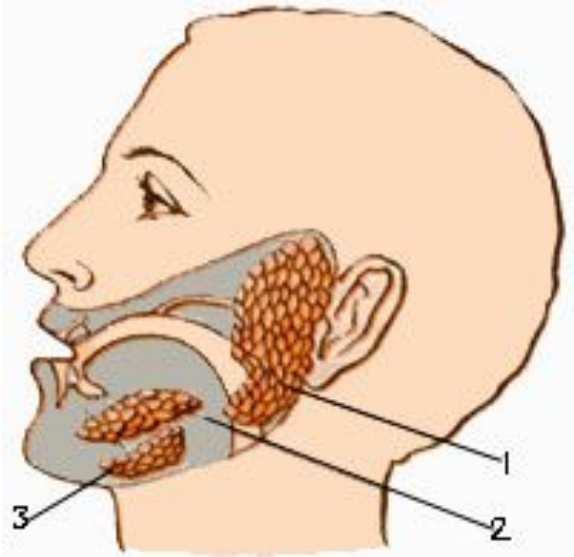
Тщательное пережевывание пищи зубами увеличивает ее контакт со слюной, высвобождает вкусовые и бактерицидные вещества и облегчает проглатывание пищевого комка.

Слюнные железы.

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

В слизистой оболочке полости рта:

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



СЛЮННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ:
1 – ОКОЛОУШНАЯ;
2 – ПОДЪЯЗЫЧНАЯ;
3 – ПОДЧЕЛЮСТНАЯ

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.

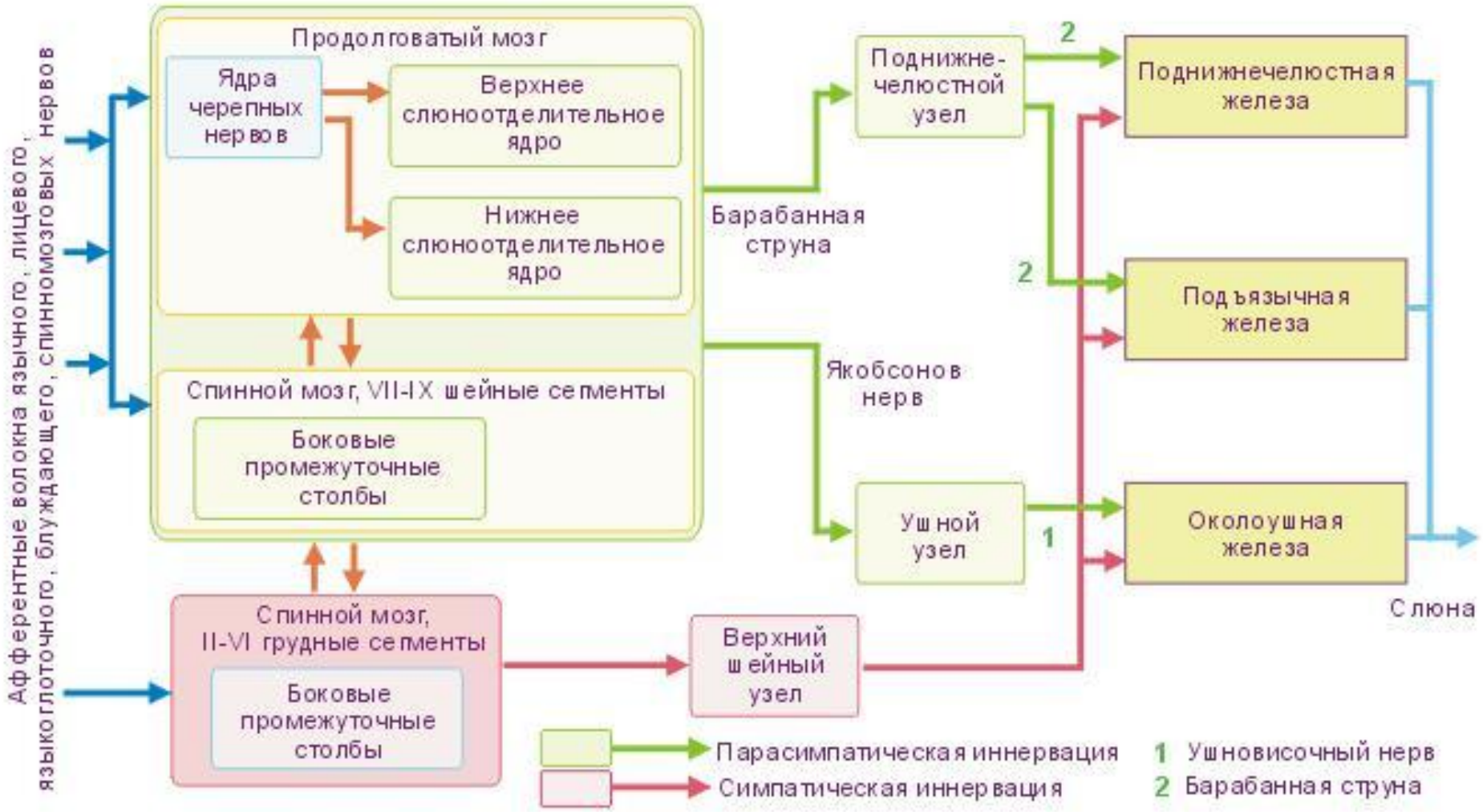
Поэтому роль этих ферментов до конца неясна.

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.


Продолговатый мозг
Ядра черепных нервов
Верхнее слюноотделительное ядро
Нижнее слюноотделительное ядро
Спинной мозг, VII-IX шейные сегменты
Боковые промежуточные столбы
Спинной мозг, II-VI грудные сегменты
Боковые промежуточные столбы
Афферентные волокна язычного, лицевого, языкоглоточного, блуждающего, спинномозговых нервов
Барабанная струна
Якобсонов нерв
Поднижне-челюстной узел
Ушной узел
Верхний шейный узел
2
2
1
Поднижнечелюстная железа
Подъязычная железа
Околоушная железа
Слюна
Парасимпатическая иннервация
Симпатическая иннервация
1 Ушновисочный нерв
2 Барабанная струна

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.

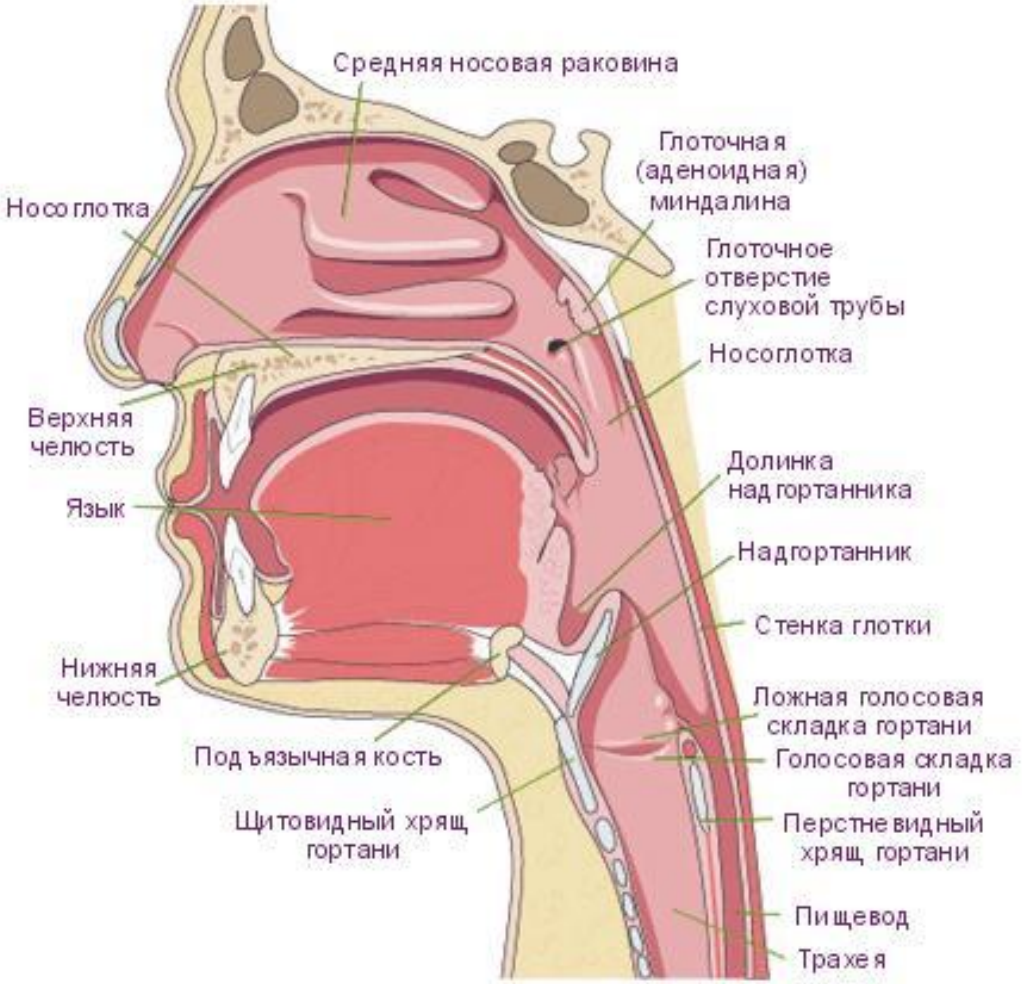
- О недостаточном поступлении витамина А (ретинол) свидетельствует ороговение слизистых оболочек ротовой полости, трещины и их инфицирование.

- 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)

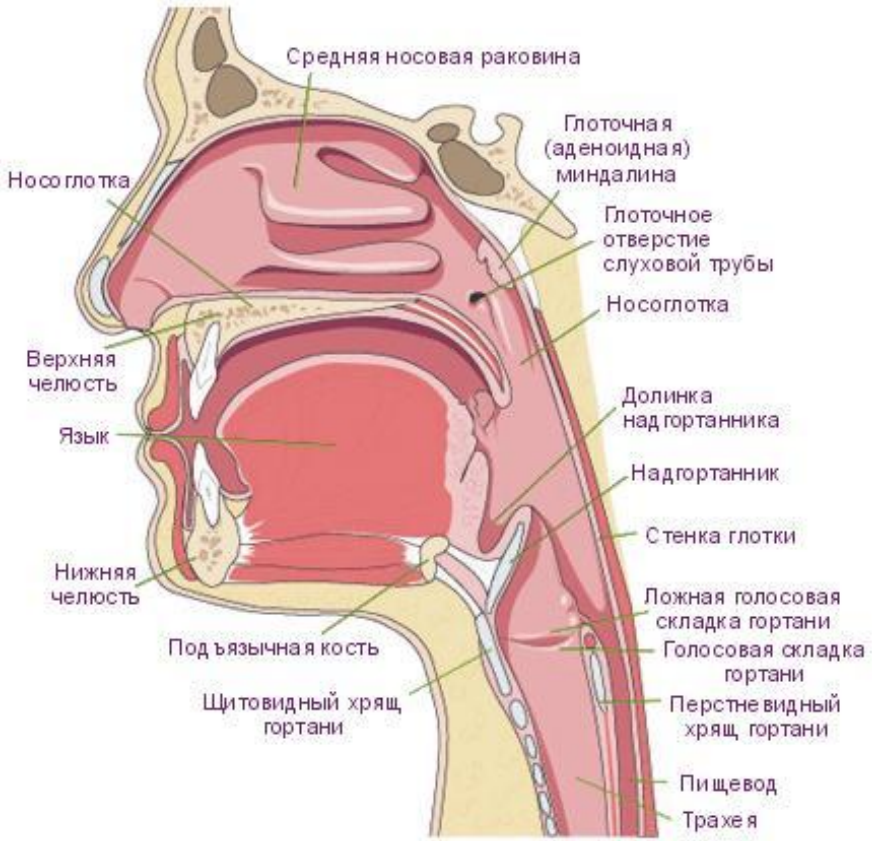
- — часть пищеварительного канала, соединяющего полость рта с пищеводом. В полости глотки происходит перекрест пищеварительных и дыхательных путей.
- Глотка делится на три части: носовую, ротовую и гортанную



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



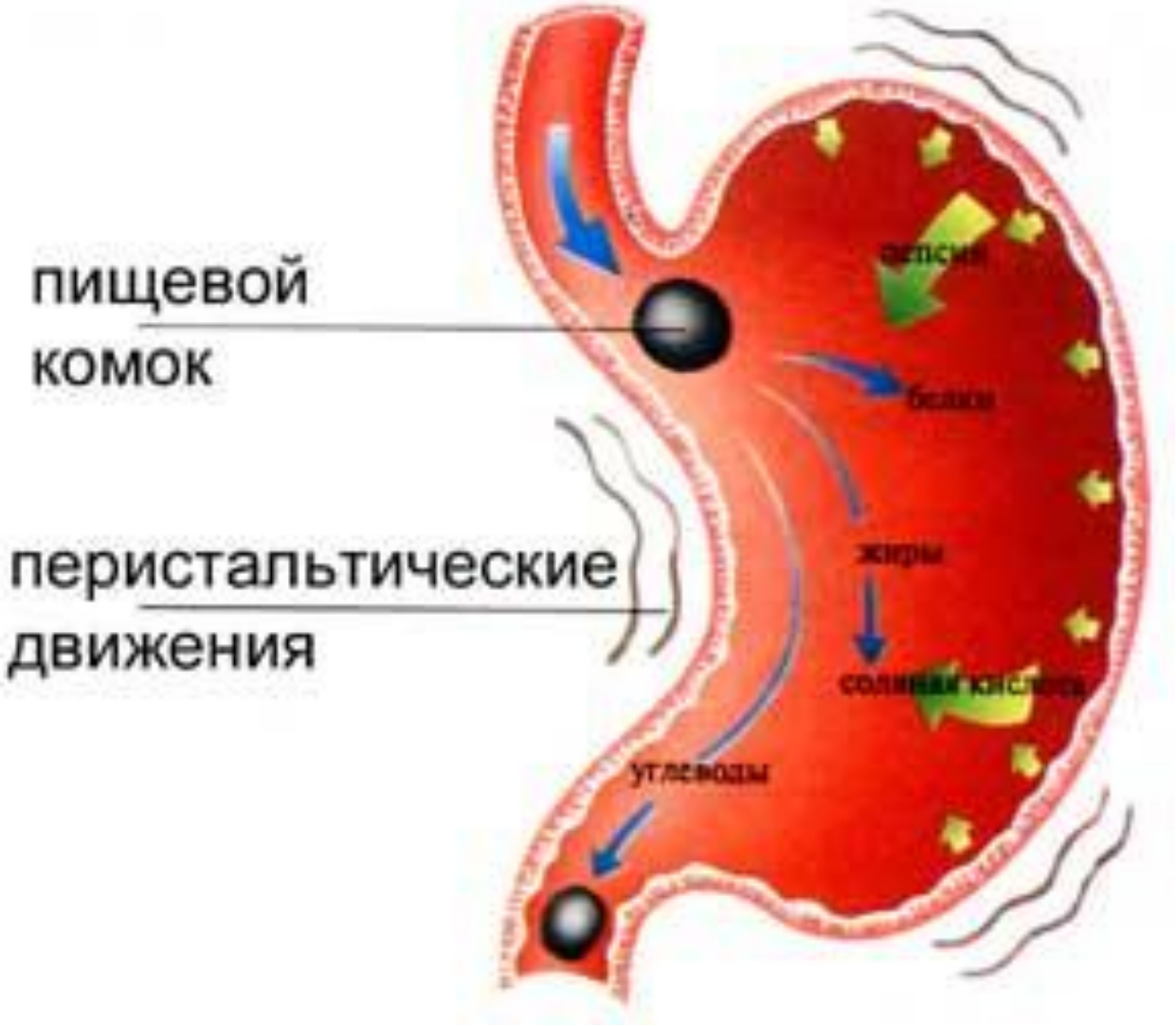
Пищевод (esophagus)

— 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.

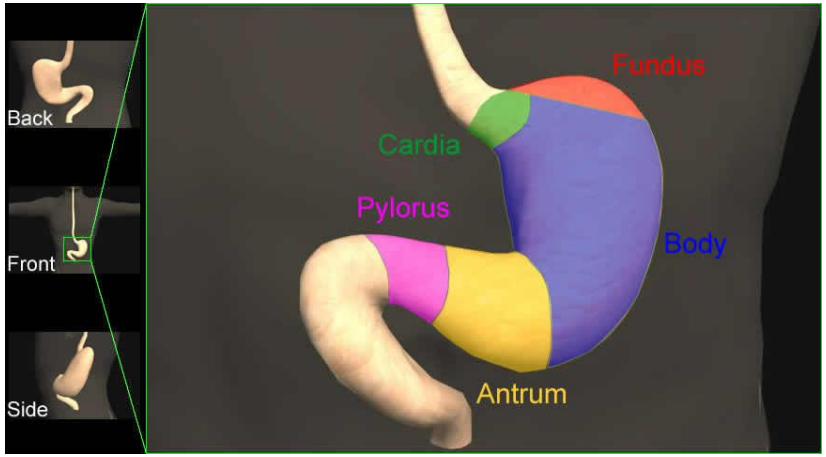
- Пищевод выполняет только *транспортную* функцию (путем последовательных сокращений кольцевых мышц сверху вниз). Скорость передвижек пищи к желудку составляет 1-9 секунд, в зависимости от ее консистенции.
- При употреблении очень горячей, острой пищи, грубых, плохо пережеванных кусков возможно травматическое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

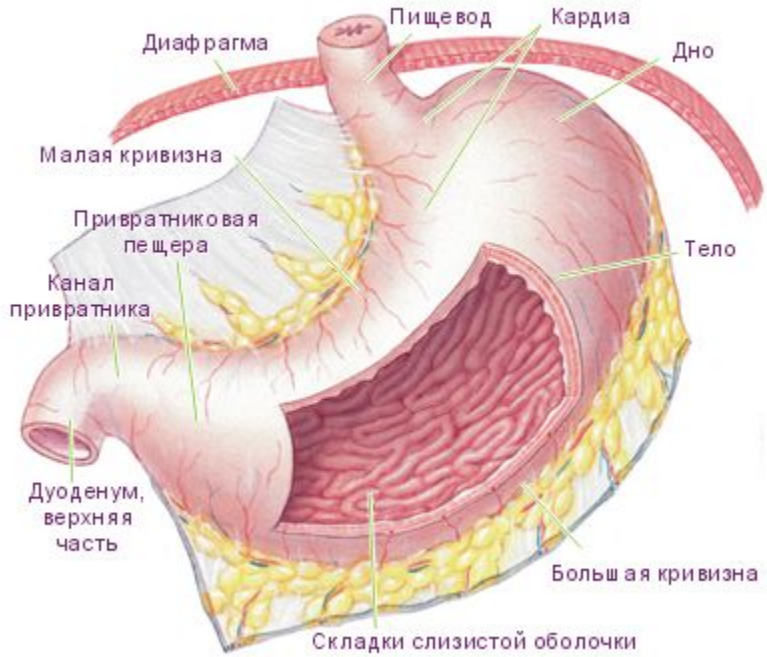
Пищеварение в желудке



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.



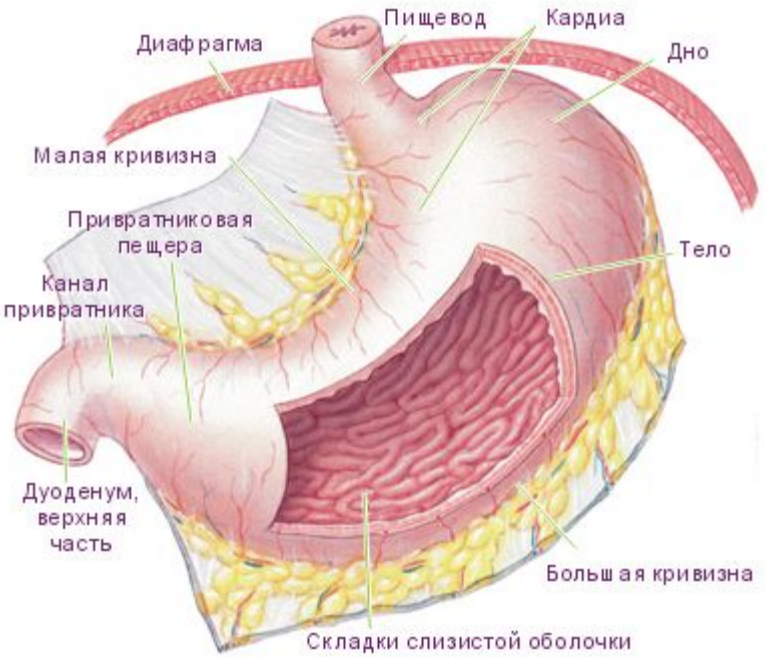


- В желудке различают переднюю и заднюю стенки, вогнутый *(малая кривизна)* и выпуклый *(большая кривизна)* края. Часть желудка, прилегающая к месту входа пищевода в желудок, называется *кардиальной,* куполообразное выпячивание желудка — *дно,* или *фундальная часть,* средняя часть — *тело желудка,* 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 многочислены 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 (кроветворении). 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 канальцы расширяются, а вакуоли увеличиваются в размерах

- бесцветная прозрачная жидкость кислой реакции (pH 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).*

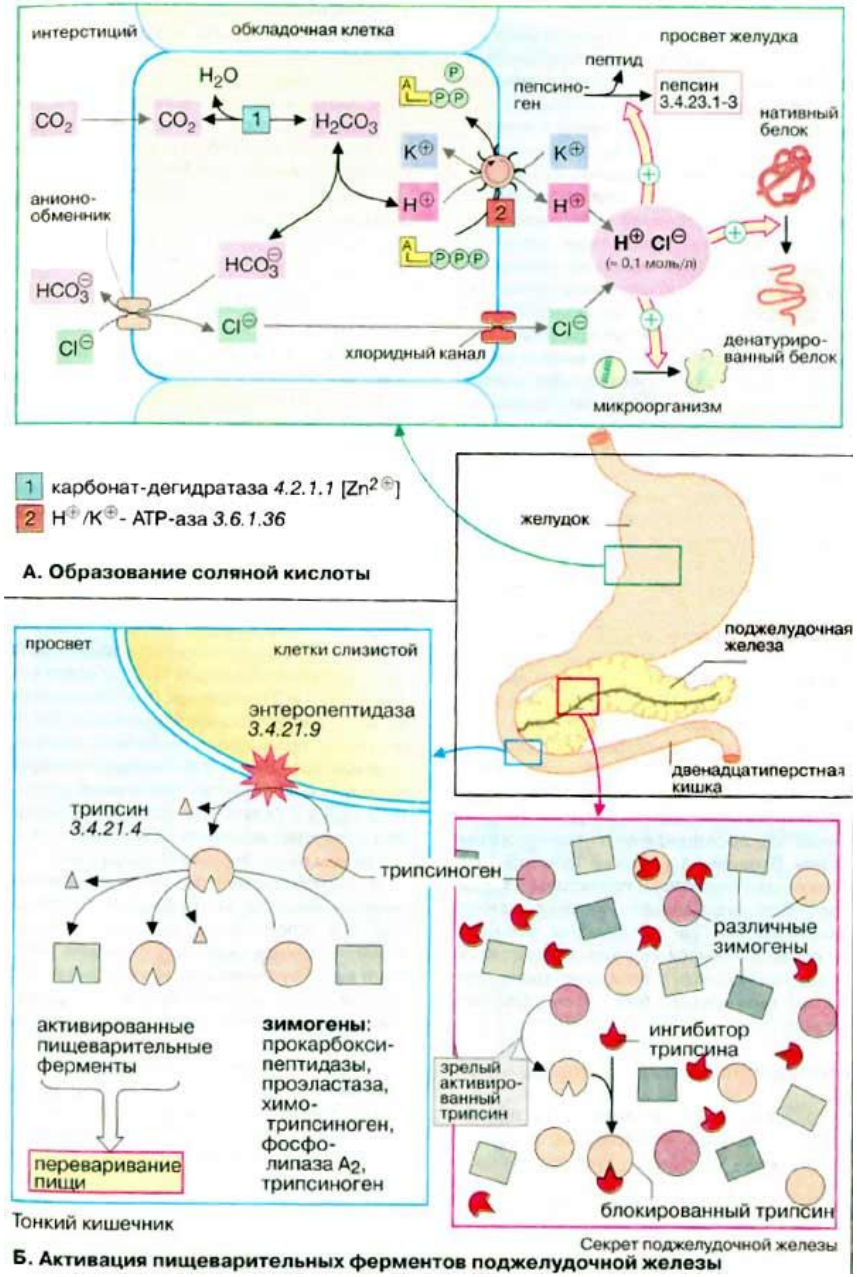
- В состав желудочного сока входят вода (99 %) и плотные вещества (1 Плотные вещества включают органические (ферменты, слизь, лизоцим) и неорганические (соляная кислота) компоненты

Ферменты желудочного сока

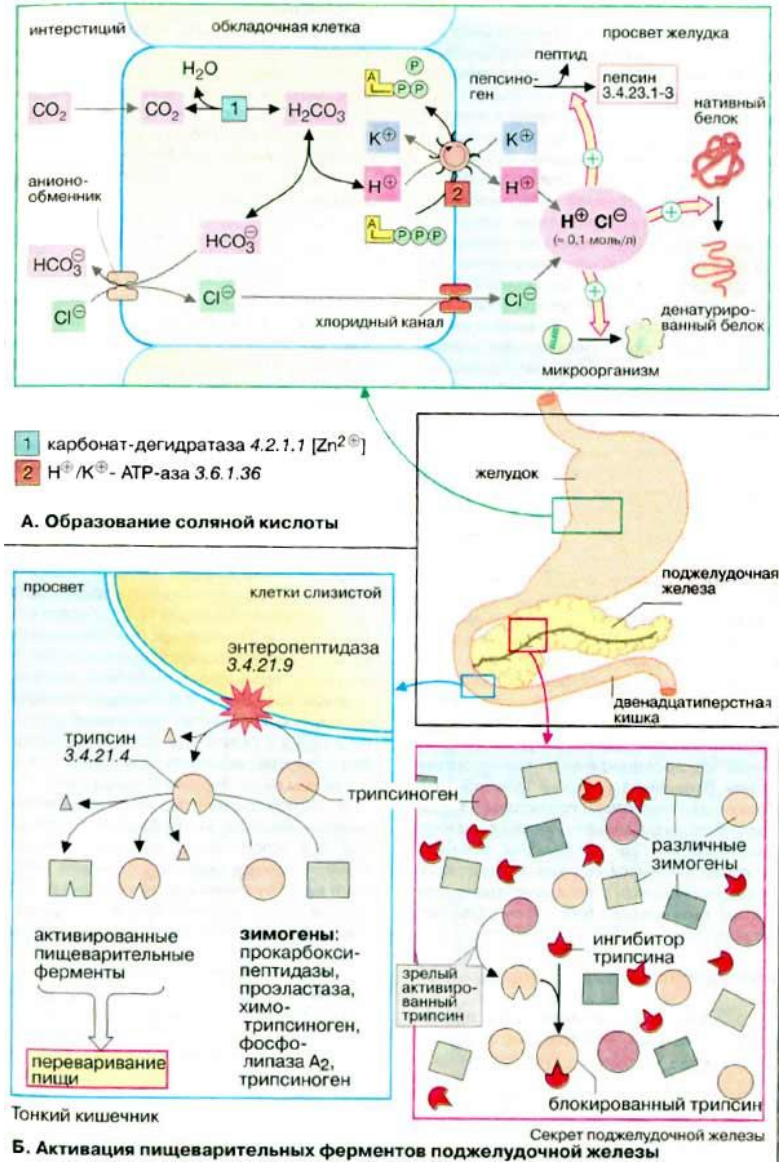
- представлены *протестами* и *липазой.* К основным протеолитическим ферментам относят пепсины А, В (парапепсин), С (гастриксин). Пепсин А и гастриксин, совместно действуя на разные виды белков обеспечивают 95 % протеолитической активности желудочного сока. Пепси А гидролизует белки с максимальной скоростью при pH 1,5-2,0, гастриксин — *при* pH 3,2-3,5.
- Пепсины вырабатывается главными клетками желудочных желез в формк 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)



- *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 расщеплляет 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 расщепляются 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 *Helicobacterpylori* 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

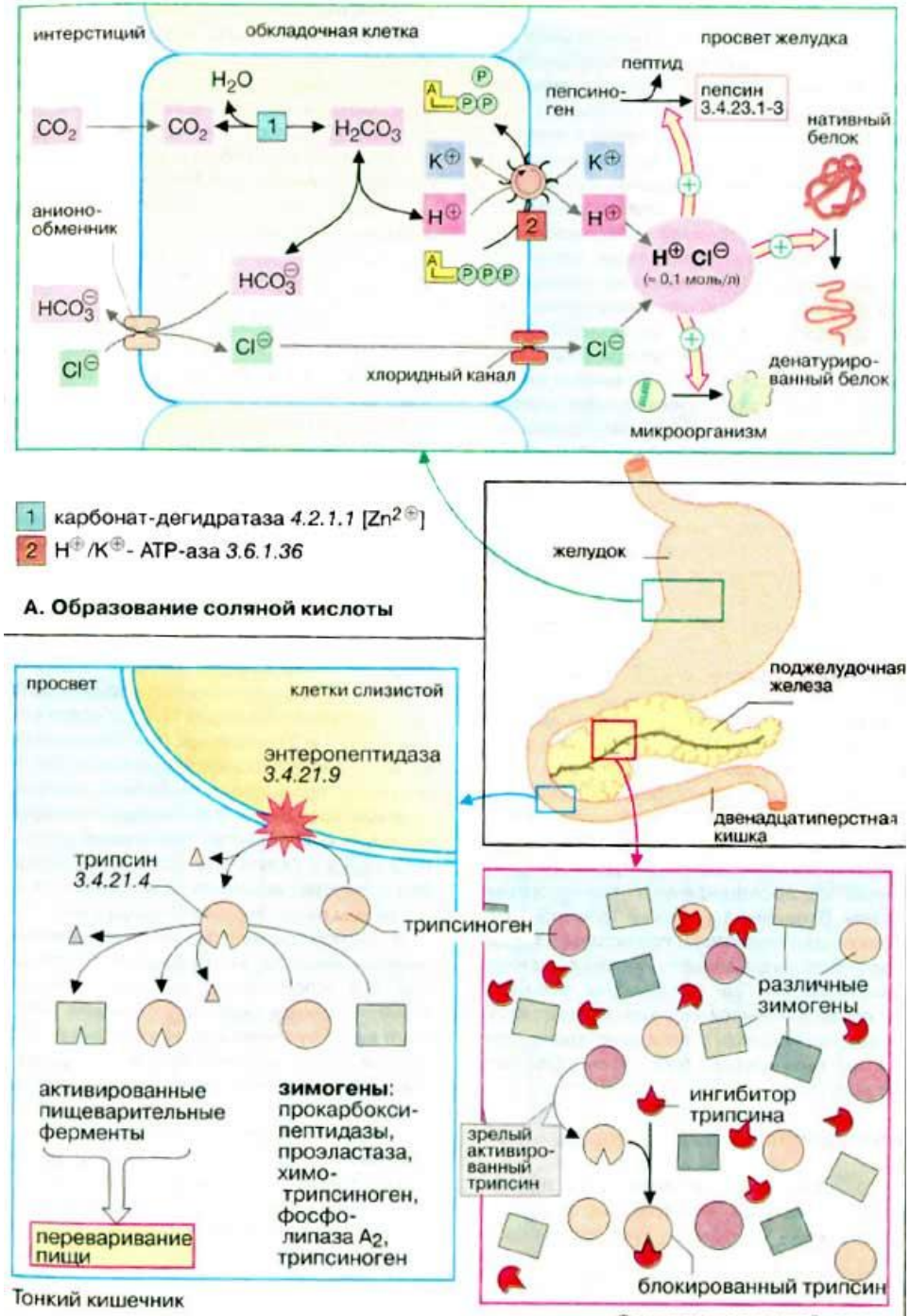
Длительность пребывания пищи в желудке

- 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 кашице

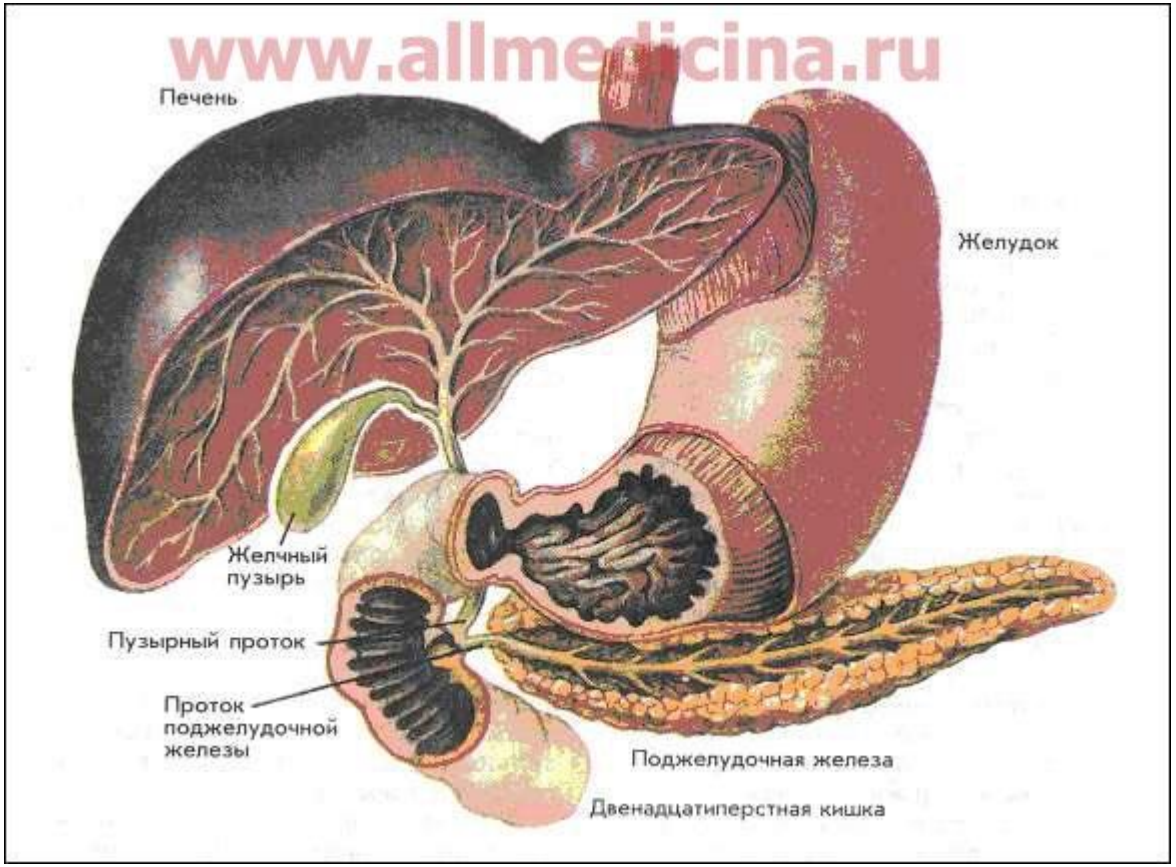

интерстиций
обкладочная клетка
просвет желудка
H_2O
CO_2
CO_2
1
H_2CO_3
HCO_3^-
HCO_3^-
Cl^-
Cl^-
анионо-обменник
K^+
H^+
2
K^+
H^+
H^+ Cl^-
(≈ 0,1 моль/л)
пепсино-ген
пептид
пепсин 3.4.23.1-3
нативный белок
денатуриро-ванный белок
хлоридный канал
Cl^-
микроорганизм
1 карбонат-дегидратаза 4.2.1.1 [Zn^{2+}]
2 H^+/K^+- АТР-аза 3.6.1.36
А. Образование соляной кислоты
желудок
поджелудочная железа
двенадцатиперстная кишка
просвет
клетки слизистой
энтеропептидаза 3.4.21.9
трипсин 3.4.21.4
трипсиноген
различные зимогены
ингибитор трипсина
зрелый активиро-ванный трипсин
блокированный трипсин
активированные пищеварительные ферменты
переваривание пищи
зимогены: прокарбокси-пептидазы, проэластаза, химо-трипсиноген, фосфо-липаза A_2, трипсиноген
Тонкий кишечник
Секрет поджелудочной железы
Б. Активация пищеварительных ферментов поджелудочной железы

Пищеварение в тонком кишечнике

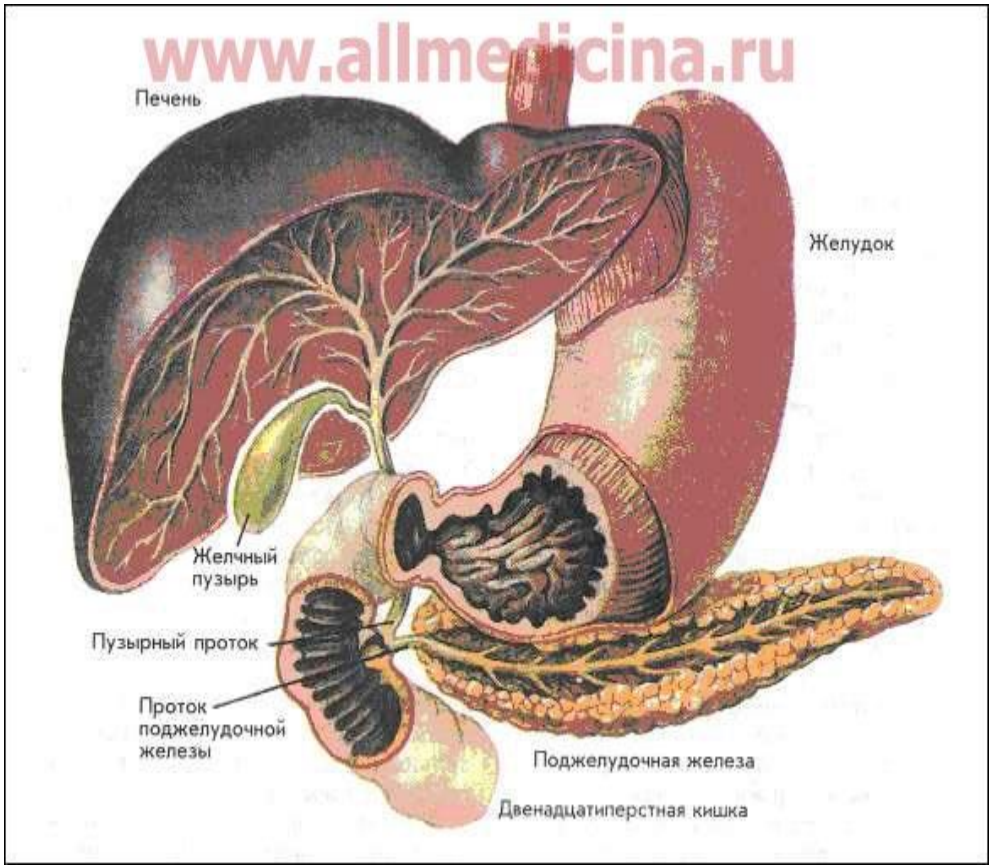
- *Тонкий кишечник* — самый длинный отдел пищеварительного тракта, полагающийся между выходом из желудка и началом толстого кишечника., на тонкого кишечника 5-7 м, диаметр 3,0-3,5 см.
- В тонком кишечнике проходят основные процессы переваривания пищи заканчивается процесс пищеварения, начавшийся в желудке 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.

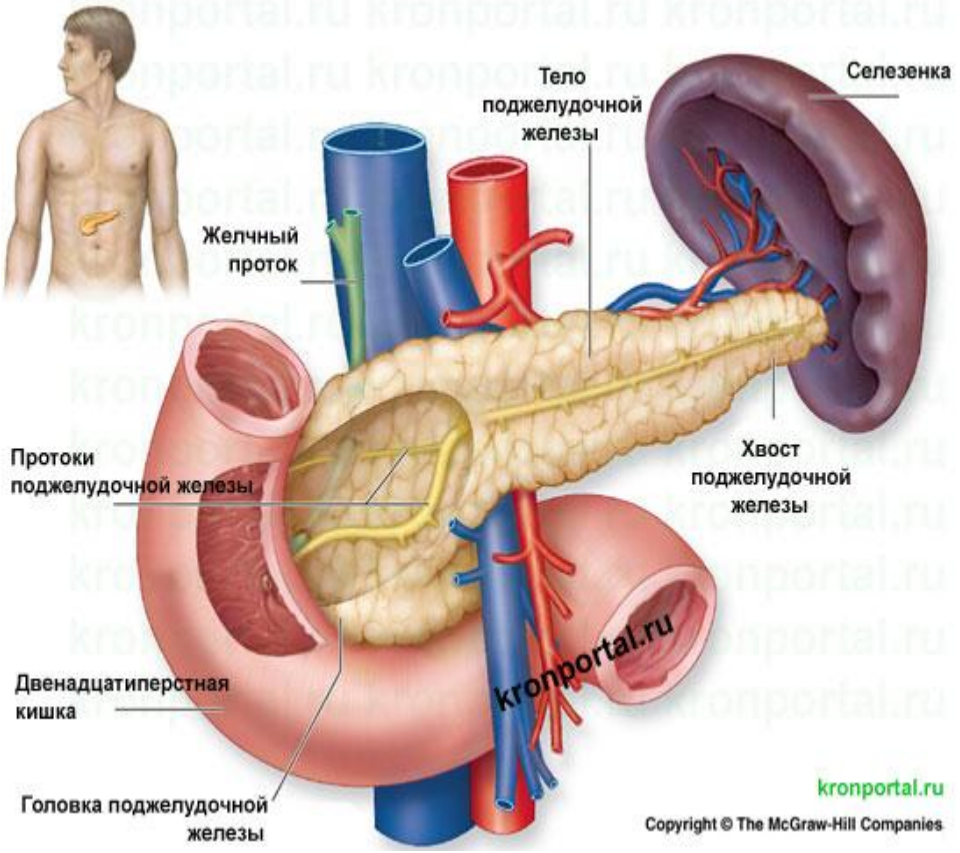


- Поджелудочный сок вырабатывается поджелудочной железой,
- желчь - печенью,
- кишечный сок - множеством мелких желез, имеющихся в слизистой оболочке стенки кишки



Поджелудочная железа (pancreas)

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



Внутрисекреторная функция

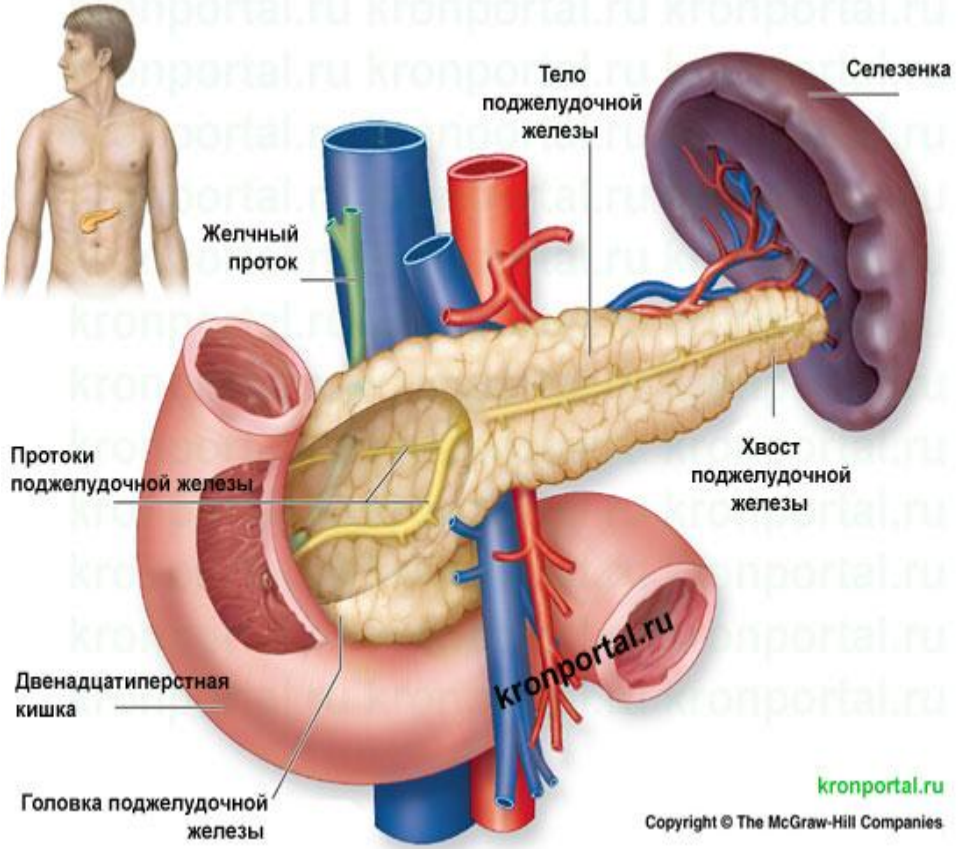
поджелудочная железа вырабатывает:

- инсулин,
- глюкагон,
- серотонин,
- гастрин,
- энкефалин,
- ваготонин
- и другие гормоны

непосредственнов кровь;

Внешнесекреторная функция

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



Поджелудочный (панкреатический) сок

- - бесцветная прозрачная жидкость щелочной реакции (pH 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,*

→ Полипептиды (сложные белковые структуры)

•*карбоксипептидазы* → 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 гидролизованным 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 — секретином 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.

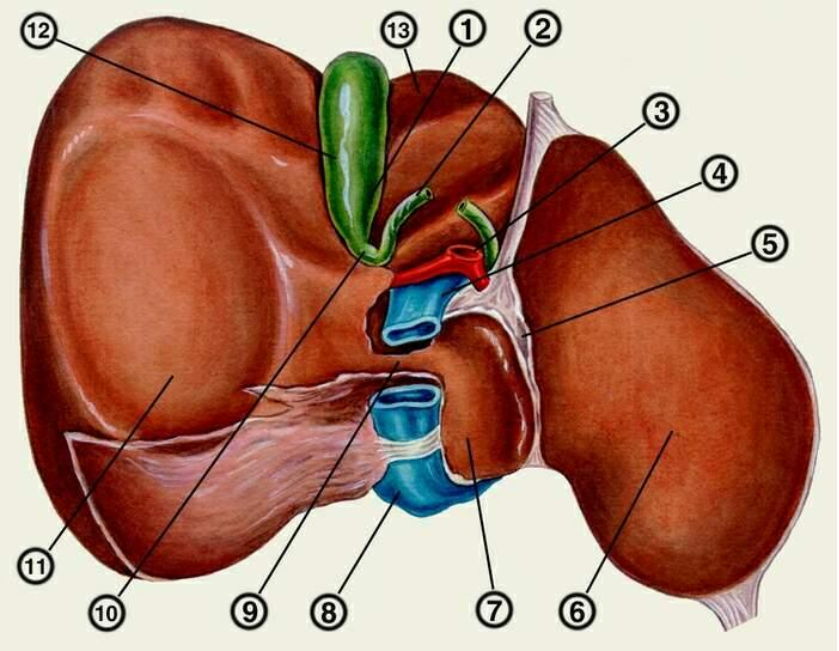
Тормозят поджелудочную секрецию

- щелочные минеральные соли,
- молочная сыворотка и др.
- напряженная умственная и физически 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 мочевину 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; экстрагирую 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);

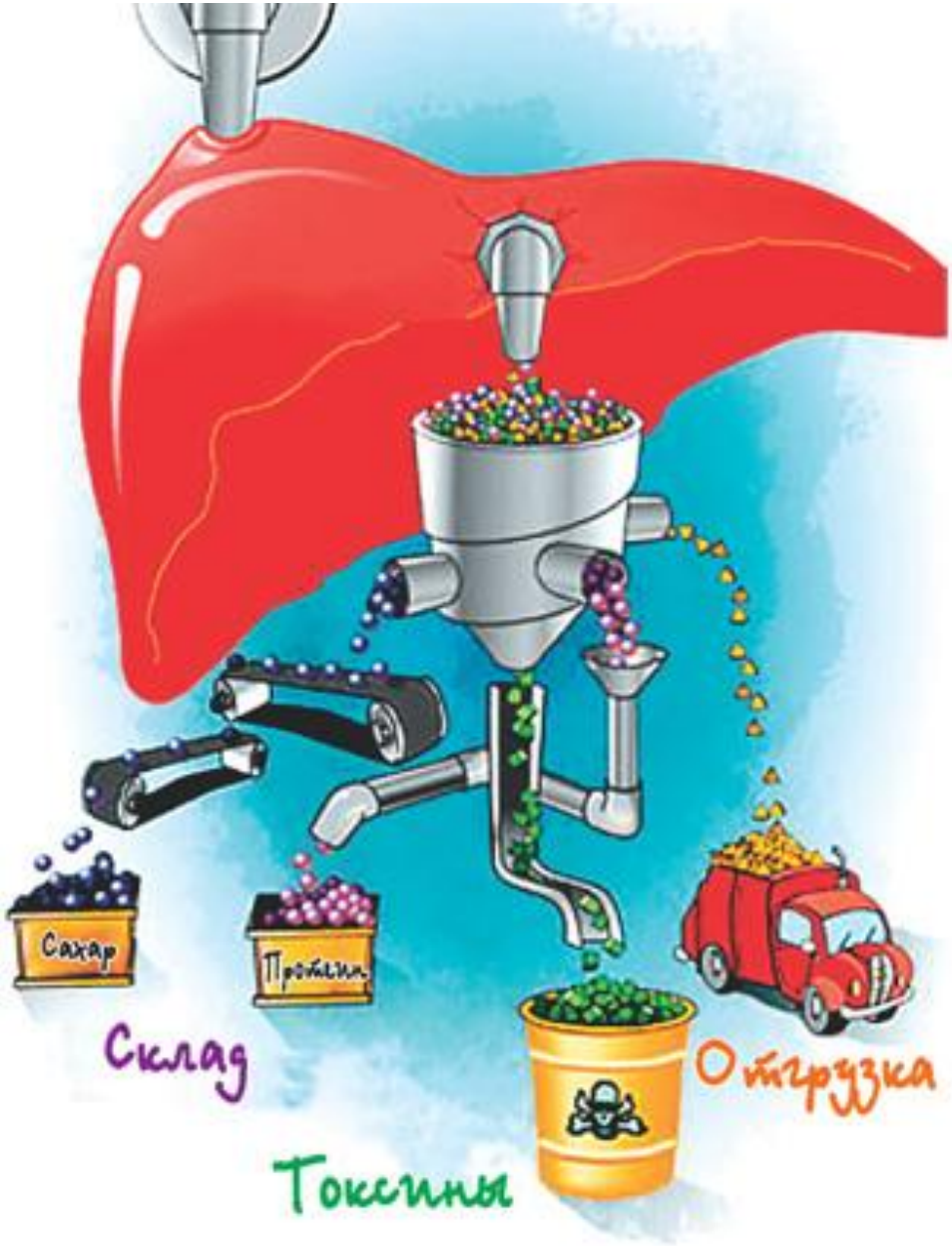
•• депонирования микроэлементов -- железа (в виде ферритина), цинк меди, марганца, молибдена, кобальта и др.;

• • 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.


Сахар
Склад
Токсины
Отгрузка

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, мочевая кислота, мочевина, 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 кишечныхворсинок 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 обусловливает 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:

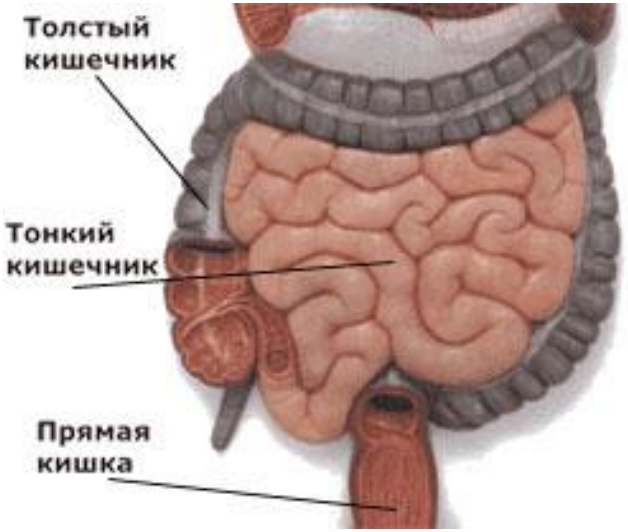
- блуждающий нерв (парсимпатическая нервная система)
- гормоны (гастрин, секретин и наиболее активный из них холецистокинин-панкреозимин).

Тормозящий эффект оказывают:

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

Пищеварение в тощей и подвздошной кишках.

- Длина тощей кишки ее составляет около 2/5 длины тонкого кишечника, а подвздошной — около 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 (pH 7,2-9,0).

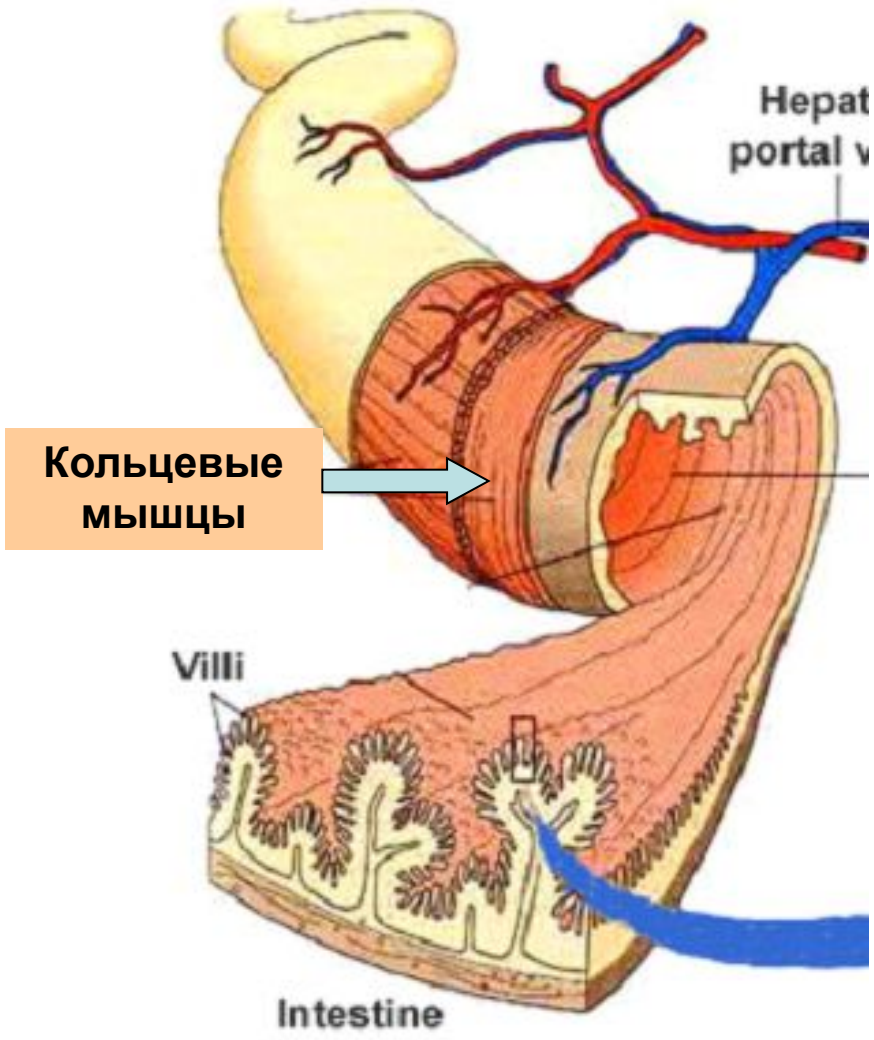
В кишечном соке содержится более 20 ферментов, обеспечивающих конечные стадии переваривания всех пищевых веществ:

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

В тонкой кишке различают несколько видов движений:

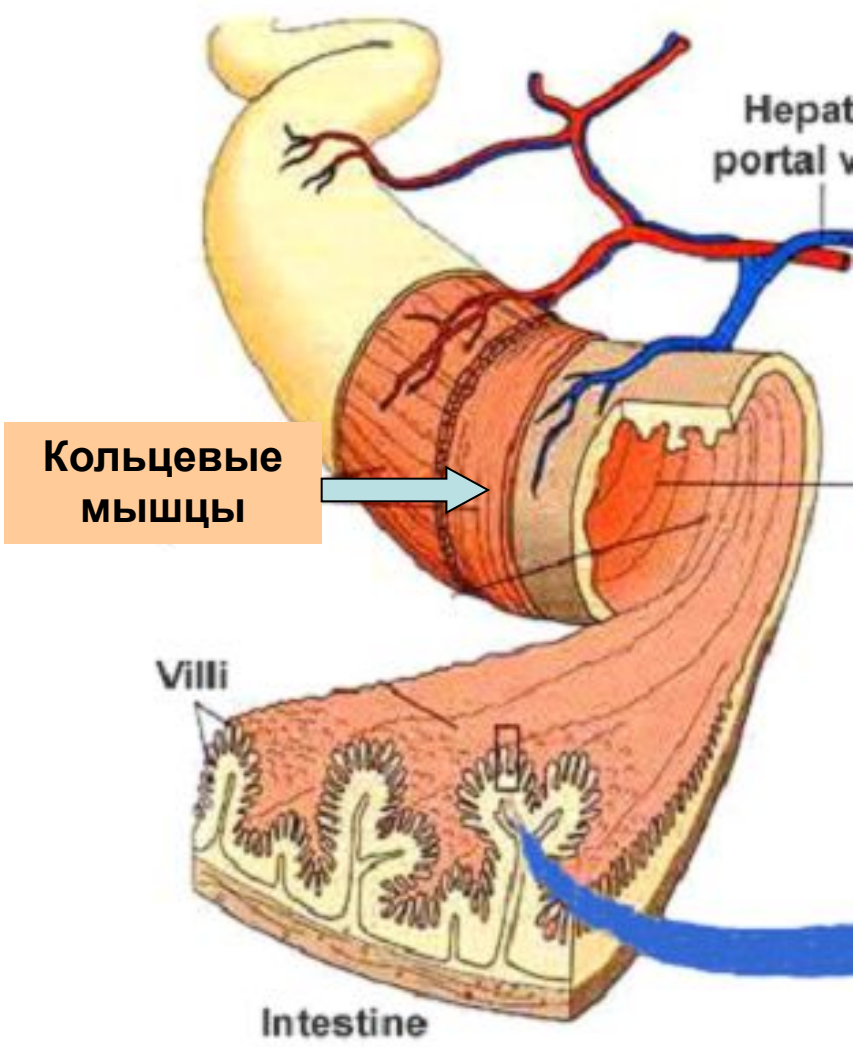
ритмическая сегментация

- 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;



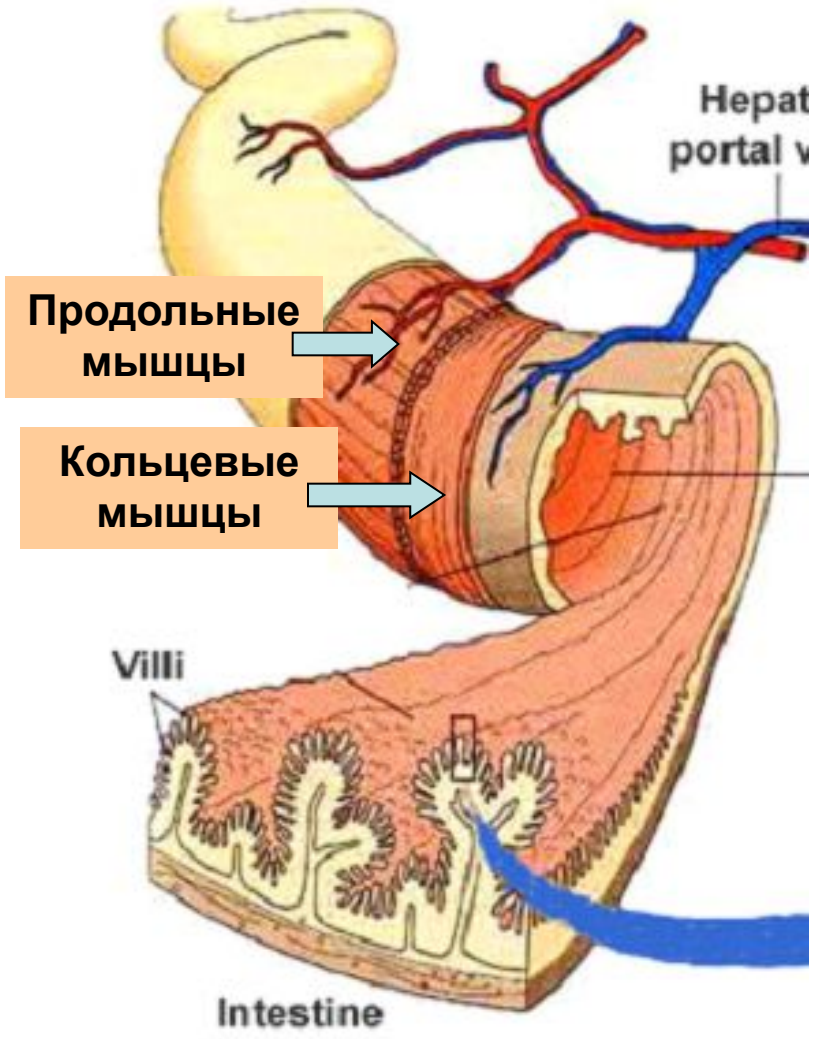
маятникообразные движения

-путем последовательных сокращения кольцевых и продольных мышц отрезок кишки

-то укорачивается и расширяется,

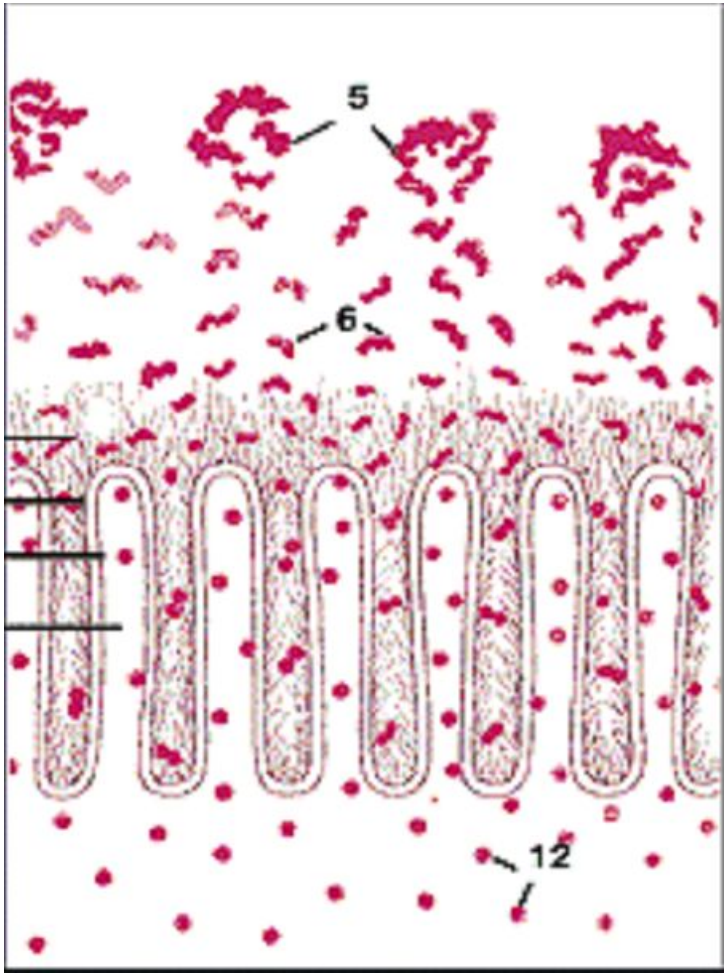
-то удлиняется и суживается,

в результате химус перемещается то в одну, то в другую сторону, наподобие маятника.



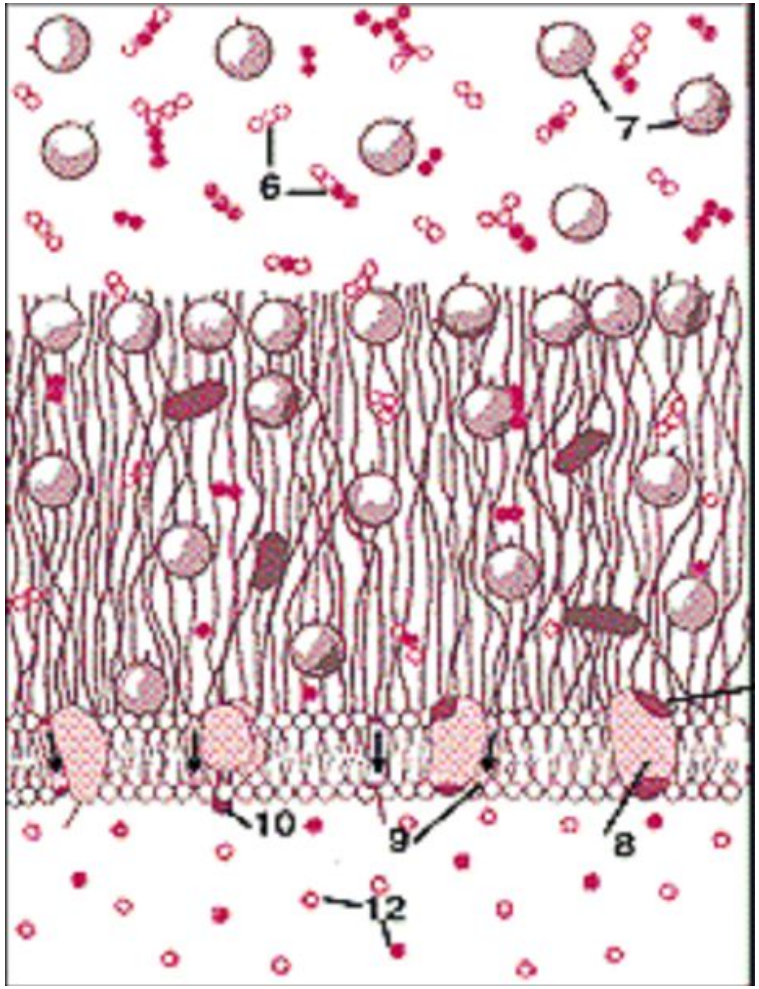
Виды пищеварения в тонком кишечнике (полостное и пристеночное).

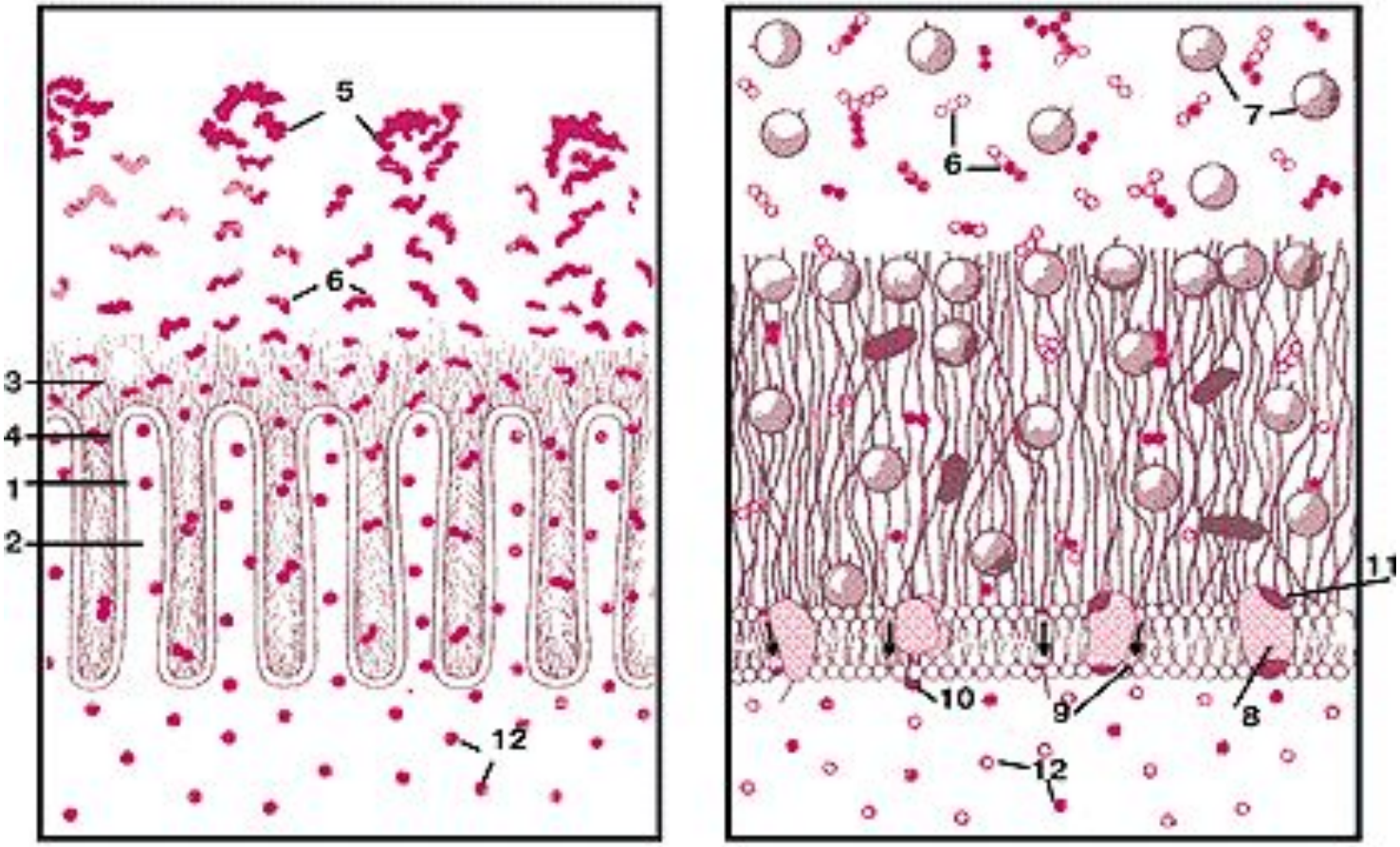
- ***Полостное пищеварение*** происходит в полости тонкого кишечника с помощью ферментов пищеварительных секретов (поджелудочный сок, желчь, кишечный сок), расщепляющих крупномолекулярные вещества до олигомеров. Дальнейший их гидролиз осуществляется в зоне слизистой оболочки.



Пристеночное (мембранное) пищеварение

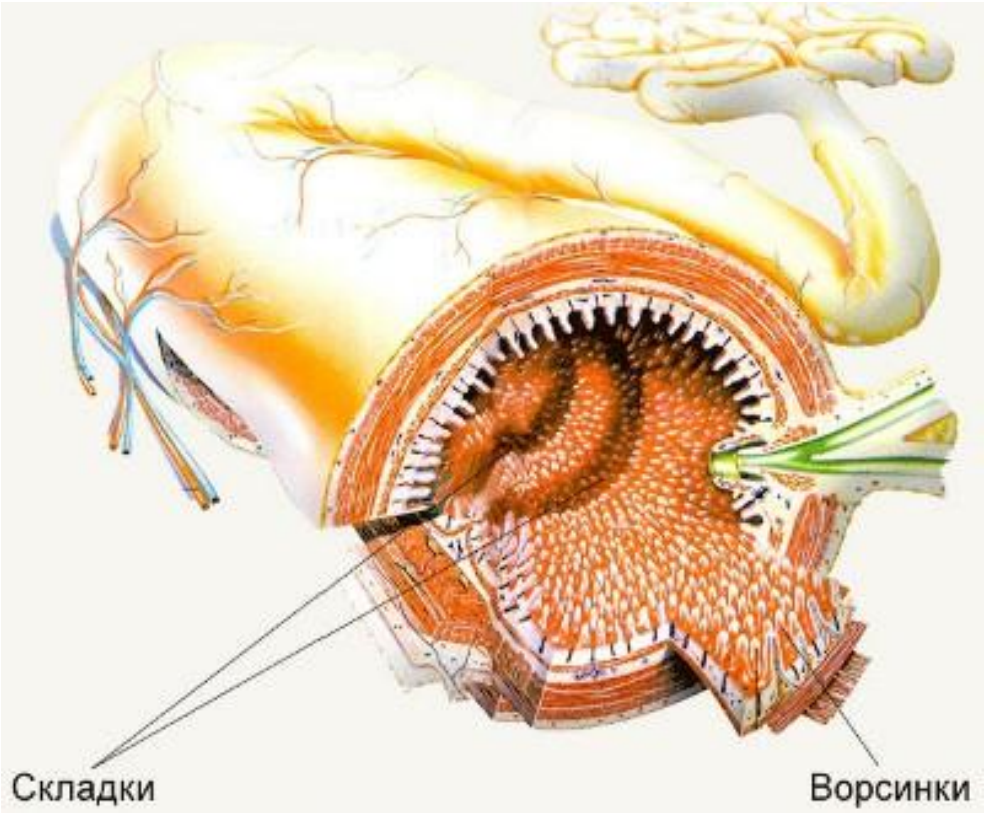
открыто академиком А. М. Уголевым (1926-1991) во второй половине XX века и обусловлено складчатым строением слизистой оболочки тонкого кишечника.




5
6
3
4
1
2
12
7
6
11
10
9
8
12

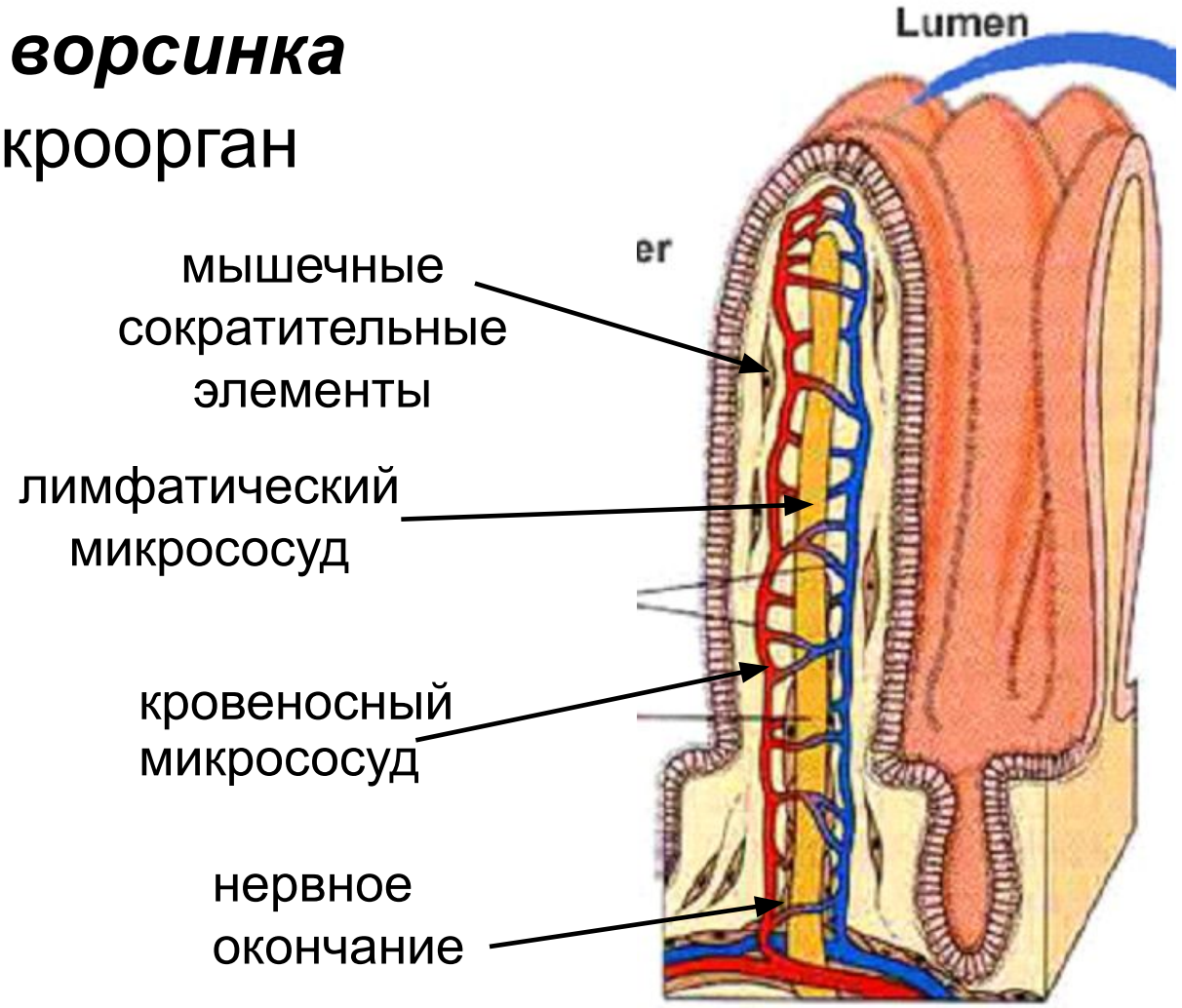
Ворсинки тонкого кишечника

- На складках имеются выпячивания слизистой оболочки, называемые ***ворсинками.***
- Высота ворсинок 0,5-1,5 мм, на 1 $мм^2$ слизистой оболочки располагается от 30 до 40 ворсинок.



Строение ворсинки тонкого кишечника

Каждая ***ворсинка***
это микроорган



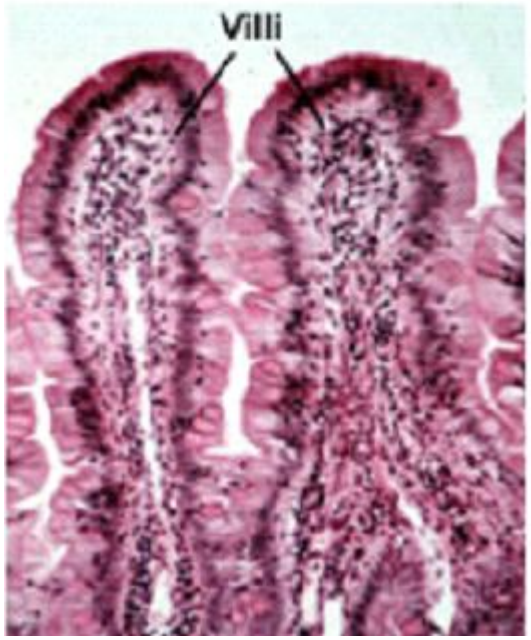
Строение ворсинки

Сверху ворсинка покрыта слоем специфических клеток тонкой кишки *(энтероцитов),*

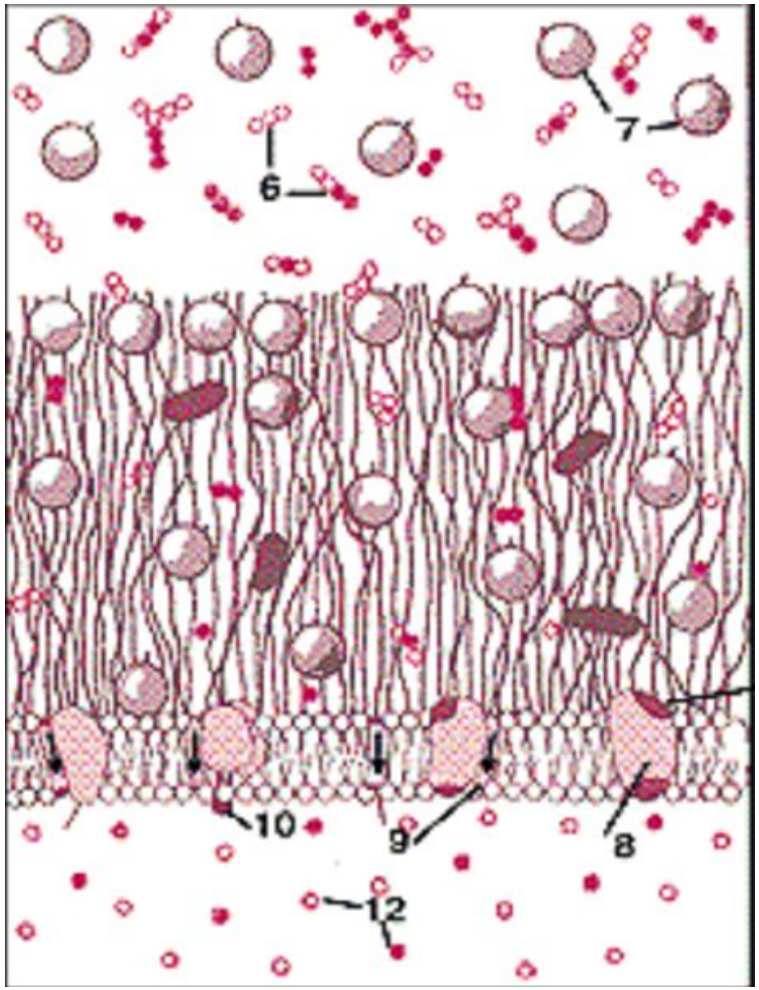
наружная сторона которых образует кайму из нитевидных выростов— *микроворсинок.*

На каждой ворсинке насчитывается около 1700-4000 микроворсинок.

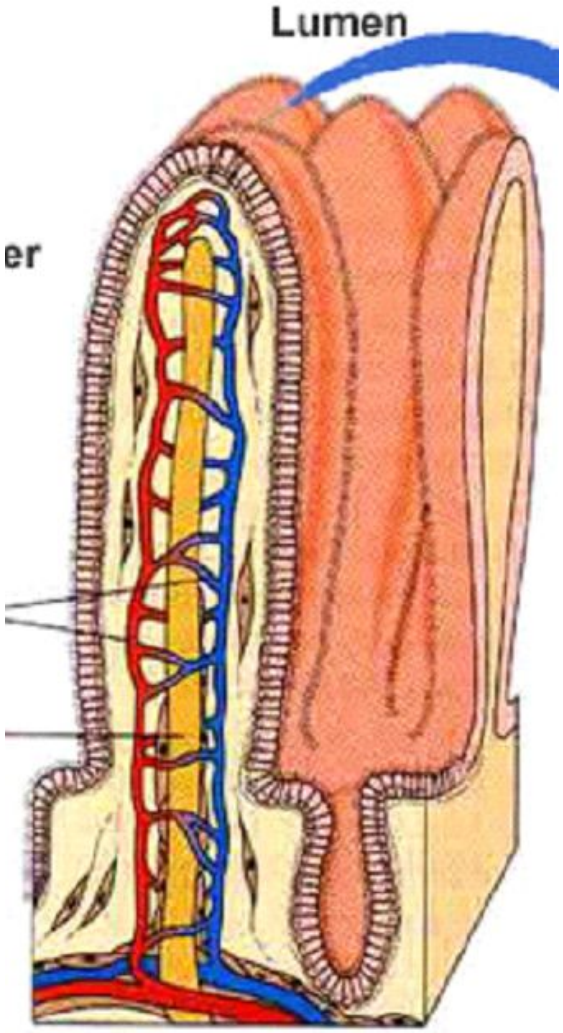
Наличие микроворсинок увеличивает площадь всасывания до 500м^2.



- 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).

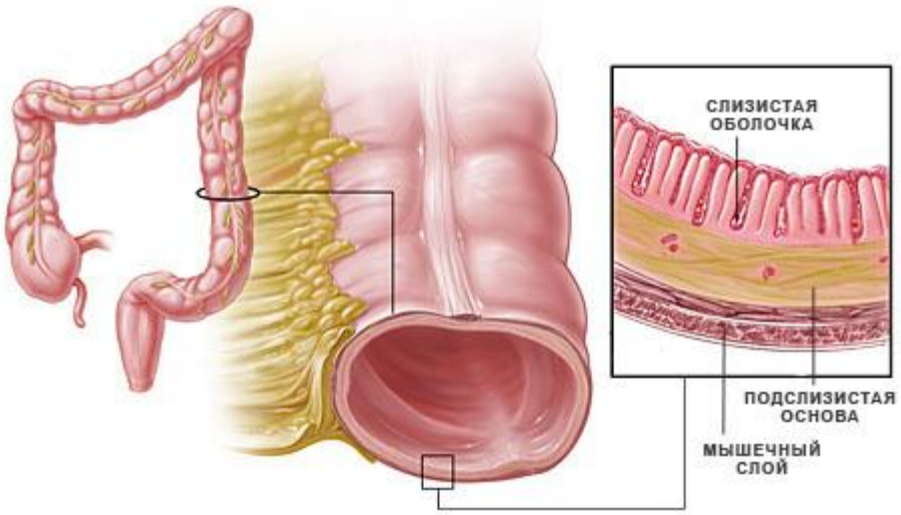
Пищеварение в толстом кишечнике

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 :

- бесспоровые 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 расщепляется до простых углеводов и частично всасывается 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, ук сусная), 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, молочнокислы 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.