

Пищеварение и усвояемость пищи



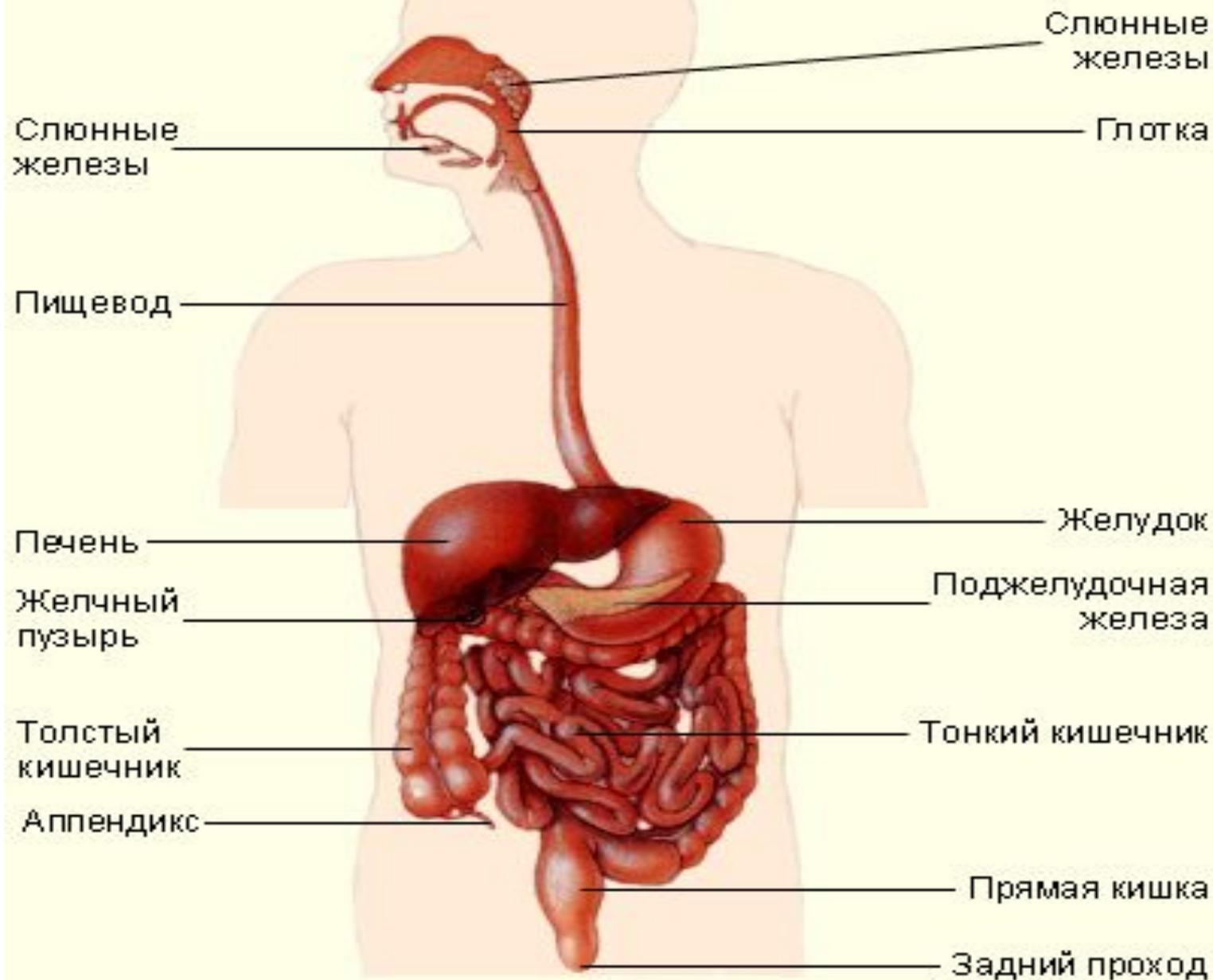
- ***Физиология питания*** – область науки физиологии живого организма, изучает влияние пищи на организм человека, устанавливает потребность человека в пищевых веществах, определяет оптимальные условия переваривания и усвоения пищи в организме.
- Физиология питания связана с кулинарией, ставит перед ней конкретные задачи повышения питательной ценности пищи в процессе её приготовления. Данные физиологии лежат в основе товароведения пищевых продуктов и гигиены питания.

Цель

- *рассмотреть основные этапы пищеварения, происходящие в разных отделах пищеварительного тракта*

Пищеварение

- ***Пищеварение*** – совокупность процессов, обеспечивающих физическое изменение и химическое расщепление пищевых веществ на простые составные водорастворимые соединения, способные легко всасываться в кровь и участвовать в жизненно важных функциях организма человека. Пищеварение протекает в специальном пищеварительном аппарате человека



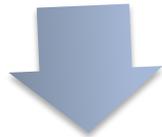
Ферменты

Расщепляющие белки
(протеины)



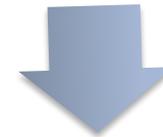
Протеазы

Расщепляющие углеводы
(амилозу)



**Карбогидразы
(Амилазы)**

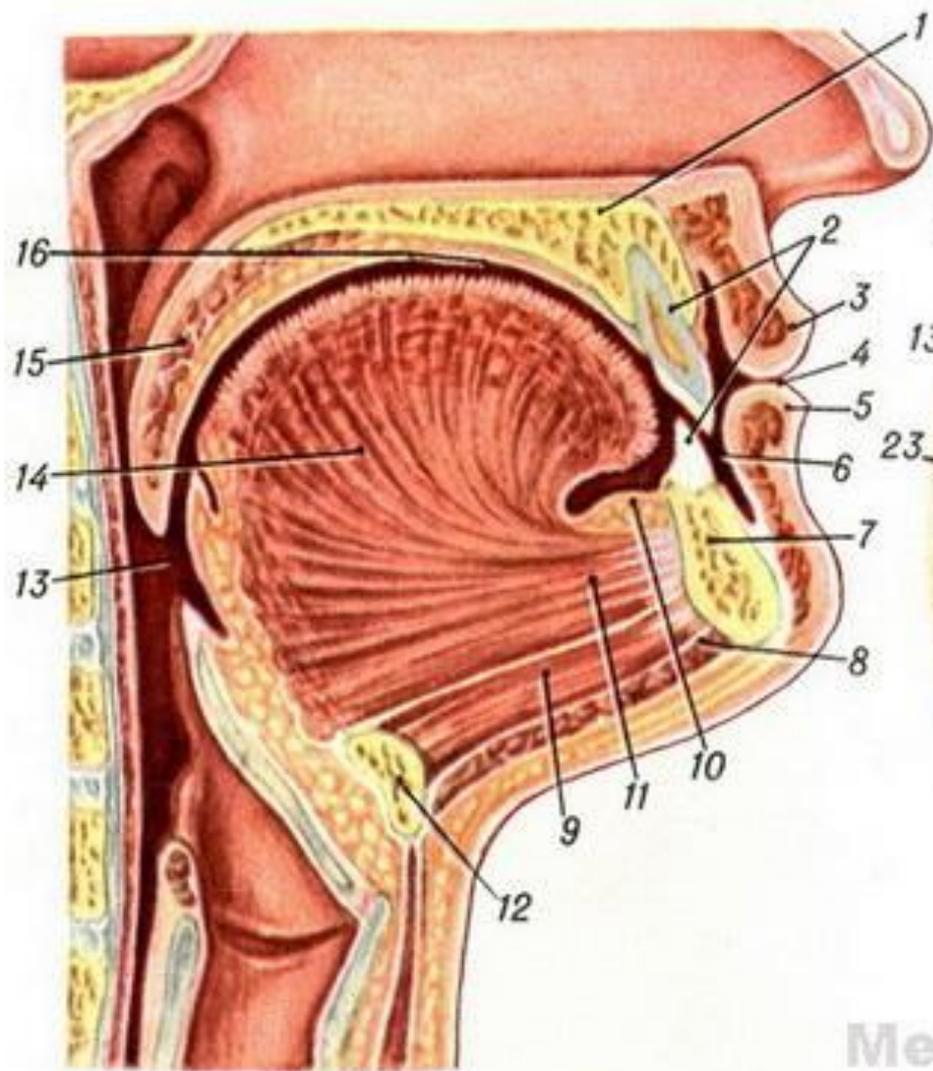
Расщепляющие жиры
(липиды)



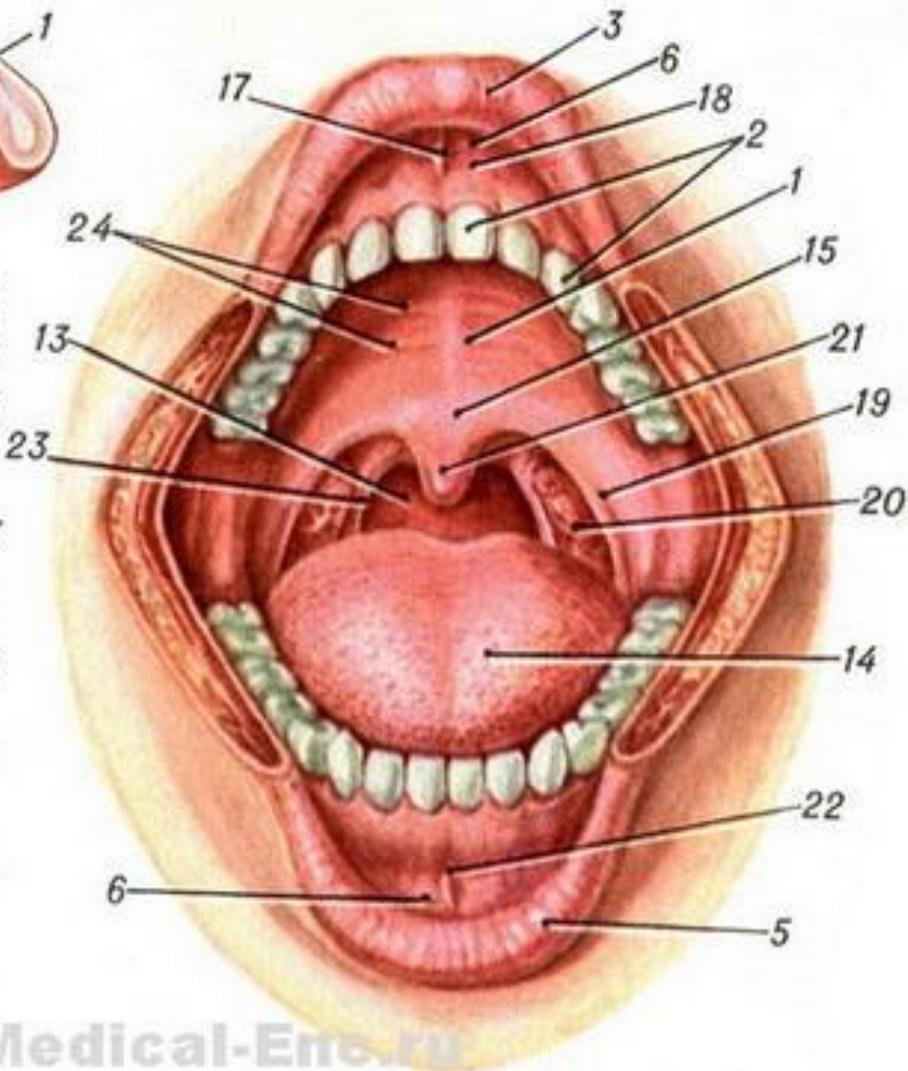
Липазы

Пищеварение в ротовой полости и пищеводе

- 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



1



2

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.



Слюна

- пищеварительный сок слабощелочной реакции, вырабатываемый тремя парами слюнных желез (околоушными, подъязычными, подчелюстными)

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.

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.

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.

Пищевод (*esophagus*)

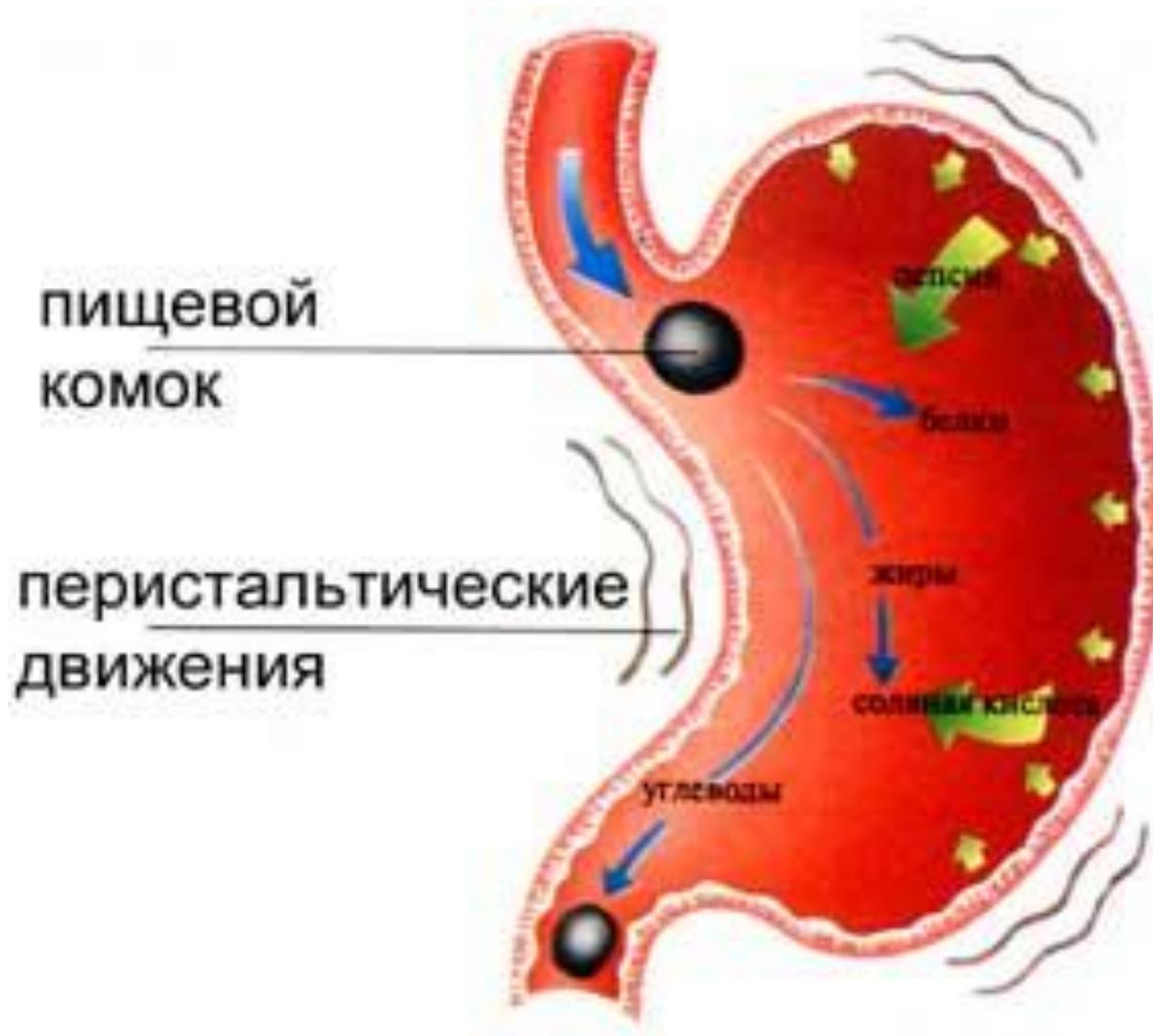
- мышечная трубка диаметром около 2,2 см и длиной 23-28 см, соединяющая глотку с желудком.
- В пищеводе выделяют шейную грудную и брюшную части.
- Пищевод имеет несколько физиологических сужений.
- В нижней части находится сфинктер (особые круговые мышцы), сокращение которого закрывает вход в желудок. 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



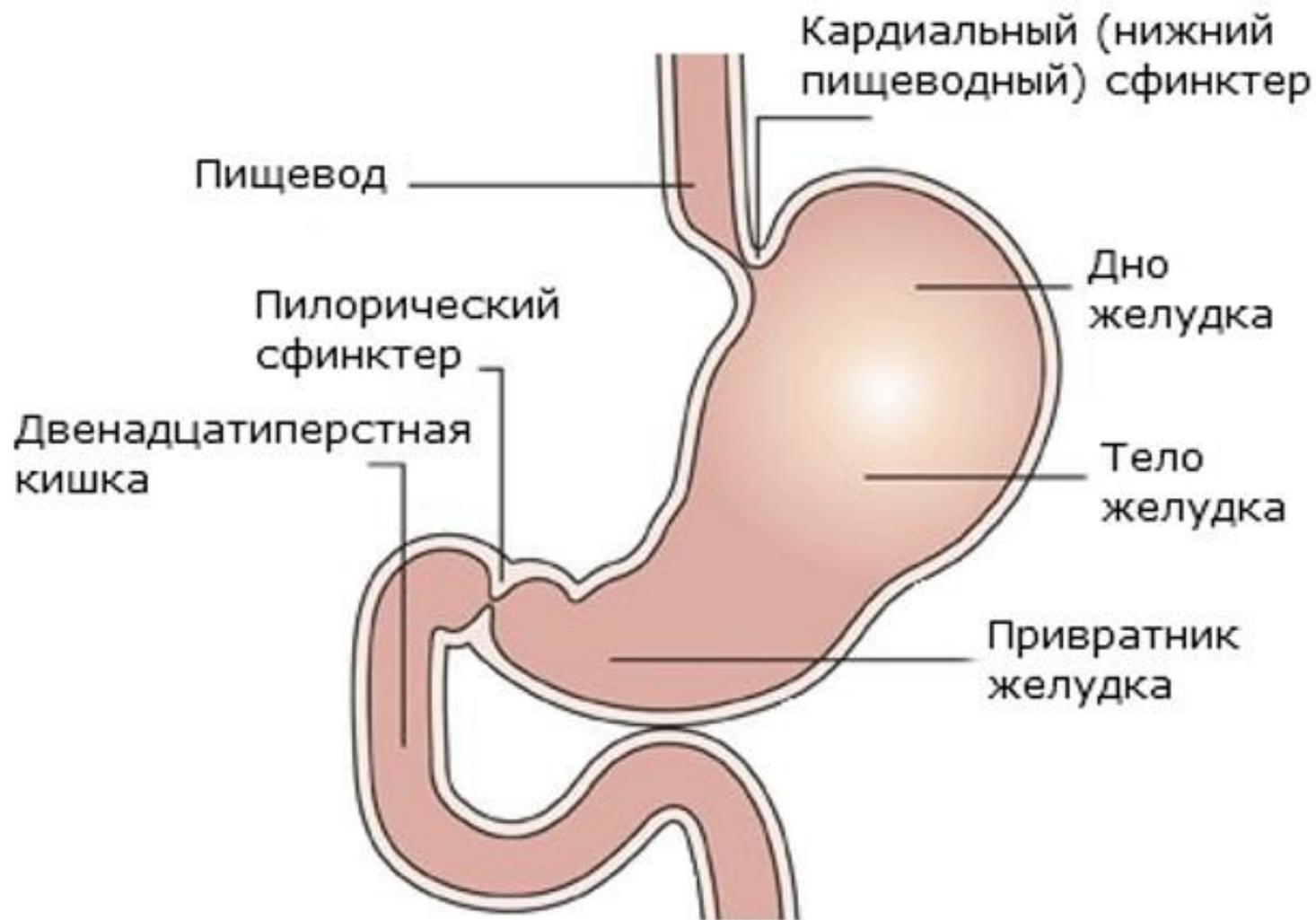
Пищеварение в желудке



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.



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 канал, открывающийся в просвет железы, В – вакуоль. При стимуляции каналы 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 кашу (*химус*).
- В состав желудочного сока входят вода (99 %) и плотные вещества (1 Плотные вещества включают органические (ферменты, слизь, лизоцим) и неорганические (соляная кислота) компоненты

Желудочный сок

- В состав желудочного сока входят ферменты: пепсин, химозин (сычужный фермент), липаза.
- *Пепсин* расщепляет белки до пептонов и альбумоз
- *Липаза* желудочного сока расщепляет только *эмульгированные жиры* до глицерина и жирных кислот

- 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

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, курении

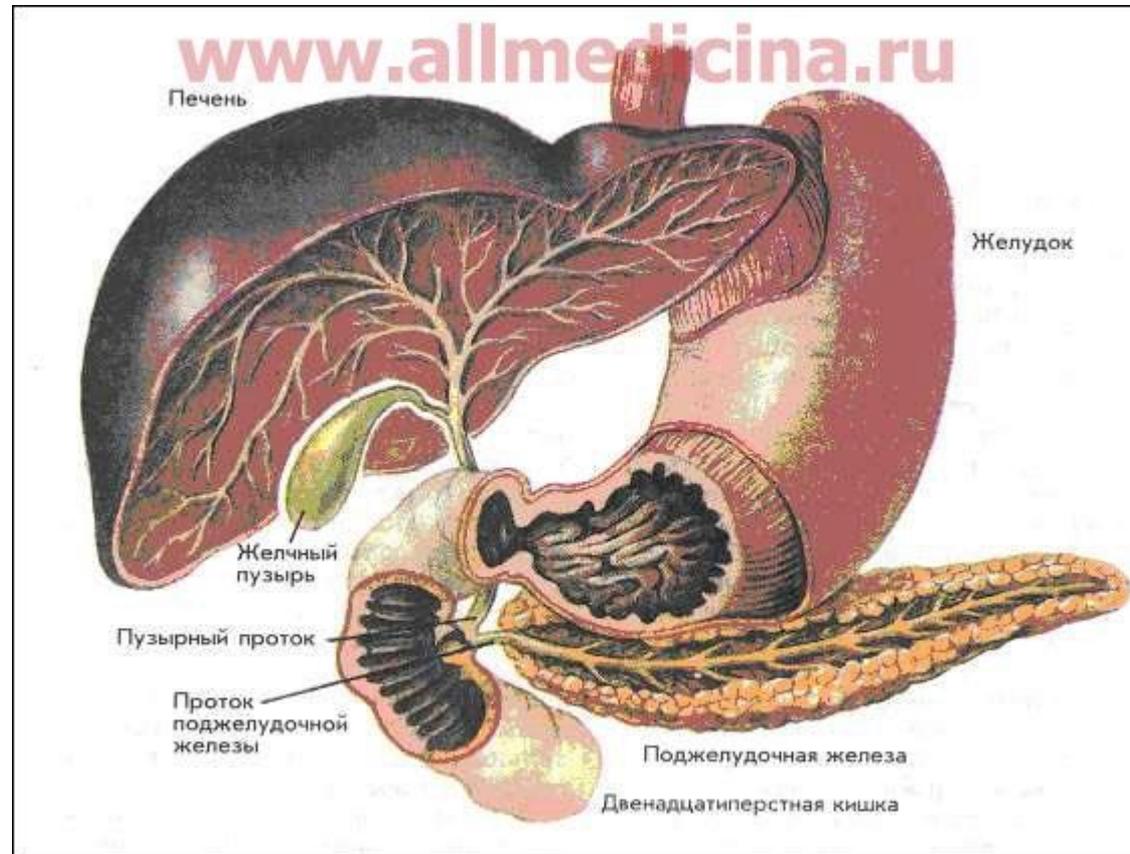
- Большое количество пищи, потребляемой за один прием, растягивает стенки желудка и создает повышенную нагрузку на сердце.
- Поврежденная слизистая оболочка подвергается воздействию протеолитических ферментов и соляной кислоты желудочного сока, что приводит к *гастритам* (воспалению) желудка.
- Из желудка 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

Пищеварение в тонком кишечнике

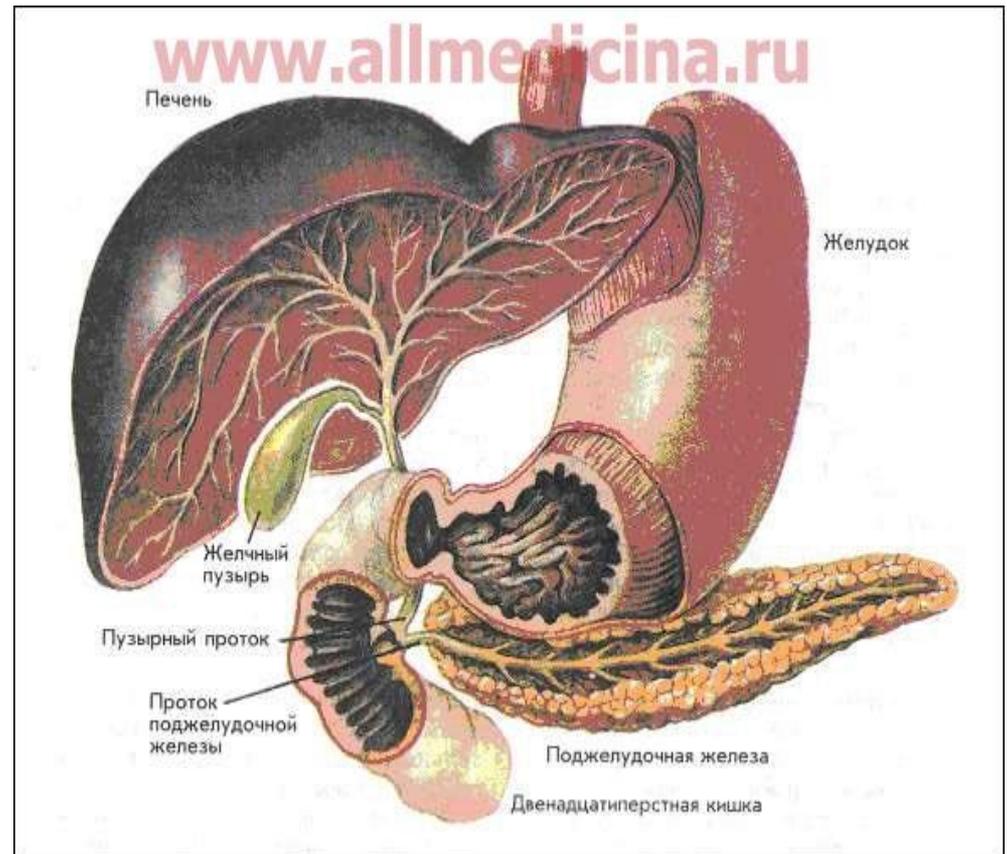
- *Тонкий кишечник* — самый длинный отдел пищеварительного тракта, располагающийся между выходом из желудка и началом толстого кишечника., длина тонкого кишечника 5-7 м, диаметр 3,0-3,5 см.
- В тонком кишечнике проходят основные процессы переваривания пищи заканчивается процесс пищеварения, начавшийся в желудке и двенадцатиперстной кишке (начальный отдел тонкого кишечника). Ферменты кишечного тонкой кишки обеспечивают окончательное расщепление пищевых веществ

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.

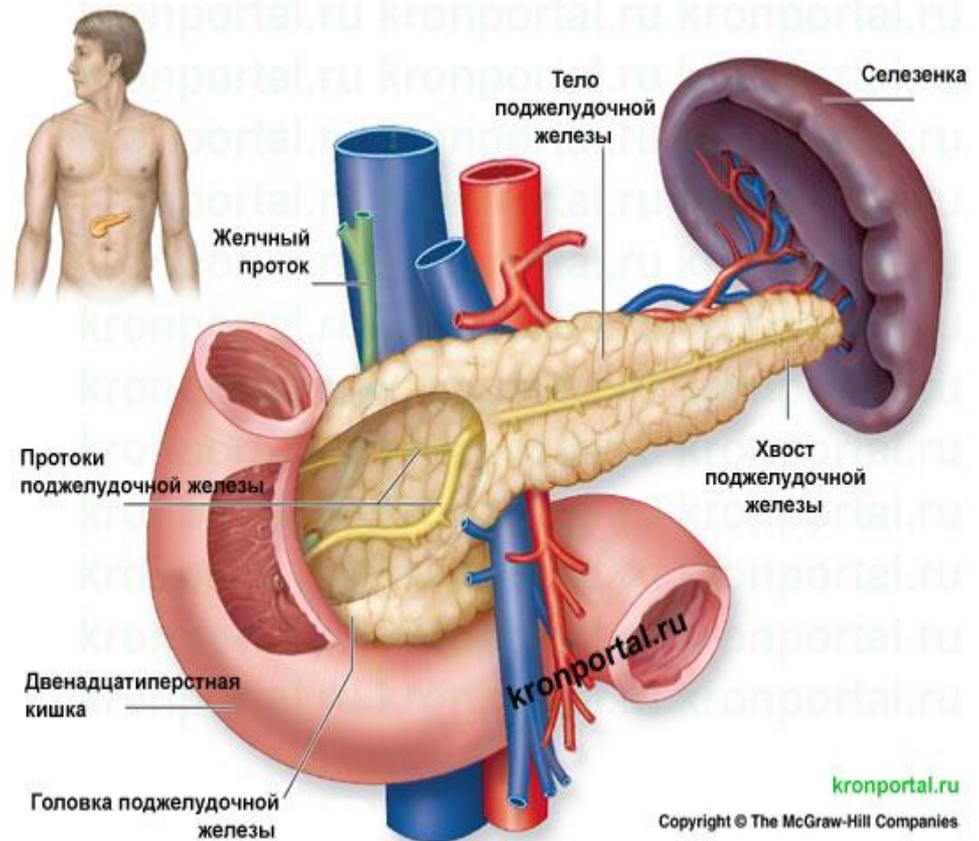


- Поджелудочный сок вырабатывается поджелудочной железой,
- желчь - печенью,
- кишечный сок - множеством мелких желез, имеющих в слизистой оболочке стенки кишки



Поджелудочная железа (pancreas)

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



Внутрисекреторная функция

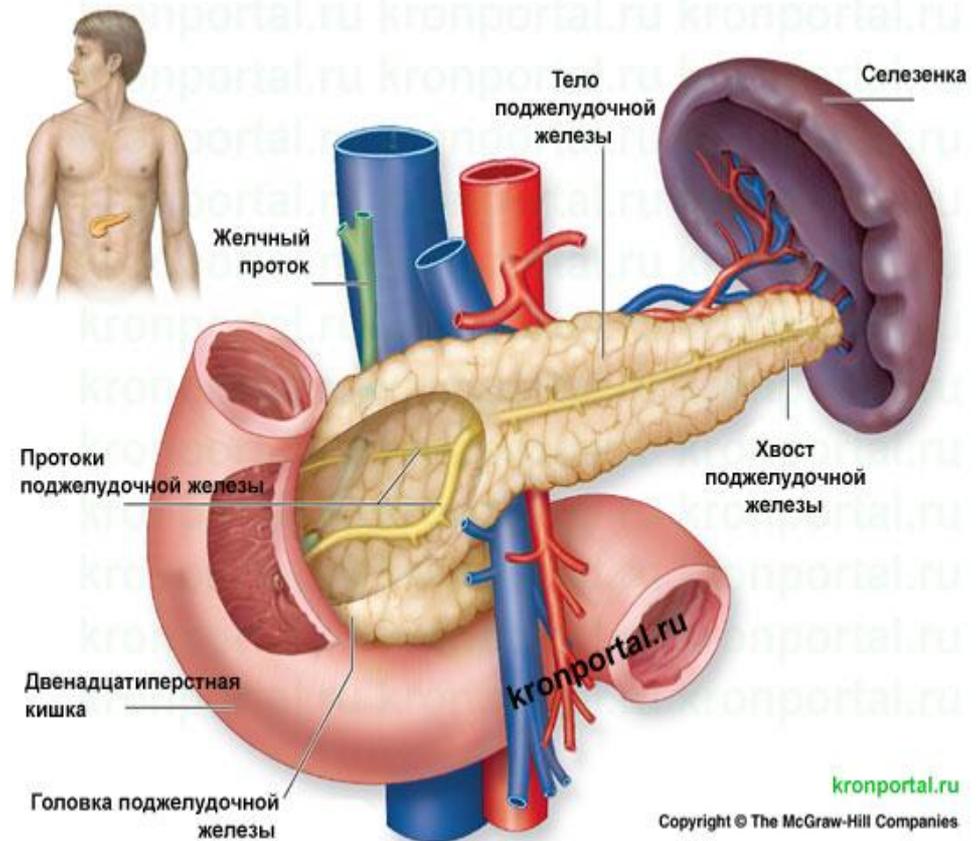
поджелудочная железа
вырабатывает:

- 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.



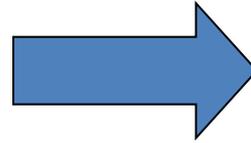
Поджелудочный (панкреатический) сок

- - 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

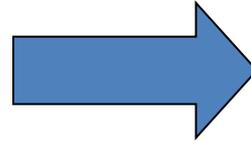
Основные протеолитические ферменты панкреатического сока

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

• *карбоксипептидазы*



Полипептиды
(сложные
белковые
структуры)



Низкомолекулярные
белки

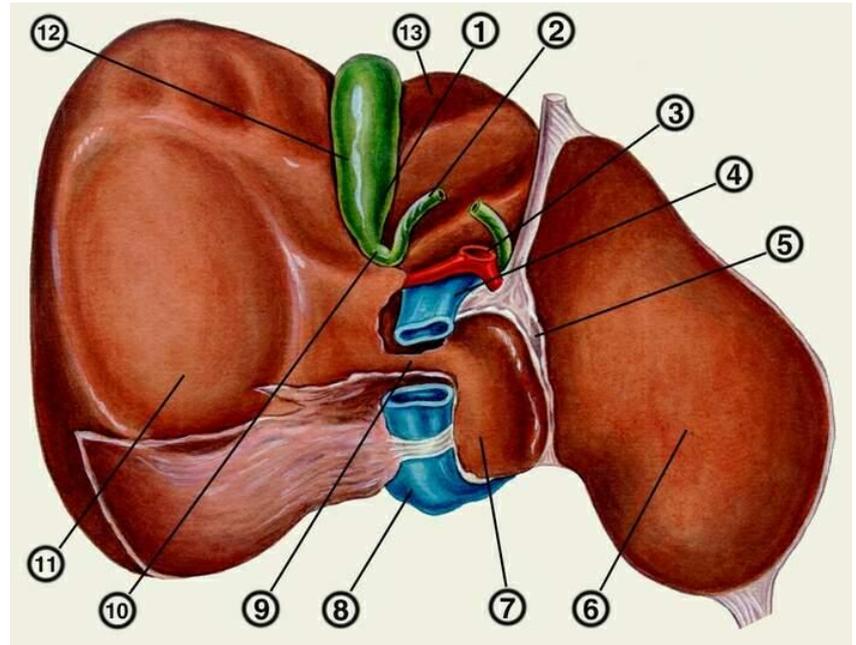
- *Панкреатическая липаза* осуществляет переваривание жиров (триглицеридов до моноглицеридов и жирных кислот). Активность липазы настолько велика, что жир достигает середины двенадцатиперстной кишки гидролизванным на 80 %.

- 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.

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 печени около 500 тыс. долек. Печень представляет собой сложнейшую «химическую лабораторию» и является многофункциональным звеном гомеостаза.

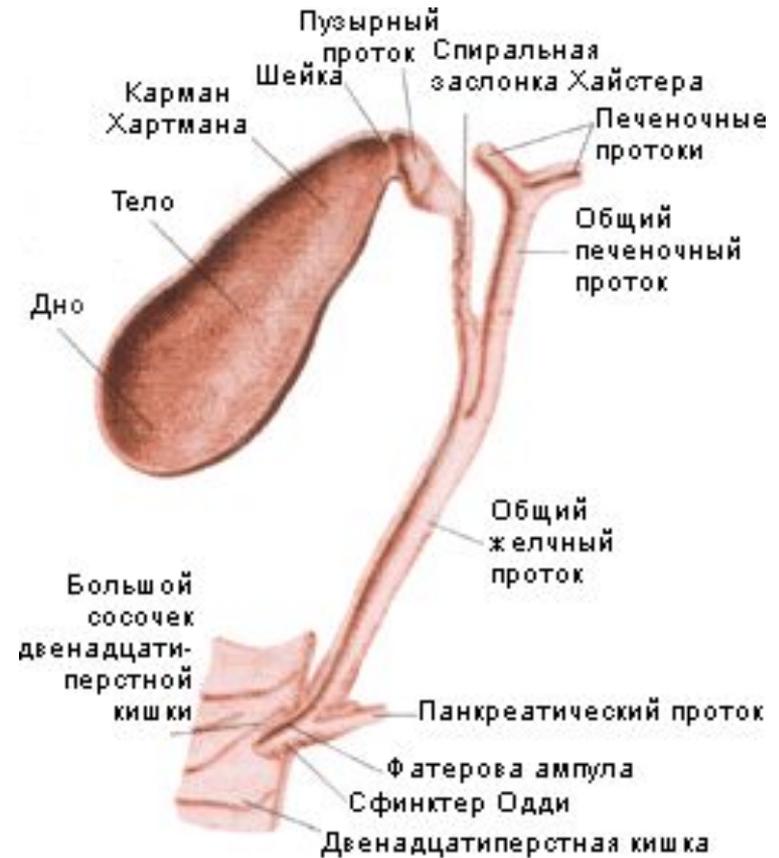
Печень участвует в следующих процессах:

- 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, E, K;
- депонирования витаминов А, D, B₂, B₆, B₁₂, C, K, фолиевой и пантотеновой кислоты (витамин А хранится в печени около 10 мес., витамин D — 3-4 мес. витамин B₁₂ — 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, мочевая кислота, мочеви́на, 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.

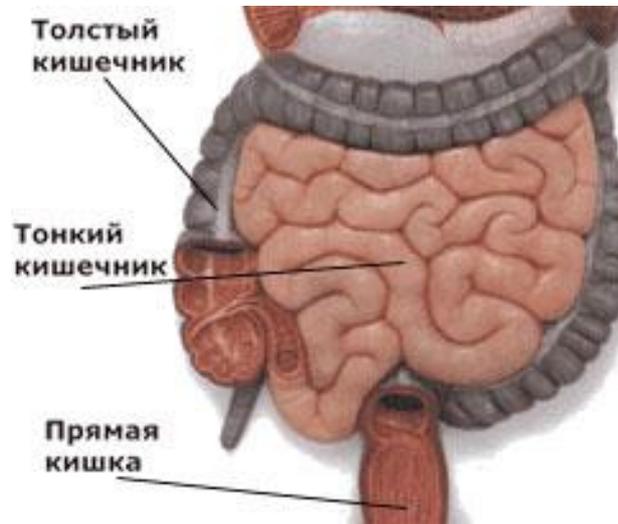
Значение желчи в пищеварении

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.

Пищеварение в тощей и подвздошной кишках.

- Длина тощей кишки 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

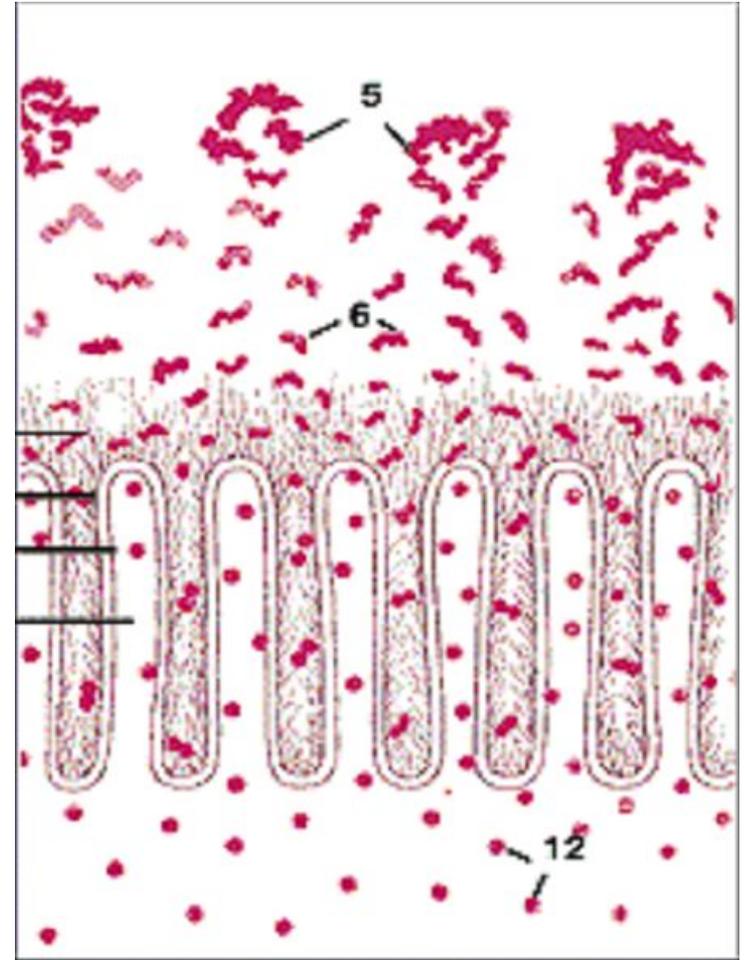
- вырабатывается только под влиянием механических и химических раздражителей в месте нахождения пищевой массы (множеством кишечных желез, заложенных в складках слизистой оболочки).
- За сутки выделяете около 2,5 л кишечного сока. Он представляет собой непрозрачную, бесцветную щелочную жидкость (рН 7,2-9,0).

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

- *полипептидазы и дипептидазы, расщепляющие полипептиды до аминокислот*
- *липаза, расщепляющая жиры до глицерина и жирных кислот*
- *амилаза и мальтаза, переваривающие крахмал и мальтозу до глюкозы*
- *сахараза, расщепляющая сахарозу до глюкозы и фруктозы*
- *лактаза, расщепляющая лактозу до глюкозы и галактозы*

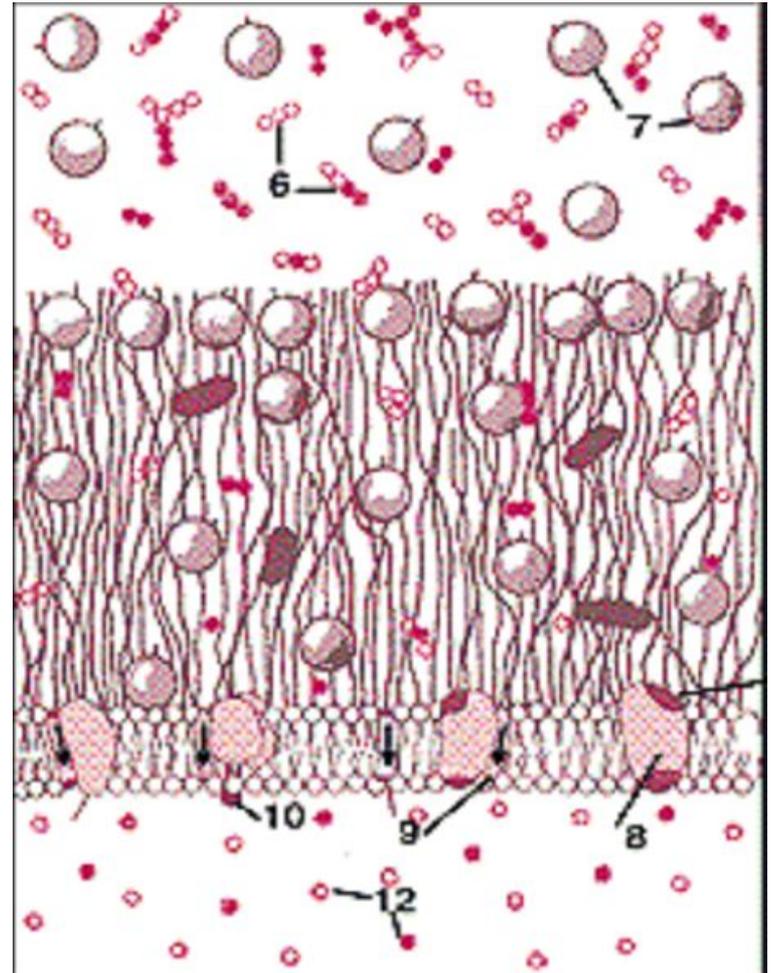
Виды пищеварения в тонком кишечнике (полостное и пристеночное).

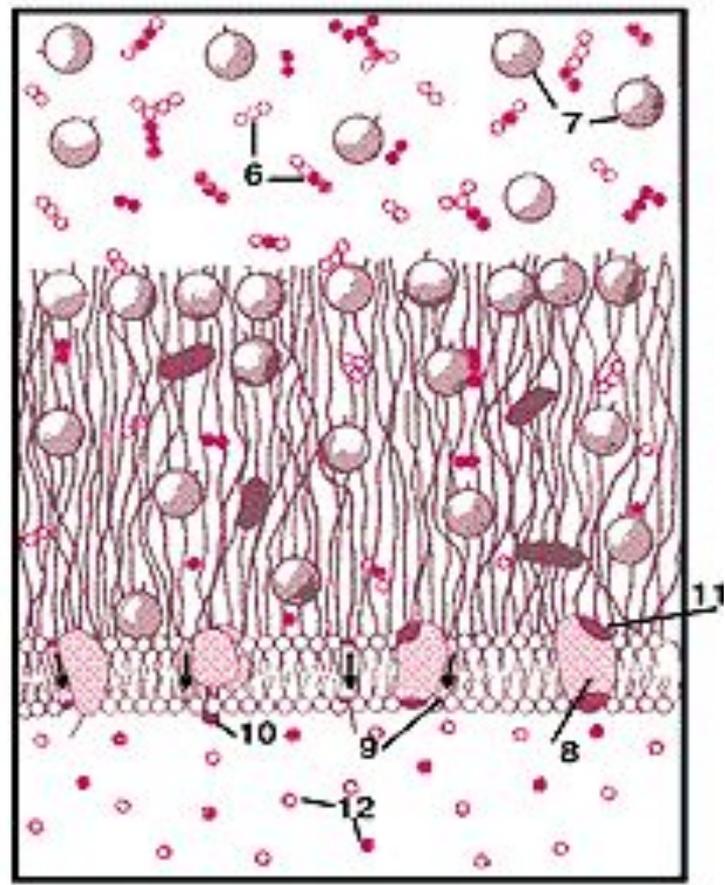
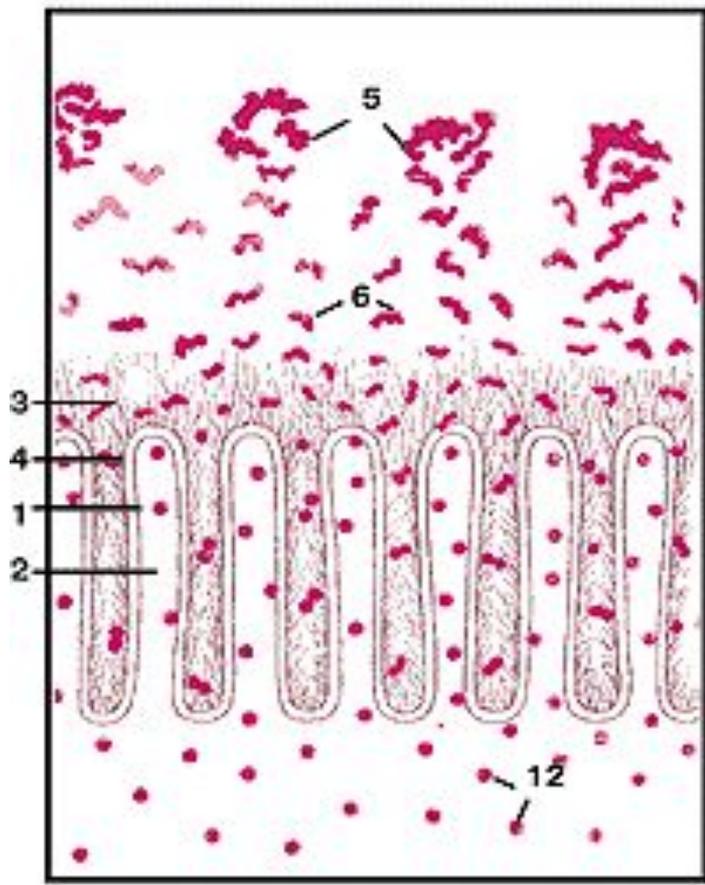
- **Полостное пищеварение** происходит в полости тонкого кишечника с помощью ферментов пищеварительных секретов (поджелудочный сок, желчь, кишечный сок), расщепляющих крупномолекулярные вещества до олигомеров. Дальнейший их гидролиз осуществляется в зоне слизистой оболочки.



Пристеночное (мембранное) пищеварение

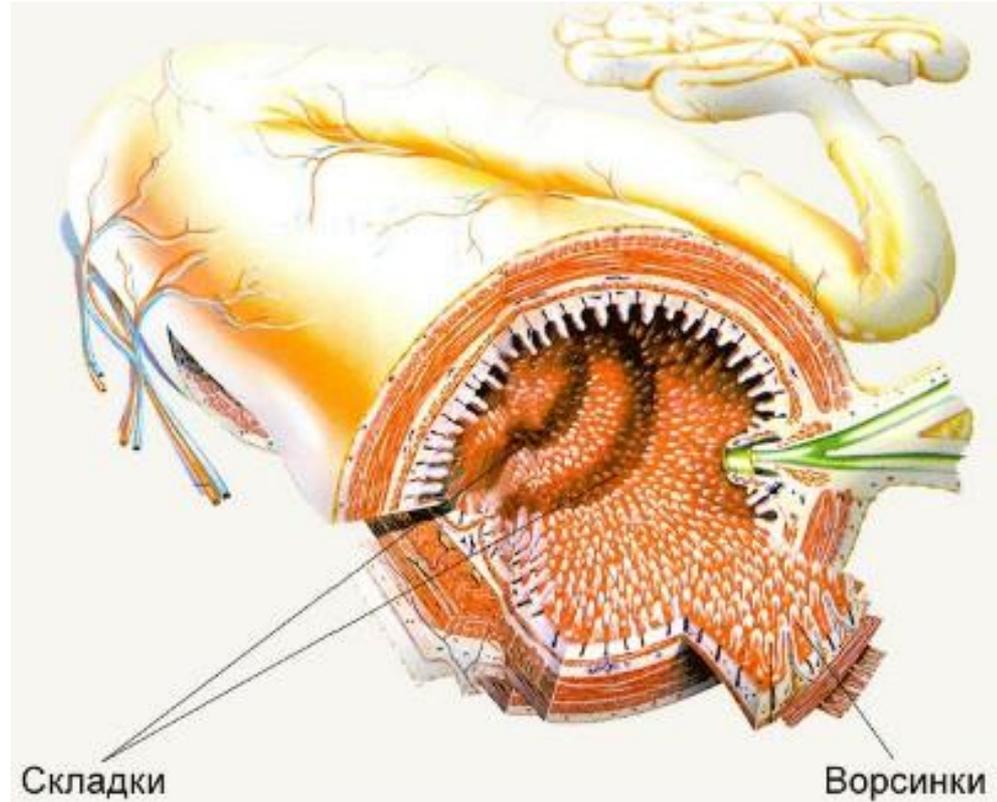
открыто академиком
А. М. Уголевым
(1926-1991) во второй
половине XX века и
обусловлено
складчатым
строением слизистой
оболочки тонкого
кишечника.





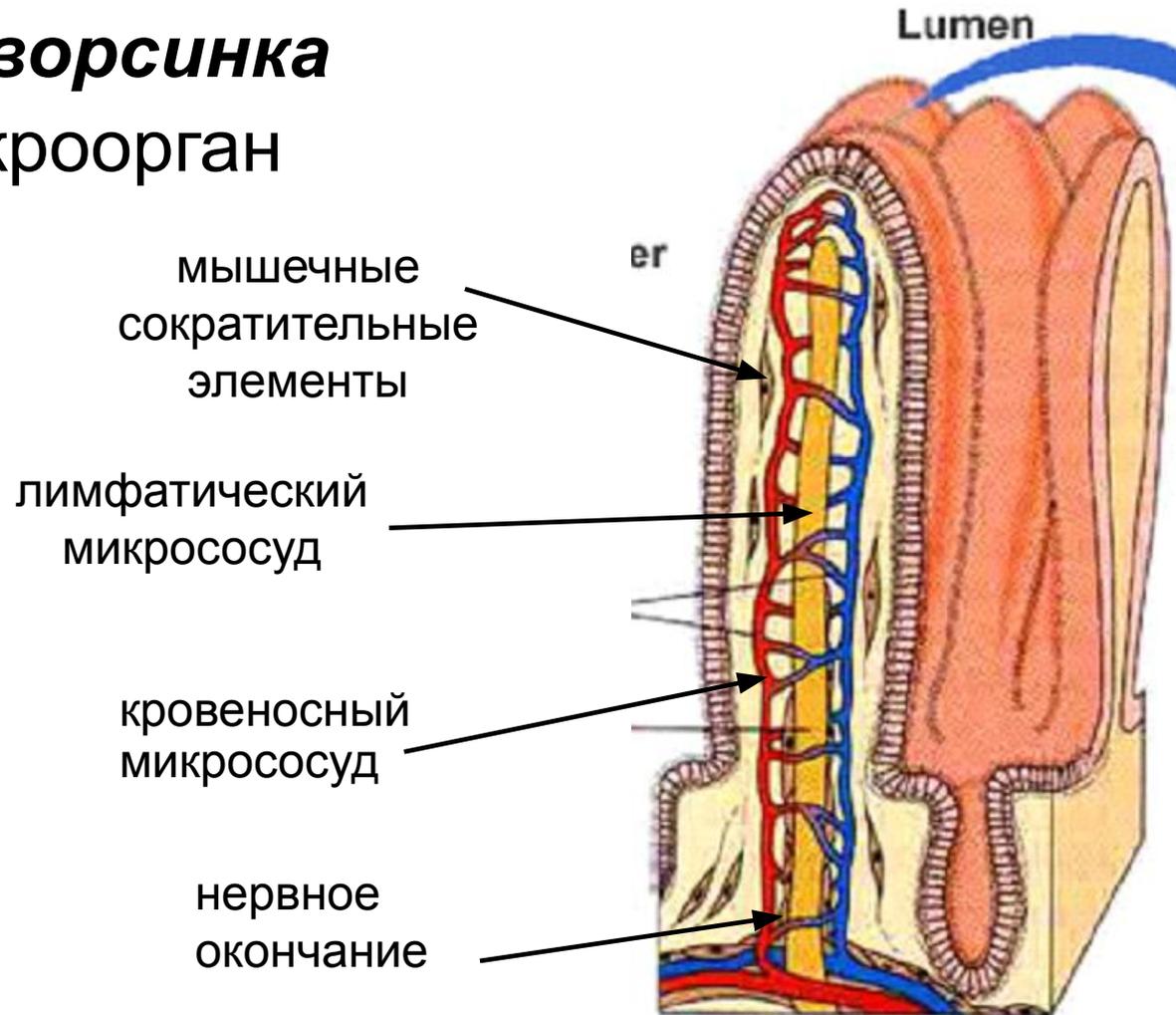
Ворсинки тонкого кишечника

- 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.

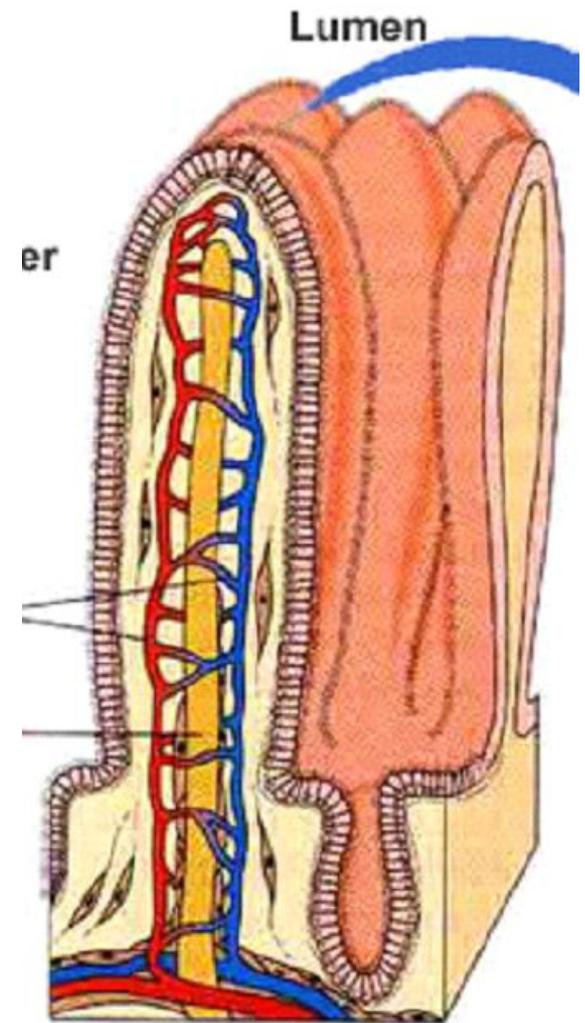


Строение ворсинки тонкого кишечника

Каждая ворсинка
это микроорган



- 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.



Пищеварение в толстом кишечнике

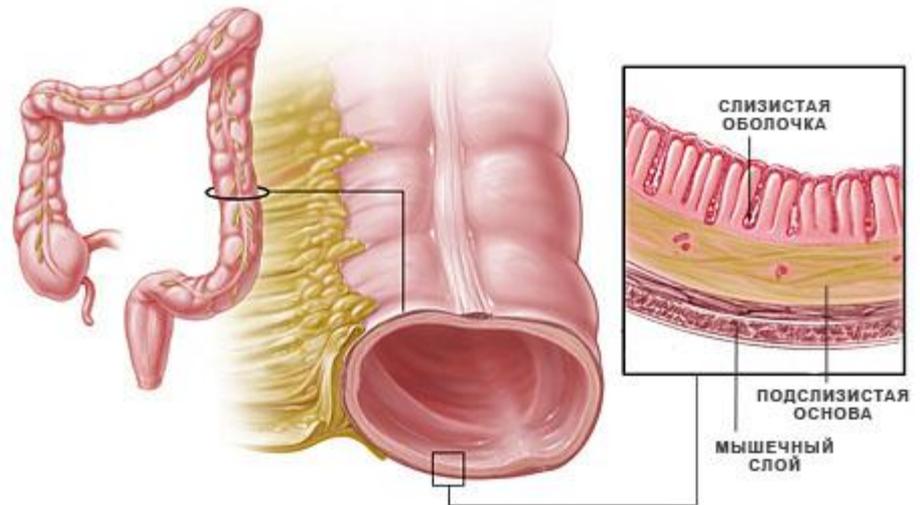
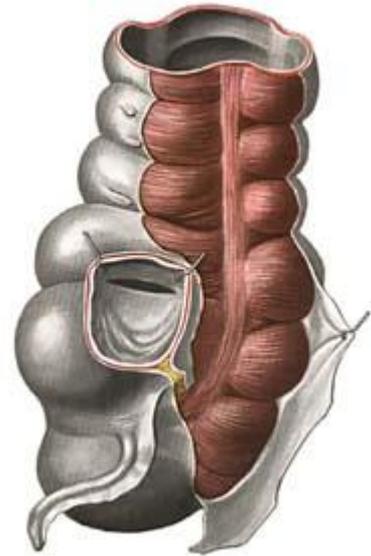
Толстый кишечник располагается между тонким кишечником и анальным отверстием.

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.

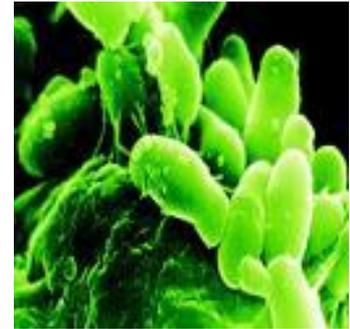


- Кишечные железы, расположенные в слизистой оболочке, вырабатывают *кишечный сок*.
- Кишечный сок имеет щелочную реакцию, содержит большое количество слизи, ферменты присутствуют в очень малых количествах и ферментативная активность их низкая.

- В 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).

- 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.

Усвояемость пищи

- Пища, переваренная, всосавшаяся в кровь и использованная для пластических процессов и восстановления энергии, называется ***усвоенной***
- На усвояемость пищи влияют: химический состав, её кулинарная обработка, внешний вид, объем, режим питания, условия приёма пищи, состояние пищеварительного аппарата и др.

Усвояемость пищи

- Из аминокислот переваренной пищи в организме образуется белок, свойственный человеку, из глицерина и жирных кислот – жир, свойственный человеку. Глюкоза идет на образование энергии и частично откладывается в печени в виде запасного вещества — гликогена. Все эти процессы протекают при участии минеральных веществ, витаминов и воды.