


Физиология пищеварения



Питание — процесс поступления, переваривания, всасывания и усвоения питательных веществ (нутриентов), необходимых для поддержания нормальной жизнедеятельности организма, его роста, развития, восполнения энерготрат и т.д. Нутриенты поступают в организм в виде пищи, но для того чтобы питательные вещества перешли во внутреннюю среду, пищевые продукты должны быть подвергнуты предварительной механической и химической обработке.

Пищеварение — процесс механической и химической обработки пищи, необходимый для выделения из нее простых компонентов, способных проходить через клеточные мембраны эпителия пищеварительного тракта и всасываться в кровь или лимфу. Для организма пища играет роль источника: пластических веществ (белков, жиров, углеводов), необходимых для построения структурных компонентов клетки; веществ, способных при расщеплении выделять энергию в виде АТФ; веществ, необходимых для поддержания постоянства внутренней среды; витаминов, биологически активных веществ; клетчатки, которая, в основном не подвергаясь разрушению в пищеварительном тракте, обеспечивает нормальную работу желудочно-кишечного тракта и формирование каловых масс.



Функции пищеварительной системы.

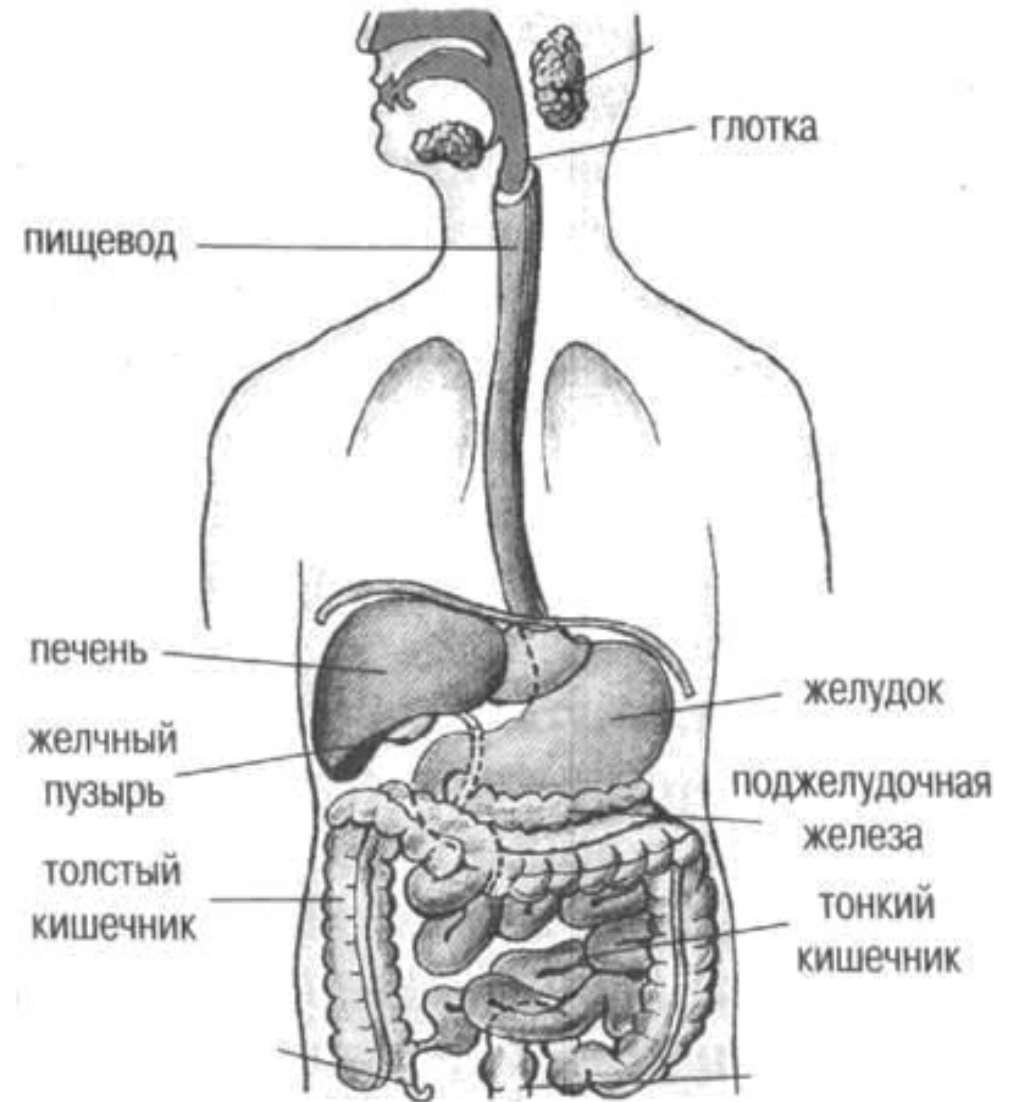
Пищеварение происходит в пищеварительной системе, которая выполняет ряд основных функций.

Механическая функция заключается в захвате пищи, ее измельчении, перемешивании, продвижении по пищеварительному тракту и выделении из организма невсосавшихся продуктов.

Секреторная функция состоит в выработке пищеварительными железами секретов — слюны, пищеварительных соков (желудочного, панкреатического, кишечного), желчи.

Бактерицидная функция обеспечивается содержащимися в пищеварительных соках веществами, способными убивать болезнетворные бактерии, проникшие в желудочно-кишечный тракт (лизозим слюны, соляная кислота желудочного сока).

Всасывательная функция заключается в проникновении воды, питательных веществ, витаминов, солей через эпителий слизистой оболочки из просвета пищеварительного канала в кровь и лимфу. Этот процесс происходит как в виде простой диффузии, так и за счет активного транспорта.



Пищеварение в полости рта

Пищеварение начинается в ротовой полости, где происходит механическая и химическая обработка пищи. Механическая обработка заключается в измельчении пищи, смачивании ее слюной и формировании пищевого комка. Химическая обработка происходит за счет ферментов, содержащихся в слюне. В состав слюны входят разнообразные органические вещества, большинство из которых составляют белки или их комплексы. **Муцин** (0,3 % всей слюны) представляет собой слизистое белковое вещество, способствующее обволакиванию пищевого комка. Он облегчает его формирование и переход в глотку. **Лизоцим** обеспечивает бактерицидное свойство слюны, т. е. способность уничтожать попавшие с пищей в полость рта бактерии. В состав слюны входят также **пищеварительные ферменты, основные из которых — амилаза и мальтаза**. Оба энзима относятся к ферментам, расщепляющим углеводы. **Амилаза расщепляет крахмал и гликоген. Мальтаза расщепляет мальтозу на две молекулы глюкозы**. Следует отметить, что процесс расщепления углеводов в ротовой полости происходит далеко не полностью (до олигомеров), а основное действие на них пищеварительных ферментов происходит в тонкой кишке. Оба фермента активны в слабощелочной среде (рН слюны, выделяемой при приеме пищи, около 8)

Таким образом, слюна выполняет ряд важных функций для обеспечения нормального процесса пищеварения:

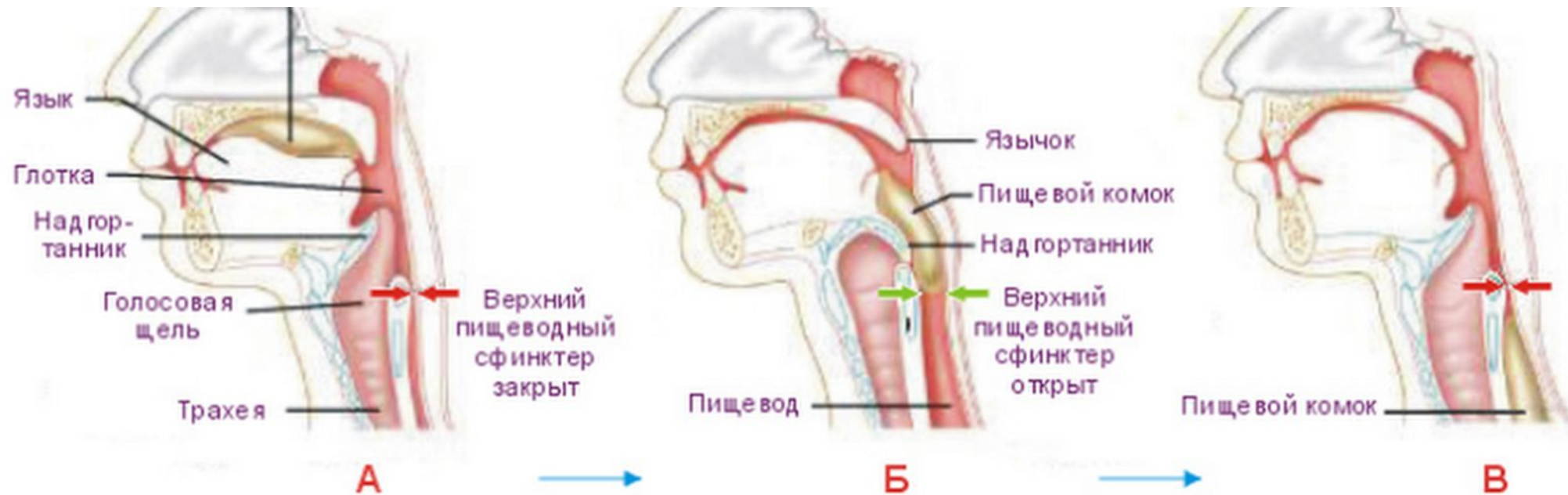
1. смачивает и разжижает пищу;
2. способствует образованию пищевого комка;
3. осуществляет защитную (обезвреживающую) функцию;
4. ферменты, содержащиеся в ней, обеспечивают начальное расщепление углеводов, поступающих с пищей.
5. Более того, вкус пищи определяется рецепторами языка только в том случае, если она увлажнена. Отсутствие слюноотделения вследствие болезни вызывает у человека потерю чувства вкуса.



Глотание. Это сложный рефлекторный акт, при помощи которого пищевой комок переходит из ротовой полости в желудок. Центр глотания находится в продолговатом мозге и функционально связан с нейронами дыхательного и сосудодвигательного центров, также расположенными в этом отделе нервной системы. Поэтому при глотании автоматически прекращается дыхание, изменяется работа сердца и

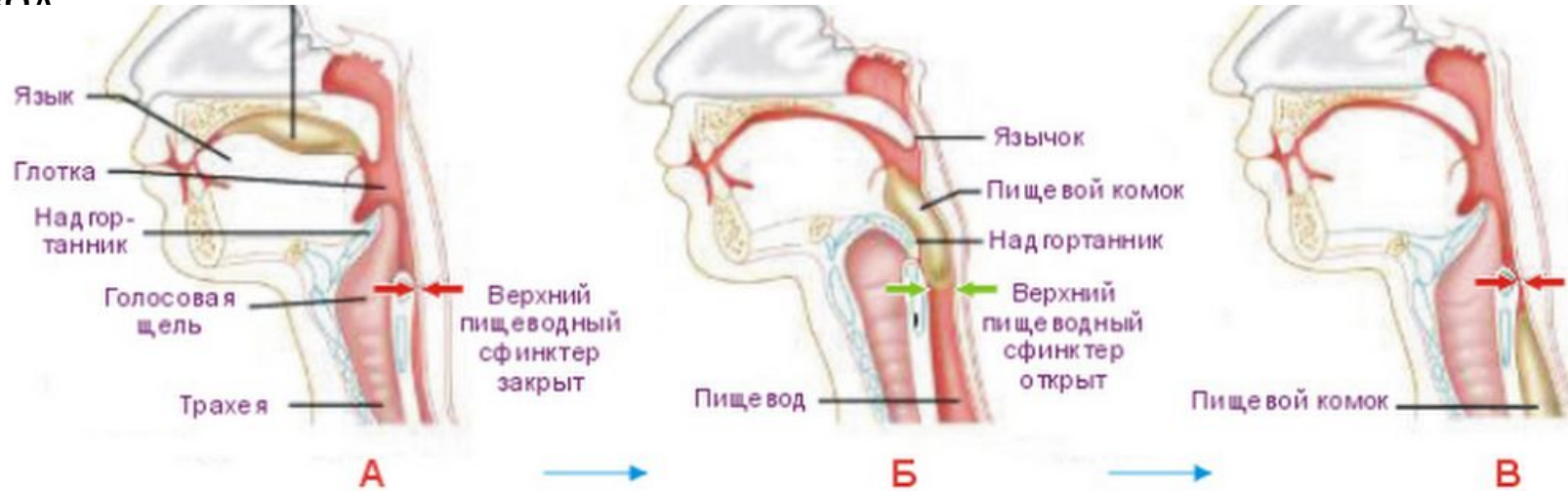


Пища после обработки в ротовой полости превращается в пищевой комок. Жевательные движения обеспечивают его продвижение к корню языка, где находятся многочисленные чувствительные нервные окончания. От них нервные импульсы поступают в продолговатый мозг — в центр глотания. Далее по двигательным нейронам черепных нервов импульсы идут к мышцам, отвечающим за процесс глотания. Язык запрокидывается назад и проталкивает пищевой комок в глотку. Мягкое нёбо (нёбная занавеска) поднимается и полностью отграничивает носовую часть глотки от ротовой. В результате пищевой комок не может попасть в полость носа. Одновременно происходит поднятие глотки и гортани. При этом надгортанник перекрывает вход в гортань, плотно закрывая его, что создает препятствие для попадания пищи в дыхательные пути. Следует отметить, что разговор при приеме пищи может привести к попаданию пищевого комка в дыхательные пути и вызвать смерть от удушья (асфиксии).



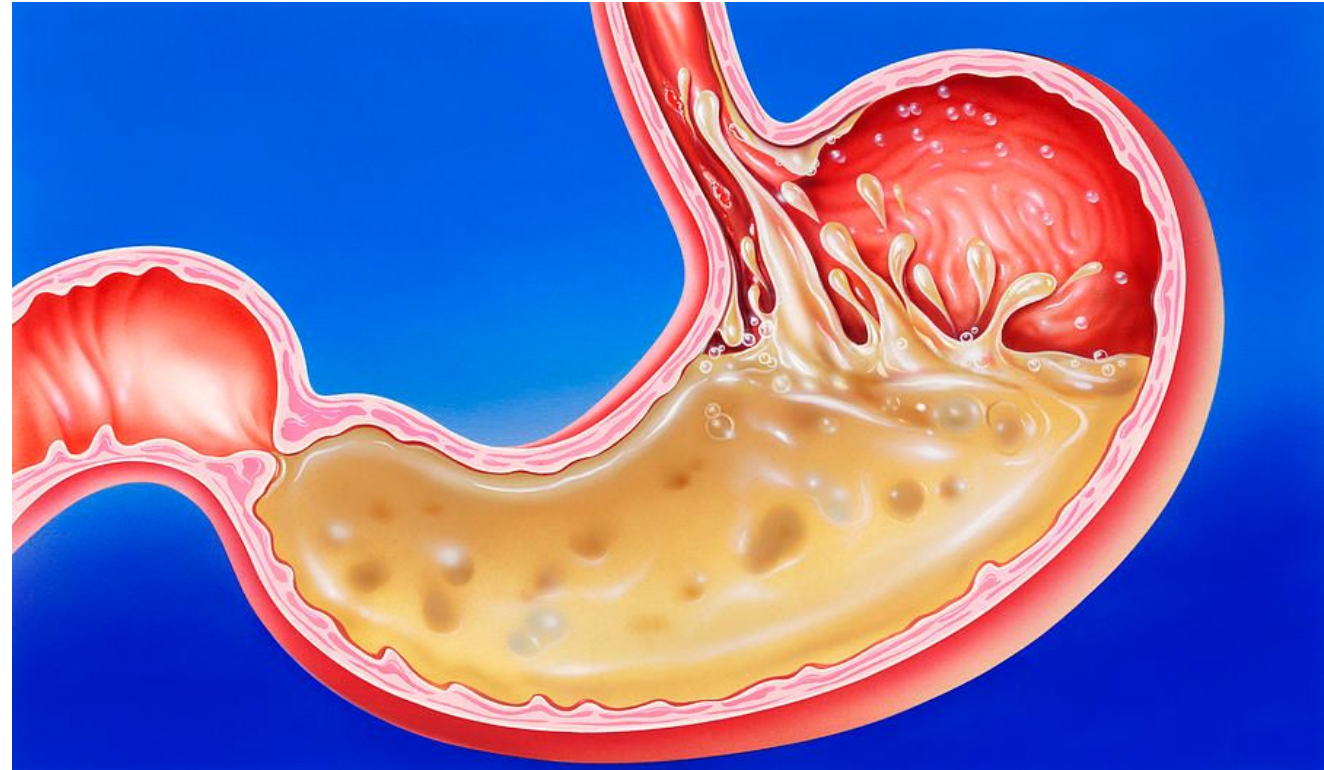
Мышцы глотки, сильно сокращаясь, проталкивают комок через ротоглотку, гортаноглотку в пищевод. Перистальтические сокращения пищевода способствуют перемещению пищи в желудок. В том месте, где в данный момент находится пищевой комок и чуть ниже, мускулатура расслабляется.

Вышележащие отделы сокращаются, проталкивая его. Это движение имеет характер волны. Между желудком и пищеводом в области кардиального сужения расположен своеобразный клапан — кардиальный сфинктер, который пропускает пищу в желудок и препятствует обратному ее движению из желудка в пищевод.

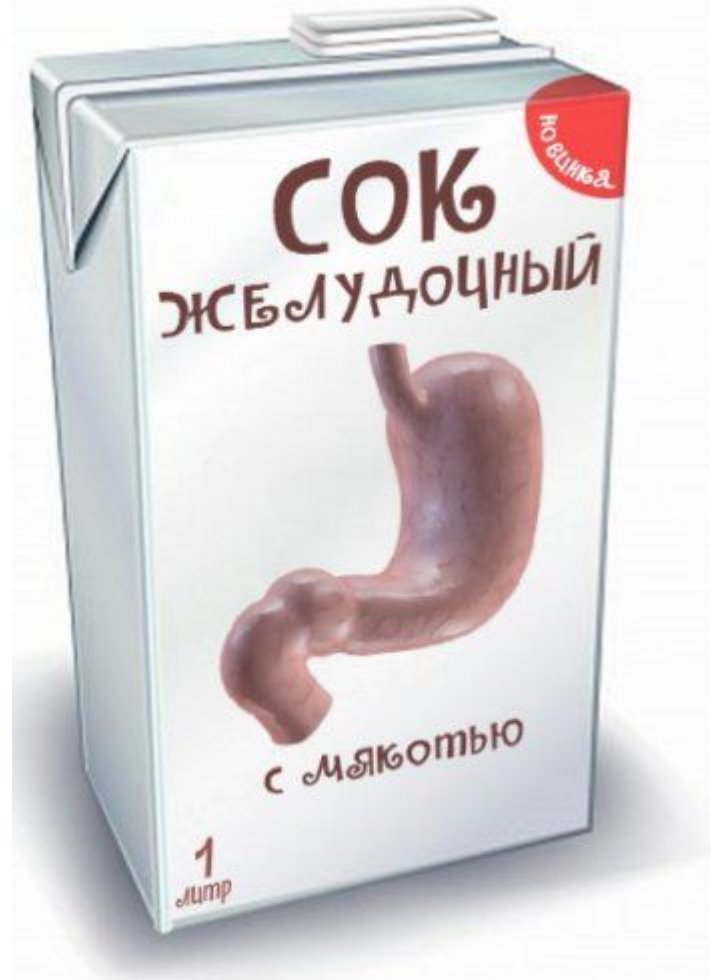


Состав желудочного сока.

Кислотность желудочного сока (рН) на пике пищеварения составляет 0,8 — 1,5; в покое — 6. Следовательно, во время пищеварения он представляет собой сильно кислую среду. В состав желудочного сока входят вода (99 — 99,5 %), органические и неорганические вещества. Органические вещества представлены, в основном, различными ферментами и муцином. Последний вырабатывается слизистыми клетками и способствует лучшему обволакиванию частиц пищевого комка, защищает слизистую оболочку от воздействия на нее агрессивных факторов желудочного сока.



Основной фермент желудочного сока — пепсин. Он вырабатывается главными клетками в виде неактивного профермента **пепсиногена**. Под воздействием соляной кислоты желудочного сока и воздуха, расположенного в области дна, от пепсиногена отщепляется определенная аминокислотная последовательность, и он становится активным ферментом, способным катализировать реакции гидролиза (расщепления) белков. Активность пепсина наблюдается только в сильно кислой среде. Пепсин разрывает связи между двумя соседними аминокислотами (пептидные связи). В результате молекула белка расщепляется на несколько молекул меньшего размера и массы (на полипептиды). Тем не менее они еще не обладают способностью проходить через эпителий ЖКТ и всасываться в кровь. Дальнейшее их переваривание происходит в тонкой кишке. Следует упомянуть, что 1 г пепсина в течение 2 ч способен гидролизовать 50 кг яичного альбумина, створожить 100 000 л молока.



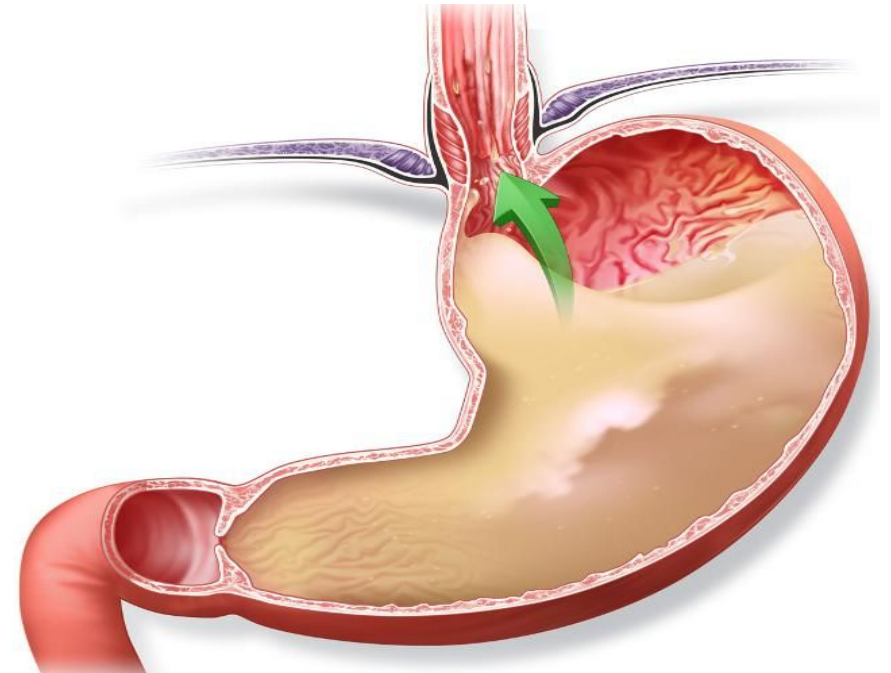
Кроме основного фермента — пепсина, желудочный сок содержит и другие энзимы. Например, **гастрин и ренин**, которые также относятся к ферментам, расщепляющим белки. Первый из них активен при умеренной кислотности желудочного сока; второй — в слабокислой среде, при уровне кислотности, близком к нейтральному. **Желудочная липаза расщепляет жиры**, но ее активность незначительна. Ренин и желудочная липаза наиболее активны у грудных детей. Они ферментируют гидролиз белков и жиров материнского молока, чему способствует близкая к нейтральной среда желудочного сока младенцев



К неорганическим веществам желудочного сока относятся: HCl , ионы SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Ca^{2+} .

Основным неорганическим веществом сока является соляная кислота. Она секретируется париетальными клетками слизистой оболочки желудка и выполняет ряд функций, необходимых для обеспечения нормального процесса пищеварения.

Соляная кислота создает кислую среду для образования пепсина из пепсиногена. Именно такой уровень кислотности обеспечивает денатурацию (потерю структуры) белков пищи, что облегчает работу энзимов. Бактерицидные свойства желудочного сока также обусловлены наличием в его составе соляной кислоты. Далеко не каждый микроорганизм способен выдержать такую концентрацию ионов водорода, которая создается в просвете желудка благодаря работе париетальных клеток. Пища в желудке человека находится от 1,5 — 2 до 10 ч, в зависимости от ее химического состава и консистенции.



Железы желудка синтезируют особое вещество — **внутренний фактор Кастла**. Он необходим для всасывания витамина В12: внутренний фактор Кастла соединяется с витамином и образовавшийся комплекс переходит из просвета ЖКТ в клетки эпителия тонкой кишки и далее в кровь. В желудке происходит обработка железа соляной кислотой и превращение его в легко всасываемые формы, что играет большую роль в синтезе гемоглобина эритроцитов. При снижении кислотообразующей функции желудка и уменьшении выработки фактора Кастла (при гастритах с пониженной секреторной функцией) довольно часто развивается анемия.



Моторная функция желудка. Благодаря сокращениям мышечной оболочки пища в желудке перемешивается, обрабатывается желудочным соком, переходит в тонкую кишку. Выделяют тонические и перистальтические сокращения. (См. лекцию «анатомия органов пищеварения»). Кроме того, имеют место и так называемые **голодные сокращения**, которые наблюдаются в пустом желудке с определенной частотой. Считается, что они участвуют в формировании чувства голода. Особо следует подчеркнуть, что между телом и пилорической частью находится физиологический антральный сфинктер, который разделяет эти части. Он образован за счет тонического сокращения циркулярного слоя мышечной оболочки. Благодаря такому разграничению основные процессы переваривания пищи в желудке происходят выше пилорического отдела. Затем переваренная пища небольшими порциями поступает в пилорический отдел, который называют эвакуаторным каналом. Здесь происходит перемешивание поступившей пищи со слизью, что ведет к существенному уменьшению кислой реакции химуса. Затем пища продвигается в тонкую кишку.

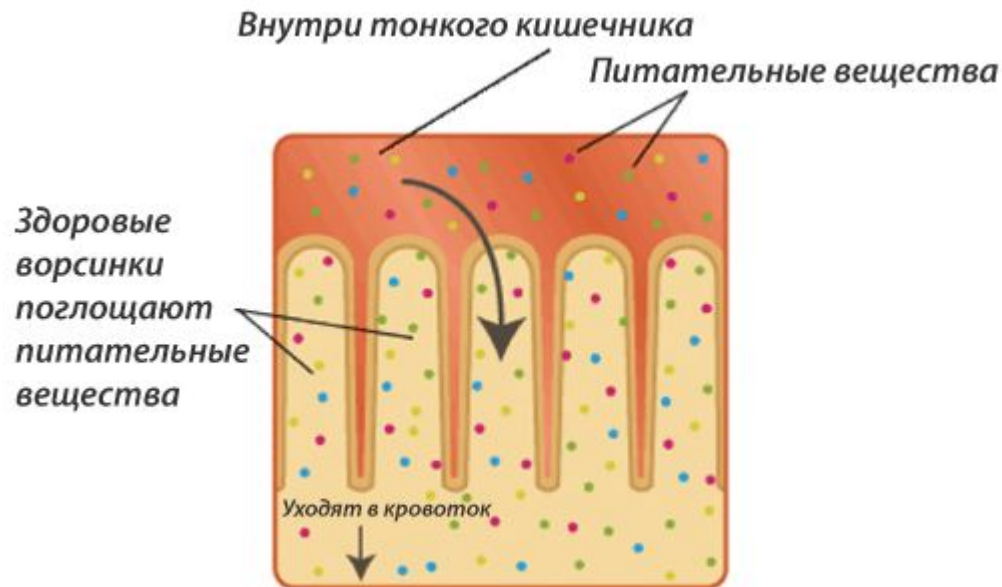


Таким образом, в желудке происходят следующие процессы:

- 1) накопление пищи;
- 2) механическая обработка пищевых масс (их перемешивание);
- 3) денатурация белков под воздействием соляной кислоты;
- 4) переваривание белков под воздействием пепсина;
- 5) продолжение расщепления углеводов внутри пищевого комка под действием амилазы слюны (при контакте этого фермента с желудочным соком происходит его инактивация);
- 6) бактерицидная обработка пищи соляной кислотой;
- 7) образование химуса (пищевой кашицы);
- 8) превращение железа в легко всасываемые формы и синтез внутреннего фактора Кастла — антианемическая функция;
- 9) продвижение химуса в тонкую кишку.



Железы слизистой оболочки тонкой кишки вырабатывают кишечный сок, количество которого достигает 2,5 л в сутки. Его рН составляет 7,2 — 7,5, при усилении секреции — 8,5. Сок богат пищеварительными ферментами (более 20), осуществляющими конечный этап расщепления пищевых молекул. Содержащиеся в нем **амилаза, лактаза, сахараза, мальтаза расщепляют углеводы. Липаза гидролизует эмульгированные желчью жиры до глицерина и жирных кислот, аминопептидаза расщепляет белки.** Последняя «отрезает» концевую аминокислоту от молекул пептидов. Содержащаяся в кишечном соке **энтерокиназа способствует превращению неактивного трипсиногена панкреатического сока в активный трипсин.**



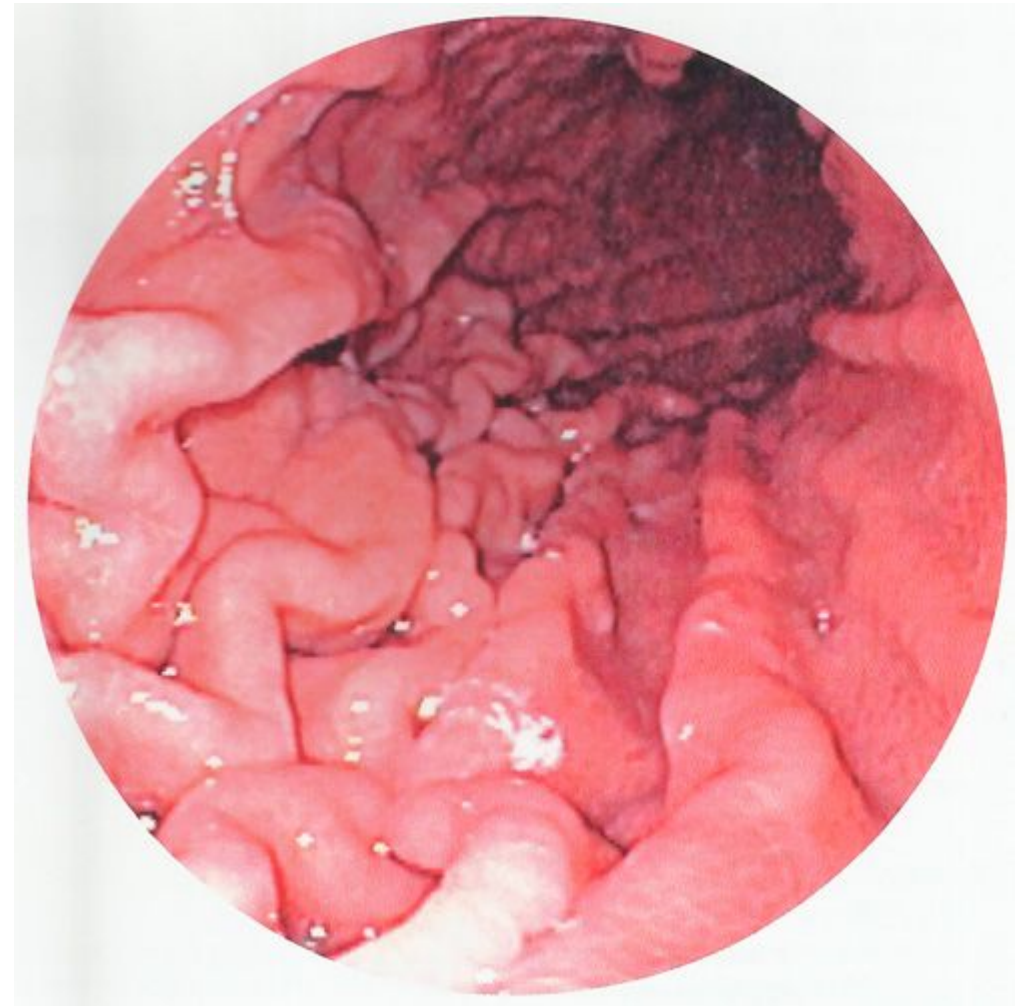
В тонкой кишке возможно одновременно и **полостное, и пристеночное (мембранное) пищеварение**. Полостное пищеварение происходит за счет взаимодействия питательных веществ с ферментами, свободно «плавающими» в просвете желудочно-кишечного тракта. Последние поступают туда в составе пищеварительных соков. Пристеночное пищеварение идет при участии ферментов, фиксированных в гликокаликсе эпителия пищеварительного тракта. Концентрация энзимов здесь больше, их активные центры обращены в просвет кишки, поэтому питательные вещества более часто контактируют с ними. **Следовательно, этот тип пищеварения более эффективен**. Активация секреции кишечного сока происходит рефлекторно при контакте химуса со стенкой кишки. Нервная регуляция выделения кишечного сока осуществляется благодаря действию симпатической и парасимпатической систем. Парасимпатические нервные волокна несут к тонкой кишке импульсы, активирующие ее секрецию и перистальтику, а симпатические — тормозящие.



Состав сока зависит от химического состава пищи. Так, преимущественно углеводная диета сопровождается повышением концентрации ферментов, расщепляющих сахара. Жирная пища вызывает увеличение активности липазы.

Таким образом, в тонкой кишке происходят следующие процессы:

- 1) перемешивание химуса;
- 2) эмульгирование жиров под действием желчи;
- 3) переваривание белков, жиров и углеводов под воздействием ферментов, содержащихся в кишечном и панкреатическом соках;
- 4) всасывание воды, питательных веществ, витаминов и минеральных солей;
- 5) бактерицидная обработка пищи за счет лимфоидных образований слизистой оболочки;



Состав желчи. Количество желчи достигает 0,5 —1,0 л в сутки. Вода составляет 97,5 % желчи. Помимо этого она содержит неорганические ионы и органические вещества. К последним относятся **желчные кислоты, холестерин, пигменты.**

Желчь имеет буро-желтую окраску. Уровень ее pH составляет 7,8 —8,6. Благодаря этому желчь участвует в нейтрализации соляной кислоты, поступающей вместе с химусом в двенадцатиперстную кишку из желудка.

Содержащиеся в желчи желчные кислоты обеспечивают эмульгирование жиров: они окружают большие скопления жиров пищи, уменьшают поверхностное натяжение, и **большие жировые капли распадаются на мелкие.**

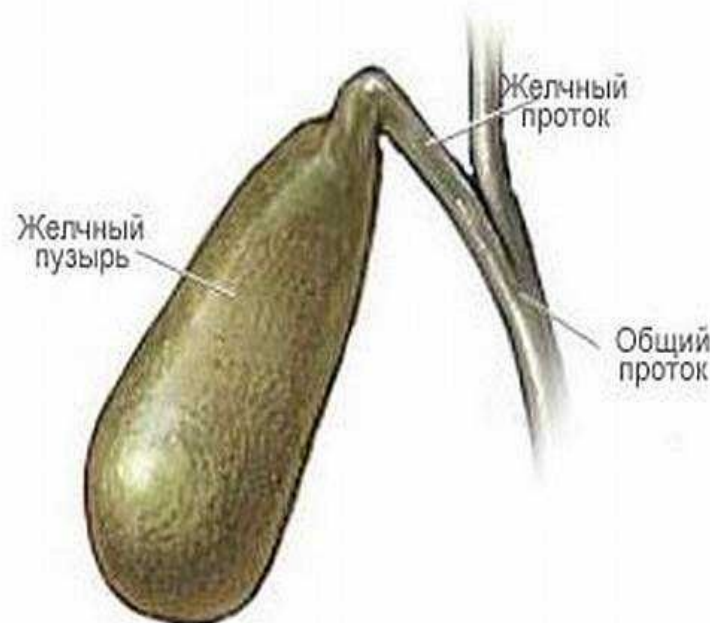
Расщепляющие жиры ферменты могут действовать только на их эмульгированные формы. Следовательно, желчь необходима для нормального переваривания и всасывания жиров. Одновременно с ними всасываются и жирорастворимые витамины. Поэтому при нарушении процессов эмульгирования и всасывания жиров возникают заболевания, связанные с недостаточным поступлением в организм жирорастворимых витаминов (А, D, Е, К). Желчь стимулирует моторику кишечника, а также способствует активации ферментов панкреатического и кишечного соков. Большинство ее компонентов подвергаются обратному всасыванию и с кровью снова попадают в печень для образования новых порций желчи.



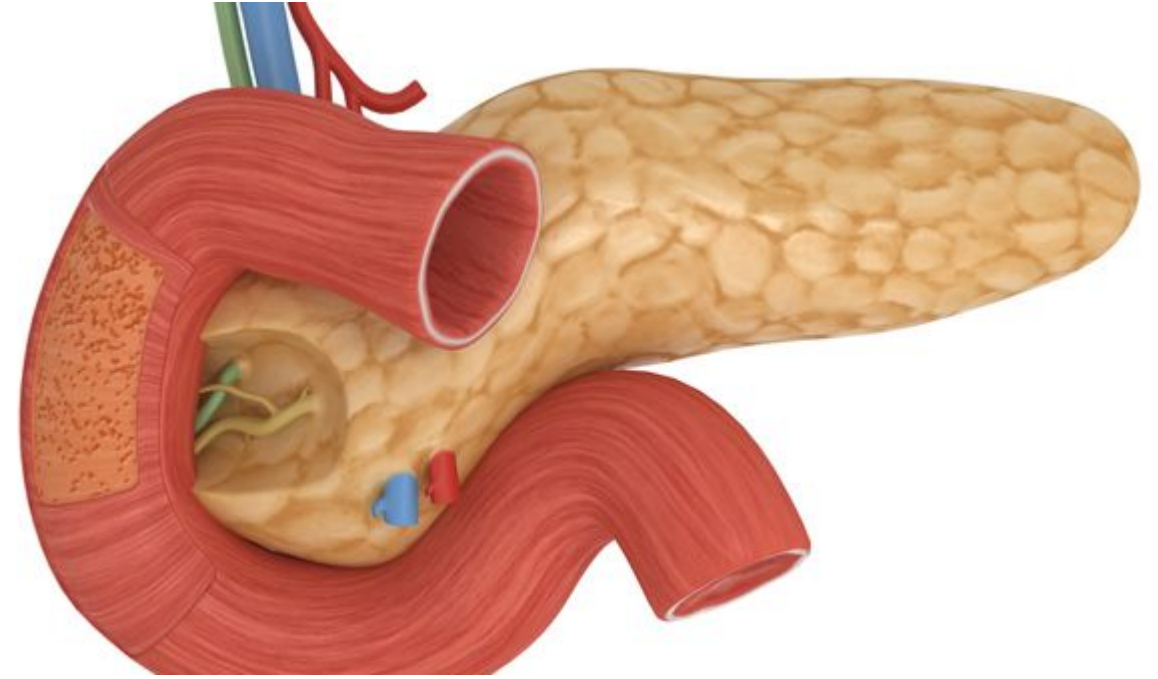
Желчь секретируется гепатоцитами непрерывно, независимо от нахождения пищи в просвете кишечника. В то же время принятие пищи стимулирует ее образование уже через 5—10 мин после еды. Такие вещества, **как секретин, холецистокинин, активируют выделение желчи.**

Холецистокинин, кроме того, стимулирует моторную активность желчного пузыря, расслабляет сфинктеры, блокирующие поступление желчи в двенадцатиперстную кишку.

Активирующее влияние оказывает парасимпатическая нервная система, тормозящее —



Поджелудочная железа является железой как внутренней, так и внешней секреции. Её клетки и продуцируют сок поджелудочной железы (панкреатический сок), содержащий многочисленные пищеварительные ферменты. Островки Лангерганса секретируют гормоны: инсулин и глюкагон. В течение 1 сут образуется 1,5 — 2,0 л сока поджелудочной железы, его рН составляет 7,8—8,4. Следовательно, он обладает **слабощелочной реакцией и участвует в нейтрализации соляной кислоты, поступающей вместе с химусом из желудка.**



Большую часть панкреатического сока составляет вода. В сухой остаток входят органические вещества и неорганические ионы (Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Cl^- и др.). Органические вещества представлены преимущественно ферментами. Основные из них — **трипсин, химотрипсин, карбоксипептидаза, амилаза, липаза, рибонуклеаза и дезоксирибонуклеаза.**



Трипсин, химотрипсин и карбоксипептидаза являются ферментами, расщепляющими белки. Первые два расщепляют крупные пептидные молекулы до более мелких. В отличие от пепсина они активны в щелочной среде. Под действием карбоксипептидазы от полипептидов отщепляются концевые аминокислоты, способные всасываться в кишечнике. Трипсин образуется из профермента трипсиногена под действием особого энзима — энтерокиназы (содержится в кишечном соке) путем отщепления шести аминокислотных остатков.

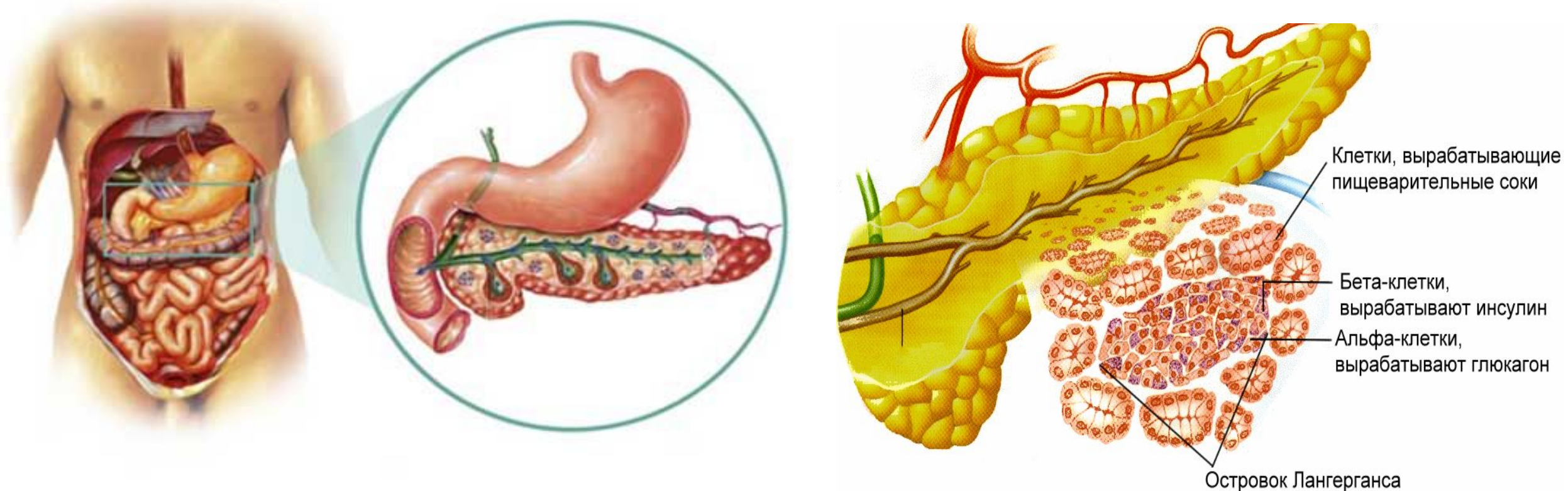
Химотрипсин образуется из химотрипсиногена под действием уже активного трипсина. Амилаза сока поджелудочной железы расщепляет углеводы. Липаза действует на жиры,

предварительно эмульгированные желчью. В результате молекулы липидов расщепляются до глицерина и жирных кислот. Рибонуклеаза и дезоксирибонуклеаза относятся к

нуклеолитическим ферментам, которые расщепляют РНК и ДНК



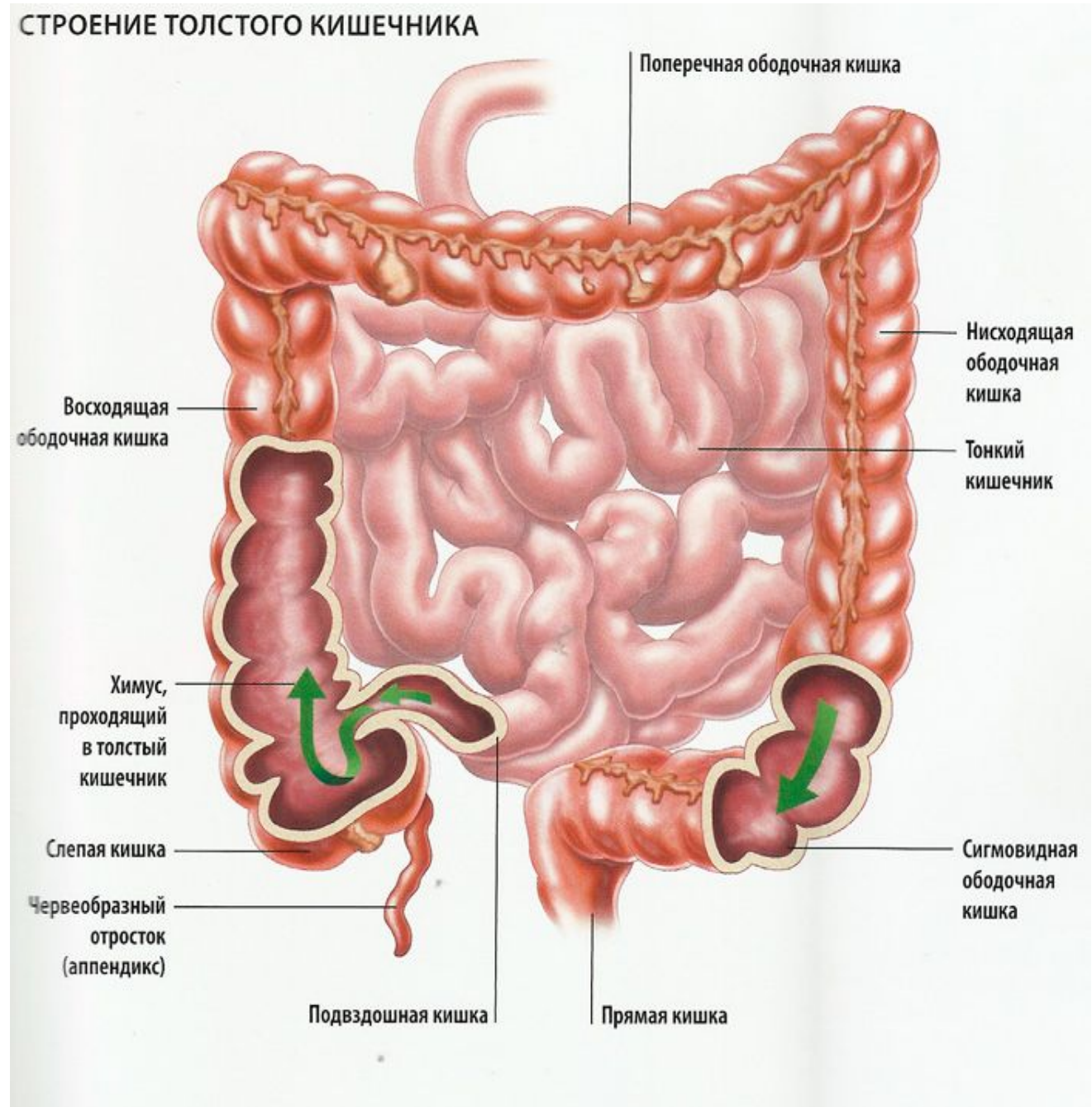
Секреция панкреатического сока регулируется нервными и гуморальными механизмами. Поступление химуса в двенадцатиперстную кишку рефлекторно увеличивает выделение сока. Усилению секреции также способствуют такие вещества, как секретин, холецистокинин, ацетилхолин. Тормозное влияние оказывают глюкагон, соматостатин, адреналин. Парасимпатическая нервная система активирует, а симпатическая — угнетает секрецию панкреатического сока. Таким образом, сок поджелудочной железы играет чрезвычайно важную роль в пищеварении, принимая участие в расщеплении белков, жиров и углеводов.



Толстая кишка выполняет ряд важных функций. Это основное место обитания кишечных бактерий (у взрослого человека преобладают палочки *Bifidus* и *Bacteroides*, *Lactobacillus*). Бактерии синтезируют некоторые витамины (К, В), защищают хозяина от патогенных микроорганизмов, конкурируя с ними. Они способны переваривать вещества, не расщепленные ферментами пищеварительных соков, в частности клетчатку, которую они гидролизуют примерно на 50 %. Оставшаяся ее часть участвует в формировании каловых масс. Бактерии вырабатывают и токсичные для организма вещества: сероводород, индол, скатол, которые обезвреживаются в печени. В толстой кишке происходит окончательное всасывание воды и минеральных солей. В ней происходит образование каловых масс, окрашенных пигментами желчи. Прямая кишка обеспечивает их выведение. С каловыми массами удаляются невсосавшиеся частицы пищи, бактерии, отслоившийся эпителий желудочно-кишечного тракта, вода.



Регуляция моторной активности толстой кишки осуществляется нервными и гуморальными механизмами. Парасимпатическая нервная система оказывает активирующее, а симпатическая — тормозное влияние на моторику. Серотонин и адреналин угнетают, а ацетилхолин усиливает сокращения мышечной оболочки толстой кишки.



Физиологические аспекты голода и жажды. Аппетит.

Отсутствие приема пищи вызывает появление чувства голода.

Чувство голода — ощущение, проецирующееся в области желудка в виде жжения, боли, сопровождающееся повышенной возбудимостью, слюноотечением, иногда головокружением и головной болью, общей слабостью. Голод вызывает специфическое изменение психики, как правило, имеет отрицательную эмоциональную окраску. Поведение человека, испытывающего это чувство, сводится к поиску вариантов удовлетворения жизненно важной потребности в пище. Как правило, чем длительнее существует чувство голода, тем интенсивнее проявляются описанные признаки. С чувством голода тесно связано понятие **аппетита**, который представляет собой желание приема пищи. Причем в отличие от голода аппетит, как правило, характеризуется специфичностью, т.е. желанием приема определенного вида пищи.



Чувство голода провоцируют следующие факторы:

- снижение концентрации глюкозы и других питательных веществ в крови и спинномозговой жидкости (их содержание определяют хеморецепторы, расположенные в гипоталамусе), особенно этому способствует тяжелая физическая работа, требующая значительных затрат энергии;
- отсутствие пищи, химуса в желудочно-кишечном тракте, возникновение голодной перистальтики.

Эти факторы вызывают активацию центра голода. Причем дефицит субстратов для метаболизма клеток этого центра напрямую активирует его. Центр голода расположен в латеральной области гипоталамуса. Он тесно взаимосвязан с центром насыщения (область гипоталамуса).

Возникновению чувства сытости (насыщения) способствуют следующие факторы:

- стимуляция рецепторов ротовой полости во время жевания и проглатывания пищи;
- растяжение желудка пищевыми массами;
- раздражение хеморецепторов ЖКТ и хеморецепторов, определяющих уровень глюкозы в крови;
- увеличение запасов белков, жиров и углеводов, повышение температуры тела.




Довольно часто встречаются заболевания, сопровождающиеся изменением аппетита. Повышенное желание к приему пищи называется **булимией**. Наоборот, отсутствие стремления к приему пищи носит название **анорексии**. Избыточное употребление пищи, несоответствующее уровню обмена веществ и энергетических потребностей, приводит к **ожирению**. Наоборот, недостаток пищи чреват **истощением**.



Режим питания — частота и периодичность приема пищи, **рацион** — качественный и количественный состав принимаемой пищи в течение суток. Для наилучшего функционирования ЖКТ пищу надо принимать в одно и то же время. Наиболее приемлемым считается 3—4-разовое питание. Оптимальным считается прием самого большого количества пищи во время обеда. В суточный рацион должны входить продукты, содержащие в определенных соотношениях белки, жиры и углеводы (примерно, 1:1:4). Обязательным условием является получение человеком необходимых для нормальной жизнедеятельности витаминов и минеральных веществ.

Следует подчеркнуть, что пища должна быть сбалансированной по качественному и количественному составу, механически, химически и термически щадящей и доброкачественной. Кроме того, ее следует подвергать соответствующей кулинарной обработке. Наиболее легко усваивается вареная, молочная и мучная пища, фрукты и ягоды. Для нормального развития и жизнедеятельности организма пища должна быть полноценной и разнообразной.



Задания на дом:

- 1. Составление схем регуляции выделения пищеварительных соков,**
- 2. Сравнительной таблицы пищеварения в различных отделах пищеварительного канала.**
- 3. Подготовка доклада на тему: «Регуляция пищеварения»**

