

Лекция № 7

ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

План.

1. Пищеварение в полости рта. Движение пищи в глотке и пищеводе.
 2. Пищеварение в желудке. Моторная функция желудка. Эвакуация содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку.
 3. Пищеварение в тонком кишечнике, виды. Эвакуация пищи в толстую кишку .
 4. Пищеварение в толстой кишке. Состав каловых масс. Акт дефекации.
 5. Мотивация голода и насыщения. Центры голода. Аппетит.
 6. Регуляция пищеварения. Роль пищи в регуляции пищеварения.
-

При пережевывании пища перемешивается со слюной, имеющей щелочную реакцию, которая начинает процесс пищеварения. Слюна содержит фермент пتيالлин, который растворяет некоторые легкорастворимые вещества, более плотные частицы смачивает и размягчает, покрывает пищевой комок слизью, облегчающей глотание.

Птиалин содержит фермент амилазу, расщепляющий крахмал, прошедший тепловую обработку, с чего начинается химическая стадия пищеварения. Количество и состав слюны, влияющие на качество переваривания пищи на этом этапе, зависят от активности слюнных желез.

Активность слюноотделения рефлекторно стимулируется режимными моментами (наступление времени регулярного приема пищи), мыслями о пище, а присутствие нищи во рту механически активизирует секрецию слюны. Если пища сухая, слюна содержит большое количество слизи (муцина), а богатая углеводами пища стимулирует активность околоушных желез, в слюне которых содержится много ферментов. Пищеварение под воздействием слюны в ротовой полости лишь начинается, а продолжается внутри пищевого комка в желудке.

Глотание — рефлекторный мышечный акт, при котором в результате поочередного сокращения и расслабления мышц, (болюс) переводится через глотку и пищевод в желудок.

Человек глотает около 600 раз в сутки. В том числе, 200 раз во время еды, 50 раз во время сна, 350 раз в остальное время. Большинство глотков делается бессознательно.

Акт глотания делится на три фазы: ротовую, глоточную и пищеводную.

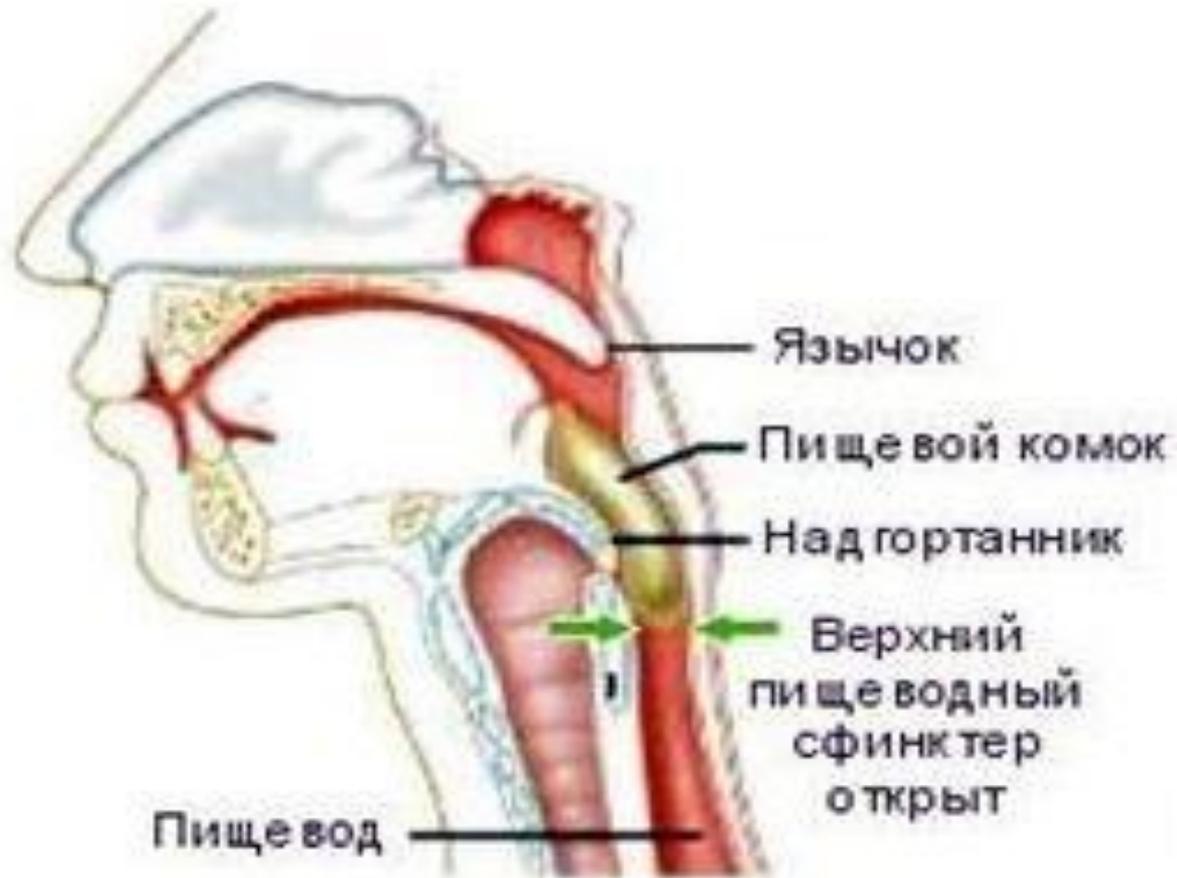
Ротовая стадия

- 1.** Произвольный контроль
 - 2.** Затрачиваемое время 1-3 секунды
 - 3.** Начинается с поднятия языка напротив альвеолярного гребня и запуска движения «комка» кзади (от передней к задней части полости рта)
 - 4.** Заканчивается с запуском глоточного глотания на передних небных дужках
-



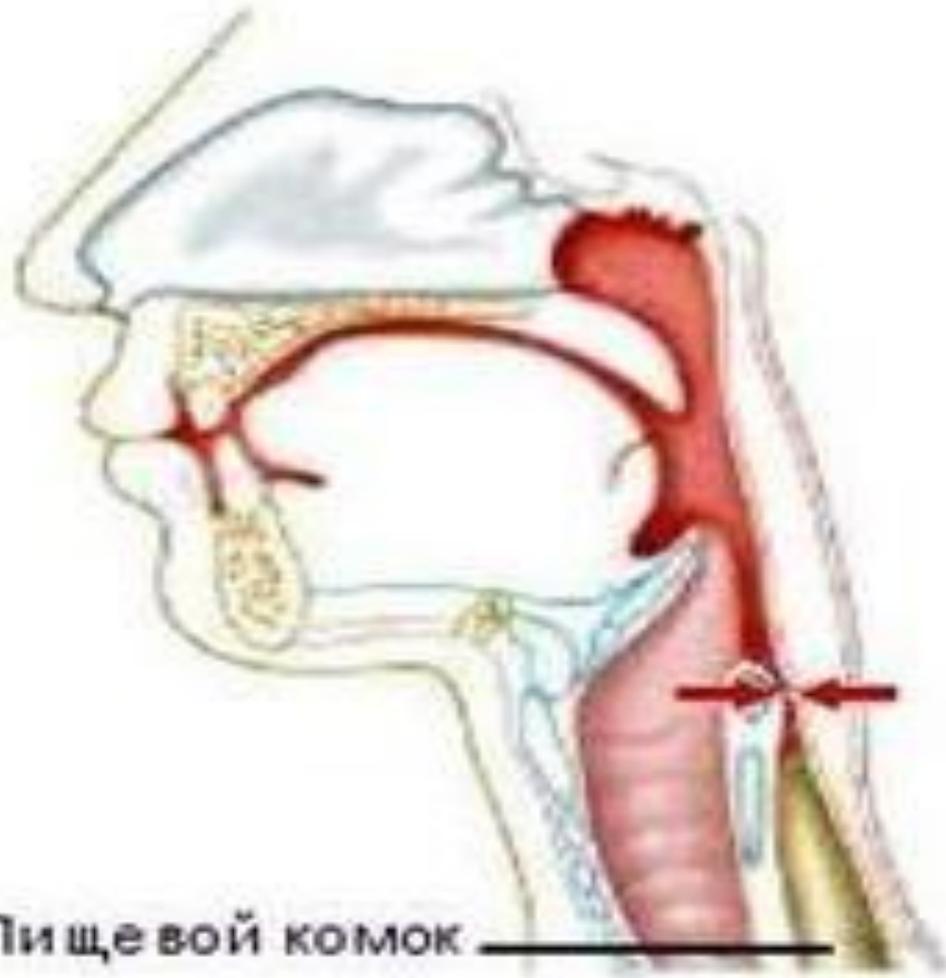
Глоточная стадия

- 1.** Непроизвольный контроль
 - 2.** Затрачиваемое время 1-3 секунды.
 - 3.** Начало - момент проталкивания «комка» языком кзади ротовой полости
 - 4.** Чувствительные рецепторы ротовой части глотки и языка посылают информацию в мозг о глотании Стадии глотания:
 - 5.** Начало - “голова комка” достигает передних небных дужек и запускает глоточное глотание.
 - 6.** Должно эффективно координироваться и быть адекватно по времени
 - 7.** Заканчивается открытием/расслаблением верхнего пищеводного сфинктера (жома) – перстневидно-глоточной мышцы.
-



Пищеводная фаза

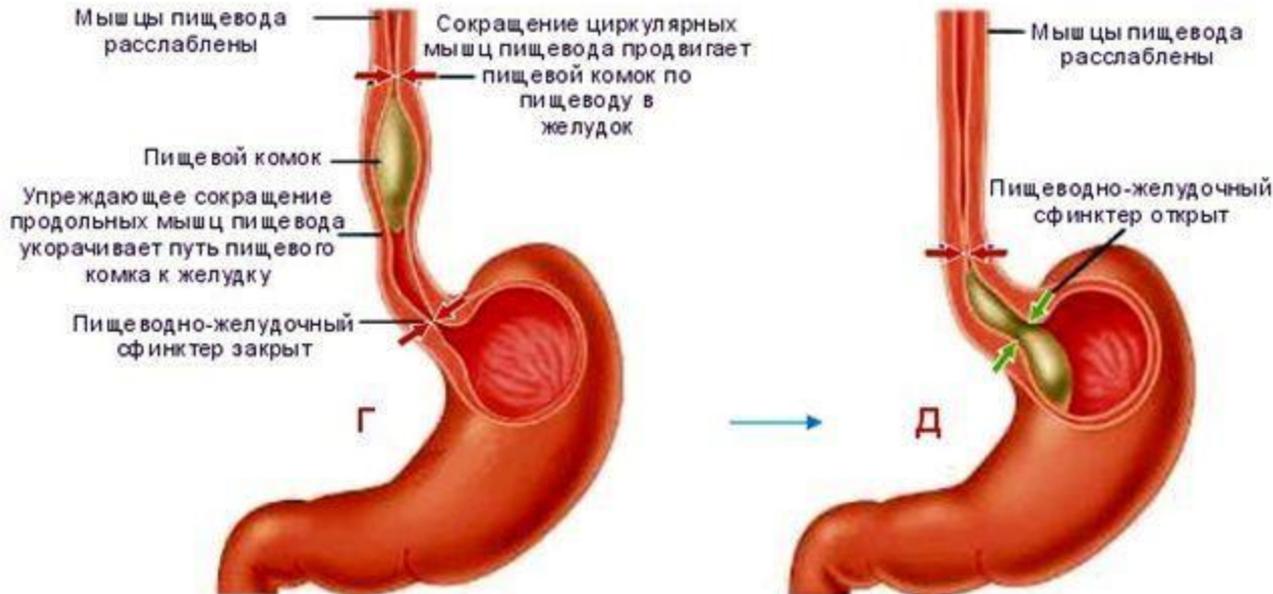
- 1.** Непроизвольный контроль
 - 2.** Затрачиваемое время: 8-20 сек.
 - 3.** Начинается с сокращения перстневидно-глоточной мышцы (UES- верхний пищеводный сфинктер)
 - 4.** Заканчивается с попаданием еды в желудок через нижний пищеводный сфинктер (LES)
 - 5.** Волны перистальтических сокращений распространяются в сторону желудка, передвигая пищевой комок
-



Пищевой комок

Глотание

- I. Произвольная (ротовая) фаза
- II. Глоточная фаза
- III. Пищеводная фаза



Рефлекторная дуга:



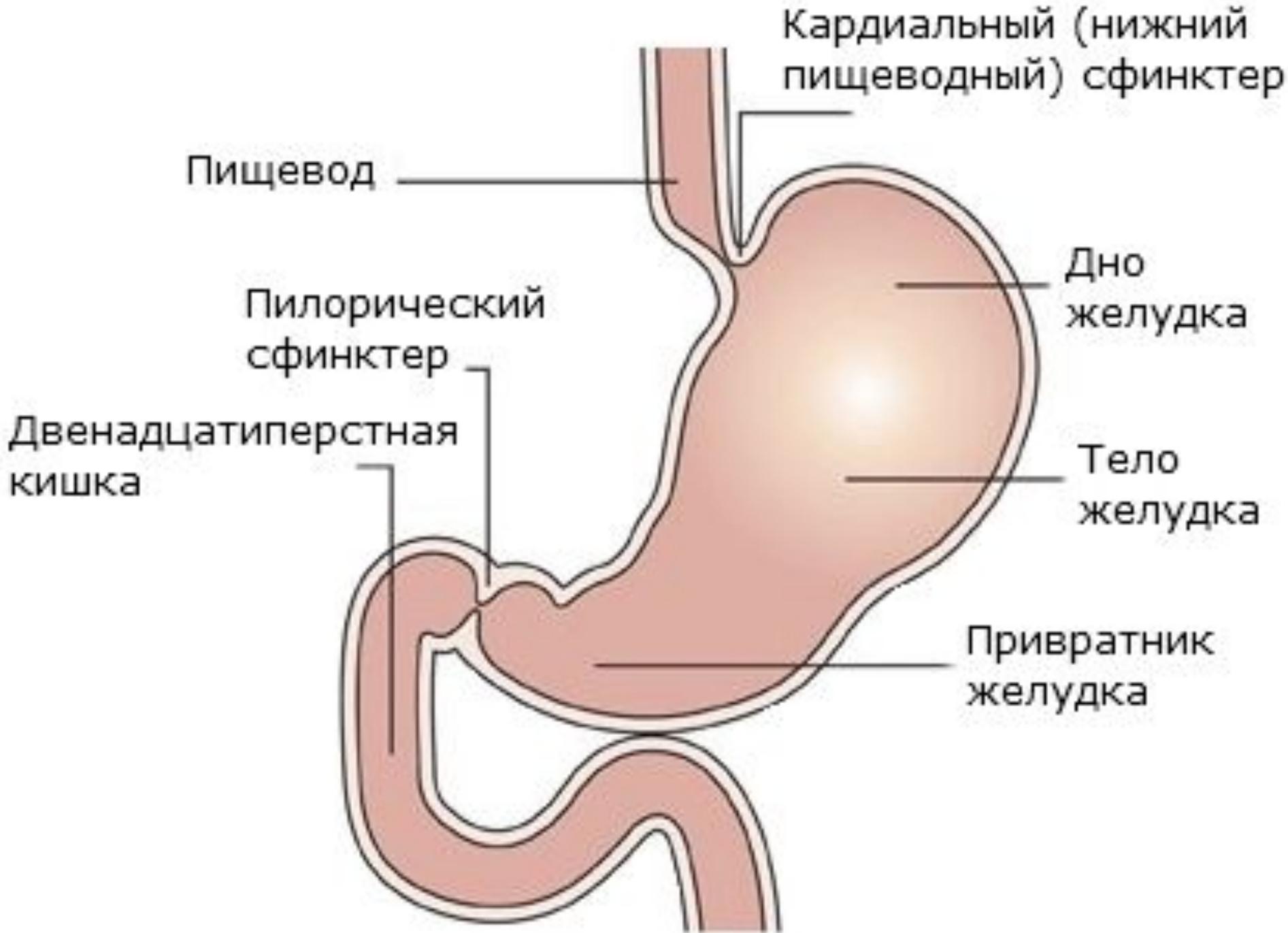
Нарушения глотания могут быть различной природы. В частности, нарушения глотания могут быть при ангине, фарингите, стоматите, опухолях тканей полости рта, гортани, а также при приёме горячей пищи, малом количестве слюны, истерии.

Различают следующие симптомы:

- 1.** дисфагия — ощущение застревания комка пищи при его прохождении через глотку или пищевод;
 - 2.** одиофагия — боль при глотании;
 - 3.** ротоглоточная дисфагия — нарушения произвольной (когда процесс глотания управляется сознанием) фазы глотания;
 - 4.** афагия — полная непроходимость пищевода;
 - 5.** истерический комок — нарушения глотания отсутствуют, но в горле постоянно ощущается комок; манометрия пищевода и рентгеноконтрастное исследование ничего не выявляют;
 - 6.** фагофобия — боязнь глотания
-

Пищеварение в желудке

После пережевывания и пропитывания слюной полужидкая пищевая масса вследствие сокращений пищевода попадает в желудок. Действие слюны продолжается до тех пор, пока кислота желудочного сока не пропитает пищевую массу и не разрушит амилазу слюны (около 30 мин при обычной смешанной пище). Время пропитывания пищи желудочным соком зависит от характера и размеров пищевого комка и активности желудочной секреции.



По мере проникновения желудочного сока в пищевую массу начинается желудочная фаза пищеварения, в течение которой происходит главным образом расщепление белковых частиц. В ходе этого процесса фермент пепсин с помощью соляной кислоты, тоже присутствующей в желудочном соке, частично расщепляет белковые молекулы. Точно так же действует фермент химозин (ренин), содержащийся в желудочном соке маленьких детей; он расщепляет молочный белок казеин, вызывая створаживание молока. В желудке может начаться и частичное переваривание жира, поскольку в нормальном желудочном соке присутствует небольшое количество липазы – фермента, гидролизующего нейтральные жиры с образованием глицерина и жирных кислот.

Желудочный сок состоит из смеси продуктов всех клеток желудочных стенок. Специальные клетки слизистой оболочки желудка непрерывно секретируют предшественников пепсина и ренина – пепсиноген и проренин, которые превращаются в активные ферменты под действием соляной кислоты, выделяемой специальными клетками в области дна желудка. На их активность влияет гормон гастрин, выделяемый желудочными стенками при механическом раздражении пищей и поступающий в кровь. Небольшое количество кислого желудочного сока (так называемый запальный сок) может выделяться условно-рефлекторно – от вида вкусной пищи или представлений и мыслей о ней.

В результате совместного действия ферментов и кислоты желудочного сока происходит растворение большинства содержащихся в пище веществ. Это относится в первую очередь к белковым соединениям, с которыми соляная кислота образует растворимые соли. Она разрушает также основную массу бактерий, попадающих в желудок с пищей, тем самым предотвращая процессы гниения и предупреждая развитие ряда инфекционных заболеваний.

Длительность нахождения пищи в желудке зависит от ее состава. Твердая белковая пища активнее стимулирует секрецию желудочного сока и дольше остается в желудке, жидкая пища быстрее покидает его. Углеводы проходят желудок быстрее, чем жиры, которые остаются там относительно долго. Продукт желудочного пищеварения – кислая жидкая масса, получившая название "**химус**" – под действием перистальтики желудочно-кишечного тракта перемещается в тонкий кишечник.

Моторная функция желудка способствует перемешиванию пищи с желудочным соком, продвижению и порционному появлению содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку. Она обеспечивается работой гладкой мускулатуры. Мышечная оболочка желудка состоит из трех слоев гладких мышц: внешнего продольного, среднего кругового и внутреннего косоуго. В пилорической части желудка волокна кругового и продольного слоев образуют сфинктер. Для некоторых мышечных клеток внутреннего косоуго слоя характерно наличие пейсмекерной активности.

Пустой желудок обладает некоторым тонусом. Периодически происходит его сокращение (голодная моторика), которое сменяется состоянием покоя. Этот вид сокращения мышц связан с ощущением голода. Сразу после приема пищи происходит релаксация гладких мышц стенки желудка (пищевая рецептивная релаксация). Спустя некоторое время, что зависит от вида пищи, начинается сокращение желудка. Различают перистальтические, систематические и тонические сокращения желудка. Перистальтические движения осуществляются за счет сокращения циркулярных мышц желудка. Сокращения мышц начинаются на большой кривизне в непосредственной близости от пищевода, где локализуется кардиальный водитель ритма.

В препилорической части локализуется второй водитель ритма. Сокращения мышц дистальной части антрального отдела и пилоруса представляют собой систолические сокращения. Эти движения обеспечивают переход содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку. Тонические сокращения обусловлены изменением тонуса мышц. В желудке возможны также и антиперистальтические движения, которые наблюдаются при акте рвоты.

Пищеварение в тонком кишечнике

Поступающие в кишечник продукты желудочного пищеварения смешиваются с секретом кишечных стенок и двумя щелочными жидкостями – соком поджелудочной железы и желчью, образующейся в печени и выделяющейся в просвет кишечника из протока желчного пузыря. Оба протока (поджелудочной железы и желчного пузыря) открываются в кишечник в области сфинктера привратника, отделяющего желудок от тонкого кишечника. Щелочные жидкости нейтрализуют поступившую из желудка кислую массу, и желудочная фаза пищеварения заканчивается.

Последняя стадия процесса пищеварения – кишечная – начинается при пропитывании пищи ферментами панкреатического и кишечного соков. Панкреатический сок (секрет поджелудочной железы) содержит высокоактивные амилазу, протеазы (трипсин и химотрипсин) и липазу, расщепляющие оставшиеся крахмал, белки и жиры.

ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В ТОНКОМ КИШЕЧНИКЕ

1. Желчь эмульгирует жиры и активирует ферменты
2. Фермент трипсин расщепляет белки на аминокислоты
3. Фермент амилаза расщепляет крахмал на глюкозу
4. Фермент липаза расщепляет жиры на жирные кислоты и глицерин



Под действием панкреатической амилазы (амилопсина) крахмал, не расщепленный слюной, превращается в декстрин, а декстрин в мальтозу. Панкреатическая липаза расщепляет нейтральные жиры на глицерин и жирные кислоты. Важная роль в этом процессе принадлежит щелочной среде и присутствующим в желчи желчным солям, которые эмульгируют жир (разбивают на микрокапли, увеличивая поверхность соприкосновения с ферментом липазой).

Панкреатические протеазы трипсин и химотрипсин превращают все не расщепленные пепсином белки (примерно 50-70% общего количества белков пищи) в альбумозы и пептоны. Эти промежуточные продукты расщепления белков под действием смеси кишечных ферментов превращаются в полипептиды, дипептиды и отдельные аминокислоты. Кишечные ферменты мальтаза, сахараза и лактаза гидролизуют соответствующие дисахариды (мальтозу, сахарозу и лактозу) до моносахаридов.



В кишечном соке присутствуют также ферменты, которые расщепляют поступающие в малом количестве другие компоненты пищи, например, нуклеиновые кислоты, гексозофосфаты и лецитин. Энтерокиназа (непищеварительный фермент секрета тонкого кишечника) активирует профермент трипсиноген, превращая его в протеолитический фермент трипсин.

Ферменты, содержащиеся в кишечном соке, в высокой концентрации присутствуют на поверхности слизистой оболочки кишки. Поэтому часть реакций, которые раньше считались происходящими в просвете кишечника, на самом деле может протекать на кишечной стенке (пристеночное пищеварение).

Определенную роль в переваривании пищи в кишечнике играет и симбионтное пищеварение. Так называются процессы переваривания пищи под действием ферментов, выделяемых в просвет кишечника микроорганизмами-симбионтами ("дружественные" микроорганизмы, заселяющие кишечник человека с первых дней после рождения и оказывающие благотворное влияние на многие процессы организма).

Выделение пищеварительных секретов печенью и поджелудочной железой регулируются гормонами, которые выделяются в кровь не самими железами, а специальными клетками слизистой оболочки кишечника.

В результате ротовой, желудочной и кишечной стадий пищеварения происходит расщепление почти всех поглощенных питательных веществ до более простых молекул, способных проходить через кишечную стенку. Наряду с витаминами, минеральными веществами и немногими не требующими переваривания питательными веществами эти простые молекулы легко всасываются через слизистую оболочку кишечника, а кровь переносит их в клетки различных тканей. В толстом кишечнике остаются отходы пищеварения, которые после всасывания из них воды и дополнительной переработки микробами-симбионтами выводятся из организма через задний проход (анальное отверстие).

Обозначения функций:

- Д** = Двигательная
- С** = Секреторная
- П** = Переваривание
- В** = Всасывание

Полость рта и пищевод

- Д** = Жевание, глотание: перемешивание и проталкивание
- С** = Слюна, ферменты, гормоны
- П** = Углеводы (начало)
- В** = Практически отсутствует

Слюнная железа

Верхний
пищеводный
сфинктер

Пищевод

Нижний
пищеводный
сфинктер

Желудок

- Д** = Перистальтика: перемешивание и проталкивание
- С** = Соляная кислота, ферменты, слизь, гормоны
- П** = Белки, жиры, углеводы
- В** = Жирорастворимые вещества, алкоголь, аспирин

Печень

Жёлчный
пузырь

Пилорический
сфинктер

Поджелудочная
железа

Тонкая кишка

- Д** = Сегментация, перистальтика: перемешивание и проталкивание
- С** = Бикарбонаты, ферменты, жёлчь, слизь, гормоны
- П** = Углеводы, жиры, полипептиды
- В** = Пептиды, аминокислоты, глюкоза и фруктоза, жиры, вода, ионы, минералы и витамины

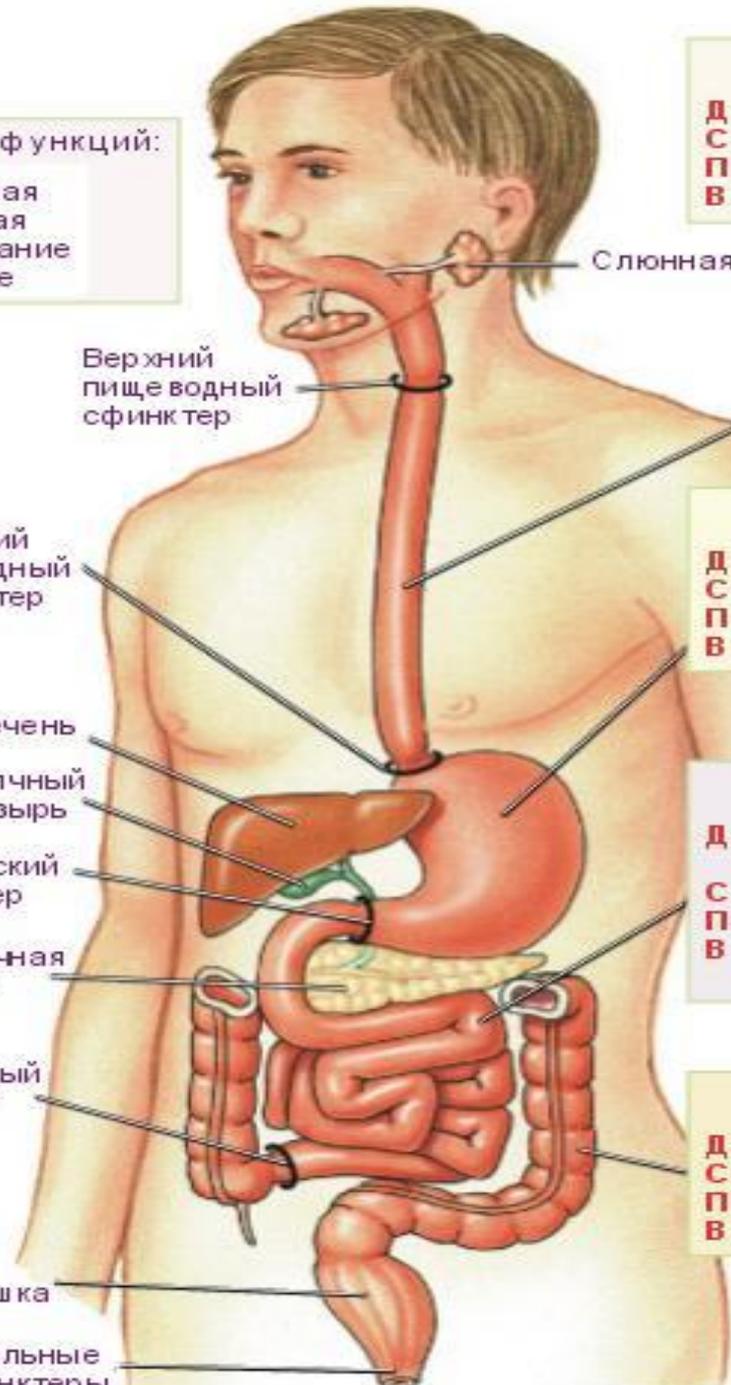
Илеоцекальный
сфинктер

Толстая кишка

- Д** = Сегментация: перемешивание и проталкивание
- С** = Слизь, гормоны
- П** = Бактериальное переваривание
- В** = Ионы, вода, минералы, витамины

Прямая кишка

Анальные
сфинктеры



В процессе *пищеварения* в *толстом* *кишечнике* активно участвуют облигатные (обязательные) микроорганизмы - облигатно-анаэробные бактерии (бифидумбактерии - 90% всей микрофлоры кишки) и факультативные анаэробные бактерии (стрептококки, кишечная палочка, бактерии молочнокислые). Другое название этих микроорганизмов "пробиотики", т.е. "необходимые для жизни". Они концентрируются в проксимальных отделах толстой кишки и терминальной части подвздошной кишки.

Процент нормальной кишечной микрофлоры от общей массы тела должен составлять около 5% - 3 - 5 кг. В норме на 1 г содержимого толстой кишки приходится порядка 250 млрд. микроорганизмов.

Роль лакто - и бифидобактерий в организме чрезвычайно важна:

- 1.** оказывают различные влияния на работу кишечника: усиливают секрецию пищеварительного сока, задерживают жидкость и т.д.;
 - 2.** принимают участие в процессе **расщепления клетчатки**, остатков пищевого химуса;
 - 3.** они обеспечивают качество минерального и белкового обменов;
 - 4.** поддерживают резистентность организма (от латинского "resistentia" - сопротивление, противодействие);
 - 5.** обладают антимуtagenными и антиканцерогенными свойствами.
 - 6.** Сбалансированный рацион питания проводит в равновесие процессы гниения и брожения. Брожение в кишечнике создает кислую среду, которая препятствует гниению. Если баланс расстраивается, возникают нарушения в процессе пищеварения.
-

К сожалению, ненатуральные, рафинированные продукты, избыточное употребление пищи, различные лекарственные препараты (в особенности антибиотики), неправильное сочетание продуктов, ухудшающаяся экология, стрессовые ситуации и другие факторы меняют состав микрофлоры, когда повышается содержание гнилостных бактерий

В совокупном процессе **пищеварения в толстом кишечнике** можно выделить отдельные процессы расщепления питательных веществ до более простых соединений, где активное участие принимает нормальная микрофлора кишечника.

Питательными веществами, которые обеспечивают рост микрофлоры толстой кишки, является растительная клетчатка, которая не переваривается пищеварительными ферментами в организме человека. Ферменты, синтезируемые в толстом кишечнике, расщепляют клетчатку до уксусной кислоты, глюкозы и других продуктов. Кислоты и глюкоза всасываются в кровь, газообразные продукты – водород, углекислый газ, метан - выделяются из кишечника, стимулируя моторную активность кишки.

Кишечная микрофлора производит в качестве конечных продуктов летучие жирные кислоты (масляную, уксусную, пропионовую), дающие дополнительную энергию (6-9% от общей энергии организма) и служащие питанием для клеток слизистой оболочки кишечника.

Под действием гнилостных бактерий в толстой кишке разрушаются не всосавшиеся продукты переваривания белка. В результате синтезируются соединения, ядовитые для организма (скатол, индол), затем они всасываются в кровь и утрачивают свои ядовитые свойства в печени.

Микрофлора толстого кишечника также сбразивает углеводы до уксусной и молочной кислоты и алкоголя.

Микроорганизмы толстого кишечника, питаясь отходами, синтезируют витамины группы В, D, PP, К, Е, биотин, фолиевую и пантотеновую кислоты, аминокислоты, некоторые ферменты и другие нужные вещества.

В результате жизненного цикла бифидобактерий вырабатываются кислоты, угнетающие размножение болезнетворных и гнилостных бактерий, предотвращающие их проникновение в верхние отделы кишки.

В толстой кишке всасывается вода (по сведениям ряда авторов от 50 до 90%), соли и мономеры (жирные кислоты, аминокислоты, глицерин, моносахариды, и др.).

В толстом кишечнике формируется кал, который приблизительно на треть состоит из бактерий. В результате волнообразных движений (маятникообразных, перистальтических, тонических сокращений) ободочной кишки каловые массы достигают прямой кишки, где на выходе расположены два сфинктера – внутренний и наружный.

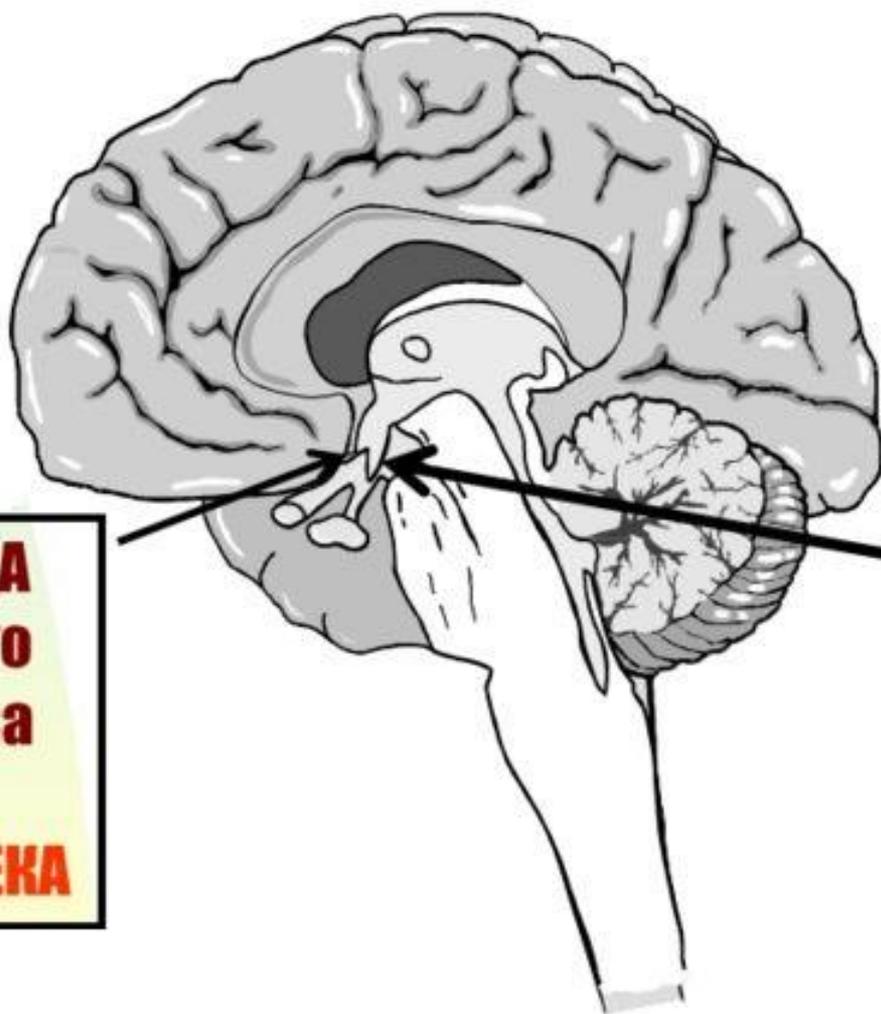
Каловые массы состоят из нерастворимых солей, эпителия, различных пигментов, клетчатки, слизи, микроорганизмов (до 30%) и др.

Если рацион питания является смешанным, в сутки из тонкой кишки в толстую кишку поступает четыре килограмма пищевых масс, кала при этом вырабатывается 150 – 250 г. У приверженцев вегетарианства каловых масс образуется больше в связи со значительным количеством балластных веществ в пище.

Также можно отметить, что у вегетарианцев кишечник работает лучше, и ядовитые продукты часто не достигают печени, так как поглощаются пектинами, клетчаткой и иными волокнами.

Таким образом, **формирование каловых масс** является **завершающим** этапом пищеварения в толстом кишечнике и в организме в целом.

Мотивация голода и насыщения. Центры голода. Аппетит.



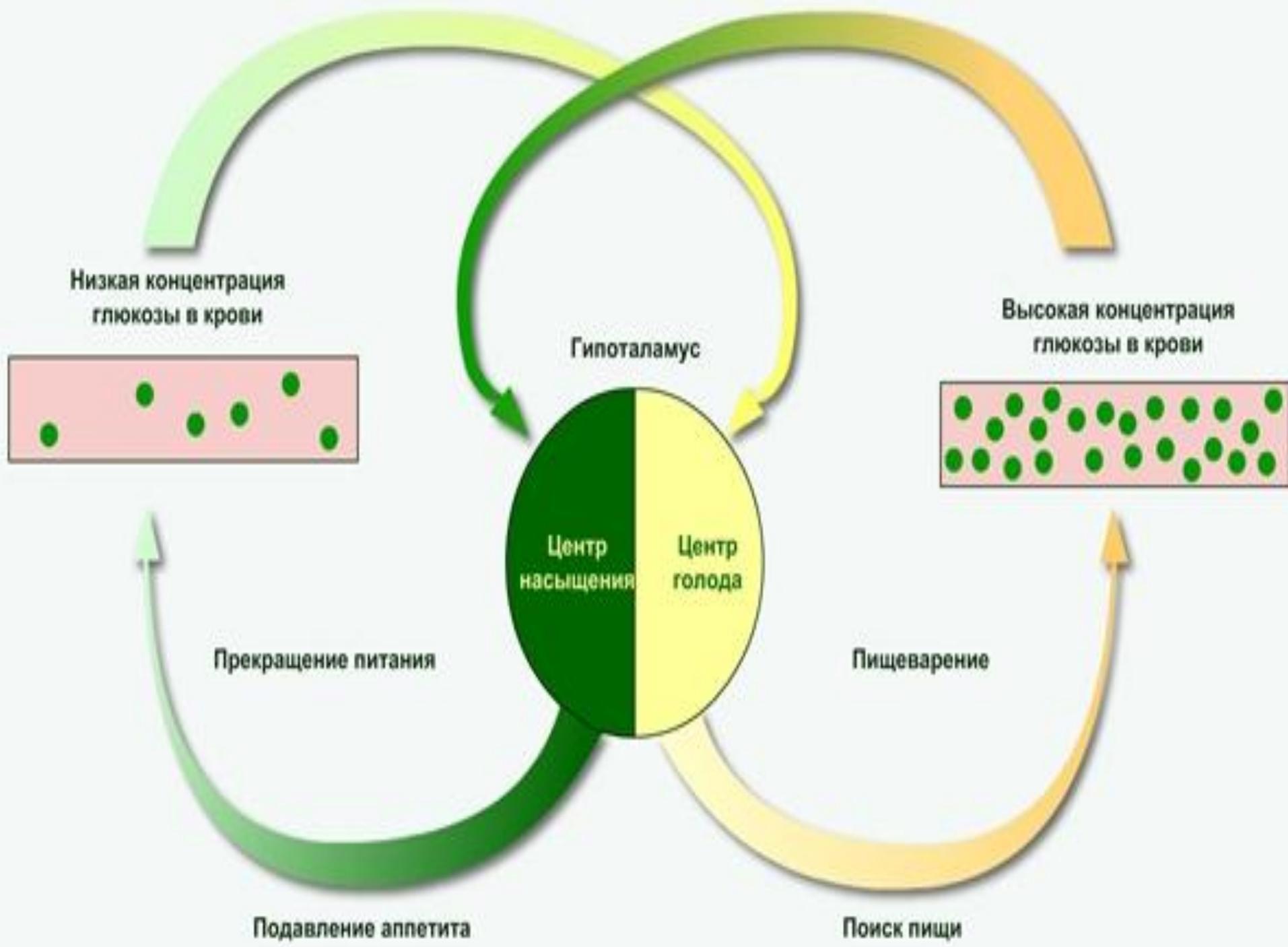
ЦЕНТР ГОЛОДА
латерального
гипоталамуса
центр
АНАНДА-БРОБЕКА

ЦЕНТР
НАСЫЩЕНИЯ -
вентромеди-
альные ядра

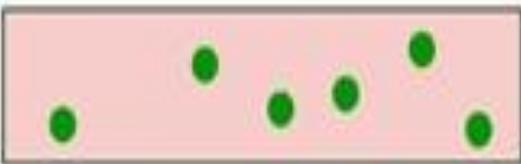
Голод - это физиологическое состояние, которое служит выражением потребности организма в питательных веществах. Субъективными проявлениями голода являются: тошнота, чувство "сосания под ложечкой", головная боль, головокружение, чувство общей слабости. Объективным внешним проявлением голода является поведенческая реакция, направленная на устранение голода - поиск пищи и ее прием.

Субъективные и объективные проявления голода обусловлены возбуждением нейронов различных отделов ЦНС, совокупность которых составляет *пищевой центр*, основными функциями которого являются формирование пищевого поведения, направленного на поиск и прием пищи, а также регуляция и функциональная интеграция органов пищеварительной системы. Пищевой центр -это сложный комплекс структур, включающий гипоталамо-лимбико-ретикуло-кортикальные отделы.

Ведущим отделом, от которого распространяется активация всего пищевого центра, являются *латеральные ядра гипоталамуса*. Раздражение этих ядер приводит к усиленному потреблению пищи, а их разрушение - отказу от пищи. Эти ядра гипоталамуса называются *центром голода*.



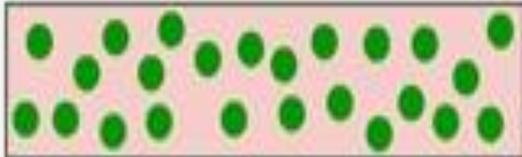
Низкая концентрация глюкозы в крови



Гипоталамус



Высокая концентрация глюкозы в крови



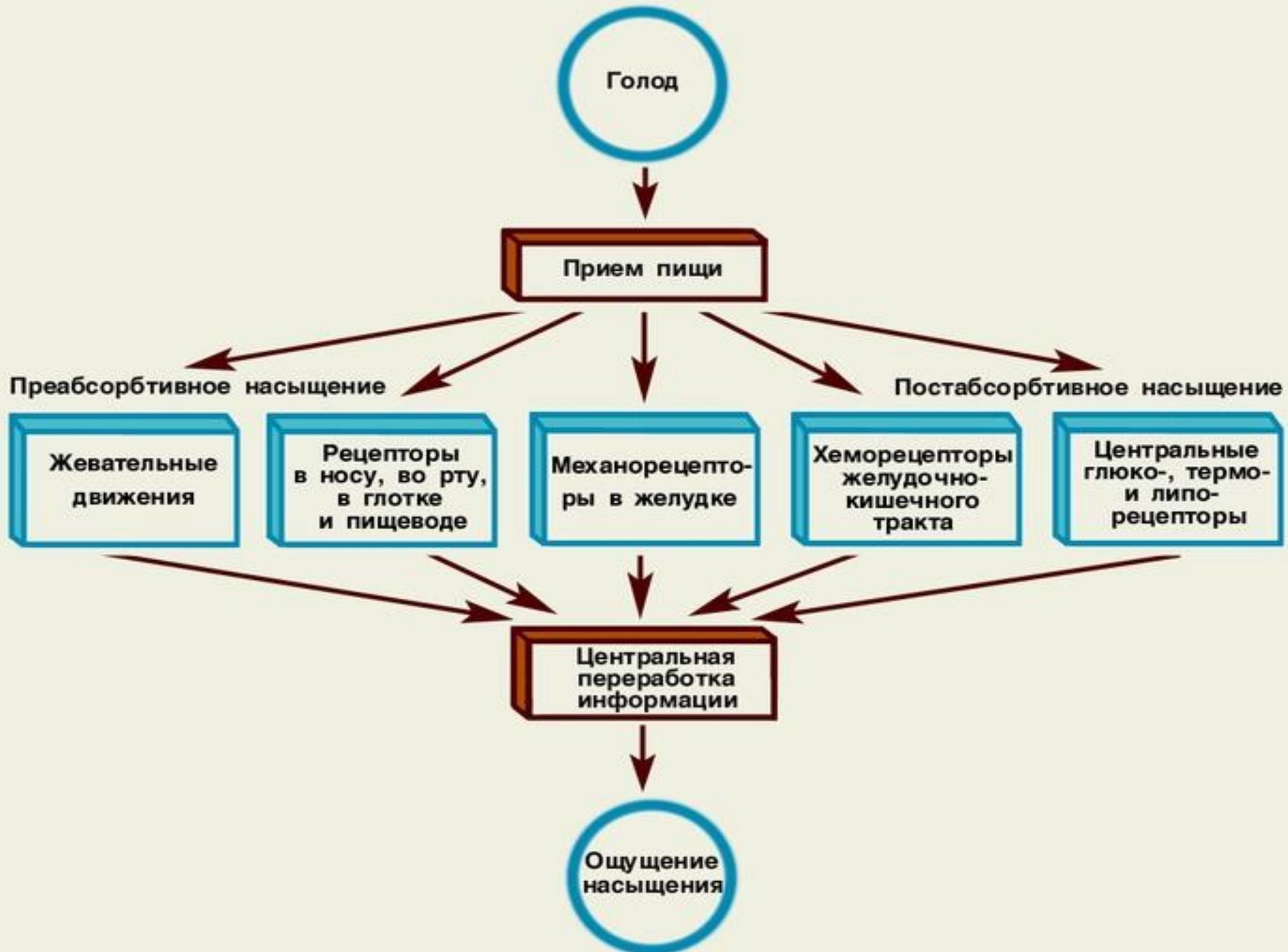
Прекращение питания

Пищеварение

Подавление аппетита

Поиск пищи

При раздражении *вентро-медиальных ядер* гипоталамуса возникает отказ от пищи (афагия), а при их разрушении - гиперфагия (усиленное потребление пищи). Это дало основание считать эти ядра *центром насыщения*.



После приема пищи возникает состояние насыщения, которое протекает в две стадии.

- **стадия сенсорного (первичного) насыщения**, оно связано с торможением пищевого центра (латеральные ядра гипоталамуса) импульсами от рецепторов полости рта и желудка, раздражаемых поступившей пищей. Возбуждение нейронов вентромедиального гипоталамуса приводит к поступлению питательных веществ из депо, кровь перестает быть "голодной" и не возбуждает нейроны гипоталамуса.

- **стадия насыщения - обменная (вторичная, истинная)**, связана с поступлением в кровь продуктов переваривания питательных веществ.

Важную роль в возникновении чувства голода и насыщения играют, по-видимому, пептидные гормоны. Такие регуляторные пептиды как холецистокинин, соматостатин, бомбезин и др. снижают потребление пищи, т. е. участвуют в формировании насыщения. Усиление пищевой мотивации и активации пищевого поведения вызывают пентагастрин, окситоцин и др., которые способствуют формированию чувства голода.



Регуляция пищеварения. Роль пищи в регуляции пищеварения

Местный уровень регуляции осуществляется нервной системой, которая представляет комплекс связанных между собой сплетений, расположенных в толще стенок желудочно-кишечного тракта. В их состав входят чувствительные (сенсорные), эффекторные и вставочные нейроны симпатической и парасимпатической вегетативной нервной системы. Кроме того, в желудочно-кишечном тракте находятся нейроны, вырабатывающие нейропептиды, которые влияют на процессы пищеварения. К ним относятся холецистокинин, гастриносвобождающий пептид, соматостатин, вазоактивный интестинальный пептид, энкефалин и др.

Вместе с нейронной сетью в желудочно-кишечном тракте находятся эндокринные клетки (диффузная эндокринная система), расположенные в эпителиальном слое слизистой оболочки и в поджелудочной железе. Они содержат гастроинтестинальные гормоны и другие биологически активные вещества и освобождаются при механическом и химическом воздействии пищи на эндокринные клетки просвета желудочно-кишечного тракта. Важную роль в регуляции функций желудочно-кишечного тракта играют и простагландины группы E и F.

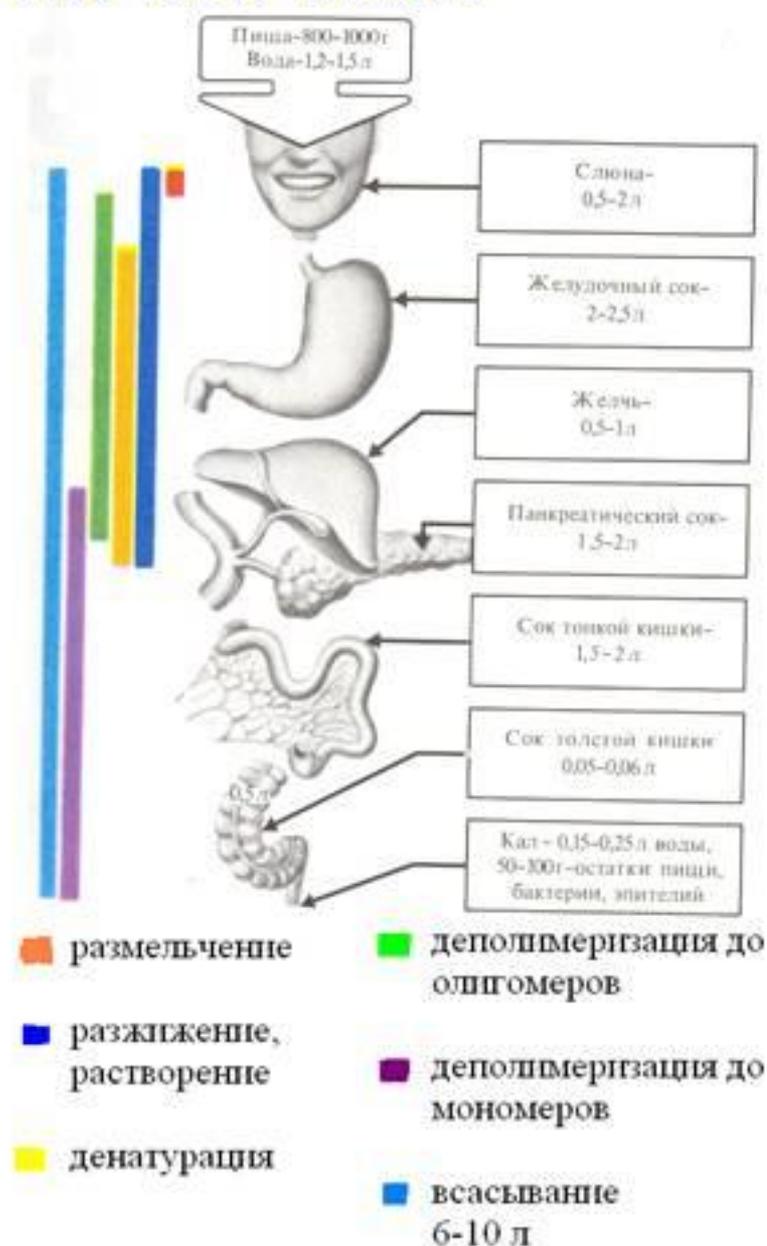
Центральный уровень регуляции пищеварительной системы включает ряд структур центральной нервной системы (спинного мозга и ствола мозга), которые входят в состав пищевого центра. Последний, кроме координирующей деятельности желудочно-кишечного тракта, осуществляет регуляцию пищевых отношений. В формировании целенаправленных пищевых отношений принимают участие гипоталамус, лимбическая система и кора головного мозга. Компоненты пищевого центра, несмотря на то что располагаются на разных уровнях центральной нервной системы, имеют функциональную связь. Действие пищевого центра многостороннее. За счет его активности формируется пищедобы-вающее поведение (пищевая мотивация), при этом происходит сокращение скелетной мускулатуры (необходимо найти пищу и приготовить ее).

Пищеварение и его значение

С пищей в организм поступают энергетические и пластические материалы.

Питательные вещества, кроме минеральных солей и воды, в желудочно-кишечном тракте подвергаются механической и химической обработке.

В процессе пищеварения крупномолекулярные органические вещества превращаются в простые вещества мономеры, которые всасываются в кровь и лимфу и усваиваются организмом.



БЛАГОДАРЮ ЗА

ВНИМАНИЕ!
