

# ЛЕКЦИЯ 25. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. ПИЩЕВАРЕНИЕ В ПОЛОСТИ РТА.

25.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ:  
ЗНАЧЕНИЕ ПИЩЕВАРЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗМА, СУЩНОСТЬ ПИЩЕВАРЕНИЯ,  
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ И НЕ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ЖКТ,  
ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ,  
ТИПЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ.

Пищеварением называется совокупность физиологических, физических и химических процессов, обеспечивающих прием и переработку поступающих из внешней среды продуктов в вещества, которые способны усваиваться организмом. Вся совокупность необходимого для жизнедеятельности поступает в организм в виде пищи и воды. Физико-химическая переработка пищевого комка в желудочно-кишечном тракте подготавливает питательные вещества для улавливания содержащейся в них энергии и использования их для построения структур организма.

Современные представления о пищеварении были заложены в конце 19 века И.П. Павловым и его последователями в России. Заслуга Павлова и его школы в области исследования физиологии пищеварения заключается в создании представления о нервно-рефлекторной регуляции пищеварения и введении в обиход научных исследований методов прижизненного наблюдения за процессом и регуляцией пищеварения. В частности, Павловым разработан метод мнимого кормления с выведенным наружу пищеводом, метод использования фистул – искусственно созданного путем операции сообщения между каким-либо органом и внешней средой.

В настоящее время для исследования пищеварения применяются разнообразные физико-химические методы и способы хронического наблюдения, например, для прижизненного определения кислотности, температуры применяют специальные радиозонды, которые благодаря миниатюрности могут быть проглочены человеком. Для изучения тонкой регуляции пищеварения используются цитохимические, биохимические и молекулярно-генетические методы. В клинической практике широко используют зондирование ЖКТ для получения пищеварительных соков, желчи с целью их биохимического анализа.

Исполнительные элементы пищеварительной системы объединены в пищеварительную трубку. К ней примыкают компактные железистые образования – слюнные и поджелудочная железы, печень. Совокупность трубки и железистых образований называют желудочно-кишечным трактом – ЖКТ .

**Типы пищеварения.** Исследование пищеварительных процессов в тонком кишечнике позволило установить важную роль, которая принадлежит соприкосновению питательных веществ с поверхностью мембран клеток слизистой оболочки. В опытах *in vitro* оказалось, что в присутствии полоски живой кишки скорость ферментативного гидролиза некоторых питательных веществ, например, крахмала, возрастает, значительно превышая суммарную активность содержащего ферменты раствора и полоски кишки, взятых в отдельности. В соответствии с этим найдено, что скорость гидролиза крахмала и белка происходит намного быстрее внутри кишки, чем в пробирке под влиянием ферментов, содержащихся в выделенном в кишку соке.

Получены данные, что пептидазная активность сосредоточена в основном на свободной поверхности клеток кишечного эпителия. Обнаружено, что липаза поджелудочного сока адсорбируется на поверхности эпителия тонких кишок. На основании этих фактов Уголев пришел к заключению, что большая пористая поверхность тонкой кишки способствует усилению энзиматических процессов, адсорбируя ферменты и являясь своеобразным пористым катализатором.

Окончательное расщепление питательных веществ происходит на той же поверхности тонкой кишки, которая обладает функцией всасывания. Происходящее на поверхности кишки расщепление питательных веществ названо пристеночным, контактным, или мембранным пищеварением, в отличие от полостного пищеварения, осуществляющегося в полости пищеварительного тракта без непосредственного контакта со слизистой оболочкой, и внутриклеточного пищеварения, совершающегося в клетке (например, при фагоцитозе).

***Таким образом различают три типа пищеварения: полостное, пристеночное и внутриклеточное.***

**Внутриклеточное пищеварение происходит внутри клетки.** Оно распространено у простейших и наиболее примитивных многоклеточных. У высших животных и человека оно имеет очень ограниченное значение, выполняя защитные функции в форме фагоцитоза.

**Внеклеточное дистантное пищеварение** происходит во внеклеточной среде с помощью ферментов, образованных в секреторных клетках. При этом секреторные клетки удалены от полостей, в которых происходит гидролиз питательных веществ. Данный тип пищеварения особенно развит у высокоорганизованных животных и человека.

**Мембранное или пристеночное пищеварение** занимает в пространственном отношении промежуточное положение между внеклеточным и внутриклеточным пищеварением. Оно осуществляется ферментами, прикрепленными (иммобилизованными) на мембранах кишечных клеток. Иммунизация ферментов значительно ускоряет скорость химического расщепления питательных веществ.

*Система пищеварения функционирует как технологическая линия или конвейер, в которой последовательно происходит:*

- механическое измельчение пищи;
- питательные вещества подвергаются обработке в полостном пищеварении;
- затем наступает очередь реакций мембранного пищеварения;
- всасывание продуктов ферментативного расщепления питательных веществ.

# Функции желудочно-кишечного тракта.

**1. Пищеварительная функция.** Ее реализация состоит в физико-химическом превращении веществ и всасывании продуктов гидролиза. Физическое изменение пищи подразумевает ее механическую обработку – размельчение, перемешивание и растворение. Химическое превращение состоит в последовательной деградации питательных веществ до состояния, пригодного для извлечения из них энергии и для построения или обновления структурных элементов (костей, мышц, мембран и т.д.). Химическое расщепление питательных веществ происходит при участии ферментов – протеаз, липаз и гидролаз (амилаз).

Ферменты образуются в секреторных клетках пищеварительных желез и выделяются в полость ЖКТ в составе пищеварительных соков (секретов) – слюны, желудочного, поджелудочного и кишечного. Все пищеварительные железы в совокупности выделяют около 6–8 л соков в сутки. Пищеварительные ферменты поступают в ЖКТ в разных местах, что обеспечивает последовательность в химическом превращении пищи. В результате гидролитического расщепления питательных веществ из белков образуются аминокислоты и низкомолекулярные пептиды (олигопептиды), из углеводов (крахмала, гликогена, дисахаридов) – моносахариды, из жиров – ди- и моноглицериды, глицерол, жирные кислоты. В таком химически трансформированном виде эти вещества всасываются в кровь и лимфу. Вода, минеральные вещества и некоторые низкомолекулярные органические вещества всасываются в кровь без предварительной обработки.

**2. Гомеостатическая функция - ЖКТ** является одним из исполнительных органов важнейших гомеостатических функциональных систем - ФС питания, ФС поддержания осмотического давления, ФС поддержания pH и др. Так, пищеварительный тракт участвует в нескольких этапах водно-солевого обмена. Это участие просматривается уже в формировании чувства жажды в результате неприятного ощущения сухости во рту, которое снижается при слюноотделении. В свою очередь оно зависит от количества воды в организме. Доказаны орофарингеальный, желудочный и кишечный сенсорные механизмы возбуждения и торможения центра жажды с пищеварительного тракта. Дегидратация (обезвоживание) организма снижает секреторную активность пищеварительных желез, что способствует сохранению воды в организме. Диурез и объем секрета, выделение электролитов в составе секретов желез и мочи взаимосвязаны и также направлены на сохранение воды в организме. Значительное количество воды и электролитов депонируется в пищеварительном тракте и включается в их обмен, циркулирует между кровью и содержимым пищеварительного тракта. Ряд регуляторных пептидов пищеварительного тракта влияет на водно-солевой обмен.

Вся деятельность пищеварительного тракта направлена на осуществление одной цели - поддержание гомеостаза организма. Ясно, что постоянное удержание концентрации каждого из питательных веществ в достаточно узкой полосе значений возможно лишь в том случае, если в каждый данный момент времени скорость его поступления в кровь из ЖКТ и депо соответствует скорости его расходования. По мнению К. Бернара, концентрация питательных веществ в крови удерживается на постоянном уровне за счет расходования ранее созданных резервов. О достаточности этих резервов свидетельствует тот факт, что даже при многодневном голодании грубых нарушений питательного гомеостаза не происходит.

Однако, в последние годы было показано, что источником срочно необходимых мономеров для организма являются не депо питательных веществ, а пищеварительный тракт. Единственным источником питательных веществ, за счет которого поддерживается гомеостаз - экзогенное питание. Тем не менее кишечник никогда не имеет дело только с теми веществами, которые съедены. Внутренняя среда организма, которая должна быть относительно постоянна, начинается не с крови, а с кишечника. Содержимое кишечника (химус) достаточно постоянен в составе за счет добавления эндогенных продуктов (транссудация плазмы, соки и т.п. (речь идет о мономерном и полимерном составе)).

Прием экзогенных продуктов периодичен. Голодная периодика возникает через 18 часов после приема пищи и сопровождается выбросом соков, эндогенных продуктов. Независимо от того, что поступает в кишечник сверху, постоянно в просвет кишки поступает до 40г протекающей по воротной вене плазмы. На 1г экзогенного Na приходится 9 г. эндогенного. 20 г. белка в сутки поступает в кишку из организма, липидов - в 6 раз больше, чем поступает с пищей. Следовательно, в тонкой кишке наряду с потоком веществ в кровь постоянно существует и противоположный - из крови в полость кишечника. Для Na, Cl, N-содержащих веществ он преобладает в гастродуоденальном отделе, что ведет к пополнению энтеральной среды этими ингредиентами. В итоге химус становится относительно постоянным по составу и соотношению масс его основных ингредиентов. Показано, что соотношение свободных аминокислот при кормлении мясом, неполноценным белком и при безбелковом питании практически не меняется из-за эндогенного поступления белка в полость кишки.

Нарушение постоянства состава химуса, обусловленные длительным несбалансированным питанием или расстройством функций пищеварительных органов, вызывают расстройства обменных процессов, ведут к нарушению постоянства состава внутренней среды и в конечном итоге к гибели организма. Результатом гомеостатирования содержимого кишечника является стабилизация скорости всасывания нутриентов. Химус кишечника становится основным депо мономеров, особенно глюкозы и аминокислот. Если возникает сигнал о сдвиге гомеостаза ниже середины полосы рассогласования, возникает стимул для увеличения всасывания, и эти мономеры быстро поступают из депо. Одновременно возникает чувство голода как сигнал, что надо пополнить запасы химуса.

Представьте, что у вас в банке есть определенный денежный вклад, который может быть источником средств для поддержания постоянной суммы денег в вашем кармане, необходимых для ежедневных затрат. Однако, если вы получаете стипендию или зарплату достаточно регулярно, вам нет нужды трогать свой вклад в банке. Желудочно-кишечный тракт играет роль зарплаты при наличии вклада в сберкассе (депо гликогена, жира и т.п.).

**3. Защитные функции ЖКТ.** Поступление пищевых веществ в ЖКТ следует рассматривать не только как способ восполнения энергетических и пластических веществ организма, но и как аллергическую и токсическую агрессию. Питание гетеротрофов связано в опасность проникновения во внутреннюю среду различных антигенов и токсических веществ. Лишь благодаря сложной системе защиты, негативные стороны питания эффективно нейтрализуются. Функции эти следующие:

**3.1. Механическая защита** от внедрения бактерий и инородных тел (роль слизистого барьера и пористого фуз-слоя в кишечнике). Механическая защита обусловлена несколькими механизмами. Во-первых, слизистая ЭКТ проницаема для молекул размером не  $>300-500$  дальтон. Во-вторых, такие предмембранные структуры, как гликокаликс, состоящий из кислых нитевидных мукополисахаридов, образует своеобразный, толщиной до 100 нм, аналог молекулярного сита, которое отделяет мелкие молекулы от крупных. Молекулы, которые подвергаются гидролизу, утрачивают свои антигенные и токсические свойства.

**3.2. Иммунная система** пищеварительного тракта. Пищеварительный тракт имеет ряд защитных механизмов против патогенных антигенных факторов. Среди них уже назывались антибактериальные свойства слюны, сока поджелудочной железы, желчи, протеолитическая активность секретов, моторная деятельность кишечника, характерная ультраструктура поверхности сли-зистой оболочки тонкой кишки, препятствующая проникновению через нее бактерий. К этим неспецифическим барьерным механизмам следует добавить специфическую иммунную систему защиты, локализованную в пищеварительном тракте и составляющую важную часть общей многокомпонентной иммунной системы человека.

В пищеварительном тракте имеется три группы иммунокомпетентных элементов лимфоидной ткани:

- 1) лимфоидные фолликулы на всем протяжении пищеварительного тракта; в подвздошной кишке и червеобразном отростке эти фолликулы образуют большие скопления в виде групповых лимфоидных узелков (пейеровы бляшки);
- 2) плазматические и В-лимфоидные клетки слизистой оболочки пищеварительного тракта;
- 3) малые не идентифицированные лимфоидные клетки.

К органам **местной иммунной системы** пищеварительного тракта, где локализованы эти элементы, относятся миндалины глоточного кольца в устье дыхательного и пищеварительного трактов; солитарные лимфатические фолликулы, расположенные в стенке кишки на всем ее протяжении, крупные лимфоидные образования — пейеровы бляшки в наибольшем количестве расположены в подвздошной кишке, встречаются в двенадцатиперстной и тощей кишке; червеобразный отросток; плазматические клетки слизистой оболочки желудка и кишечника. Местная иммунная система пищеварительного тракта обеспечивает две основные функции: 1) распознавание и индукцию толерантности к пищевым антигенам; 2) блокирующий эффект по отношению к патогенным микроорганизмам.

Миндалины осуществляют местную защиту путем выделения в полость глотки иммуноглобулинов, интерферона, лизоцима, лимфоцитов, макрофагов и простагландинов. Они способствуют формированию иммунной памяти путем образования клона лимфоцитов, которые подготавливают иммунную систему к повторной встрече с антигенами.

Групповые лимфоидные узелки, или пейеровы бляшки, являясь иммунокомпетентными элементами тонкой кишки, участвуют в распознавании пищевых антигенов химуса и формировании местного иммунного ответа. Червеобразный отросток является важнейшим компонентом местной иммунной системы. Вследствие поступления в него антигенов пищевого и микробного происхождения развивается иммунный ответ.

Плазматические клетки свободно располагаются в слизистой оболочке и строме ворсинок кишки под эпителием. Они синтезируют и секретируют иммуноглобулины всех известных в настоящее время классов (G, M, A, D, E). Различные отделы пищеварительного тракта в норме содержат различное количество плазмоцитов, продуцирующих соответственно разное количество иммуноглобулинов (Ig) разных классов с преобладанием IgA. При напряженном иммуногенезе его секреция многократно возрастает.

Органы местной иммунной защиты пищеварительного тракта обеспечивают защитный иммунный ответ на контакт с антигенами, через рот поступающими в организм человека из внешней среды. Выраженность ответной реакции зависит не только от силы антигенной стимуляции, но и от функционального состояния макроорганизма, его нервной и эндокринной регуляторных систем, в том числе и от влияний регуляторных пептидов пищеварительного тракта. При всей своей автономности местная иммунная система пищеварительного тракта тем не менее состоит в сложной связи с общей иммунной системой и другими местными иммунными системами человека.

**3.3. Дезинтоксикационная функция** (пищевые волокна, роль печени). Роль не утилизируемых фибриллярных структур пищи достаточно велика. Показано, что многие заболевания ЖКТ, а также дисбактериозы, нарушения функций печени, нарушения стероидного обмена, атеросклероз и др. обменные нарушения тесно связаны с доминированием в питании т.н. безбалластной пищи. Сейчас ясно, что такие, ранее считавшиеся балластными вещества, как пищевые волокна, целлюлоза, лигнины и пр. являются важным и обязательным компонентом пищевого рациона, так как выполняют весьма важные функции. К ним относятся:

1. Обеспечение формирования гелеобразных структур, что играет существенную роль в опорожнении желудка.
2. Удерживают воду в полости ЖКТ.
3. Поверхность фибриллярных структур обладает сорбционными свойствами. В частности, они способны адсорбировать желчные кислоты, и, таким образом, влиять на их функцию и расщепление жиров.
4. Обладают катионообменными свойствами.
5. Обладают антиоксидантными свойствами.
6. Являются главными компонентами среды, в которой обитают кишечные бактерии и являются источником их пищи.

Все сказанное необходимо учитывать в диететике и при составлении пищевых рационов различных организованных групп населения.

**4. Регуляторная функция.** Она обеспечивается эндокринной системой ЖКТ и биологически активными веществами, которые выделяются в составе секретов главных пищеварительных желез.

В составе энтеральной нервной системы, расположенной в стенке кишечника, имеются нейрокринные клетки, которые выделяют регуляторные нейропептиды, которые выделяются нервными окончаниями и достигают клеток мишеней, диффундируя на небольшие расстояния в межклеточной жидкости, разделяющей эти клетки. К ним относятся: вазоактивный кишечный пептид (VIP), нейрокинин А, кальцитонин-генсвязанный пептид (CGRP), соматостатин, субстанция Р, нейрокинин В, энкефалины. Регуляторные пептиды пищеварительного тракта влияют не только на секрецию, моторику, всасывание, высвобождение других регуляторных пептидов и пролиферацию органов пищеварения, но оказывают и так называемые общие эффекты. Они многочисленны и проявляются в ряде поведенческих реакций, но особенно выражены в изменении обмена веществ, деятельности сердечно-сосудистой и эндокринной систем организма.

Гастрин усиливает высвобождение гистамина, инсулина, кальцитонина, липолиз в жировой ткани, выделение почками воды, калия, натрия. Соматостатин тормозит высвобождение гастроинтестинальных гормонов, соматотропина, подавляет гликогенолиз, изменяет пищевое поведение. VIP снижает тонус кровеносных сосудов с гипотензивным эффектом, тонус бронхов. Малые дозы VIP вызывают гипертермию. Секретин усиливает липолиз и гликолиз, тормозит реабсорбцию гидрокарбонатов в почках, увеличивает диурез, ренальное выделение натрия и калия, повышает сердечный выброс. ХЦК является рилизинг-фактором для инсулина. ГИП усиливает высвобождение инсулина и глюкагона. Нейротензин усиливает высвобождение глюкагона, соматостатина, вазопрессина, гистамина, лютеинизирующего и фолликулостимулирующего гормонов, тормозит высвобождение инсулина, усиливает теплопродукцию.

Ряд регуляторных пептидов образуется из экзогенных (в том числе пищевых) белков при их частичном гидролизе в желудке и кишечнике. Так при гидролизе белков молока и хлеба. образуется группа морфиноподобных веществ (экзорфины). Биологически активные вещества могут синтезироваться в самих железах, элиминироваться из крови и затем выделяться в составе секретов.

Слюна содержит лизоцим (муромидазу), который обладает антибактериальной активностью, участвует в реакциях местного иммунитета, увеличивая продукцию антител, фагоцитов, повышает межклеточную проницаемость (подобно гиалуронидазе), свертываемость крови. Калликреин слюны и слюнных желез принимает участие в образовании эндогенных вазодилататоров и гипотензивных веществ, участвует в обеспечении местной гиперемии и повышении проницаемости капилляров, усиливает секрецию желудка. Из слюны выделен белок, обладающий свойствами антианемического фактора. Ферменты слюны влияют на микрофлору полости рта, на трофику ее слизистой оболочки и зубов. Слюнные железы принимают участие в обеспечении гомеостаза ферментов и гормонов в крови, выделяя их из крови и в кровь. Одним из многих обнаруженных в слюне и железе веществ является паротин. Он влияет на обмен белков, кальция (увеличивает кальцификацию трубчатых костей и зубов), липидов, гемопоз, пролиферацию хрящевой ткани, увеличивает васкуляризацию органов, проницаемость гистогематических барьеров, сперматогенез. В железе найдены факторы стимуляции роста нервов и эпителия, дающие многочисленные эффекты. Накоплены факты о связи слюнных желез с активностью щитовидной, паращитовидной желез, гипофизом, надпочечниками, поджелудочной железой, тимусом.

Желудок выполняет многие не пищеварительные функции. Его сок обладает высокой бактерицидностью, содержит антианемический фактор Касла (транскоррин), про-, антикоагулянты и фибринолитики. В желудке образуется ряд регуляторных пептидов и аминов широкого спектра физиологической активности.

Больше других отделов ЖКТ эндокринная функция присуща слизистой 12-перстной кишки. С учетом того, что 12-перстная кишка является «гипофизом брюшной полости» (А. М. Уголев), становится понятным возникновение широкого спектра нарушений обмена веществ при удалении в экспериментах двенадцатиперстной кишки, при ее клинической патологии и дуоденэктомии.

Секрет поджелудочной железы принимает участие в регуляции микрофлоры кишечника, трофики его слизистой оболочки и скорости обновления ее эпителиоцитов. Хроническая потеря сока поджелудочной железы вызывает глубокие нарушения углеводного, жирового, белкового и водно-солевого обмена, деятельности кроветворных органов и некоторых эндокринных желез. Эти нарушения временно купируются подкожным введением нативного панкреатического секрета, что свидетельствует о содержании в нем важных веществ. Велика роль в обмене веществ эндокринного аппарата поджелудочной железы. Железа образует ряд регуляторных пептидов (ВИП, гастрин, энкефалин, ПП) и ферментов (в том числе калликреин), липоксин — «гормон жирового обмена», ваготонин, повышающий тонус парасимпатической части автономной нервной системы.

Кишечник участвует во многих видах обмена и гомеостаза, содержит и выделяет многие регуляторные пептиды. Слизистая оболочка тонкой кишки обладает тромбопластической, антигепариновой и фибринолитической активностью.

Многочисленные проявления патологии пищеварительной системы обусловлены не только нарушением пищеварительных функций и ассимиляции пищи, но и важных не пищеварительных функций этой системы.

Высвобождение гормонов желудочно-кишечного тракта из клеток происходит при действии на них других регуляторных пептидов, при механическом и химическом воздействии на эндокринные клетки, поступающим из просвета желудочно-кишечного тракта. В целом пути передачи информации в ЖКТ очень разнообразны.

**5. Экскреторная функция.** Пищеварительные железы и кишечник выводят из крови в ходе секреции и путем рекреции многие эндогенные и экзогенные вещества, участвуя таким образом в сохранении гомеостаза организма. Так, экзосекреция железами желудка  $H^+$  и  $HCO_3^-$ -поджелудочной железой  $HCO_3^-$  имеет существенное значение в поддержании постоянства кислотно-основного состояния организма.

Путем выделения в полость пищеварительного тракта метаболитов (первая группа выводимых веществ) организм освобождается от них (например, выделение в составе желудочного сока мочевины).

Вторая группа веществ выводится из крови и депонируется в содержимом пищеварительного тракта (например, вода и растворенные в ней неорганические соли).

Третья группа выделенных с секретом в химус веществ подвергается гидролизу, всасывается и включается в метаболизм (например, белки в количестве 60 г в сутки, что немаловажно для эндогенного питания).

Четвертая группа веществ этих трансформаций не претерпевает, но участвует в пищеварительной деятельности и циркулирует между кровотоком и содержимым пищеварительного тракта (например, кишечно-печеночная циркуляция желчных кислот).

В пищеварительный тракт выводятся и экзогенные вещества: ряд лекарственных, токсичных веществ, попавших в кровоток энтеральным и парентеральным путем.

**6. Инкреция (эндосекреция) пищеварительных ферментов.** Часть ферментов, синтезируемых пищеварительными железами, транспортируются в лимфу и кровь из интерстициальной жидкости, куда попадают инкреторным путем непосредственно из glanduloцитов, покидая их через базолатеральные мембраны; резорбируются из протоков желез и из тонкой кишки, высвобождаются из разрушенных glanduloцитов.

Чем больше секреторных клеток, продуцирующих данный фермент, тем выше показатели его экзосекреции в составе сока и инкреции — содержание и активность в крови, ренальное и экстраренальное выделение этого фермента. При повышении сопротивления оттоку секрета из железы (обтурация протока, отек слизистой оболочки желудка, повышение давления в полости, куда выводится секрет) экзосекреция снижается, но возрастает транспорт ферментов в кровь. Стимуляция секреции желез на эндосекреции ферментов отражается в меньшей мере, чем на их экзосекреции.

Инкретированные ферменты в крови находятся в свободном и связанном с транспортными белками и форменными элементами состояниях. Из крови ферменты адсорбируются эндотелием кровеносных сосудов. Есть свидетельства участия инкретированных ферментов в гидролизе пищевых веществ крови и лимфы, т. е. эти ферменты включены в метаболизм всего организма. Ферменты крови выполняют и регуляторную роль — тормозят секрецию одноименных ферментов, но могут усиливать секрецию других ферментов данной железы..

## 25.2. Пищеварение в полости рта: состав и количество слюны, пищеварительные и не пищеварительные ее функции, механизм образования, приспособительный характер работы слюнных желез, регуляция слюноотделения. Механизм глотания.

---

Переработка пищи начинается уже в полости рта, где происходит ее измельчение, смачивание слюной и формирование пищевого комка. Пища находится в полости рта у человека в среднем около 15-18 секунд. Находясь во рту, пища раздражает вкусовые, тактильные и температурные рецепторы, в результате чего рефлекторно возбуждается секреция слюнных, желудочных и поджелудочных желез и осуществляются двигательные акты жевания и глотания.

Импульсы от вкусовых рецепторов по афферентным волокнам язычной ветви тройничного, лицевого и языкоглоточного нервов поступают в ЦНС. Эфферентные влияния возбуждают секрецию слюнных, желудочных и поджелудочной желез, желчевыделение, изменяют моторную деятельность пищевода, желудка, проксимального отдела тонкой кишки, влияют на кровоснабжение органов пищеварения, рефлекторно усиливают расходы энергии, необходимой для переработки и усвоения пищи (специфическое динамическое действие пищи). Следовательно, несмотря на кратковременность пребывания пищи в полости рта ( в среднем 15—18 с), с ее рецепторов поступают пусковые влияния почти на весь пищеварительный тракт. Особенно важны раздражения рецепторов языка, слизистой оболочки рта и зубов в осуществлении пищеварительных процессов в самой полости рта. Здесь пища в процессе жевания измельчается, смачивается и перемешивается со слюной, растворяется (без чего невозможны оценка вкусовых качеств пищи и ее гидролиз); здесь же формируется ослизненный пищевой комок, предназначенный для глотания.

# Жевание.

---

Пища принимается в виде кусков, смесей различного состава и консистенции или жидкостей. В зависимости от этого она либо подвергается механической и химической обработке в полости рта, либо сразу проглатывается. Процесс механической обработки пищи между верхними и нижними рядами зубов с помощью движения нижней челюсти относительно верхней называется жеванием. Жевательные движения осуществляются сокращениями жевательных и мимических мышц, мышц языка.

У взрослого человека имеется два ряда зубов. В каждом ряду с каждой стороны имеются резцы (2), клыки (1), малые (2) и большие коренные зубы (3). Резцы и клыки откусывают пищу, малые коренные зубы ее раздавливают, большие коренные зубы растирают. Резцы могут развивать давление на пищу 11—25 кг/см<sup>2</sup>, коренные зубы — 29—90 кг/см. Акт жевания осуществляется рефлексивно, имеет цепной характер, автоматизированные и произвольные компоненты.

# Слюноотделение.

---

Слюна продуцируется тремя парами крупных слюнных желез и множеством мелких железок языка, слизистой оболочки неба и щек. Из желез по выводным протокам слюна поступает в полость рта. В зависимости от набора и интенсивности секреции разных glanduloцитов в железах они выделяют слюну разного состава. Околоушные и малые железы боковых поверхностей языка, содержащие большое количество серозных клеток, секретируют жидкую слюну с высокой концентрацией хлоридов натрия и калия и высокой активностью амилазы. Секрет поднижнечелюстной железы (смешанный) богат органическими веществами, в том числе муцином, содержит амилазу, но в меньшей концентрации, чем слюна околоушной железы. Слюна подъязычной железы (смешанная) еще более богата муцином, имеет выраженную щелочную реакцию, высокую фосфатазную активность. Секрет слизистых желез, расположенных в корне языка и неба, особенно вязок из-за высокой концентрации муцина. Здесь же есть и мелкие смешанные железы.

Из ацинусов желез секрет поступает в систему все укрупняющихся протоков, собирающихся в выводной проток, выносящий несколько измененную здесь (количество и состав) слюну в полость рта. Вне приема пищи у человека слюна выделяется для увлажнения полости рта в среднем со скоростью 0,24 мл/мин, при жевании — со скоростью 3—3,5 мл/мин в зависимости от вида пищи; при введении в рот лимонной кислоты (0,5 ммоль) — 7,4 мл/мин. За сутки выделяется 0,5—2,0 л слюны, около трети ее образуется околоушными железами.

Для изучения функции слюнных желез И.П.Павлов предложил операцию выведения на поверхность кожи отверстия выводного протока околоушной или подчелюстной железы, для сбора которой приклеивают специальную воронку. У человека собирают слюну конкретной железы с помощью капсулы-присоски Лешле-Красногорского.

**Состав и свойства слюны.** Слюна - это смешанный секрет всех слюнных желез полости рта. Смешанная слюна представляет собой вязкую, слегка опалесцирующую мутноватую жидкость с относительной плотностью 1,001—1,017, вязкостью 1,10—1,32 пуаза. Состав слюны зависит от скорости ее секреции и вида стимуляции саливации. Смешанная слюна имеет рН 5,8—7,4, рН слюны околоушных желез ниже (5,81), чем поднижнечелюстных (6,39). С увеличением скорости секреции рН слюны повышается до 7,8. Состав слюны сложен и меняется в зависимости от свойств принимаемой пищи, вида стимулятора слюновыделения.

Муцин склеивает пищевые частицы в пищевой комок, который, будучи покрыт слизью, легче проглатывается. Этому способствует также пенообразование. Слизь слюны выполняет и защитную функцию, покрывая нежную слизистую оболочку рта и пищевода. Слюна содержит несколько ферментов:  $\alpha$ -амилазу,  $\alpha$ -глюкозидазу.

Кроме муцина, в слюне содержится небольшое количество глобулинов, аминокислот, креатина, мочевой кислоты, мочевины, неорганических солей и ферменты. Все эти вещества образуют плотный остаток слюны (0,5-1,5%). Реакция слюны нейтральная. Значение слюны в пищеварении состоит в смачивании пищи, что способствует ее измельчению и гомогенизации при жевании; растворении питательных и вкусовых веществ, что важно для раздражения вкусовых рецепторов и действия ферментов слюны; ослизнения принятой и пережеванной пищи, что необходимо для формирования пищевого комка и облегченного его проглатывания.

Гидролиз углеводов, осуществляемый с помощью этих ферментов, из-за кратковременности пребывания пищи в полости рта происходит в основном внутри пищевого комка уже в желудке. Действие карбогидраз слюны прекращается под влиянием кислой реакции желудочного сока. Активность протеолитических ферментов значительно ниже, а их роль в пищеварении взрослого человека невелика, однако эти ферменты имеют значение в санации полости рта. Так, мурамидаза (лизоцим) слюны обладает высокой бактерицидностью. Дезинфицирующее действие на содержимое полости рта оказывают протеиназы, РНК-азы.

В сутки количество слюны может достигать у человека 1000-1500 мл, колеблясь в зависимости от пищи. Количество и состав слюны адаптированы к виду принимаемой пищи и режиму питания. На пищевые вещества выделяется более вязкая слюна, и ее тем больше, чем суше пища; на отвергаемые вещества и горечи — значительное количество жидкой слюны. Адаптация слюноотделения обеспечивается регуляторными воздействиями на слюнные железы.

**Не пищеварительные функции слюны.** Кроме участия в обработке пищи и формировании пищевого комка, слюне принадлежат важные не пищеварительные функции. Она смачивает слизистую полости рта, что совершенно необходимо для нормального осуществления речевой функции. Кроме того, в слюне растворяются вещества пищи, что способствует проникновению их к рецепторам вкусового анализатора. У некоторых животных слюноотделение участвует в терморегуляции (собаки). Со слюною выделяются некоторые вещества (свинец, ртуть и др.).

# Регуляция слюноотделения.

---

Вне приема пищи небольшое количество слюны выделяют подъязычные, щечные и поднижнечелюстные железы человека. Прием пищи и связанные с ним факторы условно- и безусловно рефлекторно возбуждают слюноотделение. Латентный период слюноотделения зависит от силы пищевого раздражителя и возбудимости пищевого центра и составляет 1—30 с. Слюноотделение продолжается весь период еды и почти полностью прекращается вскоре после ее окончания. На стороне жевания слюны выделяется больше и с более высокой активностью амилазы, чем на противоположной стороне. Слюноотделение через небольшой (1-3 сек) латентный период продолжается в течение всего времени, пока действует раздражитель и прекращается по окончании его действия. В продолговатом мозгу в области ядер лицевого и языкоглоточного нерва лежит центр слюноотделения. При электрическом раздражении этой области возникает обильная секреция слюны.

Возбуждение от рецепторов полости рта передается в ЦНС по афферентным волокнам тройничного, лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов. Импульсы достигают продолговатого мозга, других отделов мозга, включая кору большого мозга. Основной центр слюноотделения расположен в продолговатом мозге, сюда и в боковые рога верхних грудных сегментов спинного мозга поступают импульсы из вышерасположенных отделов мозга. К слюнным железам импульсы следуют по эфферентным парасимпатическим и симпатическим нервным волокнам.

Парасимпатическая иннервация поднижнечелюстной и подъязычной слюнных желез начинается от верхнего слюноотделительного ядра продолговатого мозга. Волокна преганглионарных нейронов в составе барабанной струны доходят до ганглиев этих желез, где переключаются на постганглионарные нейроны и по их аксонам достигают glanduloцитов.

Преганглионарные волокна околоушных желез берут начало из нижнего слюноотделительного ядра продолговатого мозга, проходят в составе языкоглоточного нерва до ушного узла. Здесь расположены вторые нейроны, по аксонам которых в состав ушно-височного нерва импульсы достигают слюнных желез. Перерезка этих нервов ведет к прекращению слюноотделения. Парасимпатическая денервация слюнных желез в первое время (максимум ее обычно отмечается на 7—8-й день после операции) вызывает их гиперсекрецию, это так называемая паралитическая секреция. Затем слюноотделение прекращается. Раздражение парасимпатических волокон вызывает отделение обильного количества жидкой слюны, бедной органическими веществами.

Симпатическая иннервация слюнных желез осуществляется из боковых рогов II—IV грудных сегментов спинного мозга; отсюда волокна преганглионарных нейронов следуют в верхний шейный узел, где образуется контакт с постганглионарными нейронами. Их аксоны достигают слюнных желез. Раздражение симпатического нерва вызывает отделение очень небольшого количества слюны, содержащей много органических веществ и ферментов.

Различия в секреции слюнных желез в ответ на прием различной пищи объясняются изменениями частот импульсов по парасимпатическим и симпатическим нервным волокнам, которые могут быть одно- и разнонаправленными. Слюноотделение относится к числу легко тормозимых процессов. Секрецию слюны тормозят болевые раздражения, отрицательные эмоции, умственное напряжение и др.

Наряду с безусловными слюноотделительными рефлексам большую роль играют и условные - естественные и искусственные рефлексы.

Болевые раздражения, отрицательные эмоции (страх) тормозят слюноотделение. Снижение секреции слюнных желез называется гипосаливацией. Она может вызвать многие нарушения, способствовать развитию микрофлоры во рту и быть причиной скверного запаха изо рта (есть и другие причины этого явления). Длительное снижение слюноотделения может быть причиной трофических нарушений слизистой оболочки рта, десен, зубов. Избыточное слюноотделение — гиперсаливация — сопровождает многие патологические состояния.

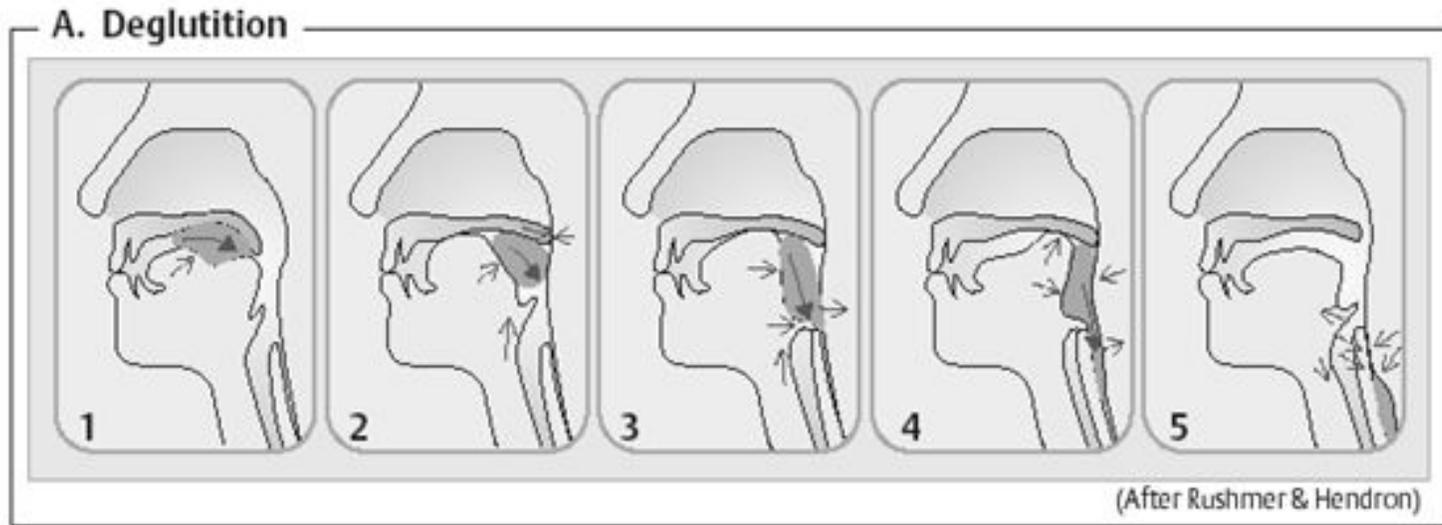
# Глотание.

---

Жевание завершается глотанием — переходом пищевого комка из полости рта в желудок. Глотание возникает в результате раздражения чувствительных нервных окончаний тройничного, гортанных и языкоглоточного нервов. По афферентным волокнам этих нервов импульсы поступают в продолговатый мозг, где расположен центр глотания.

От него импульсы по эфферентным двигательным волокнам тройничного, языкоглоточного, подъязычного и блуждающего нервов достигают мышц, обеспечивающих глотание. Доказательством рефлекторного характера глотания служит то, что если обработать корень языка и глотку раствором кокаина и «выключить» таким образом их рецепторы, то глотание не осуществится.

Деятельность бульбарного центра глотания координируется двигательными центрами среднего мозга, коры больших полушарий. Бульварный центр находится в тесной связи с центром дыхания, тормозя его при глотании, что предотвращает попадание пищи в воздухоносные пути.



Рефлекс глотания состоит из трех последовательных фаз:

- I—ротовой (произвольной);
- II—глоточной (быстрой, короткой непроизвольной);
- III — пищеводной (медленной, длительной непроизвольной).

Во время фазы I из пищевой пережеванной массы во рту формируется пищевой комок объемом 5—15 см; движениями языка он перемещается на его спинку. Произвольными сокращениями передней, а затем средней части языка пищевой комок прижимается к твердому небу и переводится на корень языка за передние дужки

Во время фазы II раздражение рецепторов корня языка рефлекторно вызывает сокращение мышц, приподнимающих мягкое небо, что препятствует попаданию пищи в полость носа. Движениями языка пищевой комок проталкивается в глотку. Одновременно происходит сокращение мышц, смещающих подъязычную кость и вызывающих поднятие гортани, вследствие чего закрывается вход в дыхательные пути, что препятствует поступлению в них пищи. Переводу пищевого комка в глотку способствуют повышение давления в полости рта и снижение давления в глотке. Препятствуют обратному движению пищи в ротовую полость поднявшийся корень языка и плотно прилегающие к нему дужки. Вслед за поступлением пищевого комка в глотку происходит сокращение мышц, суживающих ее просвет выше пищевого комка, вследствие чего он продвигается в пищевод. Этому способствует разность давления в полостях глотки и пищевода.

Перед глотанием глоточно-пищеводный сфинктер закрыт, во время глотания давление в глотке повышается до 45 мм рт. ст., сфинктер открывается, и пищевой комок поступает в начало пищевода, где давление не более 30 мм рт. ст. Первые две фазы акта глотания длятся около 1 с. Фазу II глотания нельзя выполнить произвольно, если в полости рта нет пищи, жидкости или слюны. Если механически раздражать корень языка, то произойдет глотание, которое произвольно остановить нельзя. В фазу II вход в гортань закрыт, что предотвращает обратное движение пищи и попадание ее в воздухоносные пути.

Фазу III глотания составляют прохождение пищи по пищеводу и перевод ее в желудок сокращениями пищевода. Движения пищевода вызываются рефлексорно при каждом глотательном акте. Продолжительность фазы III при глотании твердой пищи 8—9 с, жидкой 1—2 с. В момент глотания пищевод подтягивается к зеву и начальная его часть расширяется, принимая пищевой комок. Сокращения пищевода имеют волновой характер, возникают в верхней его части и распространяются в сторону желудка. Такой тип сокращений называется перистальтическим. При этом последовательно сокращаются кольцеобразно расположенные мышцы пищевода, передвигая перетяжкой пищевой комок. Перед ним движется волна пониженного тонуса пищевода (релаксационная). Скорость ее движения несколько больше, чем волны сокращения, и она достигает желудка за 1—2 с.

Первичная перистальтическая волна, вызываемая актом глотания, доходит до желудка. На уровне пересечения пищевода с дугой аорты возникает вторичная волна, вызываемая первичной волной. Вторичная волна также продвигает пищевой комок до кардиальной части желудка. Средняя скорость ее распространения по пищеводу 2—5 см/с, волна охватывает участок пищевода длиной 10—30 см за 3—7 с. Параметры перистальтической волны зависят от свойств проглатываемой пищи. Вторичная перистальтическая волна может быть вызвана остатком пищевого комка в нижней трети пищевода, благодаря чему он переводится в желудок. Перистальтика пищевода обеспечивает глотание и вне содействия ему сил гравитации (например, при горизонтальном положении тела или вниз головой, а также в условиях невесомости у космонавтов).

Прием жидкости вызывает глотание, которое в свою очередь формирует релаксационную волну, и жидкость переводится из пищевода в желудок не за счет пропульсивного его сокращения, а с помощью гравитационных сил и повышения давления в полости рта. Лишь последний глоток жидкости завершается прохождением пропульсивной волны по пищеводу.

Регуляция моторики пищевода осуществляется в основном эфферентными волокнами блуждающего и симпатического нервов; большую роль играет его интрамуральная нервная система.

Вне глотания вход из пищевода в желудок закрыт нижним пищеводным сфинктером. Когда релаксационная волна достигает конечной части пищевода, сфинктер расслабляется и перистальтическая волна проводит через него пищевой комок в желудок. При наполнении желудка тонус кардии повышается, что предотвращает забрасывание содержимого желудка в пищевод. Парасимпатические волокна блуждающего нерва стимулируют перистальтику пищевода и расслабляют кардию, симпатические волокна тормозят моторику пищевода и повышают тонус кардии. Одностороннему движению пищи способствует острый угол впадения пищевода в желудок. Острота угла увеличивается при наполнении желудка. Клапанную роль выполняет губовидная складка слизистой оболочки в месте перехода пищевода в желудок, сокращения косых мышечных волокон желудка и диафрагмально-пищеводная связка.

При некоторых патологических состояниях тонус кардии снижается, перистальтика пищевода нарушается и содержимое желудка может забрасываться в пищевод. Это вызывает неприятное ощущение, называемое изжогой. Нарушением глотания является аэрофагия — избыточное заглатывание воздуха, что чрезмерно повышает внутрижелудочное давление, и человек испытывает дискомфорт. Воздух выталкивается из желудка и пищевода, часто с характерным звуком (отрыгивание).

Пищевод - орган не только пищепроводный. В слизистой его находятся термо-, механо- и хеморецепторы, с которых возникают пищеводно-желудочные, пищеводно-кишечные, и т.д. рефлексy. Примером может служить защитный пищеводно-желудочный рефлекс - торможение секреции желудка при попадании сока в пищевод.

