

## Обзор пищеварения в желудочно-кишечном тракте

Желудочно-кишечный тракт [далее ЖКТ] – специализированный односторонний канал для пищеварения и абсорбции нутриентов. (см. слайд 2) Для достижения этих целей строение ЖКТ должно удовлетворять множеству требований. Во-первых, ЖКТ должен включать в себя двигательный механизм для продвижения пищи от рта к анусу и предотвращения случайного обратного движения. Во-вторых, ЖКТ должен быть в состоянии механически разрушать большие куски пищи на более мелкие части, чтобы обеспечить эффективный распад нутриентов при помощи энзимов и облегчить их особый транспорт сквозь эпителиальный барьер. К тому же эпителиальная пластинка ЖКТ должна уметь абсорбировать питательные вещества и реабсорбировать воду и другие ценные химические ресурсы, используемые для осуществления предыдущих функций. Эта лекция представит вам структурные и функциональные элементы, обеспечивающие каждый из упомянутых процессов. В остальных лекциях курса у вас будет возможность изучить каждый из этих процессов детальнее и узнать клинический и патологический смысл нарушения структуры или функции.

### **Структура ЖКТ**

Несмотря на то что есть несколько исключений из правила, зависящих от местоположения, стенка ЖКТ состоит из 4 основных оболочек: слизистая, подслизистая, собственная мышечная и серозная. Слизистая в свою очередь разделена на эпителий, базальную мембрану, собственную пластинку и мышечную пластинку. Детальное микроскопическое строение ЖКТ варьируется в различных участках, и обозначенная схема может быть намного сложнее при добавлении поддерживающих структур, таких как нервы, сосуды, железы подслизистой и лимфатическая ткань, связанная со слизистой оболочкой. (см. слайд 4) Вы можете получить представление об основах гистологии большинства участков в последующих лекциях по патологии.

### **Моторика ЖКТ**

Моторика имеет отношение к активным процессам, при помощи которых ЖКТ механически воздействует на комки пищи. Моторика проталкивает пищу вперед, размалывает ее на маленькие кусочки и перемешивает пищу с остальным содержимым просвета для более эффективной обработки. Рабочая ткань почти всех процессов моторики – собственная мышечная пластинка, которая, прежде всего, состоит из единичных гладких мышц. Сокращение внутренних круговых мышечных слоев приводит к сужению просвета, в то время как сокращение наружных продольных слоев вызывает локальное укорочение продольных сегментов. Во время согласованных **периодических сокращений** внутреннего и внешнего мышечных слоев содержимое ЖКТ продвигается вперед, измельченное и смешанное. В то же время местные **тонические сокращения** поддерживают постоянный тонус в особых **сфинктерах**, так обеспечиваются пропускные пункты для контроля продвижения содержимого. (см. слайд 3)

[Отрывок отсутствует в оригинале, см. презентацию]

Пептид	Действие
Ацетилхолин (АХ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сокращение гладкомышечных клеток</li> <li>• Расслабление сфинктеров</li> <li>• Стимуляция слюнной, желудочной и панкреатической секреции</li> </ul>
Норадреналин (НА)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Расслабление гладкомышечных клеток</li> <li>• Сокращение сфинктеров</li> <li>• Стимуляция слюноотделения</li> </ul>
Вазоактивный интестинальный пептид (ВИП)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Расслабление гладкомышечных клеток</li> <li>• Стимуляция кишечной и панкреатической секреции</li> </ul>
Гастрин-высвобождающий пептид	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стимуляция желудочной секреции</li> </ul>
Энкефалины	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сокращение гладкомышечных клеток</li> <li>• Торможение кишечной секреции</li> </ul>
Вещество Р	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сокращение гладкомышечных клеток</li> <li>• Стимуляция слюноотделения</li> </ul>
Нейропептид Y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Расслабление гладкомышечных клеток</li> <li>• Торможение кишечной секреции</li> </ul>

### Секреция

На всем протяжении ЖКТ в просвет **секретируются** жидкость, протеины, слизь и мукополисахариды. Основные органы секреции – это слюнные железы, желудок, поджелудочная железа и печень.

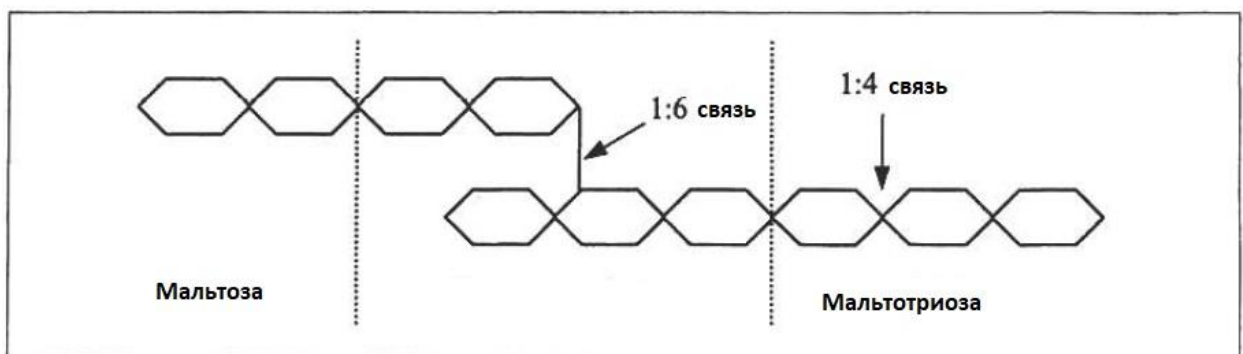
**Слюна** секретируется слюнными железами в норме объемом около 1-1,5 литров в день, ее первостепенная роль – разжижение и смазывание частиц пищи, а также начальное переваривание липидов и углеводов. Слюна продуцируется тремя основными слюнными железами (околоушной, поднижнечелюстной и подъязычной), а также множеством мелких слюнных желез. Околоушная слюнная железа состоит полностью из сероцитов, в то время как 2 другие слюнные железы состоят из смешанных сероцитов и мукоцитов. Слюна содержит воду, электролиты, белки и слизь, которые продуцируются в два этапа в ацинусах желез. **Ацинарные** клетки секретируют изотонический раствор, близкий к плазме по электролитному составу.

**Протоковые** клетки изменяют этот раствор, активно реабсорбируя натрий и хлор, в обмен на калий и бикарбонат. (см. слайд 8) Из-за относительной непроницаемости эпителия протоков для воды, результатом этих двух этапов становится продукция гипотонического раствора, богатого калием и бикарбонатом. Ацинарные клетки также секретируют органический компонент слюны: **липазу слюны** и **альфа-амилазу**, которые начинают переваривать липиды и углеводы соответственно; **калликреин** – энзим, стимулирующий продукцию брадикинина; **слизь**, действующую как смазку; и **секреторный иммуноглобулин А** – компонент иммунной системы слизистых. Секреция слюны стимулируется парасимпатической системой, которая взаимодействует с мускариновыми рецепторами и приводит к выработке инозитолтрифосфата и к меньшей продолжительности стимулов симпатической системы, взаимодействующей с адренергическими рецепторами и приводящей к активации аденилатциклазы.

[Отрывок отсутствует в оригинале, см. презентацию]

## Углеводы.

Углеводы пищи состоят из перевариваемых и не перевариваемых компонентов. Не перевариваемые углеводы – это в основном целлюлоза, получаемая из овощей, которая является основным составляющим пищевых волокон. Перевариваемые углеводы являются основным источником калорий и состоят из сложных полисахаридов (крахмал) и простых сахаров (сахароза, фруктоза и галактоза). Энтероциты абсорбируют только молекулы простых сахаров (как глюкоза, фруктоза и галактоза), а более сложные ди- и полисахариды должны быть *расщеплены* перед абсорбцией на простые молекулы. Расщепление дисахаридов до простых молекул легко осуществляется ферментами (сахараза и лактаза) на микроворсинках. Пищеварение сложных углеводов начинается под действием слюны и панкреатической альфа-амилазы и под действием энзимов, мальтазы и альфа-декстриназы на щеточках микроворсинок (см.рис.1 и слайд 13) Механизмы, участвующие в транспорте молекул простых сахаров в энтероциты, подробно обсуждаются в следующих лекциях.



**Рисунок 1.** Альфа-амилаза разрывает длинные 1:4 гликозидные связи молекулы крахмала с каждой стороны цепи, таким образом, разрушая крахмал на молекулы мальтозы и мальтотриозы. Альфа-амилаза не может разорвать 1:6 гликозидную связь, образовавшуюся в альфа-декстрине.

## Белки

Белки могут быть источником калорий, но они необходимы для возмещения постоянных протеинов, распадающихся в мышцах и теряющихся в ЖКТ в виде слущивающихся клеток и продуктов секреции. Как и для сложных углеводов, переваривание белков осуществляется в две стадии (полостная и пристеночная). Полостные эндопептидазы в желудке (пепсин) и тонкой кишке (трипсин) разрывают внутренние пептидные связи, в то время как карбоксипептидазы отрывают С-концевые аминокислоты от полипептидов. Совместно эти энзимы переваривают поглощенные белки до дипептидов и трипептидов. Некоторые ди- и трипептиды так и абсорбируются, но большинство расщепляются до простых аминокислот в процессе пристеночного пищеварения. Кишечное всасывание аминокислот обсуждается детально в следующих лекциях. (см. слайд 15)

## Жиры

Переваривание жиров начинается в желудке под действием желудочных липаз и завершается в тонком кишечнике при помощи панкреатических энзимов (панкреатической липазы, холестеролэстеразы и фосфолипазы  $A_2$ ). (см. слайд 16) Главное препятствие при переваривании жиров в том, что пищеварительные ферменты - это водорастворимые белки, а жиры не растворяются в воде. Поэтому пищевые жиры должны эмульгироваться и растворяться при

помощи желчных детергентов, прежде чем их сможет разрушить липаза. Расщепленные продукты липидов должны быть упакованы в смешанные мицеллы для перемещения сквозь поверхность микроворсинок энтероцитов. Мицеллы растворяются в несмешивающихся слоях, примыкающих к апикальной мембране энтероцитов. Жирные кислоты, моноглицериды, холестерол и лизолецитин диффундируют в энтероциты, в то время как желчные кислоты возвращаются в просвет. (Жирорастворимые витамины А, D, Е и К также проникают в энтероциты в составе этих мицелл.) Свободные желчные кислоты в конечном счете захватываются рецепторами в дистальной тонкой кишке. [окончание отсутствует]