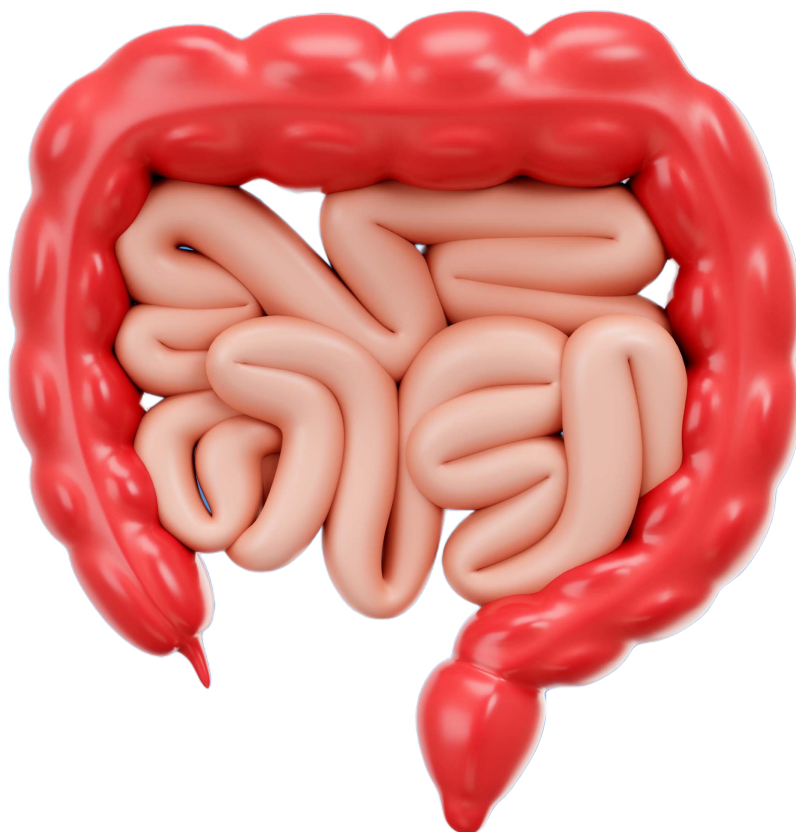




Методичка

Физиология ЖКТ

1	Общие принципы пищеварения	1
	Функции ЖКТ	1
	Типы пищеварения	2
	Кровоснабжение	3
	Строение стенки	5
2	Строение стенки	7
	Нервная регуляция	7
	Энтеральная нервная система	8
	Гормональная регуляция	10
	Местная регуляция	12
3	Моторика ЖКТ	13
	Электрическая активность мышц	13
	Виды моторики	16
	Периодическая деятельность	17
4	Голод и насыщение	19
	Основные понятия	19
	Пищевой центр	19
	Голод	20
	Насыщение	21
5	Пищеварение во рту и пищеводе	23
	Общая информация	23
	Жевание	23
	Слюна	24
	Глотание	29
	Моторика пищевода	30
6	Пищеварение в желудке	32
	Функции	32
	Железы и секрет	32
	Соляная кислота	34
	Фазы желудочной секреции	35
	Регуляция секреции	35
	Моторика и эвакуация	37
	Рвота	38

7	Пищеварение в тонкой кишке	39
	Общая информация	39
	Поджелудочная секреция.....	39
	Желчь.....	41
	Кишечная секреция	42
	Пищеварение	43
	Моторика	44
8	Пищеварение в толстой кишке	45
	Строение	45
	Функции	45
	Микрофлора	46
	Моторика	47
	Дефекация	47
9	Всасывание	50
	Общая информация	50
	Приспособления слизистой	50
	Нутриенты	50
	Вода и электролиты	52

Типы пищеварения

По происхождению

Собственное

- С помощью собственных ферментов
- Ферменты слюны, поджелудочной железы, желудка
- Основной тип пищеварения

Симбионтное

- С помощью ферментов бактерий-симбионтов (микрофлора ЖКТ)
- Сбраживание клетчатки микрофлорой толстой кишки

Аутолитическое

- С помощью ферментов, содержащихся в самой пище
- Содержание липазы в грудном молоке
 - Липаза частично расщепляет жиры молока в желудке ребенка, компенсируя незрелость его ЖКТ

По локализации

Внутриклеточное

- Расщепление веществ внутри клетки после их эндоцитоза
- Гидролиз с помощью лизосомальных ферментов
- Незначительная роль в пищеварении

Внеклеточное

- Расщепление вне клетки, делится на 2 типа
 - Полостное
 - Мембранное (пристеночное)

Полостное пищеварение

- Ферменты находятся в свободном состоянии в просвете (полости) ЖКТ
- Действуют на крупные молекулы пищи, расщепляя их до олигомеров
- Происходит преимущественно в желудке (пепсин) и в просвете тонкой кишки (ферменты панкреатического сока)
- Обеспечивает начальные этапы гидролиза

Мембранное пищеварение

- Финальный гидролиз олигомеров до мономеров
- Происходит на поверхности щёточной каёмки (микроворсинок) энтероцитов тонкой кишки
- Ферменты фиксированы на мембране микроворсинок
- Часть ферментов адсорбирована в слое гликокаликса
- Расщепление мономера и его транспорт через мембрану энтероцита происходят практически **одновременно**
- Это повышает эффективность пищеварения и защищает мономеры от захвата бактериями просвета кишки

Клиника



Врожденный дефицит мембранных ферментов приводит к нарушению пищеварения определенных веществ. Например, дефицит лактазы (гиполактазия) – наиболее частая ферментопатия, которая приводит к непереносимости лактозы. Нерасщепленная лактоза не может всосаться, остается в просвете кишки, вызывает осмотическую задержку воды и сбраживается микрофлорой, что проявляется вздутием живота, болями и диареей после приема молока.

Пищеварительный конвейер

Пищеварительный конвейер – концепция последовательной обработки пищи в разных отделах ЖКТ, где каждый отдел выполняет специфическую функцию и подготавливает содержимое для следующего этапа



Виды моторики

Общее

- Глобально все движения в ЖКТ делятся на 2 типа
 - Передвигающие
 - Смешивающие
- Разделение условно, так как любое сокращение сочетает оба типа движения
- В фазу пищеварения (после приема пищи) двигательная активность называется **постпрандиальной моторикой**

Типы движений

Пропульсивная перистальтика

- Волна кольцевого сокращения мышц, продвигающая содержимое в аборальном направлении на большое расстояние
- **Функция:** транспорт пищевого комка
- **Механизм:** кольцевое сокращение выше пищевого комка → расслабление мышц ниже комка → аборальное движение сокращения → проталкивание содержимого
- **Стимул:** растяжение стенки пищевым комком
- **Где встречается:** пищевод, желудок, тонкий кишечник

Непропульсивная перистальтика

- Локальные кольцевые сокращения, распространяющиеся на короткое расстояние
- **Функция:** перемешивание содержимого с пищеварительными соками
- **Где встречается:** тонкий кишечник

Ритмическая сегментация

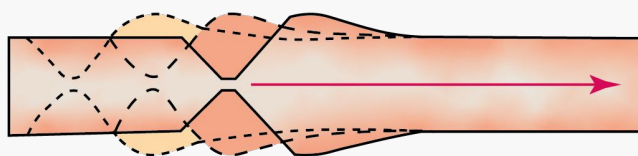
- Локальные круговые сокращения кольцевых мышц
- **Функция:** «разрубание» химуса для перемешивания и всасывания
- **Механизм:** локальные кольцевые сокращения, разделяющие сегмент на участки → 2-секундное сокращение и расслабление → смещение нового сокращения на середину между предыдущими
- Сокращения в виде «цепочки сосисок»
- **Где встречается:** тонкий и толстый кишечник

Маятникообразные движения

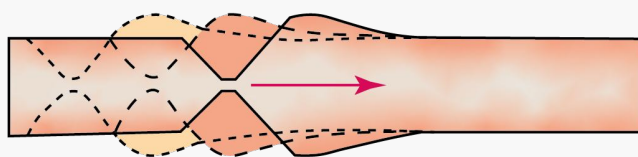
- Локальные ограниченные ритмические сокращения продольных мышц
- **Функция:** продвижение содержимого
- **Механизм:** смещение содержимого вперед-назад (похоже на раскачивание маятника)
- **Где встречается:** чаще в тонком кишечнике

Тонические сокращения

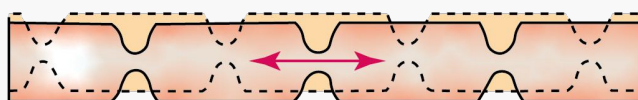
- Непрерывное сокращение, не связанное с ритмом медленных волн
- **Функция:** закупорка и отделение содержимого
- **Где встречается:** гастроинтестинальные сфинктеры



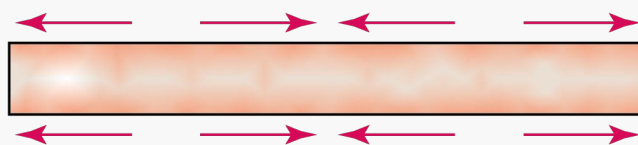
Пропульсивная перистальтика



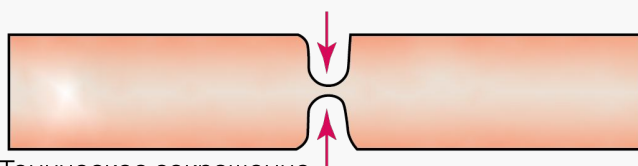
Непропульсивная перистальтика



Ритмическая сегментация



Маятникообразное движение



Тоническое сокращение

Рис 7. Типы движений в ЖКТ

Таб 6.

Основные органические вещества в составе слюны

Вещество	Место выработки	Функции
α-амилаза	Околоушная железа	• Расщепляет углеводы • Продукты гидролиза – олигосахариды, мальтоза • Продолжает действовать на крахмал в желудке, пока pH не будет < 4
Лингвальная липаза	Железы корня языка	• Кислотоустойчивая • У младенцев – гидролиз молочного жира
Муцины	Поднижнечелюстная и подъязычная железы	• Придают вязкость слюне • Склеивают пищевые частицы в болюс • Защищают, смазывают рот
Лизоцим	Все слюнные железы	Антибактериальное действие – расщепляет пептидогликан бактерий
Лактоферрин	Все слюнные железы	Бактериостатическое действие – связывает железо, лишая бактерию железа
Секреторный IgA	Плазматические клетки слизистой	Нейтрализация бактерий и вирусов
Калликреин	Активированные клетки слюнных желез	Расщепляет α_2 -глобулин плазмы с образованием брадикинина (вазодилатор)
Гаптокоррин	Все слюнные железы	Связывает витамин B12, защищая его от разрушения в желудке

Слюнообразование

Этап 1 – образование первичной слюны

- Клетки ацинуса секретируют первичный секрет, содержащий α -амилазу, муцины
- Изотоничен плазме крови

Этап 2 – модификация в протоках

- Стенка протоков водонепроницаема
- В протоках происходит
 - Реабсорбция Na^+ и Cl^- из просвета в кровь
 - Секреция K^+ и HCO_3^- в просвет
- Так как Na^+ и Cl^- реабсорбируются больше, чем выделяется K^+ и HCO_3^- , итоговая слюна становится гипотоничной и слабощелочной

Регуляция

- Слюноотделение – рефлекторный процесс, регулируемый вегетативной НС

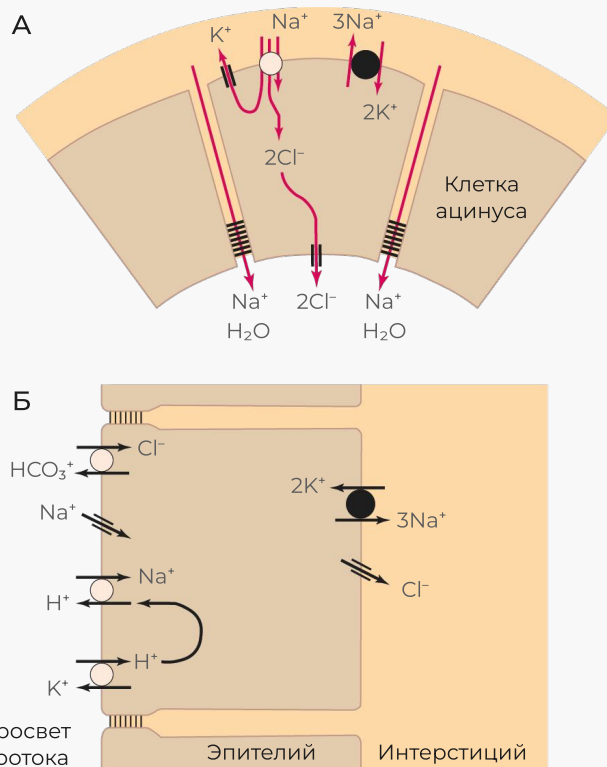


Рис 9. Модель транспорта электролитов при слюнообразовании. А – Образование первичной слюны в ацинусах. Б – Модификация слюны в выводных протоках

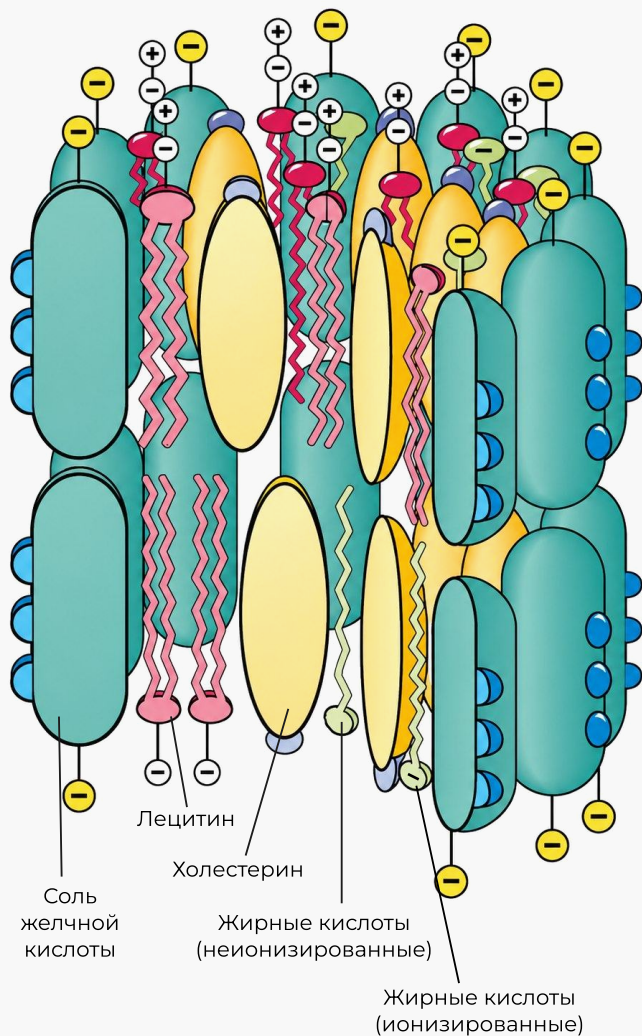


Рис 15. Строение мицеллы

Выделение

- Натощак – сфинктер Одди закрыт → желчь идет в желчный пузырь
- При пищеварении – сокращение желчного пузыря + расслабление сфинктера Одди → желчь идет в ДПК

Кишечная секреция

Железы

- Либеркюновы железы – простые трубчатые железы в толще слизистой, которые выделяют жидкую часть кишечного сока
- Бокаловидные клетки ворсинок и крипт – вырабатывают муцины (слизь)
- Клетки Панета – выделяют дефензины и лизоцим (защитная функция)

Циркуляция

- Общее количество желчных кислот – 2-4 г (недостаточно для суточного переваривания жиров)
- Желчные кислоты рециркулируют 4-12 циклов/сут
- До 95% кислот реабсорбируется в конечном отделе подвздошной кишки → возвращаются по воротной вене в печень → повторно секретируются в желчь
- ~5% теряется с калом
- Потеря восполняется синтезом из холестерина в печени

Регуляция

Желчеобразование

- Происходит в печени непрерывно
- Усиливается при приеме пищи (через блуждающий нерв)
- Стимулируют гастрин, ХЦК, желчные кислоты

Желчевыведение

- ХЦК – главный стимулятор сокращения желчного пузыря
- Блуждающий нерв – стимулирует сокращение слабее ХЦК
- Секретин – усиливает бикарбонатную фракцию желчи
- Расслабление и торможение выделения – соматостатин, глюкагон, кальцитонин, панкреатический полипептид, симпатические нервы

Кишечный сок

- Бруннеровы железы ДПК – щелочной секрет, богатый муцинами и бикарбонатом, защищающий слизистую ДПК от кислого химуса

- Объем ~2,5-3 л/сут
- Щелочной (насыщен бикарбонатом и муцинами)

Белки

Общее

- Всасываются в виде свободных аминокислот и ди-/трипептидов

Ди- и трипептиды

- Транспорт в клетки через переносчик PerT1 путем H^+ -симпорта
- В энтероцитах цитоплазматические пептидазы гидролизуют пептиды до аминокислот

Аминокислоты

- Транспорт в клетки путем Na^+ -зависимого симпорта в просветной мембране
- Выход через базолатеральные переносчики путем облегченной диффузии

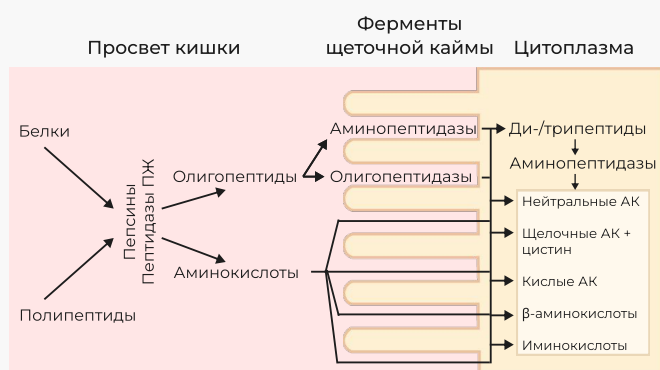


Рис 18. Схема расщепления белков

Жиры

Общее

- Всасываются продукты липолиза – жирные кислоты, 2-моноацилглицериды, холестерин
- Нерастворимы в воде, поэтому переносятся к щеточной кайме в составе мицелл
- У щеточной каймы мицелла распадается и высвобождает свои компоненты
 - Коротко- и среднецепочечные жирные кислоты и глицерин
 - Длинноцепочечные жирные кислоты, моноглицериды, холестерин

Коротко- и среднецепочечные ЖК

- Транспорт в энтероцит путем простой диффузии
- Не подвергаются ресинтезу
- Выходят сразу в кровь

Длинноцепочечные ЖК, моноглицериды, холестерин

- Транспорт в энтероцит при участии переносчиков (апикально)
- В гладкой ЭПС энтероцита происходит ресинтез* триглицеридов и этерификация* холестерина
 - *Ресинтез триглицеридов – обратная сборка жира. Всосавшиеся по отдельности жирные кислоты и моноацилглицериды соединяются в триглицериды для транспорта
 - *Этерификация холестерина – присоединение жирной кислоты к свободному холестерину с образованием эфира холестерина (формы, в которой холестерин включается в хиломикрон)

Образование и выведение хиломикронов

- Ресинтезированные жиры упаковываются в хиломикрон – крупные транспортные частицы, состоящие из жиров и белков
- Формируются в комплексе Гольджи
- Выходят через базолатеральную мембрану путем экзоцитоза
- Поступают в центральный лимфососуд → лимфу → грудной проток → кровь

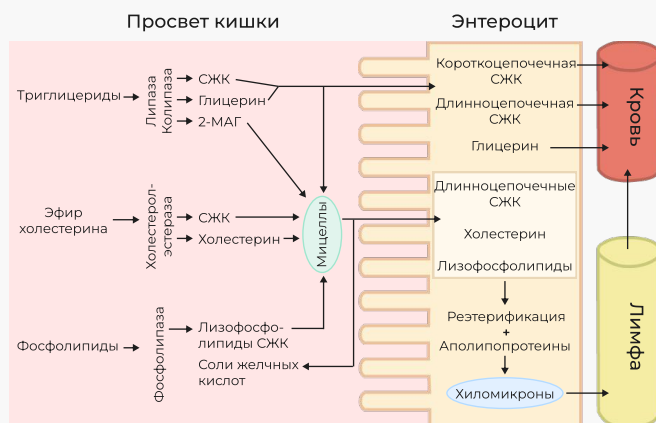


Рис 19. Схема расщепления жиров

Клиника

При недостатке желчных кислот, ферментов поджелудочной железы или повреждении слизистой нарушается всасывание жиров и развивается стеаторея (жирный стул). При редкой абеталипопротеинемии нарушается синтез апопротеина В. Жир всасывается, но не выводится из энтероцитов в виде хиломикронов.