

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Северо-Осетинская
государственная медицинская академия» Министерства
здравоохранения Российской Федерации**

КАФЕДРА БИОЛОГИИ И ГИСТОЛОГИИ

Возрастная гистология. Морфо-функциональные особенности процесса пищеварения



**Учебно-методическое пособие для студентов лечебного, педиатрического,
медико-профилактического и стоматологического факультетов**

СОСТАВИТЕЛИ:

- доцент Л.А.Акоева
- доцент Л.С. Таболова
- старший преподаватель Л.А. Гиреева

Методическое пособие предназначено для подготовки к практическим занятиям и самостоятельной работы студентов лечебного, и педиатрического, стоматологического, медико-профилактического факультетов. Структура и содержание пособия соответствуют типовой и рабочей программам по гистологии, цитологии и эмбриологии, полностью отражают объем требований при изучении дисциплины.

Рецензенты:

Заведующий кафедрой патологической физиологии, д.м.н., профессор
ДЖИОЕВ И.Г.;

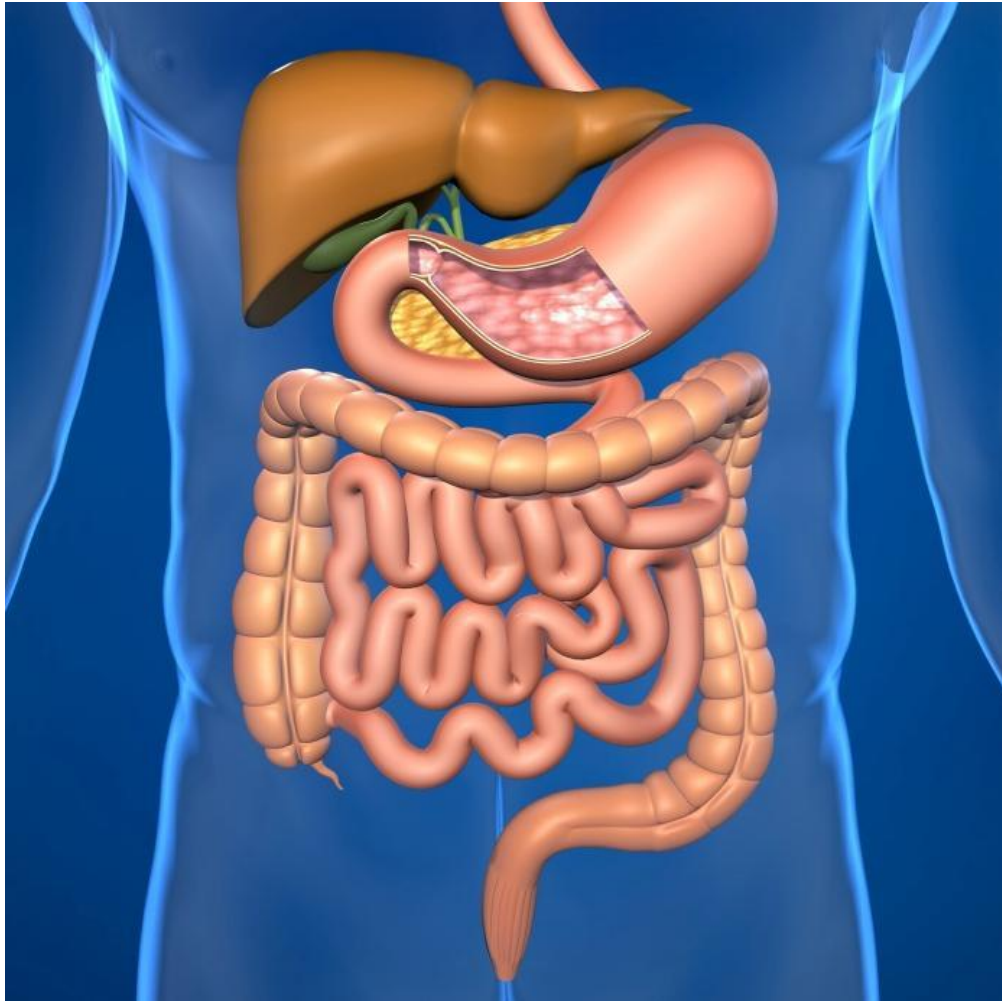
Главный внештатный специалист по судебной медицине МЗ РСО-А,
врач высшей категории, к.м.н., доцент ОЛЕЙНИК Н.Г.

СОДЕРЖАНИЕ:

Кишечник. Тонкая кишка. Отделы.....	4-5
Развитие тонкого кишечника.....	6-10
Строение тонкого кишечника	10-12
Строение кишечной ворсинки.....	12-14
Строение кишечной крипты.....	14-17
Двенадцатиперстная кишка.....	17-18
Васкуляризация. Иннервация	18-19
Физиология кишечника.....	19-21
Всасывание жиров.....	21-23
Всасывание углеводов	23
Всасывание белков	24-25
Всасывание воды, ионов.....	25-26
Регуляция кишечной секреции. Двигательная функция тонкой кишки.....	26-30
Толстая кишка. Развитие.....	31-33
Строение толстой кишки.....	33-36
Червеобразный отросток.....	37-39
Прямая кишка. Топография. Строение. Иннервация.....	39-41
Пищеварение в толстой кишке.....	41-47
Возрастные изменения кишечника.....	48-49
Вопросы для самоконтроля	50
Ситуационные задачи	50
Тестовые задания	50-52



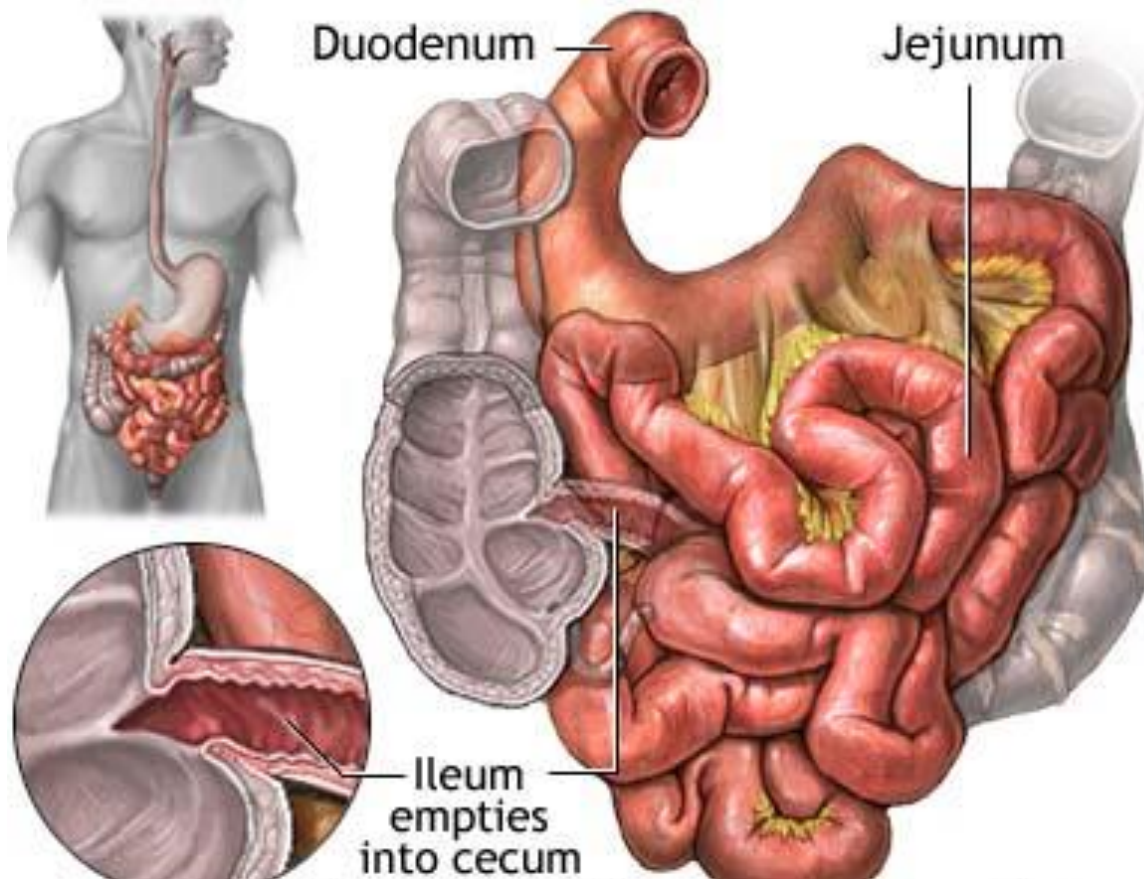
Кишечник – это самый протяженный орган желудочно-кишечного тракта: начинаясь от пилорической части желудка, он занимает почти всю брюшную полость и заканчивается анальным отверстием в конце прямой кишки.



Тонкая кишка.

Длина тонкой кишки не превышает 2,7 м и чрезвычайно изменчива. Она зависит не только от пола, возраста и физического развития индивидуума, но также и от тонуса мускулатуры кишки, величины внутрибрюшного давления, характера питания и даже от температуры тела. В тонкой кишке совершаются механическая (продвижение) и дальнейшая химическая обработка пищи в условиях щелочной реакции, а также всасывание питательных веществ. Соответственно этому здесь имеются специальные приспособления для выделения пищеварительных соков (железы, расположенные как в стенке кишки, так и вне ее) и для всасывания переваренных веществ.

Тонкая кишка делится на три отдела: 1) duodenum, двенадцатиперстная кишка, — ближайший к желудку отдел длиной 25 — 30 см; 2) jejunum, тощая кишка, на которую приходится 2/5 части тонкой кишки за вычетом duodenum, и 3) ileum, подвздошная, — остальные 3/8.



Двенадцатиперстная кишка подковообразно огибает головку поджелудочной железы. В ней различают четыре главные части: 1) передняя - направляется на уровне I поясничного позвонка вправо и назад и, образуя изгиб вниз, переходит в 2) заднюю, которая спускается, располагаясь вправо от позвоночного столба, до III поясничного позвонка; здесь происходит второй поворот, причем кишка направляется влево и образует 3) горизонтальную, идущую поперечно впереди аорты, и 4) восходящую, поднимающуюся до уровня I—II поясничного позвонка слева и спереди.

Тощая и подвздошная кишка. Тощую и подвздошную кишку в отличие от двенадцатиперстной покрывает брюшина полностью и прикрепляется к задней брюшной стенке посредством брыжейки. Хотя резко выраженной границы между тощей кишкой и подвздошной кишкой, не имеется, однако типичные части обоих отделов имеют ясные различия: тощая имеет больший диаметр, стенка ее толще, она богаче снабжена сосудами. Брыжеечная часть тонкой кишки прикрыта спереди на большем или меньшем протяжении сальником. Она лежит как бы в рамке, образованной сверху поперечной ободочной кишкой, с боков — восходящей и нисходящей, внизу петли кишки могут спускаться в малый таз; иногда часть петель располагается спереди от ободочной кишки. Приблизительно в 2 % случаев на подвздошной кишке, на расстоянии около 1 м от ее конца, находят отросток — дивертикул Меркеля (остаток части эмбрионального желточного протока). Отросток имеет длину 5 — 7 см, приблизительно одинакового калибра с подвздошной кишкой и отходит от стороны, противоположной прикреплению к кишке брыжейки.

Развитие.

В конце 1-го месяца развития кишечник представлен той частью первичной кишечной трубки, которая простирается от желудка до клоаки. В это время весь кишечный тракт лежит в сагиттальной плоскости тела, почти параллельно развивающейся нервной трубке. На 5-й неделе развития кишечная трубка начинает быстро удлиняться и образует петлю, которая, не помещаясь более в брюшной полости, выходит через отверстие в брюшной стенке в полость экзоцелома, сохранившуюся в пупочном канатике (желточный стебелек). Это явление носит название физиологической грыжи пупочного канатика. Часть кишки, расположенная между желудком и желточным стебельком, называется передним коленом первичной кишечной петли, а затем до клоаки идет заднее колено петли. Вскоре после образования физиологической грыжи пупочного канатика можно заметить место обособления тонкого кишечника от толстого (в месте прикрепления желточного стебелька). Следовательно, двенадцатиперстная кишка, тощая и верхняя часть подвздошной кишки образуются из переднего колена, а из заднего колена образуется остальная часть подвздошной и вся толстая кишка. На этой стадии развития закладка тонкой кишки по диаметру больше закладки толстой кишки.

Очень интенсивно растет в длину переднее колено первичной петли, образуя значительное число изгибов. На 3-м месяце развития петля кишечника, лежащая в сагиттальной плоскости, поворачивается своей вершиной направо. По отношению к верхней брыжеечной артерии, располагающейся между листками брыжейки, поддерживающей кишечную петлю (если смотреть спереди), кишечная петля будет располагаться справа. У 3-месячного зародыша петли кишечника начинают перемещаться из экзоцелома пупочного канатика обратно в брюшную полость. Та часть кишечника, которая непосредственно следует за желудком, перемещается справа налево и вверх, проходя под верхней брыжеечной артерией. За верхним отделом кишечника подобное перемещение совершают и остальные части тонкого кишечника и вместе с ними верхняя брыжеечная артерия. Закладка двенадцатиперстной кишки плотно прилегает к задней стенке брюшной полости и прочно фиксируется за счет укорочения брыжейки, в то время как тощая и подвздошная кишки подвижны за счет достаточной длины их брыжейки.

После возвращения в брюшную полость толстый кишечник по отношению к тонкому располагается вентрально. Прямая, сигмовидная, нисходящая кишки лежат в левой части брюшной полости. Толстая кишка образует так называемый селезеночный перегиб в левом верхнем углу брюшной полости и направляется горизонтально в правую половину живота. Слепая кишка находится в правом верхнем углу брюшной полости. Восходящая кишка и печеночный перегиб толстой кишки развиваются лишь в последние месяцы внутриутробного развития плода, по мере опускания слепой кишки на ее окончательное место в правом нижнем углу брюшной полости. Весь процесс перемещения тонкого (справа налево позади верхней брыжеечной артерии) и толстого (слева направо от той же артерии) кишечника носит название поворота кишечника. По мере развития толстого кишечника его подвижность, которая обеспечивалась длинной брыжейкой, уменьшается за счет припаивания к париетальной брюшине задней брюшной стенки. Прежде всего фиксируется место селезеночного перегиба, затем на всем протяжении прирастает нисходящая кишка. Сигмовидная кишка сохраняет брыжейку небольшой длины. Брыжейка поперечной ободочной кишки прирастает в горизонтальном направлении к задней стенке брюшной полости, разделяя последнюю на два этажа. Слепая и

восходящая кишки фиксируются в последнюю очередь - они последними достигают своего окончательного местоположения.

Еще до начала описанных выше связанных с ростом и развитием перемещений пищеварительного канала у эмбрионов 3-4-й недели развития, благодаря образованию расширений, сужений и т. п. можно различать многие будущие отделы кишечника. В этой стадии развития в эпителиальной выстилке кишечника на большом протяжении, представленной ранее однослойными высокопризматическими клетками с расположением ядер в 1-2 ряда, начинает снижаться высота клеток. Местами эти разновысокие клетки обнаруживают нежную поверхностную каемку. Ядра клеток лежат преимущественно базально, однако во многих местах ближе к апикальному концу. Во время митозов они часто оттесняются к просвету. Эпителиальная кишечная трубка одета довольно массивным слоем мезенхимы, в которой можно обнаружить ветвящиеся сосуды и несколько позже, как правило, некоторое количество кроветворных клеток. Со стороны брюшной полости кишечник покрыт однослойным призматическим целомическим эпителием.

Гистогенетические процессы в различных участках кишечника протекают асинхронно, но в принципе однотипно. Они начинаются в оральном отделе двенадцатиперстной кишки и распространяются по ней и далее по всему тонкому кишечнику в каудальном направлении. В толстой кишке они следуют скорее в обратном направлении: в течение некоторого времени гистогенетически наиболее развитой является прямая кишка.

Из тканевых элементов стенки тонкой кишки наиболее активно включается в процесс развития эпителий. Усиленное размножение эпителиальных клеток местами может привести к полному перекрытию просвета кишки. В максимальной степени подобная облитерация просвета может быть выражена у эмбрионов длиной 5-7 мм. Уже у эмбрионов длиной 16-18 мм начинается процесс гибели клеток, потерявших связь с базальной мембраной, вследствие чего и происходит реканализация просвета. Этот процесс также начинается в начальном отделе двенадцатиперстной кишки. Если по каким-либо причинам перекрытия не остаются чисто эпителиальными (в них вырастает соединительная ткань), временное „физиологическое" перекрытие может превратиться в атрезию.

Столь бурное разрастание эпителия, приводящее к образованию эпителиальных перемычек характерно главным образом для двенадцатиперстной кишки. В остальных отделах тонкой и толстой кишки перекрытия, как правило, не возникают. Увеличение внутренней поверхности кишки отстает от пролиферации эпителия, что приводит к возникновению ложномногорядного пласта. Просвет кишечника, за исключением отдельных участков средней его части, узок, а в некоторых местах в прямой кишке сомкнут.

Пролиферация и дифференцировка мезенхимы кишечника начинаются значительно позже - у зародышей длиной 13-15 мм в богатом сосудами слое, расположенном вдоль базальной мембраны, и распространяются в аборальном направлении. Несмотря на то, что эпителий проявляет гистогенетическую активность гораздо раньше, чем мезенхима, именно с активностью мезенхимы, связан процесс инициации образования ворсинок. В ходе эмбриогенеза ворсинки возникают как в тонкой, так и в толстой кишке, в обоих случаях процесс протекает однотипно. У зародышей длиной 18-20 мм образуются мелкие, плотные скопления мезенхимных клеток, которые все более выпячивают покрывающий их эпителий; с самого начала в таких скоплениях обнаруживаются сосуды, которые играют важную роль в

образовании рельефа слизистой оболочки пищеварительного канала и, в частности, ворсинок.

В растущих ворсинках активно ветвятся сосуды. Часто они образуют на вершинах ворсинок под эпителием многослойные петли, в промежутках между которыми иногда глубоко внедряется эпителий. Ворсинки быстро увеличиваются в длину, особенно интенсивно растет верхушка ворсинки, вследствие этого они нередко принимают булавовидную форму. Более зрелые ворсинки отличаются большей толщиной, высотой и более широким основанием. Булавовидная форма верхушки сменяется дефинитивной - листовидной. В связи с образованием ворсинок (и крипт) увеличивается поверхность распространения эпителия, количество рядов ядер снижается. Количество ворсинок увеличивается параллельно росту кишечника за счет новообразования закладок в промежутках между ранее возникшими ворсинками. Вследствие этого в одном поле зрения можно наблюдать ворсинки разных генераций. Процесс новообразования и роста ворсинок протекает весьма интенсивно и на 8-10-й неделе распространяется на весь тонкий кишечник. Самые длинные ворсинки образуются в середине тонкого кишечника. К четвертому месяцу они достигают в высоту 500 мкм, а к моменту рождения - свыше 700 мкм (половина высоты ворсинки взрослого). На 8-й неделе появляются первые признаки начала процесса образования крипт тонкого кишечника. Как и ворсинки, первые крипты возникают в его верхнем отрезке. До 13-й недели закладки крипт представляют собой преимущественно эндэпителиальные образования - скопления округлых клеток, прогибающие базальную мембрану в сторону соединительной ткани.

Инициация процесса образования крипт исходит из эпителия, мезенхима вовлекается в процесс позже. С начала 13-й недели закладки крипт двенадцатиперстной кишки представляют собой углубления (50-90 мкм) эпителия в сторону подлежащей мезенхимы. В таких углублениях появляется узкий просвет. Закладки крипт активно растут в глубину, однако этот рост вскоре (19-20-я неделя) ограничивается довольно хорошо развитой мышечной пластинкой слизистой оболочки. Удлинение крипт может осуществляться путем интерстициального роста и, кроме того, за счет образования связующих складок между ворсинками с вовлечением в состав крипт переходных зон, относившихся до этого, по существу, к ворсинкам. Общая длина крипт двенадцатиперстной кишки достигает 180 мкм - около половины длины крипты взрослого. С 12-й недели внутриутробного развития начинается продолжающийся и после рождения (правда, со значительно меньшей интенсивностью) процесс деления первичных крипт. Процесс исходит из эпителиальных почек, возникающих на дне первичных крипт. Эти почки позднее превращаются в содержащие эпителий и соединительную ткань перегородки, достигающие устья крипт.

Одновременно с процессом формирования рельефа происходит дифференцировка эпителиального пласта и подлежащих слоев. Еще на 8-й неделе среди клеток эпителиального пласта имеется два типа клеток: всасывающие и бокаловидные.

Выше уже упоминалось о раннем появлении щеточной каемки в «резорбтивном» эпителии. На 7-й неделе она уже хорошо светооптически различима, а к 5-му месяцу имеет дефинитивный вид. Бокаловидные клетки обнаруживаются в тощей кишке на 9-й неделе, их количество по длине кишечника постепенно нарастает.

В области крипт расположены менее дифференцированные клетки, появляются эндокринные клетки. В тонком кишечнике такие клетки обнаруживаются еще на 12-й неделе развития. Количество их нарастает постепенно, и при этом в начальном отделе тонкого кишечника гораздо интенсивнее, чем в каудальном. К начальным моментам дифференцировки стенки кишечника следует отнести и появляющуюся на 6-й неделе перегруппировку мезенхимных клеток, заключающуюся в том, что последние принимают циркулярное расположение. Примерно в это же время под эпителием появляются аргирофильные и преколлагеновые волокна. К 20-й неделе появляются миобласты, формирующие мышечную пластинку слизистой, а еще через две недели эта пластинка становится двуслойной.

Мышечная оболочка раньше всего закладывается в двенадцатиперстной кишке. Первым в конце 5-й недели появляется циркулярный слой. Асинхронность гистогенеза наглядно характеризует значительно более позднее появление (на 7-8-й неделе) этого слоя в подвздошной кишке. Продольный слой мышечной оболочки формируется в двенадцатиперстной кишке на 10-й неделе, а в других отделах соответственно несколько позже.

Эластические волокна формируются в основном после рождения. Начало формирования солидарных фолликулов в виде локальных скоплений лимфоцитов отмечено еще на 15-й неделе внутриутробного развития. Однако и к моменту рождения лимфоидный аппарат кишечника, как правило, лишь намечен. Только после рождения в связи с усилением антигенной стимуляции небольшие скопления лимфоцитов превращаются в солитарные фолликулы и их конгломераты - пейеровы бляшки. Клеточный состав этих элементов становится богаче, появляются все клетки вплоть до дифференцированных плазмоцитов.

Процесс образования ворсинок к концу внутриутробного периода значительно ускоряется. В тонком кишечнике новорожденного насчитывается около 1 млн. ворсинок. В период детства их количество увеличивается в 4-6 раз. Крипты короткие и широкие, часто разветвлены в донных отделах, что связано, по-видимому, с продолжающимся их делением. У плода 7 месяцев среди каемчатых и бокаловидных клеток ворсинок обнаруживаются клетки Панета. Наиболее ранняя закладка бруннеровых желез выявлена у эмбриона конца 3-го месяца развития. Закладка представляет собой почки - выпячивания дна еще не вполне сформированных крипт. Эти закладки очень скоро проявляются в форме полых трубочек, растающих в так называемую сосудистую зону подслизистой. Сосуды, вероятно, принимают участие в формообразовании желез. Эпителий закладки желез состоит из более светлых, чем в поверхностном пласте, слабо базофильных эпителиальных клеток.

Первые закладки бруннеровых желез обнаруживаются в головном конце, а на 14-й неделе в процесс вовлекается вся двенадцатиперстная кишка. Количество закладок в дальнейшем не увеличивается. Масса желез увеличивается параллельно росту кишки за счет интерстициального роста и боковых ветвлений. К концу 6-го месяца в головном конце двенадцатиперстной кишки бруннеровы железы представляют собой массивные, компактные образования, занимающие всю толщину подслизистой. По мере удаления от желудка гистогенез желез оказывается менее продвинутым. Главным образом здесь происходит дальнейшее, в том числе и постнатальное ветвление бруннеровых желез. Увеличение количества секреторных отделов происходит за счет уже упомянутого дополнительного ветвления. Начало специфической активности желез можно, по-видимому, отнести к 18-й неделе, когда в клетках (главным образом в их апикальных частях) гистохимически выявляется

слизь. Еще раньше можно отметить процесс подготовки к секреторной активности, выражающийся в накоплении некоторого количества гликогена. На 20-й неделе развития секреторные отделы приобретают характерный вид. К моменту рождения величина секреторных клеток значительно возрастает, увеличивается также синтез и накопление в них слизи.

Строение.

В тонкой кишке подвергаются химической обработке все виды питательных веществ - белки, жиры и углеводы. В переваривании белков участвуют ферменты панкреатического сока (трипсин, химотрипсин, коллагеназа, эластаза, карбоксилаза) и кишечного сока (ами-нопептидаза, лейцинаминопептидаза, аланинаминопептидаза, трипептидазы, дипептидазы, энтерокиназа).

Энтерокиназа вырабатывается клетками слизистой оболочки кишки в неактивной форме (киназоген), обеспечивает превращение неактивного фермента трипсиногена в активный трипсин. Пептидазы обеспечивают дальнейший последовательный гидролиз пептидов, начавшийся в желудке, до свободных аминокислот, которые всасываются эпителиоцитами кишечника и поступают в кровь.

В переваривании углеводов также участвуют ферменты поджелудочной железы и кишечного сока: бета-амилаза, амило-1,6-глюкозидаза, олиго-1,6-глюкозидаза, мальтаза (альфа-глюкозидаза), лактаза, которые расщепляют полисахариды и дисахариды до простых сахаров (моносахаридов) - глюкозы, фруктозы, галактозы, всасываемых эпителиоцитами кишки и поступающих в кровь.

Переваривание жиров осуществляют панкреатические липазы, расщепляющие триглицериды, и кишечная липаза, обеспечивающая гидролитическое расщепление моноглицеридов. Продуктами расщепления жиров в кишечнике являются жирные кислоты, глицерин, моноглицериды.

В тонкой кишке происходит также процесс всасывания продуктов расщепления белков, жиров и углеводов в кровеносные и лимфатические сосуды. Кроме того, кишечник выполняет механическую функцию: проталкивает химус в каудальном направлении. Эта функция осуществляется благодаря перистальтическим сокращениям мышечной оболочки кишки. Эндокринная функция, выполняемая специальными секреторными клетками, заключается в выработке биологически активных веществ - серотонина, гистамина, мотилина, секретина, энтероглюкагона, холецистокинина, панкреозимина, гастрин и ингибитора гастрин. Клетки, синтезирующие эти гормоны, относятся к дисперсной эндокринной системе (APUD-серии клеток)

Стенка тонкой кишки построена из слизистой оболочки, подслизистой основы, мышечной и серозной оболочек.

Слизистая тонкой кишки имеет характерный рельеф благодаря наличию ряда образований — циркулярных складок, ворсинок и крипт. Эти структуры увеличивают общую поверхность тонкого кишечника, что способствует выполнению его основных функций пищеварения. Кишечные ворсинки и крипты являются основными структурно-функциональными единицами слизистой оболочки тонкого кишечника.

Циркулярные складки образованы слизистой оболочкой и подслизистой основой.

Кишечные ворсинки представляют собой выпячивания слизистой оболочки пальцевидной или листовидной формы, свободно вдающиеся в просвет тонкой кишки. Форма ворсинок у новорожденных и в раннем постнатальном периоде пальцевидная, а у взрослых уплощенная — листовидная. Ворсинки уплощенной формы имеют две поверхности — краниальную и каудальную и два края (гребни).

Число ворсинок в тонкой кишке очень велико. Больше всего их в двенадцатиперстной и тощей кишке (22—40 ворсинок на 1 мм²), несколько меньше — в подвздошной кишке (18—31 ворсинка на 1 мм²). В двенадцатиперстной кишке ворсинки широкие и короткие (высота их 0,2—0,5 мм), в тощей и подвздошной кишке они несколько

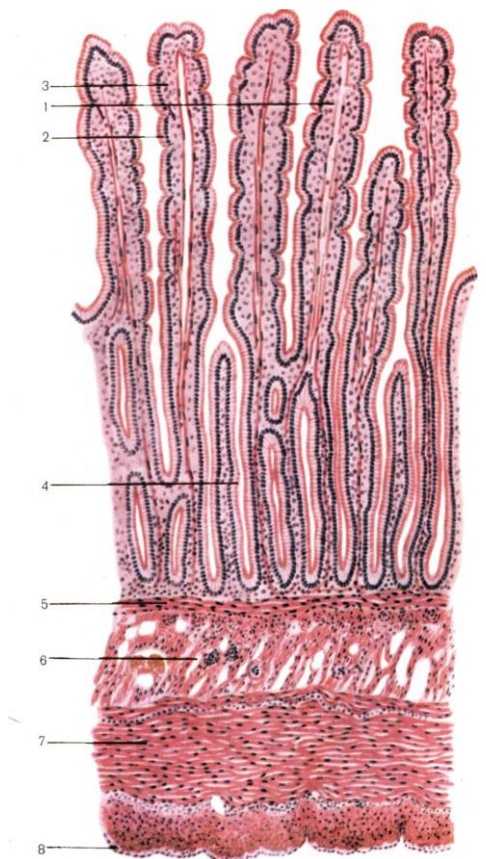
тоньше, но выше (до 0,5—1,5 мм). В образовании каждой ворсинки участвуют структурные элементы всех слоев слизистой оболочки.

Кишечные крипты (железы Либеркюна) представляют собой углубления эпителия в виде многочисленных трубочек, лежащих в собственной пластинке слизистой оболочки. Их устья открываются в просвет между ворсинками. На 1 мм² поверхности кишки приходится до 100 крипт, а всего в тонком кишечнике более 150 млн. крипт. Каждая крипта имеет длину около 0,25—0,5 мм, диаметр до 0,07 мм. Общая площадь крипт в тонком кишечнике составляет около 14 м².

Слизистая оболочка тонкой кишки состоит из однослойного призматического каемчатого эпителия, собственной пластинки слизистой оболочки и мышечного слоя слизистой оболочки. Эпителиальный пласт тонкой кишки содержит четыре основные популяции клеток: столбчатые (каемчатые) эпителиоциты, бокаловидные экзокриноциты, клетки Панета, или экзокриноциты с ацидофильными гранулами, эндокриноциты, или К-клетки (клетки Кульчицкого), а также М-клетки (с микроскладками), являющиеся модификацией столбчатых эпителиоцитов.

Источником развития этих популяций являются стволовые клетки, находящиеся на дне крипт, из которых вначале образуются коммитированные клетки-предшественники, которые делятся митозом и дифференцируются в конкретный вид эпителиоцитов. Клетки-предшественники также находятся в криптах, а в процессе дифференцировки перемещаются в направлении вершины ворсинки, где располагаются дифференцированные клетки, неспособные к делению. Они здесь

заканчивают жизненный цикл и слущиваются. Весь цикл обновления эпителиоцитов у человека составляет 5-6 суток. Все клетки кишечной крипты представляют собой один клон, т.е. являются потомками одной стволовой клетки. Первый компартмент представлен 1-5 рядами клеток в базальной части крипт — коммитированными клетками-предшественниками всех четырех видов клеток — столбчатых, бокаловидных, панетовских и эндокринных. Панетовские клетки, дифференцирующиеся из стволовых клеток и клеток-предшественников, не перемещаются, а остаются на дне крипт. Остальные клетки после 3—4 делений клеток-предшественников в криптах (делящаяся транзитная популяция, составляющая 5—15-е ряды клеток) перемещаются в ворсинку, где составляют транзитную неделяющую популяцию и популяцию дифференцированных клеток. Физиологическая регенерация эпителия в комплексе крипта-ворсинка обеспечивается митотическим делением клеток-предшественников. В основе репаративной регенерации лежит подобный механизм, и дефект



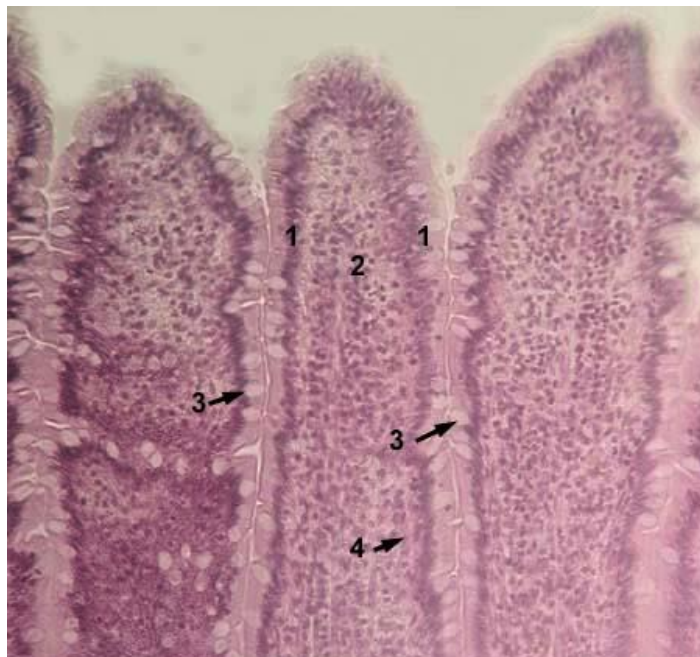
Тонкая кишка. Окраска гематоксилин-эозином

эпителия ликвидируется размножением клеток. Кроме эпителиоцитов, в эпителиальном пласте могут находиться лимфоциты, располагающиеся в межклеточных пространствах и далее мигрирующие в собственную пластинку и отсюда в лимфокапилляры. Лимфоциты стимулируются антигенами, попадающими в кишечник, и играют важную роль в иммунологической защите кишечника.

Строение кишечной ворсинки

С поверхности каждая кишечная ворсинка выстлана однослойным призматическим эпителием. В эпителии различают три основных вида клеток: столбчатые эпителиоциты (и их разновидность — М-клетки), бокаловидные экзокриноциты, эндокриноциты.

Столбчатые эпителиоциты ворсинки или энтероциты, составляют основную массу эпителиального пласта, покрывающего ворсинку. Это призматические клетки, характеризующиеся выраженной полярностью строения, что отражает их функциональную специализацию — обеспечение резорбции и транспорта веществ, поступающих с пищей. На апикальной поверхности клеток имеется исчерченная каемка, образованная множеством микроворсинок. Количество микроворсинок на 1 мкм^2 поверхности составляет от 60 до 90. Высота каждой микроворсинки у человека около $0.9\text{--}1.25 \text{ мкм}$, диаметр — $0.08\text{--}0.11 \text{ мкм}$, промежутки между микроворсинками равны $0.01\text{--}0.02 \text{ мкм}$. Благодаря огромному числу микроворсинок поверхность всасывания кишки увеличивается в 30-40- раз. На поверхности микроворсинок расположен гликокаликс, представленный липопротеидами и гликопротеинами. В плазмолемме и гликокаликсе микроворсинок исчерченной каемки обнаружено высокое содержание ферментов, участвующих в расщеплении и транспорте всасываемых веществ: фосфатазы, нуклеозиддифосфатазы, L-, D-гликозидазы, аминопептидазы и др.



Строение ворсинки (Окраска гематоксилин-эозином)

1. эпителий слизистой оболочки; 2. собственная пластинка слизистой оболочки;
3. бокаловидные клетки; 4. элементы мышечной пластинки слизистой оболочки

Содержание фосфатаз в эпителии тонкой кишки превышает их уровень в печени почти в 700 раз, причем 3/4 их количества находится в каемке. Установлено, что расщепление пищевых веществ и всасывание их наиболее интенсивно происходят в области исчерченной каемки. Эти процессы получили название *пристеночного и мембранного пищеварения*. В апикальной части энтероцита находится терминальная сеть актиновых и миозиновых микрофиламентов, связанная с межклеточными контактами на боковых поверхностях апикальных частей энтероцитов. Различают два типа межклеточных контактов – плотные изолирующие контакты и адгезивные пояски, соединяющие соседние клетки и закрывающие сообщение между просветом кишки и межклеточным пространством. При участии микрофиламентов терминальной сети обеспечивается закрытие межклеточных щелей между энтероцитами, что предотвращает поступление в щели различных веществ в процессе пищеварения. Под терминальной сетью в апикальной части энтероцита расположены трубочки и цистерны гладкой эндоплазматической сети, участвующие в процессах всасывания жиров, а также митохондрии, обеспечивающие энергией процессы всасывания и транспорта метаболитов. В базальной части столбчатого энтероцита находится ядро овальной формы, синтетический аппарат - рибосомы и гранулярная эндоплазматическая сеть. Комплекс Гольджи расположен над ядром, образующиеся здесь лизосомы и секреторные везикулы перемещаются в апикальную часть клетки и локализуются непосредственно под терминальной сетью и вдоль латеральной плазмолеммы. Между базальными частями энтероцитов имеются широкие межклеточные пространства, ограниченные их латеральными плазмолеммами, на которых имеются складки, отростки. С их помощью соединяются соседние клетки.

В базальных частях энтероцитов имеются тонкие латеральные базальные отростки, контактирующие с подобными отростками соседних клеток и лежащие на базальной мембране. Базальные отростки соединены простыми контактами и обеспечивают закрытие межклеточного пространства между энтероцитами. В латеральной плазмолемме энтероцита локализуются ферменты транспорта ионов, играющие важную роль в переносе метаболитов от апикальной плазмолеммы к латеральной и в межклеточное пространство, а далее через базальную мембрану в капилляры.

Энтероциты выполняют также секреторную функцию, продуцируя метаболиты и ферменты, необходимые для терминального пищеварения (пристеночного и мембранного). Синтез секреторных продуктов происходит в гранулярной эндоплазматической сети, а образование секреторных гранул - в комплексе Гольджи, откуда секреторные везикулы, содержащие гликопротеины, транспортируются к поверхности клетки и локализуются под терминальной сетью микрофиламентов и вдоль латеральной плазмолеммы.

М-клетки (клетки с микроскладками) являются разновидностью энтероцитов, они располагаются на поверхности групповых лимфатических фолликулов (пейеровых бляшек) и одиночных лимфатических фолликулов. Имеют уплощенную форму, малое число микроворсинок и получили свое название в связи с наличием на их апикальной поверхности микроскладок. С помощью микроскладок они способны захватывать макромолекулы из просвета кишки и формировать эндоцитозные везикулы, транспортируемые к базолатеральным плазмолеммам и далее в межклеточное пространство. Таким образом могут поступать из полости кишки

антигены, которые привлекают лимфоциты, что стимулирует иммунный ответ в лимфоидной ткани кишечника.

Бокаловидные экзокриноциты в ворсинках расположены поодиночке среди столбчатых клеток. Число их увеличивается по направлению от двенадцатиперстной кишки к подвздошной. По своему строению это типичные слизистые клетки. В них наблюдаются циклические изменения, связанные с накоплением и последующим выделением слизи. В фазе накопления секрета ядра этих клеток оказываются прижатыми к их основанию, в цитоплазме же клеток над ядром видны капли слизи. Аппарат Гольджи и митохондрии располагаются около ядра. Формирование секрета происходит в области аппарата Гольджи. В стадии накопления слизи в клетке обнаруживается большое число сильно измененных митохондрий. Они крупные, светлые, с короткими кристами. После выделения секрета бокаловидная клетка становится узкой, ядро ее уменьшается, цитоплазма освобождается от гранул секрета. Слизь, выделяемая бокаловидными экзокриноцитами, служит для увлажнения поверхности слизистой оболочки кишечника и этим способствует продвижению пищевых частиц, является субстратом, на котором абсорбируются ферменты, а также участвует в процессах пристеночного пищеварения. Под эпителием ворсинки находится базальная мембрана, за которой следует рыхлая волокнистая соединительная ткань собственной пластинки слизистой оболочки. В ней проходят кровеносные и лимфатические сосуды и нервы, ориентированные вдоль ворсинки. В строении ворсинки всегда присутствуют отдельные гладкие мышечные клетки — производные мышечного слоя слизистой оболочки. Пучки гладких миоцитов обвиты сетью ретикулярных волокон, которые связывают их со стромой ворсинки и базальной мембраной. Сокращение миоцитов способствует проталкиванию всосавшихся продуктов гидролиза пищи в кровь и лимфу ворсин кишечника. Другие пучки гладких мышечных клеток, проникающие в подслизистую основу, образуют циркулярные слои вокруг проходящих там сосудов. Сокращение этих мышечных групп регулирует кровоснабжение.

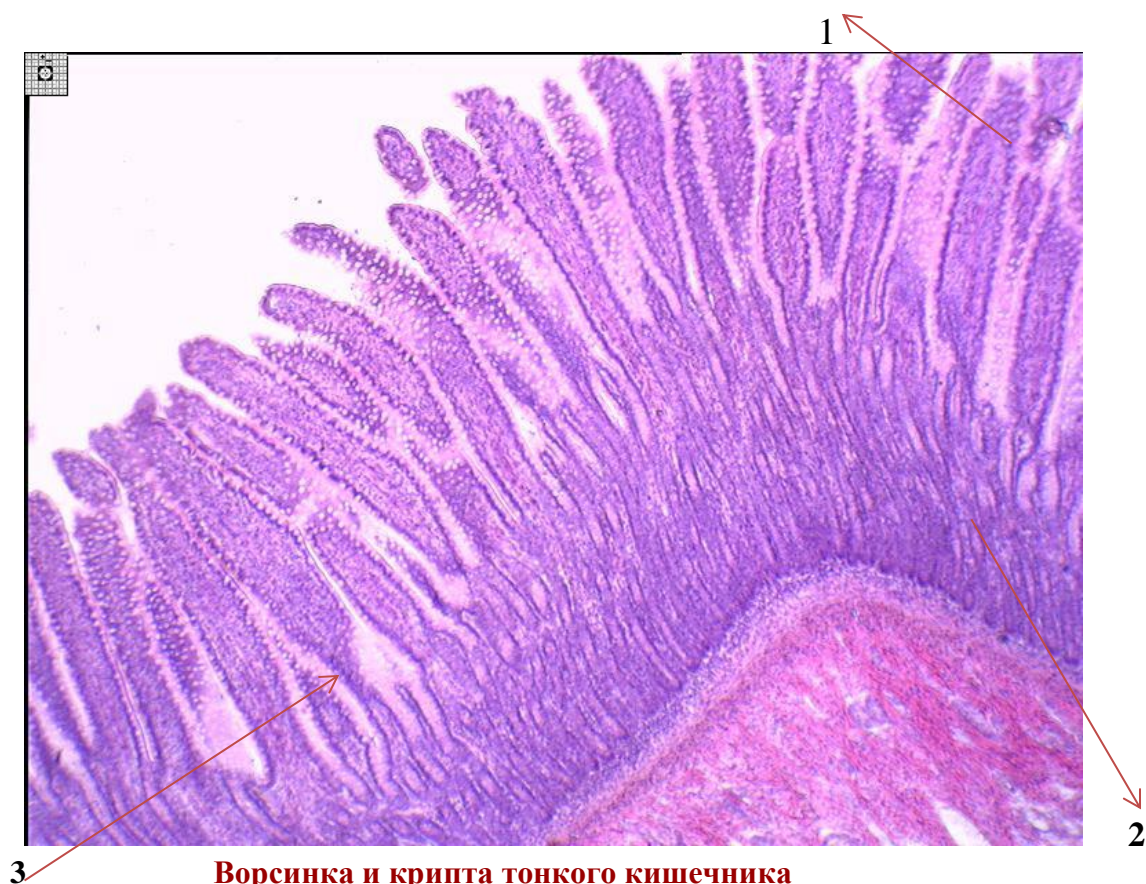
Строение кишечной крипты

Эпителиальная выстилка кишечных крипт содержит стволовые клетки, клетки-предшественники столбчатых эпителиоцитов, бокаловидных экзокриноцитов, эндокриноцитов и клетки Панета (экзокриноциты с ацидофильными гранулами) на всех стадиях развития.

Столбчатые эпителиоциты составляют основную массу эпителия крипт. По сравнению с аналогичными клетками ворсинок они более низкие, имеют более тонкую исчерченную каемку и базофильную цитоплазму. В эпителиоцитах нижней половины крипт часто видны фигуры митоза. Эти элементы служат источником регенерации как для эпителиальных клеток ворсинок, так и для клеток крипт (**не дифференцированные клетки**). **Бокаловидные экзокриноциты** постоянно находятся в криптах, их строение сходно с описанными в ворсинке.

Экзокриноциты с ацидофильными гранулами или клетки Панета, располагаются группами или поодиночке на дне крипт. В их апикальной части видны плотные сильно преломляющие свет гранулы. Эти гранулы резко ацидофильны, окрашиваются эозином в ярко-красный цвет, растворяются в кислотах, но устойчивы к щелочам. Цитохимически в гранулах обнаружены белково-полисахаридный комплекс, ферменты (дипептидазы), лизоцим. В цитоплазме базальной части

обнаруживается значительная базофилия. Вокруг большого округлого ядра располагается немного митохондрий, над ядром находится аппарат Гольджи.



Ворсинка и крипта тонкого кишечника

(Окраска гематоксилин-эозином)

- 1.эпителий слизистой оболочки; 2.собственная пластинка слизистой оболочки;
3.крипта тонкого кишечника

Ацидофилия гранул обусловлена наличием богатого аргинином белка. В клетках Панета выявлено большое количество цинка, а также ферментов — кислой фосфатазы, дегидрогеназ и дипептидаз. Наличие в этих клетках ряда ферментов указывает на участие их секрета в процессах пищеварения — расщеплении дипептидов до аминокислот. Не менее важной является антибактериальная функция секрета, связанная с выработкой лизоцима, который разрушает клеточные стенки бактерий и простейших. Таким образом, клетки Панета играют важную роль в регуляции бактериальной флоры тонкого кишечника.

Эндокриноциты в крипте значительно больше, чем в ворсинках. Наиболее многочисленными являются **ЕС-клетки**, секретирующие *серотонин*, мотилин и вещество Р. **А-клетки**, продуцирующие энтероглюкагон, малочисленны. **S-клетки**, вырабатывающие *секретин*, распределены в разных отделах кишечника нерегулярно. Кроме того, в кишечнике найдены **I-клетки**, секретирующие *холецистокинин* и *панкреозимин* — биологически активные вещества, оказывающие стимулирующее действие на функции поджелудочной железы и печени. Обнаружены также **G-клетки**, вырабатывающие *гастрин*, D- и D1-клетки, продуцирующие активные пептиды (соматостатин и вазоактивный интестинальный пептид — ВИП). Для собственной пластинки слизистой оболочки характерно содержание большого количества ретикулярных волокон. Они образуют густую сеть по всей собственной

пластинке и, подходя к эпителию, участвуют в образовании базальной мембраны. В собственной пластинке постоянно встречаются эозинофилы, лимфоциты, а также плазматические клетки. В ней расположены сосудистые и нервные сплетения.

Лимфоидная ткань широко распространена в тонкой кишке в виде лимфатических узелков и диффузных скоплений лимфоцитов и выполняет защитную функцию.

Одиночные (т.н. солитарные) лимфоидные узелки встречаются на всем протяжении тонкой кишки в слизистой оболочке. Диаметр их около 0,5—3 мм. Более крупные узелки, лежащие в дистальных отделах тонкой кишки, проникают в мышечную пластинку ее слизистой оболочки и располагаются частично в подслизистой основе. Количество одиночных лимфоидных узелков в стенке тонкой кишки детей от 3 до 13 лет составляет около 15 000. По мере старения организма количество их уменьшается. Сгруппированные лимфоидные узелки или пейеровы бляшки, как правило, располагаются в подвздошной кишке, но иногда встречаются в тощей и двенадцатиперстной кишке. Число узелков варьирует в зависимости от возраста: в тонкой кишке у детей около 100, у взрослых — около 30—40, а в старческом возрасте их количество значительно уменьшается. Длина одного сгруппированного лимфоидного узелка может быть от 2 до 12 см, а ширина — около 1 см. Наиболее крупные из них проникают в подслизистую основу. Ворсинки в слизистой оболочке в местах расположения сгруппированных лимфоидных узелков, как правило, отсутствуют. Для эпителиальной выстилки, расположенной над узелками; характерно наличие М-клеток, через которые транспортируются антигены, стимулирующие лимфоциты. Образующиеся в фолликулах плазмоциты секретируют иммуноглобулины (IgA, IgG, IgM), главным из которых является IgA. На один плазмоцит, секретирующий IgG, приходится 20—30 плазмоцитов, продуцирующих IgA, и 5 — продуцирующих IgM. IgA в отличие от других иммуноглобулинов более активны, так как не разрушаются протеолитическими ферментами кишечника. Резистентность к кишечным протеазам обусловлена соединением IgA с секреторным компонентом, образуемым эпителиоцитами. В эпителиоцитах синтезируется гликопротеин, который включается в их базальную плазмолемму (трансмембранный гликопротеин) и служит Fc-рецептором для IgA. При соединении IgA с Fc-рецептором образуется комплекс, который с помощью эндоцитоза поступает в эпителиоцит и в составе трансцитозной везикулы переносится в апикальную часть клетки и выделяется в просвет кишки путем экзоцитоза через апикальную плазмолемму. При выделении указанного комплекса в просвет кишки от него отщепляется только часть гликопротеина, непосредственно связанная с IgA и называемая секреторным компонентом. Остальная его часть («хвост» молекулы) остается в составе плазмолеммы. В просвете кишки IgA осуществляет защитную функцию, нейтрализуя антигены, токсины, микроорганизмы.

Мышечная пластинка слизистой оболочки состоит из двух слоев: внутреннего циркулярного и наружного (более рыхлого) — продольного. Толщина обоих слоев около 40 мкм. В них имеются и косо идущие пучки мышечных клеток. От внутреннего циркулярного мышечного слоя отдельные мышечные клетки отходят в собственную пластинку слизистой оболочки.

Подслизистая основа нередко содержит дольки жировой ткани. В ней располагаются сосуды и подслизистое нервное сплетение.

Мышечная оболочка тонкой кишки состоит из двух слоев: внутреннего — циркулярного (более мощного) и наружного — продольного. Направление хода пучков мышечных клеток в обоих слоях не строго циркулярное и продольное, а

спиральное. В наружном слое завитки спирали более растянуты по сравнению с внутренним слоем. Между мышечными слоями располагается прослойка рыхлой волокнистой соединительной ткани, в которой находятся узлы мышечно-кишечного нервного сплетения и сосуды. Функция мышечной оболочки заключается в перемешивании и проталкивании химуса по ходу кишечника. В тонкой кишке различают сокращения двух видов. Сокращения местного характера обусловлены главным образом сокращениями внутреннего слоя мышечной оболочки. Они совершаются ритмически — 12—13 раз в минуту. Другие сокращения — перистальтические — вызываются действием мышечных элементов обоих слоев и распространяются последовательно по всей длине кишки. Перистальтические сокращения прекращаются после разрушения мышечно-кишечного нервного сплетения. Усиление перистальтики тонкой кишки происходит при возбуждении симпатических (?) нервов, ослабление — при возбуждении блуждающего нерва.

Серозная оболочка покрывает снаружи тонкую кишку со всех сторон, за исключением двенадцатиперстной кишки, которая покрыта брюшиной только спереди, а в остальных частях имеет соединительнотканную оболочку.

Двенадцатиперстная кишка

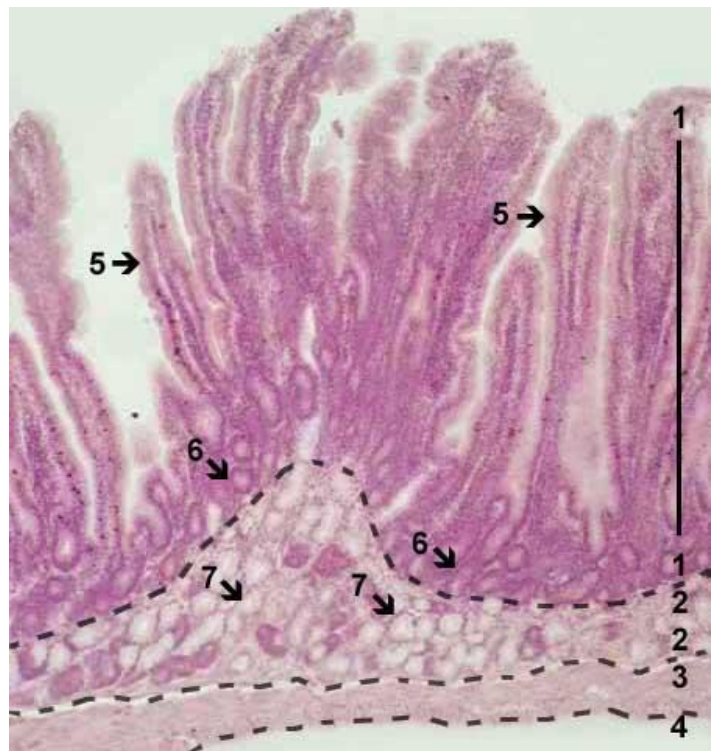
Особенности строения двенадцатиперстной кишки определяются наличием дуоденальных желез в подслизистой основе (т.н. железы Бруннера). В этот отдел тонкой кишки открываются протоки двух крупных желез — печени и поджелудочной железы. Химус из желудка поступает в двенадцатиперстную кишку и подвергается дальнейшей обработке ферментами кишечного и панкреатического соков и желчных кислот. Здесь же начинаются активные процессы всасывания.

Дуоденальные (Бруннеровы) железы. В эмбриогенезе у млекопитающих и человека дуоденальные железы закладываются и дифференцируются позже других желез — после поджелудочной железы, печени, желез желудка. У человека дуоденальные железы закладываются на 20—22-й неделе эмбриогенеза.

Двенадцатиперстная кишка

Окраска гематоксилин-эозином

1.слизистая оболочка, 2.подслизистая оболочка, 3. мышечная оболочка, 4. серозная оболочка, 5.ворсинка, 6.крипты, 7. железы подслизистой оболочки.



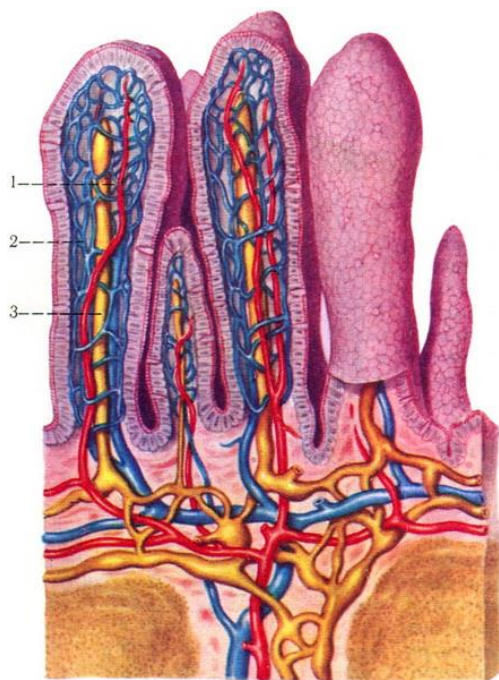
Они расположены в подслизистой основе по всей длине двенадцатиперстной кишки.

Это альвеолярно-трубчатые, разветвленные железы. Их выводные протоки открываются в крипты, либо у основания ворсинок непосредственно в полость кишки.

Гландулоциты концевых отделов — типичные слизистые (мукозные) клетки с характерными гранулами секрета. Камбиальные элементы расположены в устье протоков, поэтому обновление клеток желез идет от протоков в направлении концевых отделов. В дуоденальных железах имеются эндокриноциты различных видов — ЕС, G, S, D. Секрет glandулоцитов богат нейтральными гликопротеидами с присутствующими в них терминальными дисахаридами, в которых галактоза связана с остатками галактозамина или гликозамина. В glandулоцитах постоянно отмечаются одновременно синтез, накопление гранул и выделение секрета.

В фазе покоя (вне приема пищи) в glandулоцитах дуоденальных желез имеют место незначительно выраженные процессы синтеза и экзоцитоза секреторных гранул. При приеме пищи отмечаются усиление секреции путем экзоцитоза гранул, апокринии и даже выделение секрета путем диффузии. Асинхронность работы отдельных glandулоцитов и различных концевых отделов обеспечивает непрерывность функционирования дуоденальных желез. Секрет дуоденальных желез, соединяясь с пристеночным слоем слизи, придает ему большую вязкость и устойчивость к разрушению. Смешиваясь с дуоденальным кишечным соком, секрет этих желез способствует образованию частиц геля — флокулл, формирующихся при снижении рН в двенадцатиперстной кишке в связи с поступлением закисленного химуса из желудка. Эти флокулы значительно увеличивают адсорбционные свойства кишечного сока для ферментов, что повышает активность последних.

Отсутствие секрета дуоденальных желез в составе химуса и пристеночной слизи меняет их физико-химические свойства, в результате чего снижаются сорбционная емкость для эндо- и экзогидролаз и их активность.



Васкуляризация. Стенка пищеварительной трубки на всем протяжении обильно снабжена кровеносными и лимфатическими сосудами. Артерии образуют наиболее мощные сплетения в подслизистой основе, которые тесно связаны с артериальными сплетениями, лежащими в собственной пластинке слизистой оболочки. В тонкой кишке артериальные сплетения формируются также в мышечной оболочке. Сети кровеносных капилляров располагаются под эпителием слизистой оболочки, вокруг желез, крипт, внутри ворсинок, в мышечных слоях. Вены также формируют сплетения подслизистой основы и слизистой оболочки. Наличие артериоловеноулярных анастомозов обеспечивает регуляцию притока крови в различные участки пищеварительного тракта в зависимости от фазы пищеварения.

Васкуляризация стенки пищеварительной трубки:

1 - кровеносные капилляры; 2 - артерии; 3 – вены.

Лимфатические капилляры образуют сети под эпителием, вокруг желез и в мышечной оболочке. Лимфатические сосуды формируют сплетения подслизистой основы и мышечной оболочки.

Иннервация. Эфферентную иннервацию обеспечивают ганглии автономной нервной системы, расположенные либо вне пищеварительной трубки (экстрамуральные симпатические ганглии), либо в толще ее (интрамуральные парасимпатические ганглии). К экстрамуральным ганглиям относятся ганглии солнечного (чревного) и тазового сплетений, иннервирующие желудок и кишечник. Интрамуральными являются ганглии межмышечного (ауэрбахова), подслизистого (мейсснера) и подсерозного или адвентициального, сплетений. Аксоны эфферентных нейронов симпатических и парасимпатических сплетений иннервируют мышцы и железы. Афферентная иннервация осуществляется окончаниями дендритов чувствительных нервных клеток, находящихся в составе интрамуральных ганглиев, и окончаниями дендритов чувствительных клеток чувствительных (спинномозговых) ганглиев. Чувствительные нервные окончания располагаются в мышцах, эпителии, волокнистой соединительной ткани. Афферентные окончания в стенке пищеварительного канала могут быть поливалентными, т. е. одновременно иннервировать различные ткани - эпителиальную, мышечную, соединительную, а также кровеносные сосуды.

Физиология кишечника.

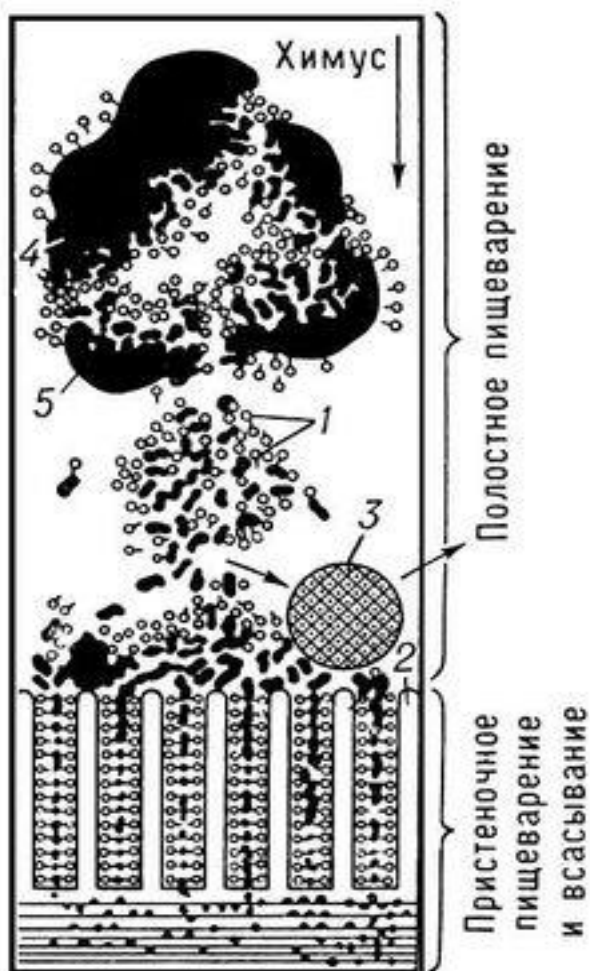
В кишечнике осуществляются основные процессы расщепления биополимеров пищи, всасывание её органических и неорганических компонентов, а также большей части воды, солей и некоторых других веществ, поступающих с пищеварительными соками. Кишечник играет также важную роль в межклеточном обмене веществ. Слизистая оболочка тонкой кишки взрослого человека выделяет за сутки около 2,5 л сока. Он состоит из жидкой и плотной частей. Жидкая часть содержит небольшое количество ферментов, катионы (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} и др.), анионы (в основном HCO_3^- , Cl^-), белки, аминокислоты, мочевины, молочную кислоту и др. Ее pH 7,2—7,5. В плотной части кишечного сока содержится основное количество ферментов, слущенные эпителиоциты и их фрагменты, лейкоциты и слизь.

В тонкой кишке происходит полостное и пристеночное пищеварение. Полостное пищеварение осуществляется с помощью ферментов пищеварительных секретов, поступающих в полость тонкой кишки (поджелудочный сок, желчь, кишечный сок). В результате полостного пищеварения крупномолекулярные вещества (полимеры) гидролизуются в основном до стадии олигомеров. В тонком кишечнике осуществляется ферментативный гидролиз белков, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот и т. д. Надмолекулярные агрегаты и крупные молекулы гидролизуются под действием ферментов поджелудочного сока и сока кишечных (бруннеровских) желёз. В расщеплении липидов существенную роль играет желчь. Дальнейший гидролиз пищевых веществ происходит за счет ферментов (карбогидраз, пептидаз, эстераз, липаз, нуклеотидаз, фосфатаз и др.) структурно связанных с мембранами эпителиальных клеток кишечника. Содержание ферментов зависит от состава пищи.

Так, у грудного ребенка в слизистой кишечника содержится лактаза, необходимая для расщепления молочного сахара. Дальнейший их гидролиз идет в зоне, прилегающей к слизистой оболочке и непосредственно на ней. Пристеночное пищеварение в широком смысле происходит в слое слизистых наложений, находящемся над гликокаликсом, зоне гликокаликса и на поверхности микроворсинок. Слой слизистых наложений состоит из слизи, продуцируемой слизистой оболочкой тонкой кишки и слущивающегося кишечного эпителия. В этом слое находится много ферментов поджелудочной железы и кишечного сока.

Питательные вещества, проходя через слой слизи, подвергаются воздействию этих ферментов. Гликокаликс адсорбирует из полости тонкой кишки ферменты пищеварительных соков, которые осуществляют промежуточные стадии гидролиза всех основных питательных веществ. Гликокаликс также играет роль фильтра, избирательно пропускающего лишь те вещества, для которых имеются адекватные ферменты. Кроме того, гликокаликс выполняет защитную функцию, обеспечивая изоляцию энтероцитов от бактерий и образованных ими токсических веществ. В гликокаликсе находятся рецепторы для гормонов, антигенов, токсинов. Продукты гидролиза поступают на апикальные мембраны энтероцитов, в которые встроены кишечные ферменты, осуществляющие собственное мембранное пищеварение, в результате которого образуются мономеры, способные всасываться. Благодаря близкому расположению встроенных в мембрану собственных кишечных ферментов и транспортных систем, обеспечивающих всасывание, создаются условия для сопряжения процессов конечного гидролиза питательных веществ и начала их всасывания.

Почти все ферменты концентрируются в области щеточной каймы, образуемой микроворсинками на поверхности мембран клеток кишечного эпителия, осуществляя так называемое мембранное (пристеночное) пищеварение, обеспечивающее промежуточные и заключительные стадии гидролиза и начало всасывания. В



последнем решающую роль играет активный транспорт через мембраны кишечных клеток конечных продуктов пищеварения. В тонком кишечнике гидролизуются около 80—90% пептидных и гликозидных связей, а также происходит всасывание аминокислот и моносахаридов. Здесь расщепляются и триглицериды, которые всасываются в виде моно- и диглицеридов и жирных кислот (длинноцепочечные кислоты в слизистой оболочке кишечника вновь этерифицируются и поступают в лимфу; короткоцепочечные — не ресинтезируются и поступают преимущественно в кровь).

Для мембранного пищеварения характерна следующая зависимость: секреторная активность эпителиоцитов убывает от крипты к вершине кишечной ворсинки. В верхней части ворсинки идет в основном гидролиз дипептидов, у основания -

дисахаридов. Пристеночное пищеварение зависит от ферментного состава мембран энтероцитов, сорбционных свойств мембраны, моторики тонкой кишки, от интенсивности полостного пищеварения, диеты. На мембранное пищеварение оказывают влияние гормоны надпочечников (синтез и транслокация ферментов).

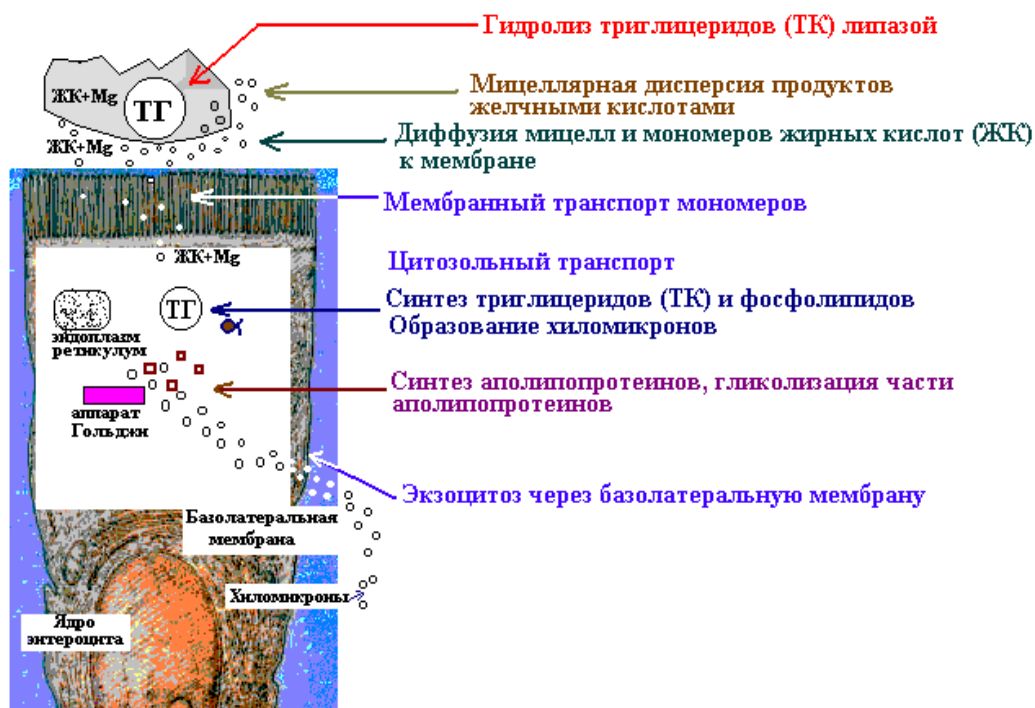
ОСОБЕННОСТИ МЕМБРАННОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ

- ❖ Ферменты мембранного пищеварения концентрированы, структурированы, пространственно ориентированы и работают дольше, чем в полостном;
- ❖ Мембранное пищеварение стерильно;
- ❖ Ферментные и транспортные системы распределены вдоль кишки неравномерно: дистальные отделы могут компенсировать недостаточность проксимальных;
- ❖ Мембранное пищеварение активизирует полостное и, наоборот, полостное активизирует мембранное;
- ❖ Мембранное пищеварение активизируется моторикой кишки.

Всасывание — это прохождение продуктов конечного расщепления пищи (мономеров) через эпителий, базальную мембрану, сосудистую стенку и поступление их в кровь и лимфу. Гистофизиология всасывания продуктов расщепления белков, углеводов и жиров имеет некоторые особенности.

Всасывание жиров. Большая часть липидов всасывается в двенадцатиперстной кишке и верхней части тощей кишки. Главную роль в расщеплении липидов и их обработке играют липазы поджелудочной железы и кишечника и печеночная желчь.

ГИДРОЛИЗ И ВСАСЫВАНИЕ ЖИРА.



В кишечнике происходит эмульгирование жиров с помощью желчных кислот, поступающих с желчью, при этом образуются капельки величиной не более 0,5 мкм. Желчные кислоты являются также активаторами панкреатической липазы, которая расщепляет эмульгированные триглицериды и диглицериды до моноглицеридов. Кишечная липаза расщепляет моноглицериды до жирных кислот и глицерина. Расщепление происходит с помощью ферментов плазмолеммы и гликокаликса энтероцита. Жирные кислоты с короткой углеродной цепочкой и глицерин хорошо растворяются в воде и свободно всасываются, поступая через воротную вену в печень. Жирные кислоты с длинной углеродной цепью и моноглицериды всасываются при участии солей желчных кислот, с которыми в зоне гликокаликса образуются мицеллы диаметром 4—6 нм. Мицеллы по размерам в 150 раз меньше, чем эмульгированные капли, и состоят из гидрофобного ядра (жирные кислоты и глицероиды) и гидрофильной оболочки (желчные кислоты, фосфолипиды). В составе мицелл жирные кислоты и моноглицериды переносятся к всасывающей поверхности кишечного эпителия. Существует два механизма поступления липидов в эпителиоциты: 1) путем диффузии и пиноцитоза мицелл, далее происходит их внутриклеточный распад с высвобождением липидного компонента и желчных кислот, желчные кислоты поступают в кровь, а затем в печень; 2) только липиды мицелл поступают в эпителиоциты, а желчные кислоты остаются в просвете кишечника и далее всасываются в кровь. Имеет место постоянная рециркуляция желчных кислот между печенью и кишечником (энтерогепатическая циркуляция). В ней участвует основная масса желчных кислот — 85—90 % от общего их количества.

Мицеллы путем диффузии или микропиноцитоза проникают через плазмолемму и поступают в аппарат Гольджи, где происходит ресинтез жиров. К жирам присоединяются белки, и формируются липопротеиновые комплексы — хиломикроны. При введении с пищей небольших количеств жира в аппарате Гольджи накапливается в течение 1 ч небольшое количество липидов, при введении больших количеств жира липиды в течение 2 ч накапливаются в аппарате Гольджи и в мелких пузырьках апикальной части энтероцитов. Слияние этих мелких пузырьков с элементами аппарата Гольджи приводит к образованию крупных капель липидов.

В эпителиоцитах происходит ресинтез жиров, они поступают в цитоплазму большинства клеток и тканей. Ресинтез жиров из жирных кислот и моноглицеридов происходит с помощью ферментов (моноглицеридлипаза, глицеролкиназа), при этом образуются триглицериды (особенно глицерофосфолипиды). Глицерофосфолипиды ресинтезируются в эпителиоцитах из жирных кислот, глицерина, фосфорной кислоты и азотистых оснований.

Холестерин поступает с пищей в свободном виде или в виде его эфиров. Фермент панкреатического и кишечного соков — холестеролэстераза — расщепляет эфиры холестерина на холестерин и жирные кислоты, которые всасываются в присутствии желчных кислот.

Ресинтезированные триглицериды, фосфолипиды, холестерин соединяются с белками и образуют хиломикроны — маленькие частицы диаметром от 100 до 5000 нм (0,2—1 мкм). В них содержатся более 80% триглицеридов, холестерин (8%), фосфолипиды (7%) и белок (2%). Путем экзоцитоза они выделяются из эпителиоцитов на их латеральной поверхности, поступают в межэпителиальные пространства, в соединительнотканый матрикс и в лимфокапилляры. Из лимфокапилляров хиломикроны поступают в лимфу грудного протока и далее в

кровеносное русло. После приема жиров с пищей через 1—2 ч в крови повышается концентрация триглицеридов и появляются хиломикроны, через 4—6 ч их содержание становится максимальным, а через 10—12 ч — нормальным, и они полностью исчезают. Большая часть хиломикронов поступает в лимфатические капилляры и немного в гемокапилляры. Липиды с длинными углеродными цепями поступают главным образом в лимфокапилляры. Жирные кислоты с меньшим числом углеродных атомов поступают в гемокапилляры.

ВСАСЫВАНИЕ УГЛЕВОДОВ.

Расщепление молекул гликогена и крахмала до мальтозы осуществляется α-амилазой поджелудочной железы и глюкозидами. Далее мальтоза гидролизуется ферментом мальтазой на 2 молекулы глюкозы, а сахароза — ферментом сахаразой на молекулы глюкозы и фруктозы. Содержащаяся в молоке лактоза под влиянием фермента лактазы расщепляется на глюкозу и галактозу. Образующиеся моносахара (глюкоза, фруктоза и галактоза) всасываются энтероцитами и поступают в кровь.

Полисахариды и дисахариды (мальтоза, сахароза, лактоза), которые не подвергались расщеплению в полости кишки, гидролизуются на поверхности энтероцитов в процессе пристеночного и мембранного пищеварения. Для всасывания простых Сахаров необходимы ионы Na^+ , которые образуют комплекс с углеводами и поступают внутрь клетки, где комплекс распадается и Na^+ транспортируется обратно. Процесс обеспечивается энергией за счет АТФ. Более 90% всосавшихся моносахаридов поступает в гемокапилляры и далее в печень, остальные — в лимфокапилляры и далее в венозную систему.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГИДРОЛИЗА И ВСАСЫВАНИЯ УГЛЕВОДОВ



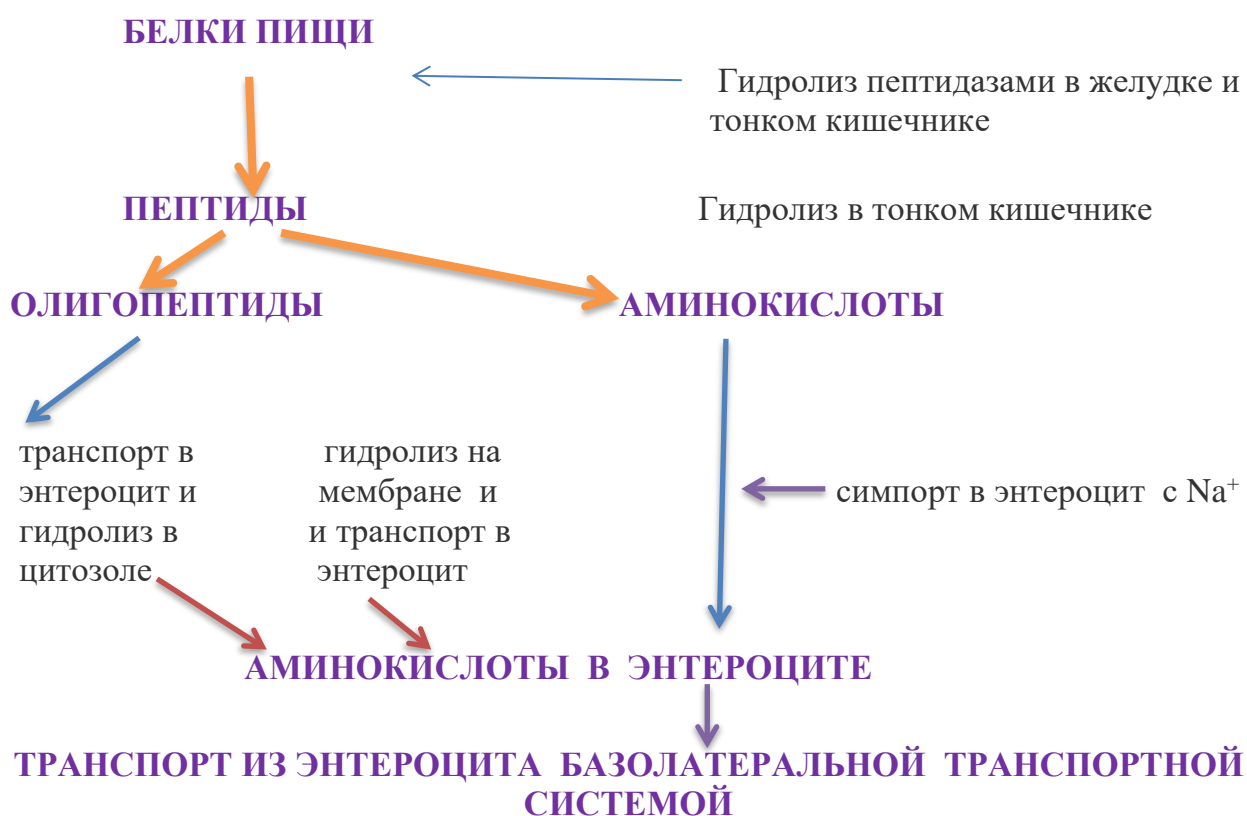
ВСАСЫВАНИЕ БЕЛКОВ

Всасывание белков у новорожденных происходит с помощью пиноцитоза. Пиноцитозные пузырьки формируются между основаниями микроворсинок, транспортируются к латеральным стенкам (плазмолеммам) энтероцитов и путем экзоцитоза выделяются в межэпителиальное пространство и далее в сосуды. Таким способом всасываются из материнского молока γ -глобулины, обеспечивающие иммунную защиту новорожденного.

У взрослых расщепление белков начинается в желудке, а далее продолжается в тонком кишечнике до образования аминокислот, которые всасываются. В кишечном соке содержатся ферменты поджелудочной железы — протеиназы (трипсин, химотрипсин, коллагеназа) и пептидазы (карбоксипептидаза, эластаза), собственные ферменты кишечника — энтерокиназа (гликопротеид, синтезируемый в двенадцатиперстной кишке) и ряд пептидаз (аминопептидаза, лейцинаминопептидаза, трипептидазы, дипептидазы и др.).

Ферменты поджелудочной железы (трипсин, химотрипсин, эластаза) вырабатываются в неактивной форме и становятся активными в тонкой кишке. Например, трипсиноген (неактивная форма) превращается в трипсин под влиянием энтерокиназы, которая вырабатывается в кишечнике также в неактивной форме — в виде киназогена, активизирующегося под влиянием трипсина и ряда пептидаз. Трипсин гидролизует пептиды. Химотрипсин также активируется в кишечнике и гидролизует не только пептиды, но и ряд веществ, в которых содержатся группы с ароматическими аминокислотами — фенилаланином, тирозином, триптофаном.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГИДРОЛИЗА И ВСАСЫВАНИЯ БЕЛКОВ



Эластаза вырабатывается в форме проэластазы, которая в кишке активизируется и действует на эластин; карбоксипептидазы синтезируются в неактивной форме в поджелудочной железе, а в кишечнике активизируются; аминопептидазы синтезируются в неактивной форме в кишечнике, активизируются трипсином.

Таким образом, под воздействием трипсина и химотрипсина образуются различной длины пептиды и некоторое количество аминокислот, под воздействием пептидазы обеспечивается дальнейший гидролиз пептидов до дипептидов и свободных аминокислот, под воздействием дипептидазы завершается расщепление дипептидов до аминокислот.

Всасывание свободных аминокислот и их транспортировка осуществляются через энтероциты. Энергия для транспорта поставляется за счет биохимических реакций (например, за счет энергии движения Na^+). Через эпителий кишки происходит также всасывание воды с растворенными в ней минеральными веществами, витаминов и некоторых других веществ.

ВСАСЫВАНИЕ ВОДЫ, ИОНОВ

Через поры клеточных мембран энтероцитов слизистой оболочки двенадцатиперстной и тощей кишки вода легко проникает из химуса в кровь и из крови в химус, так как ширина этих пор равна 0,8 нм, что значительно превышает ширину пор в других отделах кишечника. Поэтому содержимое кишки изотонично плазме крови. По этой же причине в верхних отделах тонкого кишечника всасывается основное количество воды. При этом вода следует за осмотически активными молекулами и ионами. К их числу относятся ионы минеральных солей, молекул моносахаридов, аминокислот и олигопептидов.

С наибольшей скоростью **всасываются** ионы Na^+ (около 500 м/моль за сутки). Существует два пути транспорта ионов Na^+ — через мембрану энтероцитов и по межклеточным каналам. В цитоплазму энтероцитов они поступают в соответствии с электрохимическим градиентом. А из энтероцита в интерстиций и кровь Na^+ транспортируется с помощью Na^+/K^+ -Насоса, локализованного в базолатеральной части мембраны энтероцитов. Помимо Na^+ по межклеточным каналам по механизму диффузии всасываются ионы K^+ и Cl^- . Высокая скорость **всасывания** Cl^- обусловлена тем, что они следуют за ионами Na^+ .

Транспорт HCO_3^- сопряжен с транспортом Na^+ . В процессе его всасывания в обмен на Na^+ энтероцит секретирует в полость кишки H^+ , который, взаимодействуя с HCO_3^- , образует H_2CO_3 . H_2CO_3 под влиянием фермента карбоангидразы превращается в молекулу воды и CO_2 . Двуокись углерода всасывается в кровь и удаляется из организма с выдыхаемым воздухом.

Всасывание ионов Ca^{2+} осуществляет специальная транспортная система, которая включает Ca^{2+} -связывающий белок щеточной каймы энтероцита и кальциевый насос базолатеральной части мембраны. Этим и объясняется относительно высокая скорость всасывания Ca^{2+} (в сравнении с другими двухвалентными ионами). При значительной концентрации Ca^{2+} в химусе объем его всасывания возрастает за счет механизма диффузии. Всасывание Ca^{2+} усиливается под влиянием паратгормона, витамина D и желчных кислот.

Всасывание Fe^{2+} осуществляется с участием переносчика. В энтероците Fe^{2+} вступает в соединение с апоферритином, образуя ферритин. В составе ферритина железо и используется в организме.

Всасывание ионов Zn^{2+} и Mg^+ происходит по законам диффузии.

Процессы пищеварения и всасывания с неодинаковой интенсивностью протекают в разных отделах тонкого кишечника, чему способствует неравномерное распределение содержания ферментов, осуществляющих полостное пищеварение, в направлении от начала к концу тонкого кишечника, а энтеральных ферментов, обеспечивающих мембранное пищеварение, также и в направлении крипта — ворсинки.

С пищеварительной функцией тонкого кишечника тесно связана его барьерная функция, ограждающая организм от неассимилируемых поли- и олигомеров (в т. ч. антигенов) и практически отсутствующая у новорождённых. У взрослых животных и человека стенка тонкого кишечника непроницаема для крупных молекул (эффективный радиус пор кишечных мембран около 4 А), кроме того, имеется ферментный слой, гидролизующий поли- и олигомеры, и внешний мукополисахаридный слой — т. н. гликокаликс, создающий диффузионный барьер.

РЕГУЛЯЦИЯ КИШЕЧНОЙ СЕКРЕЦИИ

Регуляция деятельности желез тонкой кишки осуществляется местными нервно-рефлекторными механизмами, а также гуморальными влияниями и ингредиентами химуса. Механическое раздражение слизистой оболочки тонкой кишки вызывает выделение жидкого секрета с малым содержанием ферментов.

Местное раздражение слизистой кишки продуктами переваривания белков, жиров, соляной кислотой, панкреатическим соком вызывает отделение кишечного сока, богатого ферментами.

Нормальное протекание всех процессов в кишечнике в большой степени определяется сокращениями его гладкой мускулатуры, обеспечивающей перемешивание пищевых веществ и секретов, соприкосновение с внутренней поверхностью кишечника химуса и его продвижение. Автоматизм сокращений кишечника имеет нейрогенную природу и обусловлен интрамуральными нервными сплетениями. Ритм кишечных сокращений определяется «водителями ритма», заложенными в стенке двенадцатиперстной кишки. Движения тонкого кишечника делят на перистальтические, маятникообразные и ритмическую сегментацию. Перистальтика осуществляется координированными сокращениями продольной и поперечной мускулатуры со скоростью волны 1 см/сек, периодически ускоряясь до 2—25 см/сек. Иногда, главным образом в проксимальных участках, возникают антиперистальтические движения; при этом забрасываются соки из двенадцатиперстной кишки в желудок. Маятникообразные движения и ритмическая сегментация обеспечивают перемешивание кишечного содержимого.

Двигательная функция тонкой кишки. Ритмическая сегментация. Маятникообразные сокращения. Перистальтические сокращения. Тонические сокращения.

Благодаря сократительной деятельности гладкой мускулатуры тонкой кишки ее содержимое перемешивается с пищеварительными соками и перемещается в дистальном направлении. При этом пристеночные слои химуса смещаются раньше остального содержимого, которое приходит в соприкосновение со слизистой оболочкой. Моторика тонкой кишки обеспечивает высокую эффективность гидролиза пищевых веществ и способствует всасыванию их мономеров.

Миоциты кишки обладают способностью к автоматическому возбуждению, что является причиной сокращения мышечных пучков. Их деятельность приобретает упорядоченный характер благодаря энтеральной нервной системе, которая обеспечивает несколько видов скоординированных сокращений (ритмическую сегментацию, маятникообразные, перистальтические и тонические сокращения).

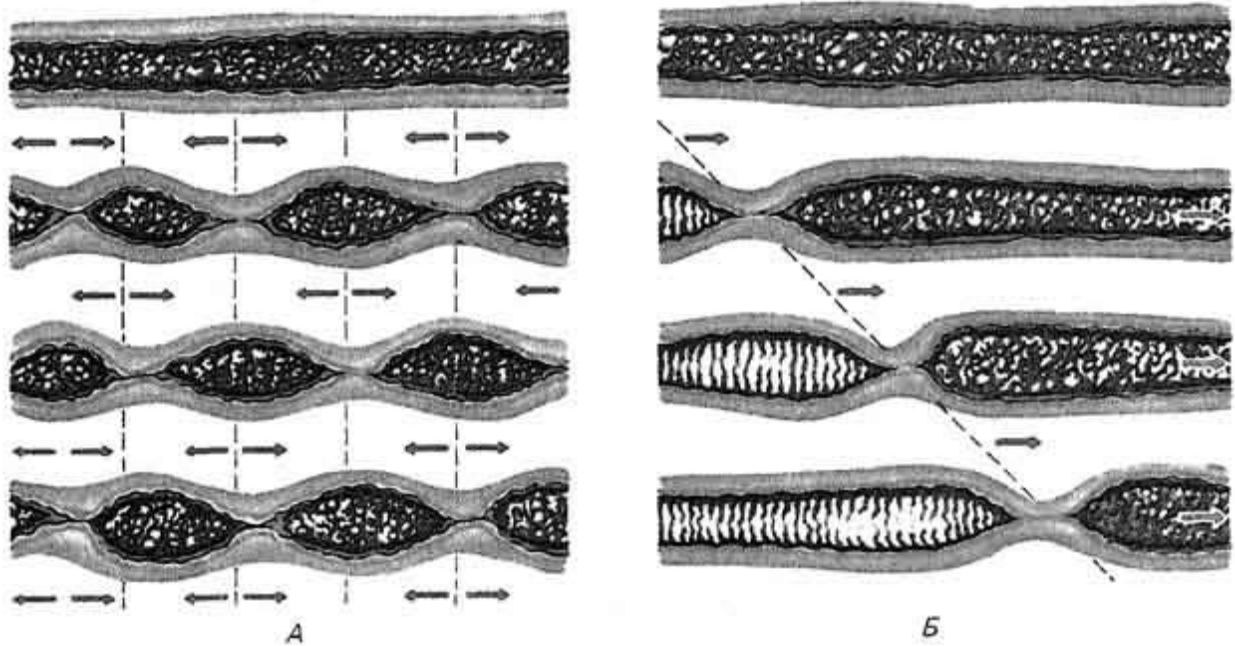
Ритмическая сегментация представляет собой сокращение пучков циркулярных мышц, которые вызывают в разных участках кишки глубокие перетяжки шириной 1—2 см. Содержимое кишки из зоны перетяжки перемещается в соседние участки (шириной 15—20 см), мускулатура которых находится в расслабленном состоянии. Через несколько минут сокращенные участки расслабляются, а перетяжки возникают в ранее расслабленных участках. Чередование сокращенных и расслабленных участков осуществляется 8—10 раз в 1 мин. Ритмическая сегментация обеспечивает перемешивание химуса в полости кишки.

Маятникообразные сокращения — это ритмические сокращения в основном продольных пучков мышечных волокон участка кишки, который, укорачиваясь, приводит к перемещению химуса «вперед—назад», что способствует его перемешиванию. Маятникообразные сокращения в одном и том же участке кишки чередуются с ритмической сегментацией.

Перистальтические сокращения подобны волне, распространяющейся в каудальном направлении и продвигающей химус вдоль по кишке. Эта волна возникает выше порции химуса в результате сокращения циркулярных мышц и сокращения продольных мышц ниже образовавшегося перехвата. Сужение участка кишки, вызванное сокращением циркулярных мышц, и расширение рядом расположенного участка, обусловленное сокращением продольных мышц, создает градиент давления, который и вызывает перемещение химуса в каудальном направлении. Скорость распространения перистальтической волны в тонкой кишке 1—2 см/с. Такие волны могут возникать в любых частях тонкой кишки. Но чаще они начинаются в двенадцатиперстной кишке. При этом их возникновение совпадает с началом эвакуации желудочного содержимого в кишку. В процессе кишечного пищеварения одновременно осуществляется несколько волн перистальтики, что обеспечивает равномерное перемещение химуса всей тонкой кишки в каудальном направлении. Слабые перистальтические волны перемещают только пристеночные слои химуса.

В конце пищеварительного периода возникают сильные перистальтические сокращения, которые распространяются вдоль всей тонкой кишки. Они освобождают ее от химуса, который через илиоцекальный сфинктер переходит в слепую кишку. Скорость распространения таких волн возрастает в каудальном направлении и достигает в подвздошной кишке 7—21 см/с. Такая перистальтика называется *пропульсивной*.

Тонические сокращения возникают на фоне исходного (базального) тонуса гладких мышц тонкой кишки, могут распространяться с малой скоростью и вызывать повышение тонуса кишки, суживая ее на большом протяжении. Тонические сокращения мускулатуры кишки приводят в соответствие ее емкость с объемом содержимого и создают давление химуса около 8—9 см водн. ст. Другие виды моторики кишки совершаются на фоне тонических сокращений. Тонические сокращения характерны также для гладкомышечных волокон сфинктеров.



Моторная активность кишки. А — маятникообразные движения (ритмическая сегментация); Б — перистальтические движения

Функционально значимыми являются также сокращения и расслабления ворсинок тонкой кишки, которые осуществляются в течение всего процесса пищеварения. Благодаря ритмичным сокращениям ворсинок они постоянно контактируют с новыми порциями химуса, что способствует всасыванию продуктов гидролиза пищевых веществ и оттоку лимфы по лимфатическим сосудам.

Регуляция моторики тонкой кишки. Миогенный механизм. Моторный рефлекс. Тормозные рефлекс. Гуморальная (гормональная) регуляция моторики.

Моторная активность тонкой кишки зависит от механических свойств и химического состава ее содержимого. Если пища содержит грубые частицы (изделия из муки грубого помола, отруби, овощи, фрукты с высоким содержанием клетчатки) или жиры, то двигательная активность кишки возрастает. На моторику кишечника оказывают также стимулирующее влияние слабые растворы кислот, щелочи и соли. Регуляция моторики тонкой кишки обеспечивается миогенными механизмами, нервными интрамуральными влияниями на миоциты, центральной нервной системой, гормонами энтерального и неэнтерального происхождения.

В основе миогенного механизма регуляции моторики кишки лежит способность миоцитов реагировать сокращением на растяжение. Так, при сокращении продольных мышечных пучков происходит растяжение циркулярных мышечных волокон, которые реагируют на механическое воздействие сокращением. Возбуждение с одного миоцита на другой легко передается с помощью нексусов. Нексусы — участки тесного контакта мембран рядом находящихся миоцитов, имеющие низкое электрическое сопротивление. Благодаря этому механизму распространения возбуждения на частоту генерации «спонтанных» медленных волн и

потенциалов действия миоцитов оказывает влияние электрическая активность мышечных волокон водителей ритма.

Энтеральный механизм нервной регуляции моторики кишки реализуется за счет взаимодействия нейронов интрамуральных ганглиев (сенсорных, промежуточных и эфферентных), являющихся структурной основой местных рефлексов. Так, при локальном раздражении механо- и хеморецепторов слизистой оболочки кишки возникает сокращение циркулярных мышц выше места стимуляции и их расслабление ниже места раздражения. Это способствует перемещению химуса в каудальном направлении. При этом возбуждение от раздраженных рецепторов передается к сенсорным нейронам подслизистого сплетения, а по их аксонам — к промежуточным нейронам межмышечного сплетения. Интернейроны передают возбуждение к исполнительным (эфферентным) нервным клеткам. Проксимальнее от места раздражения возбуждаются холинергические нейроны, вызывающее сокращение циркулярных мышц, а дистальнее от места стимуляции приводятся в действие пептидергические тормозные нервные клетки, которые тормозят циркулярные мышечные пучки. В окончаниях аксонов этих нейронов выделяются тормозные медиаторы (ВИП и АТФ), которые вызывают гиперполяризацию мембраны миоцитов.

Моторика тонкой кишки регулируется также центральной нервной системой через парасимпатические и симпатические нервы. Возбуждение холинергических волокон блуждающего нерва вызывает, как правило, усиление сократительной активности мускулатуры кишки, а возбуждение адренергических волокон чревных нервов — торможение. Электростимуляция передних и средних ядер гипоталамуса, сигмовидной извилины коры больших полушарий усиливает моторику кишки, а раздражение задних ядер гипоталамуса и орбитальной извилины коры — тормозит. Электростимуляция переднего отдела поясной извилины и миндалевидного комплекса в зависимости от функционального состояния тонкой кишки либо активизирует, либо тормозит ее моторику. Центры регуляции сократительной активности тонкой кишки располагаются также в продолговатом и спинном мозге. В естественных условиях функционирования пищеварительной системы центральные структуры регуляции включаются в ответ на раздражение различных рефлексогенных зон, что и определяет характер вызываемых рефлексов. Различают две группы рефлексов — моторные и тормозные.

При осуществлении пищевода-кишечного моторного рефлекса раздражение механорецепторов пищевода во время глотания вызывает повышение тонуса и силы волн перистальтики тонкой кишки. Центр этого рефлекса расположен в продолговатом мозге. Свои влияния на кишку он реализует через блуждающий нерв. Гастродуоденальный, гастроеюнальный и гастро-илеоцекальный моторные рефлексы возникают в ответ на раздражение механорецепторов наполненного пищей желудка. Эти рефлексы имеют две компоненты: одна из них реализуется через энтеральную нервную систему, другая — через центр блуждающего нерва. Раздражение механо- и хеморецепторов слизистой оболочки тонкой кишки порцией химуса вызывает кишечно-кишечный моторный рефлекс, который выражается в усилении двигательной активности участников кишки, расположенных каудальнее места раздражения. Кишечно-кишечный моторный рефлекс тоже имеет две компоненты — местную и центральную, осуществляемую через ядро блуждающего нерва. Группа моторных рефлексов обеспечивает ускорение темпов пищеварения в тонкой кишке.

Тормозные рефлексy выражаются в угнетении моторики тонкой кишки и других отделов желудочно-кишечного тракта. Так, при сильном раздражении механорецепторов кишечника возникает ослабление моторики желудочно-кишечного тракта за счет возбуждения спинальных центров чревного нерва (кишечно-кишечный тормозной рефлекс). В физиологических условиях он предотвращает поступление в нижележащие отделы кишечника недостаточно переработанных порций химуса.

Аналогичный характер имеет прямокишечно-кишечный тормозной рефлекс, который выражается в угнетении моторики тонкой и толстой кишки в ответ на раздражение механорецепторов прямой кишки при ее переполнении каловыми массами. Реализуется этот рефлекс через спинальный центр чревного нерва. Значение описанного рефлекса очевидно: он уменьшает поступление химуса в конечный отдел толстой кишки до ее освобождения от каловых масс.

Гуморальная регуляция моторики тонкой кишки осуществляется за счет комплекса гормонов энтерального и неэнтерального происхождения. Так, гастрин, мотилин, гистамин, ХЦК, серотонин, вещество P, вазопрессин, брадикинин и окситоцин усиливают электрическую и двигательную активность миоцитов, а секретин, ВИП и ГИП — тормозят. Гастроинтестинальные гормоны вырабатываются эндокринными элементами двенадцатиперстной и тонкой кишки под влиянием рефлекторного и химического раздражения химуса и действуют не только на мембранные рецепторы миоцитов, но и на нейроны энтеральной нервной системы.

ТОЛСТАЯ КИШКА

Толстая кишка выполняет важные функции - интенсивное всасывание воды из химуса и формирование каловых масс, что используют во врачебной практике для введения большим питательных веществ с помощью клизм. В толстой кишке выделяется значительное количество слизи, которая облегчает продвижение содержимого по кишке и способствует склеиванию непереваренных частиц пищи. Одной из функций толстой кишки является выделительная. Через ее слизистую оболочку выделяется ряд веществ, например кальций, магний, фосфаты, соли тяжелых металлов и т. п. В толстой кишке вырабатываются витамин К и витамин В. Этот процесс осуществляется с участием бактериальной флоры, постоянно присутствующей в кишечнике. С помощью бактерий в толстой кишке происходит переваривание клетчатки.

Толстая кишка, простираясь от конца тонкой кишки до заднепроходного отверстия, разделяется на следующие части: 1) слепая кишка с червеобразным отростком, 2) ободочная кишка: восходящая, поперечная, нисходящая, сигмовидная, 3) прямая кишка.

Общая длина толстой кишки колеблется от 1,0 до 1,5 м. Ширина в области саесум достигает 7 см, отсюда постепенно уменьшается, составляя в нисходящей ободочной кишке около 4 см. По своему внешнему виду толстая кишка отличается от тонкой, кроме более значительного диаметра, также наличием: 1) особых продольных мышечных тяжей, или лент 2) характерных вздутий, *haustra coli*, и 3) отростков серозной оболочки, *appendices epiploicae*, содержащих жир.

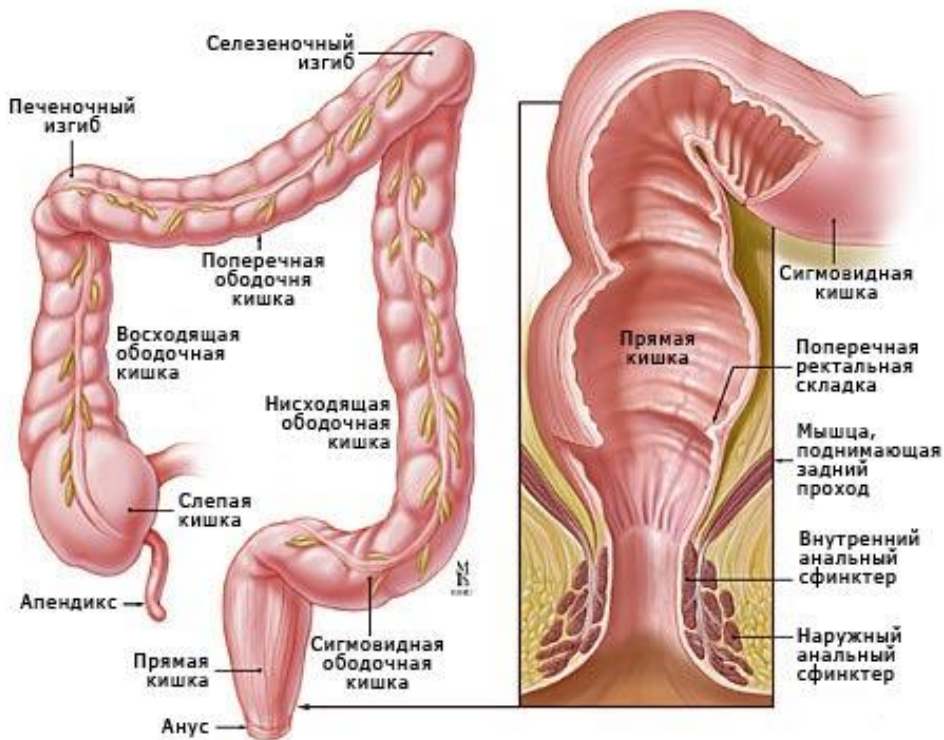
Ленты ободочной кишки, числом три, начинаются у основания червеобразного отростка и, располагаясь приблизительно на равных расстояниях друг от друга,

тянутся до начала прямой кишки. Ленты образованы продольным мышечным слоем ободочной кишки, который здесь не образует сплошного пласта.

Вздутия толстой кишки, заметны изнутри в виде мешкообразных углублений; снаружи они имеют вид выпячиваний, расположенных между лентами. Они способствуют обработке непереваренных остатков пищи.

Сальниковые отростки, представляют выпячивания серозной оболочки в виде отростков 4 — 5 см длиной и содержат в себе жировую ткань.

Все эти образования служат опознавательными признаками для отличия толстой кишки от тонкой.



Развитие. Начальные процессы образования рельефа толстой кишки - складок и ворсинок - с самого начала отличаются более активной ролью эпителия. Проллиферативная активность эпителия в толстом кишечнике максимальна в начальном и конечном его отрезке. Волны пролиферативной активности затем сходятся к середине кишки. Проллиферация эпителия, как правило, не приводит к obturации просвета. На 9-й неделе имеется довольно широкий слой эпителия, а под ним уплотненный слой мезенхимы. Вакуолизация эпителиальных клеток, потерявших связь с базальной мембраной, имеет место и в толстом кишечнике. Крипты толстой кишки закладываются как эндоэпителиальные углубления. Такие закладки уже на 9-й неделе образуются в прямой кишке. На 10-й неделе закладки крипт видны в слепой кишке и аппендиксе. Одновременно клетки, расположенные по краям закладок крипт удлиняются: ядра в них, как правило, располагаются ближе к апикальной поверхности. На 11-й неделе под такими удлиненными клетками начинается локальная пролиферация мезенхимы, небольшие скопления которой прогибают

базальную мембрану и расположенные на ней клетки. Так выглядят закладки ворсинок.

Уже на 12-й неделе закладки ворсинок широко распространяются по толстому кишечнику. До конца 3-го месяца по всей длине толстого кишечника образуются истинные ворсинки, содержащие под эпителием мезенхиму, сосуды. Эти ворсинки в отличие от ворсинок тонкого кишечника очень недолгое время остаются свободными. В более глубоких частях соседние ворсинки срастаются друг с другом. К 15-й неделе внутриутробного развития толщина слизистой примерно вдвое превышает толщину слизистой новорожденного.

В ходе дальнейшего внутриутробного развития толщина слизистой постепенно уменьшается, исчезают ворсинки и около $\frac{1}{3}$ крипт. Механизм этого процесса не вполне ясен. Ряд авторов объясняют его усиливающимся растяжением толстого кишечника постепенно накапливающимся содержимым. Вместе с тем нельзя исключить, что на данном этапе развития рост слизистой отстает от роста остальных оболочек толстого кишечника. Так или иначе, ворсинки и часть крипт оказываются расправленными.

Рост крипт в глубину ограничен рано возникающим в середине мезенхимного слоя сосудистым сплетением и позже мышечной пластинкой слизистой оболочки. Он может осуществляться благодаря интерстициальному росту, а также за счет роста вверх с включением в состав крипт материала ворсинок. Вскоре после закладки первичных крипт в донных отделах их возникают клеточные скопления, и начинается рост к поверхности перегородки. В результате возникают дефинитивные (вторичные) крипты - либеркюновы железы, процесс деления весьма интенсивно продолжается и в постнатальном периоде.

Аргирофильные волокна слизистой оболочки толстого кишечника впервые обнаруживаются у эмбриона длиной 11-13 мм, и их дифференцировка распространяется от переднего и каудального концов. Мышечная пластинка слизистой впервые обнаруживается в прямой кишке (на 14-й неделе), т. е. раньше, чем в остальной кишке. На 19-й неделе она появляется в начальном отделе толстой кишки, а в конце 5-го месяца - по всей ее длине.

Циркулярный слой мышечной оболочки также раньше всего дифференцируется в прямой кишке (эмбрион длиной 22-24 мм). На 12-й неделе здесь же впервые появляется продольный слой мышечной оболочки. В это же время закладываются первые ленты (*taeniae*). *Taeniae* хорошо выражены у зародыша длиной 140 мм. Их образование может быть следствием неравномерного роста слизистой. Вследствие неравномерного роста ранее округлое сечение кишки приобретает треугольную форму. По сторонам этого треугольника и происходит утолщение продольной мускулатуры с образованием мышечных лент. В этом же возрасте возникают вздутия (*haustreae*). Механизм их образования еще менее ясен.

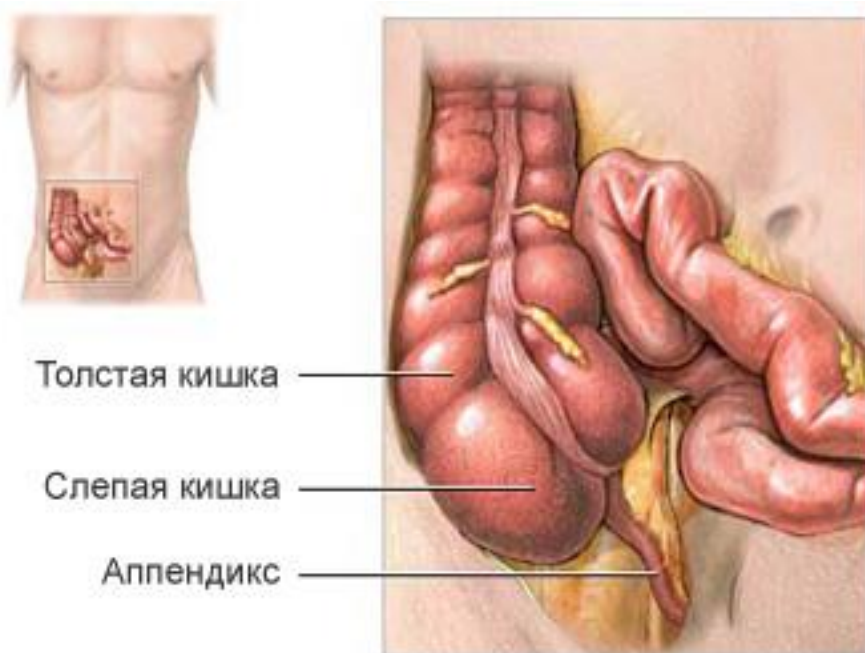
На 2-м месяце развития появляется закладка слепой кишки, представляющая собой дивертикул в ободочной кишке близ места перехода тонкой кишки в толстую. В течение 2-го месяца развития слепая кишка значительно увеличивается в размерах. К началу 3-го месяца проявляется неравномерный характер ее роста. Проксимальный отрезок ее в значительно большей степени увеличивает свой диаметр, чем дистальный. Таким образом, становится довольно четко определенным будущий аппендикс. В течение 4-го месяца аппендикс растет так сильно, что образует многочисленные изгибы. У новорожденного отличия в диаметре отростка и слепой

кишки еще не так велики, как у взрослого. Рост отростка продолжается в постнатальном периоде.

В развитии аппендикса плода человека можно выделить два основных периода. Первый период (8—12 недели) характеризуется отсутствием лимфоидных узелков, формированием однослойного призматического эпителия на поверхности и в криптах, появлением эндокриноцитов и началом заселения лимфоцитами собственной пластинки слизистой оболочки. Для второго периода (17—31-я неделя развития) характерны интенсивное развитие лимфоидной ткани и лимфатических узелков без светлых центров, образование куполов под эпителием, расположенных над узелками. Эпителий, покрывающий купол, однослойный кубический, иногда плоский, инфильтрирован лимфоцитами. Вокруг зоны купола расположены высокие складки слизистой оболочки. На дне крипт дифференцируются экзокриноциты с ацидофильными гранулами. В процессе развития аппендикс заселяется как Т-лимфоцитами, так и В-лимфоцитами. Завершение основных морфогенетических процессов отмечается к 40-й неделе развития, когда число лимфатических узелков в органе достигает 70, количество эндокриноцитов максимально (среди них преобладают ЕС- и S-клетки).

Строение.

Слепая кишка имеет вид мешка с вертикальным размером около 6 см и поперечным — 7—7,5 см. Она расположена в правой подвздошной ямке, иногда наблюдается более высокое положение, вплоть до нахождения кишки под печенью (сохранение зародышевого положения). Своей передней поверхностью слепая кишка прилежит непосредственно к передней стенке живота или же отделена от нее большим сальником. От медиально-задней поверхности слепой кишки, на 2,5 — 3,5 см ниже впадения тонкой кишки, отходит червеобразный отросток. Длина червеобразного отростка и его положение сильно варьируют; в среднем длина равна около 8,6 см, но в 2 % случаев она уменьшается до 3 см; отсутствие червеобразного отростка наблюдается очень редко. Положение червеобразного отростка тесно связано с положением слепой кишки.



При нормально расположенной слепой кишке различают следующие четыре положения червеобразного отростка:

1. Нисходящее положение (наиболее частое, в 40 —45 % случаев). Если червеобразный отросток длинен, то конец его спускается в полость малого таза и при воспалении иногда срастается с мочевым пузырем и прямой кишкой.
2. Латеральное положение (около 25 % случаев).
3. Медиальное положение (17 —20 % случаев).
4. Восходящее положение позади слепой кишки (около 13 % случаев). В этом случае червеобразный отросток располагается забрюшинно.

При всех разнообразных вариантах положения отростка центральная часть его, т. е. место отхождения отростка от слепой кишки, остается постоянным. Просвет червеобразного отростка у пожилых может частично или целиком зарастать. Слепая кишка и червеобразный отросток покрыты брюшиной со всех сторон. Брыжейка червеобразного отростка тянется обычно до самого конца его. У слепой кишки приблизительно в 6 % случаев задняя поверхность оказывается не покрытой брюшиной, причем кишка в таких случаях отделена от задней брюшной стенки прослойкой соединительной ткани, а червеобразный отросток расположен внутрибрюшинно. На месте впадения тонкой кишки в толстую замечен внутри илеоцекальный клапан. Он состоит из двух полулунных складок, в основании которых залегает слой кольцевой мускулатуры образуют вместе приспособления, которые регулируют продвижение пищи из тонкой кишки, где щелочная реакция, в толстую, где среда снова кислая, и препятствуют обратному прохождению содержимого и нейтрализации химической среды. Поверхность илеоцекального клапана, обращенная в сторону тонкой кишки, покрыта ворсинками, тогда как другая поверхность ворсинок не имеет.

Ободочная кишка

Восходящая ободочная кишка является продолжением слепой, причем границей между обеими служит место впадения тонкой кишки. Отсюда она направляется кверху и несколько кзади и, достигнув нижней поверхности печени, образует здесь изгиб влево и вперед, переходя в поперечную ободочную кишку. Своей задней поверхностью, не покрытой брюшиной, она прилежит к нижней части правой почки; спереди нередко отделяется от передней брюшной стенки петлями тонкой кишки

Поперечная ободочная кишка. самая длинная из ободочных (ее длина 25 — 30 см, тогда как восходящей — около 12 см, нисходящей — около 10 см), тянется от нижнего конца селезенки, где ободочная кишка делает второй изгиб и переходит в нисходящую ободочную кишку. Между обоими изгибами поперечная ободочная кишка идет не строго поперечно, а образует отлогую дугу выпуклостью книзу и несколько вперед, причем ее левый конец, стоит выше, чем правый. Спереди поперечная ободочная кишка прикрыта на большем своем протяжении большим сальником, сверху с ней соприкасаются печень, желчный пузырь, желудок, хвостовая часть поджелудочной железы и нижний конец селезенки; сзади поперечная ободочная кишка пересекает нисходящую часть двенадцатиперстной кишки, головку поджелудочной железы и посредством брыжейки прикрепляется к задней брюшной стенке и к лежащему здесь переднему краю поджелудочной железы.

Нисходящая ободочная кишка идет в левом подреберье вниз по левой стороне брюшной полости и на уровне подвздошного гребня переходит в сигмовидная ободочная кишка. Спереди нисходящая ободочная кишка обычно прикрыта петлями тонкой кишки, которые оттесняют ее к задней брюшной стенке, сзади она прилежит к диафрагме, ниже соприкасается также с латеральным краем левой почки.

Сигмовидная ободочная кишка, является продолжением нисходящей ободочной кишки и простирается до начала прямой кишки. Пустая сигмовидная кишка средней величины обычно располагается большей своей частью в полости малого таза, достигая правой стенки последнего; здесь она загибается и, направляясь вниз и влево, переходит в прямую кишку. Из этого положения сигмовидная кишка при наполнении пузыря или при наполнении самой кишки легко выводится и помещается выше лобкового симфиза. Спереди сигмовидную кишку прикрывают петли тонкой кишки.

Морфология ободочной кишки

Стенка ободочной кишки образована слизистой оболочкой, подслизистой основой, мышечной и серозной оболочками.

Для рельефа внутренней поверхности ободочной кишки характерно наличие большого количества циркулярных складок и кишечных крипт, значительно увеличивающих ее площадь. В отличие от тонкой кишки здесь отсутствуют ворсинки. Циркулярные складки образуются на внутренней поверхности кишки из слизистой оболочки и подслизистой основы. Они располагаются поперек и имеют полулунную форму (отсюда название «полулунные складки»). Кишечные железы (крипты) в ободочной кишке развиты больше, чем в тонкой, расположены чаще, размеры их больше (0,4—0,7 мм), они шире, содержат очень много бокаловидных экзокриноцитов.

Слизистая оболочка ободочной кишки включает эпителий, собственную пластинку и мышечную пластинку.

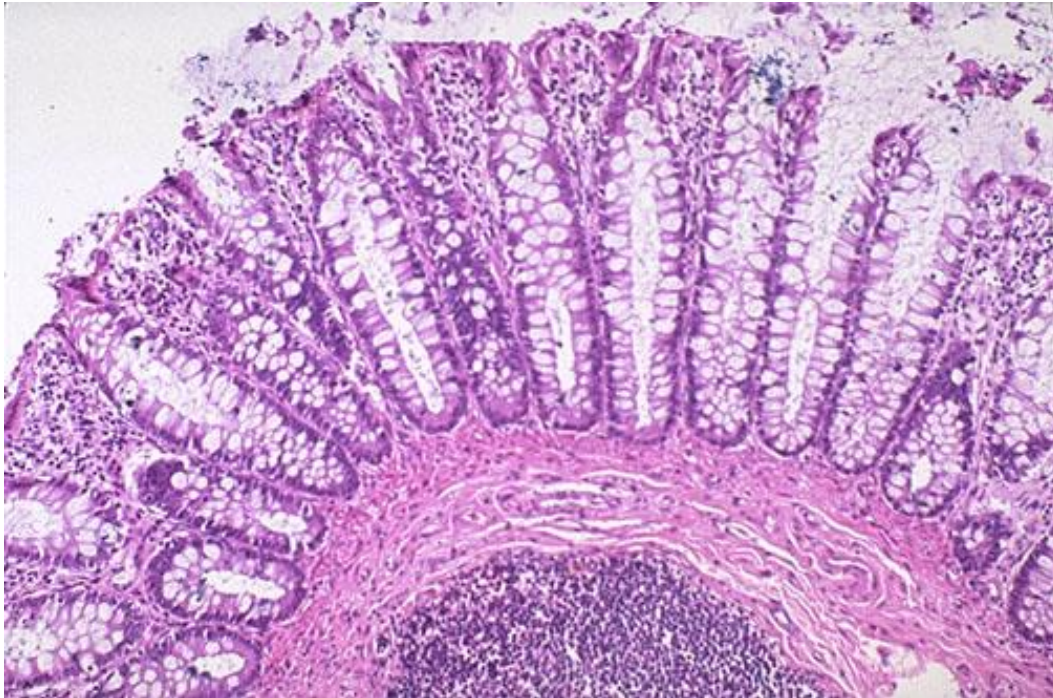
Эпителий слизистой оболочки однослойный столбчатый. Он состоит из трех основных видов клеток: столбчатых эпителиоцитов, бокаловидных экзокриноцитов и желудочно-кишечных эндокриноцитов. Кроме того, имеются малодифференцированные эпителиоциты. Столбчатые эпителиоциты располагаются на поверхности слизистой оболочки и в ее криптах. По своему строению они сходны с аналогичными клетками тонкой кишки, но у них более тонкая исчерченная каемка.

Бокаловидные клетки, выделяющие слизь, имеются в большом количестве в криптах. У основания кишечных крипт лежат малодифференцированные (камбиальные) эпителиоциты. В них часто видны фигуры митотического деления. За счет этих клеток происходит физиологическая регенерация эпителия толстой кишки. Изредка встречаются энтероэндокринные клетки (ЕС- и ЕСL-клетки) и клетки с ацидофильными гранулами (клетки Панета).

Собственная пластинка слизистой оболочки образует тонкие соединительнотканые прослойки между кишечными криптами. В этой пластинке часто встречаются одиночные лимфоидные узелки, из которых лимфоциты мигрируют в окружающую соединительную ткань и проникают в эпителий.

Мышечная пластинка слизистой оболочки более выражена, чем в тонкой кишке, и состоит из двух слоев. Внутренний слой более плотный, образован преимущественно циркулярно расположенными пучками гладких миоцитов. Наружный слой

представлен пучками гладких миоцитов, ориентированных частично продольно, частично косо по отношению к оси кишки. Мышечные клетки в этом слое расположены более рыхло, чем во внутреннем.



Строение толстой кишки:

Подслизистая основа содержит много жировых клеток. Здесь располагаются сосудистые и нервное подслизистое сплетения. В подслизистой основе ободочной кишки всегда очень много лимфоидных узелков; они распространяются сюда из собственной пластинки слизистой оболочки.

Мышечная оболочка представлена двумя слоями гладких мышц: внутренним — циркулярным и наружным — продольным. Наружный слой мышечной оболочки в ободочной кишке имеет особое строение. Этот слой не сплошной, пучки гладких миоцитов в нем собраны в три ленты, тянущиеся вдоль всей ободочной кишки. В участках кишки, лежащих между лентами, обнаруживается лишь тонкий слой, состоящий из незначительного количества продольно расположенных пучков гладких миоцитов. Эти участки кишки образуют вздутия (гаустры), выбухающие наружу. Между двумя слоями мышечной оболочки есть прослойка рыхлой волокнистой соединительной ткани, в которой проходят сосуды и находится мышечно-кишечное нервное сплетение.

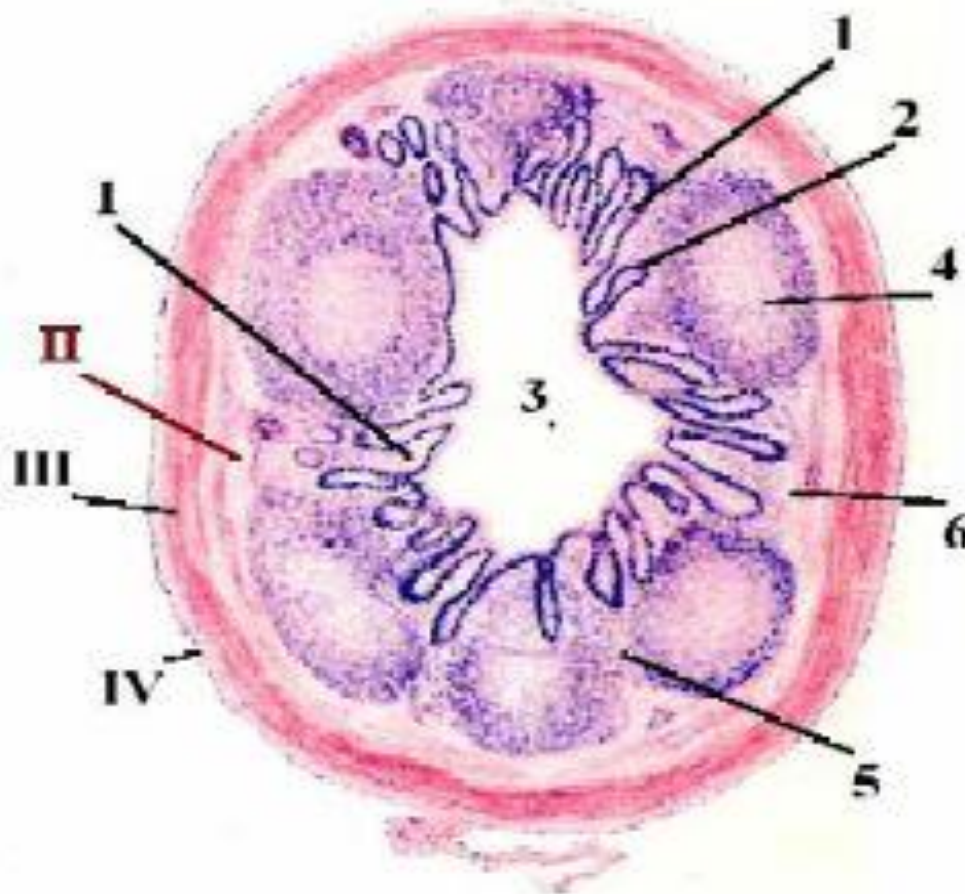
Серозная оболочка покрывает ободочную кишку снаружи. Иногда она имеет пальцеобразные выросты. Эти выросты представляют собой скопления жировой ткани, покрытые брюшиной.

Червеобразный отросток (аппендикс)

Для этого органа характерны большие скопления лимфоидной ткани. Червеобразный отросток имеет просвет треугольной формы у детей и круглой формы — у взрослых. С годами этот просвет может облитерироваться, зарастая соединительной тканью.

Слизистая оболочка червеобразного отростка имеет кишечные железы (крипты), покрытые однослойным призматическим эпителием со сравнительно небольшим содержанием бокаловидных клеток. На дне кишечных крипт чаще, чем в других отделах толстой кишки, встречаются клетки Панета (экзокриноциты с ацидофильными гранулами). Здесь же располагаются недифференцированные эпителиоциты и эндокринные клетки, причем их здесь больше, чем в криптах тонкой кишки (в среднем в каждой около пяти клеток).

Собственная пластинка слизистой оболочки без резкой границы (вследствие слабого развития мышечной пластинки слизистой) переходит в подслизистую основу. В собственной пластинке и в подслизистой основе располагаются многочисленные крупные местами сливающиеся скопления лимфоидной ткани. При попадании инфекции в просвет отростка всегда наступают выраженные изменения его стенки. В лимфоидных узелках возникают крупные светлые центры, лимфоциты сильно инфильтрируют соединительную ткань собственной пластинки, и часть их проходит через эпителий в просвет червеобразного отростка. В этих случаях в просвете отростка часто можно видеть отторгнутые эпителиоциты и скопления погибших лимфоцитов. В подслизистой основе располагаются кровеносные сосуды и нервное подслизистое сплетение.



Червеобразный отросток:

- I. Слизистая оболочка, II. Подслизистая оболочка, III. Мышечная оболочка;
IV. Серозная оболочка.

1 - эпителий; 2 - кишечные железы (крипты); 3 – просвет отростка; 4 - герминативные центры лимфоидных узелков; 5- лимфоидные узелки в собственной пластинке слизистой оболочки; 6 - подслизистая основа

Мышечная оболочка имеет два слоя: внутренний — циркулярный и наружный — продольный. Продольный мышечный слой отростка сплошной в отличие от соответствующего слоя ободочной кишки. Снаружи отросток обычно покрыт серозной оболочкой, которая образует собственную брыжейку отростка.

Прямая кишка

Прямая кишка служит для скопления каловых масс. Начинаясь на уровне мыса, она опускается в малый таз впереди крестца, образуя два изгиба в переднезаднем направлении: один, верхний, обращенный выпуклостью кзади, соответственно вогнутости крестца; второй, нижний, обращенный в области копчика выпуклостью вперед, — промежностный .

Верхний отдел прямой кишки помещается в тазовой полости, затем он расширяется, образуя ампулу диаметром 8 — 16 см, но может увеличиваться при переполнении или атонии до 30 — 40 см. Конечная часть прямой кишки направляющаяся назад и вниз, продолжается в заднепроходный канал, который, пройдя через тазовое дно, заканчивается заднепроходным отверстием.. Окружность этого отдела более стабильна, составляет 5 — 9 см. Длина кишки составляет 13 — 16 см, из которых 10—13 см приходится на тазовый отдел, а 2,5 — 3 см — на анальный. По отношению к брюшине в прямой кишке различают три части: верхнюю, где она покрыта брюшиной интраперитонеально, с короткой брыжейкой, среднюю, расположенную мезоперитонеально, и нижнюю — экстраперитонеальную.

Топография прямой кишки.

Кзади от прямой кишки находятся крестец и копчик, а спереди у мужчин она примыкает своим отделом, лишенным брюшины, к семенным пузырькам и семявыносящим протокам, а также к лежащему между ними не покрытому ею участку мочевого пузыря, а еще ниже — к предстательной железе. У женщин прямая кишка спереди граничит с маткой и задней стенкой влагалища на всем его протяжении, отделенная от него прослойкой соединительной ткани. Между собственной фасцией прямой кишки и передней поверхностью крестца и копчика нет каких-либо прочных фасциальных перепонок, что облегчает при операциях отделение и удаление кишки вместе с ее фасцией, охватывающей кровеносные и лимфатические сосуды.

Строение

Стенка прямой кишки состоит из тех же оболочек, что и ободочной кишки. В тазовой части прямой кишки ее слизистая оболочка имеет три поперечные складки, в образовании которых участвуют подслизистая основа и кольцевой слой мышечной оболочки. Ниже этих складок располагаются 8-10 продольных складок, между которыми видны углубления.

В анальной части кишки различают три зоны: столбчатую, промежностную и кожную. В столбчатой зоне продольные складки образуют заднепроходные столбы. В промежностной зоне эти образования соединяются, образуя зону слизистой оболочки с гладкой поверхностью в виде кольца шириной около 1 см *гемораидальную зону*.

Слизистая оболочка прямой кишки состоит из эпителия, собственной и мышечной пластинок. Эпителий в верхнем отделе прямой кишки однослойный столбчатый, в

столбчатой зоне нижнего отдела - многослойный кубический, в промежуточной - многослойный плоский неороговевающий, в кожной - многослойный плоский ороговевающий. Переход от многослойного кубического эпителия к многослойному плоскому совершается резко в виде зигзагообразной - аноректальной линии.

Переход в эпителий кожного типа постепенный. В эпителии прямой кишки встречаются столбчатые эпителиоциты с микроворсинчатой каемкой, бокаловидные экзокриноциты и эндокринные (ECL) клетки. Последних особенно много в столбчатой зоне. Эпителий в верхней части прямой кишки образует кишечные крипты. Они несколько длиннее, чем в ободочной кишке, но менее многочисленны. В нижних отделах кишки крипты постепенно исчезают.

Собственная пластинка слизистой оболочки принимает участие в формировании складок прямой кишки. Здесь располагаются одиночные лимфоидные узелки и сосуды. В области столбчатой зоны в этой пластинке залегает сеть тонкостенных кровеносных лагун, кровь из которых оттекает в геморроидальные вены. В собственной пластинке этой области проходят протоки желез, расположенных в подслизистой основе.

В промежуточной зоне собственная пластинка содержит большое количество эластических волокон, а также лимфоцитов и тучных клеток. Здесь находятся и единичные сальные железы.

В кожной зоне, окружающей анальное отверстие, к сальным железам присоединяются волосы. Потовые железы в собственной пластинке слизистой оболочки появляются на расстоянии 1-1,5 см от ануса, представляют собой трубчатые железы, концевые отделы которых свернуты кольцом. Это железы апокринного типа секреции.

Мышечная пластинка слизистой оболочки, как и в других отделах толстой кишки, состоит из двух слоев. Пучки гладких миоцитов ее постепенно переходят в узкие продольные пучки, тянущиеся до столбчатой зоны.

В *подслизистой основе* располагаются сосудистые и нервные сплетения. Здесь же встречаются пластинчатые нервные тельца. В подслизистой основе лежит сплетение геморроидальных вен. При нарушении тонуса стенок этих сосудов появляются варикозные расширения. При патологических изменениях эти образования могут быть причиной кровотечений. В подслизистой основе столбчатой зоны прямой кишки имеется 6-8 разветвленных трубчатых образований, тянущихся до циркулярного слоя мышечной оболочки, прорывающих его и слепо заканчивающихся в межмышечной соединительной ткани. На концах их образуются ампулярные расширения, которые выстланы одним или двумя слоями кубических клеток. Эпителий главных протоков этих рудиментарных анальных желез состоит из нескольких слоев полигональных клеток. Устье протока выстлано многослойным плоским эпителием. Эти эпителиальные трубочки расценивают как гомологи анальных желез животных. У человека при патологических условиях они могут служить местом образования фистул.

Мышечная оболочка состоит из двух слоев: внутреннего - циркулярного и наружного - продольного. Циркулярный слой на разных уровнях прямой кишки образует два утолщения, которые выделяются как отдельные анатомические образования - сфинктеры внутренний и наружный. Мышца наружного сфинктера образована поперечнополосатой мышечной тканью. Наружный продольный слой мышечной оболочки прямой кишки в противоположность другим отделам толстой кишки сплошной. Между обоими мышечными слоями имеется прослойка рыхлой соединительной ткани, в которой лежат мышечно-кишечные сплетения и сосуды.

Иннервация. В парасимпатическом мышечно-кишечном нервном сплетении толстой кишки, начиная с проксимальных отделов, моторные нейроны I типа постепенно заменяются чувствительными нейронами II типа, которые в прямой кишке становятся преобладающими.

Афферентная иннервация в прямой кишке хорошо развита. В толстой кишке афферентные волокна образуют в мышечной оболочке чувствительное сплетение. Чувствительные окончания имеют вид кустиков и терминалей, оканчивающихся в гладких мышцах.

ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОЛСТОЙ КИШКЕ.

Под влиянием моторной деятельности тонкой кишки от 1,5 до 2,0 л химуса через илеоцекальную заслонку поступает в толстую кишку (колоректальный отдел желудочно-кишечного тракта), где продолжается утилизация необходимых для организма веществ, экскреция метаболитов и солей тяжелых металлов, накопление обезвоженного кишечного содержимого и удаления его из организма. Этот отдел обеспечивает иммунобиологическую и конкурентную защиту желудочно-кишечного тракта от патогенных микробов; участвует в поддержании водного и минерального баланса в организме; обеспечивает задержку азота в организме путем синтеза аммиака из белковых метаболитов и его всасывание; участвует в обмене углеводов (путем всасывания моносахаридов, образовавшихся при гидролизе целлюлозы, гемицеллюлозы и пектинов ферментами бактерий); осуществляет ферментативный гидролиз и всасывание остатков питательных веществ, поступивших из тонкого кишечника, а также витаминов E, K и группы B, синтезированных бактериальной флорой. В обычных условиях жизнедеятельности человека уровень активности толстого кишечника невысок. Однако, если возникаю! нарушения пищеварения в предшествующих отделах желудочной трубки, толстый кишечник их компенсирует.

Секреторная функция толстой кишки. Для выделения небольших количеств щелочного пищеварительного сока (рН=8,5-9,0) толстой кишке не требуется механического раздражения. Как и другие пищеварительные соки, он состоит из жидкой и плотной части. Плотная часть кишечного сока имеет вид слизистых комочков, состоит из отторгнутых эпителиальных клеток и слизи (продуцируется бокаловидными клетками). Ферментов в этом соке содержится значительно меньше, чем в тонкокишечном, а в его плотной части содержится в 8-10 раз больше ферментов, чем в жидкой. Ферментовыделительный процесс в толстых кишках, как и в тонких, состоит из образования накопления ферментов в эпителиальных клетках с последующим их отторжением, распадом и переходом ферментов в полость кишки. В соке толстой кишки в небольшом количестве присутствуют пептидазы, катепсин, амилаза, липаза, нуклеаза, щелочная фосфатаза. Энтерокиназа и сахараза в соке толстой кишки отсутствуют.

В процессе гидролиза в толстой кишке принимают участие и энзимы, поступающие из тонкой кишки. В условиях нормального пищеварения интенсивность ферментовыделительных процессов в толстом кишечнике связана с тем, что химус, поступающий в этот отдел, беден неперевавшими продуктами. Однако толстый кишечник способен принимать участие в процессах компенсации нарушенных

функций вышележащих отделов пищеварительного канала путем значительного повышения секреторной активности.

Регуляция сокоотделения в толстой кишке осуществляется местными механизмами, при ее механическом раздражении мягкой резиновой трубкой или баллоном сокоотделение увеличивается в 8-10 раз. Прием богатой волокнами (целлюлоза, пектин, лигнин) пищи не только увеличивает количество кала за счет непереваренных волокон в его составе, но и ускоряет передвижение химуса и формирование кала, действуя подобно слабительным средствам.

Значение микрофлоры толстой кишки в жизнедеятельности макроорганизма.

Дистальный отдел пищеварительного канала, включая терминальную часть подвздошной кишки, является местом обильного размножения микроорганизмов. Микрофлора толстого кишечника состоит из трех групп микроорганизмов: главной (бифидобактерии и бактероиды — почти 90 % от всех микробов), сопутствующей (лактобактерии, эшерехии, энтерококки — около 10 %) и остаточной (цитробактер, энтеробактер, протей, дрожжи, клостридии, стафилококки и др. — около 1 %). В толстой кишке находится максимальное количество микроорганизмов (по сравнению с другими отделами пищеварительного тракта). На 1 г кала приходится 10¹⁰—10¹³ микроорганизмов.

Нормальная микрофлора здорового человека участвует в формировании иммунологической реактивности организма человека, предотвращает развитие в кишечнике патогенных микробов, синтезирует витамины (фолиевую кислоту, цианокобаламин, филлохиноны) и физиологически активные амины, осуществляет гидролиз токсичных продуктов метаболизма белков, жиров и углеводов, предотвращая эндотоксинемию. В процессе жизнедеятельности микроорганизмов, относящихся к нормальной микрофлоре, образуются органические кислоты, которые снижают рН среды и тем самым препятствуют размножению патогенных, гнилостных и газообразующих микроорганизмов. Бифидобактерии, лактобактерии, эубактерии, пропионбактерии и бактероиды усиливают гидролиз белков, сбраживают углеводы, омыляют жиры, растворяют клетчатку и стимулируют перистальтику кишечника. Бифидо- и эубактерии, а также эшерихии за счет своих ферментных систем участвуют в синтезе и всасывании витаминов, а также незаменимых аминокислот. Бактериальные модулины бифидо- и лактобактерии стимулируют лимфоидный аппарат кишечника, увеличивают синтез иммуноглобулинов, интерферона и цитокинов, подавляя развитие патогенных микробов. Кроме того, модулины усиливают активность лизоцима. Анаэробные бактерии вырабатывают биологически активные вещества (бета-аланин, 5-аминовалериановую и гамма-аминомасляную кислоты), медиаторы, оказывающие влияние на функции пищеварительной и сердечно-сосудистой систем, а также на органы кроветворения.

На состав микробного сообщества толстого кишечника оказывают влияние многие эндогенные и экзогенные факторы. Так, растительная пища приводит к увеличению энтерококков и эубактерии, животные белки и жиры способствуют размножению клостридии и бактероидов, но снижают количество бифидобактерии и энтерококков, молочная пища приводит к увеличению числа бифидобактерии.

Естественным регулятором микрофлоры кишечника являются антимикробные вещества, продуцируемые слизистой оболочкой кишечника и содержащиеся в пищеварительных секретах (лизоцим, лактоферрин, дефенины, секреторный

иммуноглобулин А). Нормальная перистальтика кишечника, продвигающая химус в дистальном направлении, оказывает большое влияние на уровень заселенности микробами каждого отдела кишечного тракта, препятствуя их распространению в проксимальном направлении. Поэтому нарушения двигательной активности кишечника способствуют возникновению дисбактериоза (изменению количественных соотношений и состава микрофлоры).

Присутствующие в кишечнике представители нормальной микрофлоры обладают выраженной антагонистической активностью по отношению к патогенным микробам и предохраняют организм хозяина от их внедрения и размножения. Клиническими наблюдениями установлено, что длительное лечение антибактериальными препаратами может повлечь тяжелые осложнения, вызванные бурным размножением дрожжей, стафилококка, гемолитических штаммов, кишечной палочки, протей.

Ферменты пищеварительных соков тонкого кишечника лишь частично в нем разрушаются и теряют свою активность. Поступив в толстый кишечник, энтерокиназа, щелочная фосфатаза и амилаза утрачивают свою роль, подвергаются воздействию микрофлоры и инактивируются. Процессам расщепления подвергаются также и парные эфиры желчных кислот (гликохолевая и таурохолевая), о чем свидетельствует наличие свободных желчных кислот в кале. Кишечная флора разлагает и другие присутствующие в химусе органические соединения с образованием ряда органических кислот, аммонийных солей органических кислот, аминов и др.

Кишечные микроорганизмы синтезируют витамин К, Е и витамины группы В (В₆, В₅,). Флора толстой кишки продуцирует также мало известные в настоящее время другие физиологически активные вещества, оказывающие влияние на тонус кишечной стенки и процессы всасывания воды и аминокислот.

Энзимы бактерий расщепляют волокна клетчатки, не переваренные в тонком кишечнике У разных людей количество целлюлозы, геми- целлюлозы и пектина, гидролизуемое энзимами бактерий, неодинаково и может составлять до 40% от их общего количества в химусе.

Микроорганизмы сбраживают углеводы до кислых продуктов (молочной и уксусной кислоты), а также алкоголя. Конечными же продуктами гнилостного бактериального разложения белков служат токсичные (индол, скатол) и биологически активные амины (гистамин, тирамин), водород, сернистый газ и метан. Сбалансированный рацион питания уравнивает процессы брожения и гниения. "Так, благодаря брожению в кишечнике создается кислая среда, препятствующая гниению. При нарушении равновесия между этими процессами могут возникать нарушения пищеварения.

Рост, развитие и функция бактериальной флоры в здоровом организме находятся под контролем иммунобиологической системы защиты (иммуноглобулины, лейкоциты на поверхности слизистой) и влиянием качественного состава пищи, бактерицидных свойств пищеварительных соков, скорости удаления микробных тел, зависящей от моторной деятельности кишечника, микробного загрязнения поступающей в организм пищи.

В толстом кишечнике образуется кал, который окрашен желчными пигментами, его рН 5-7, от интенсивности процессов брожения зависит запах.

Двигательная активность толстой кишки. Моторика толстой кишки обеспечивает *резервуарную* (накапливание кишечного содержимого), *эвакуаторную* (удаление содержимого), *всасывательную* (преимущественно воды и солей) функции и формирование каловых масс,

Резервуарная и всасывательная функции осуществляются благодаря характерному строению толстого кишечника. Его наружный мышечный слой располагается на поверхности в виде полос (теней). В результате тонуса этих полос, а также сокращений отдельных участков циркуляторного мышечного слоя, стенка кишечника образует складки и вздутия (гаустры), движущиеся вдоль кишки (волны гаустрации). Здесь происходит задержка химуса, обеспечивающая более длительный его контакт со стенкой кишки, что способствует всасыванию.

Волны гаустрации, представляющие собой непропульсивные перистальтические сокращения, и наблюдающаяся ритмическая сегментация, малоэффективны в отношении продвижения кишечного химуса.

Начальным отделам толстой кишки свойственны очень медленные малые маятникообразные сокращения. С их помощью осуществляется перемешивание химуса, что ускоряет всасывание воды. В поперечной ободочной и сигмовидной кишке наблюдаются большие маятникообразные сокращения, вызванные возбуждением большого количества продольных и циркулярных мышечных пучков. Медленное перемещение содержимого толстой кишки в дистальном направлении осуществляется благодаря редким перистальтическим волнам. Задержке химуса в толстой кишке способствуют антиперистальтические сокращения, которые перемещают содержимое в ретроградном направлении и тем самым способствуют всасыванию воды. Сгущенный обезвоженный химус накапливается в дистальном отделе толстой кишки. Этот участок кишки отделяется от вышележащего, заполненного жидким химусом, перетяжкой, вызванной сокращением циркулярных мышечных волокон, что является выражением сегментации.

При заполнении поперечной ободочной кишки сгущенным плотным содержимым усиливается раздражение механорецепторов ее слизистой оболочки на значительной площади, что способствует возникновению мощных рефлекторных пропульсивных сокращений. Подобного рода сокращения называются масс-сокращениями, которые захватывают большую часть кишки и обеспечивают опорожнение значительных ее участков. Масс-сокращения начинаются от слепой кишки и распространяются по всей ободочной и сигмовидной кишке. Во время таких волн, возникающих 3-4 раза в сутки, содержимое ободочной кишки изгоняется в сигмовидную и прямую кишку. Движения такого вида возникают после еды и, возможно, являются следствием желудочно - ободочного рефлекса. Такие движения возникают также при местном растяжении толстого кишечника. Прием пищи ускоряет возникновение пропульсивных сокращений за счет осуществления желудочно-ободочного рефлекса. Перечисленные фазные сокращения толстой кишки осуществляются на фоне тонических сокращений, которые в норме продолжаются от 15 с от 5 мин.

Показателем двигательной функции толстой кишки является продолжительность эвакуации химуса, т.е. время, в течение которого происходит освобождение кишечника от содержимого. При рентгенологическом исследовании у здорового

человека контрастная масса (сернокислый барий) через 3-3,5 часа после приема внутрь начинает поступать в толстую кишку. Заполнение всей толстой кишки продолжается около 24 часов, а ее полное опорожнение длится 48-72 часа.

Во время активной деятельности желудочно-кишечного тракта в нем появляются газы, которые выводятся из организма во время дефекации и вне ее. Они образуются из воздуха, заглатываемого вместе с пищей, из газа, являющегося результатом взаимодействия бикарбонатов пищеварительных соков двенадцатиперстной кишки с кислым химусом желудка, и газа, являющегося продуктом жизнедеятельности бактерий. У человека в течение суток образуется и выводится до 300 см газа, в состав которого входит азот (24-90%), углекислый газ (4,3-29%), кислород (0,1-2,3%), водород (0,6-47%), метан (0-26%), сероводород, аммиак, меркаптан. При нарушении деятельности желудочно-кишечного тракта состав газов и их количество изменяется. Значительное увеличение газообразования (до 3000 см) называется метеоризмом.

Регуляция моторной функции толстой кишки. Регуляция моторной функции толстой кишки осуществляется нервными и гуморальными механизмами.

Нервная регуляция осуществляется интрамуральной нервной системой, представленной межмышечным (ауэрбаховым) и подслизистым (мейсснеровым) нервными сплетениями. Экстрамуральная иннервация толстой кишки осуществляется симпатическим и парасимпатическим отделами нервной системы. Симпатические нервы, иннервирующие толстую кишку, выходят из верхнего и нижнего брыжеечного сплетений; парасимпатические — и дуг в составе блуждающего и тазового нервов. У человека слепая, восходящая и правая часть поперечно-оболочной кишки иннервируется симпатическими волокнами из верхнего брыжеечного сплетения; левая часть поперечно-ободочной, нисходящая, сигмовидная и верхний отдел прямой кишки — симпатическими волокнами из нижнего брыжеечного сплетения. Блуждающий нерв иннервирует правую половину толстой кишки, тазовый — ее левую половину. Парасимпатические нервы оказывают активирующее влияние на моторику толстой кишки, а симпатические — тормозное, хотя после пересечения указанных нервов двигательная активность этого отдела пищеварительного тракта не изменяется.

В основе моторики толстой кишки, как и тонкой, лежит способность мембраны гладкомышечных элементов к спонтанной деполяризации. Характер же сокращений и их координация зависят от влияний эфферентных нейронов интраорганной нервной системы и вегетативного отдела ЦНС. Местные рефлексы при раздражении механорецепторов толстой кишки усиливают ее моторику; раздражение же механорецепторов только прямой кишки приводит к торможению двигательной активности толстой и тонкой кишки, предотвращая ее переполнение каловыми массами. Торможение миогенной активности миоцитов толстой кишки через интраорганную нервную систему реализуется с помощью тормозных медиаторов (ВИП и АТФ).

Стимуляция парасимпатических нервов (блуждающего и тазового) увеличивает частоту и амплитуду сокращений мышц толстой кишки, а раздражение симпатических нервных волокон, выходящих из верхнего и нижнего брыжеечного сплетений, оказывает противоположный эффект.

Рефлекторные влияния, реализуемые через экстраорганные нервы, суммируются с гуморальными. Так, гастрин, ХЦК и кортизон стимулируют моторику толстой кишки, а адреналин, серотонин, секретин и глюкагон — тормозят.

Существенную роль в регуляции моторики толстой кишки играют рефлекторные связи с другими отделами пищеварительного тракта. Ее моторика возбуждается во время еды, прохождения пищи по пищеводу, раздражения хемо- и механорецепторов желудка, двенадцатиперстной кишки. Местные рефлексы со стороны кишечника и, в частности, с самой толстой кишки при раздражении ее механорецепторов, также являются активными стимуляторами моторной деятельности. Интенсивность раздражения зависит от количества химуса, фекалий, находящихся в толстом кишечнике. Это в значительной степени определяется характером принимаемой пищи и поэтому ее состав, особенно содержание клетчатки, является одним из факторов, регулирующих моторику толстого кишечника.

Тормозные влияния осуществляются из прямой кишки, раздражение рецепторов которой вызывает торможение двигательной активности толстой кишки.

Рефлексы, регулирующие моторику толстой кишки, замыкаются в центральной нервной системе. О влиянии высших отделов центральной нервной системы свидетельствует роль эмоций, которые отчетливо изменяют характер движений толстой кишки.

Гуморальные факторы также принимают участие в регуляции моторной функции толстой кишки, причем некоторые гормональные вещества действуют на моторику толстой кишки иначе, чем на моторику тонкой кишки. Так, серотонин возбуждает моторику тонкой кишки и тормозит моторику толстой. Тормозной эффект вызывают адреналин, глюкагон, кортизон стимулирует моторику толстой кишки

Опорожнение кишечника — дефекация. Опорожнение нижних отделов толстой кишки от экскрементов осуществляется с помощью акта *дефекации*. Вызывает позыв к дефекации раздражение рецепторов прямой кишки при ее заполнении каловыми массами и повышении давления в ней до 40-50 мм рт.ст. (3,92-4,90 кПа). Возникает дефекация благодаря моторной деятельности прямой кишки и ее двух сфинктеров — внутреннего гладкомышечного и наружного, образованного поперечнополосатой мышцей. Как внутренний, так и наружный сфинктеры вне дефекации находятся в состоянии тонического сокращения, что препятствует выпадению каловых масс. Регуляция непроизвольного процесса опорожнения осуществляется интрамуральной нервной системой, парасимпатическими и соматическими нервными центрами крестцовых сегментов спинного мозга, образующими центр дефекации (S₂-S₄).

Афферентные импульсы от рецепторов слизистой по срамным и тазовым нервам передаются в спинальный центр, откуда по эфферентным парасимпатическим волокнам этих же нервов передаются импульсы, вызывающие снижение тонуса и расслабление внутреннего сфинктера, с одновременным усилением моторики прямой кишки. Тонус наружного анального сфинктера вначале повышается, а при достижении надпороговой силы раздражения тормозится, что сопровождается дефекацией.

Произвольный акт дефекации осуществляется при участии центров продолговатого мозга, гипоталамуса и коры больших полушарий головного мозга и вырабатывается в

течение первого года жизни. Центр в продолговатом мозге, принимающий участие в регуляции этого акта, находится вблизи дыхательного и рвотного. Близостью центров объясняется усиление дыхания и торможение рвотного рефлекса при растяжении анальных сфинктеров и непроизвольная дефекация при остановке дыхания.

Естественный акт дефекации является отчасти волевым, отчасти непроизвольным. При значительном раздражении прямой кишки происходит ее сокращение и расслабление внутреннего анального сфинктера.

Произвольная часть акта дефекации включает расслабление наружного сфинктера, сокращение диафрагм и брюшных мышц. Все это ведет к уменьшению объема брюшной полости и повышению внутри-брюшного давления (до 220 см вод.ст.). Рефлекс дефекации полностью исчезает после разрушения крестцовых сегментов спинного мозга. Разрушение спинного мозга выше этих сегментов сопровождается сохранением спинальных рефлексов дефекации, однако произвольный компонент рефлекса дефекации не осуществляется.

Дефекация, как рефлекторный акт, в свою очередь оказывает ряд рефлекторных влияний на различные органы и системы. Так, рефлекторные влияния на сердечно-сосудистую систему проявляются в том, что максимальное кровяное давление повышается примерно на 60 мм рт.ст., минимальное — на 20 мм рт.ст., пульс учащается на 20 ударов в минуту.

Особенности всасывания веществ в толстой кишке.

Основная часть воды и электролитов (5-7 л в сутки) всасываются в толстой кишке и только лишь менее 100 мл жидкости выделяется у человека в составе фекалий. В основном процесс всасывания в толстой кишке осуществляется в ее проксимальном отделе. Эта часть толстой кишки называется *абсорбционной ободочной* кишкой. Дистальная часть толстой кишки выполняет депонирующую функцию и поэтому называется *депонирующей ободочной* кишкой.

Слизистая оболочка толстой кишки обладает высокой способностью к активному транспорту ионов натрия в кровь, она абсорбирует их против более высокого концентрационного градиента, чем слизистая тонкой, так как в результате ее всасывательной и секреторной функции химус, поступающий в толстую кишку, изотоничен.

Поступление ионов натрия в межклеточное пространство слизистой оболочки кишечника, в результате созданного электрохимического потенциала, способствует всасыванию хлора. Всасывание ионов натрия и хлора создает осмотический градиент, что, в свою очередь, способствует всасыванию воды через слизистую оболочку толстой кишки в кровь. Бикарбонаты, которые поступают в просвет толстой кишки в обмен на равное количество хлора, способствуют нейтрализации кислых конечных продуктов жизнедеятельности бактерий в толстой кишке.

При поступлении большого количества жидкости в толстую кишку через илеоцекальную заслонку или при секреции толстой кишкой сока в больших количествах, в фекалиях создается избыток жидкости и возникает диарея.

Возрастные изменения кишечника.

Рост кишечника совершается особенно интенсивно в течение 1-го года жизни, когда длина его увеличивается в $2^{1/2}$ раза; дальнейшее увеличение происходит медленно. Параллельно с увеличением длины кишечника меняется и строение кишечной стенки. В раннем детском возрасте слабо развиты складки слизистой, ворсинки, мышечная оболочка и лимфоидный аппарат. В постнатальном периоде вследствие неравномерного роста меняется и соотношение главных отделов кишечника. У новорожденного общая длина кишечника составляет около 336-360 см. Отношение длины толстого кишечника к длине тонкого изменяется следующим образом: у новорожденных 1:6, у грудных детей 1:5, у взрослого 1:4. Эти цифры характеризуют два важных обстоятельства: большой удельный вес в раннем постнатальном периоде тонкого кишечника и относительно быстрый рост толстого кишечника. Большая относительная длина тонкого кишечника в раннем периоде соответствует его большой пищеварительной нагрузке. По-видимому, кишечник наиболее интенсивно растет на 2-м месяце и к 7-му месяцу занимает в брюшной полости окончательное положение.

В постнатальном периоде продолжают не только количественные (рост), но и качественные (гистогенез) изменения кишечника. Мышечная оболочка у новорожденного, особенно ее продольный слой, тонка. Эластический аппарат развит слабо. Либеркюновы крипты почти в 2 раза ниже, чем у взрослого. Клетки Панетта встречаются, в отличие от взрослого, в большем количестве в основании желез и на поверхности ворсинок. Количество ворсинок к взрослому состоянию увеличивается в 4-6 раз по сравнению с их количеством у новорожденного. Рассматривая гистогенез органов пищеварения, нельзя не отметить зависимость структуры, ее адекватность количеству и качеству пищи. Особенно хорошо это видно в период молочного вскармливания. Каемчатые клетки тонкой кишки крысенка через 12 ч после рождения, находившегося на материнском вскармливании, богаты митохондриями, гранулярной цитоплазматической сетью, лизосомами (особенно в апикальных частях). У 2-дневного животного в апикальных частях этих клеток формировалась лабиринтная система канальцев. К 3-дневному возрасту ворсинки приобретали типичный вид. Клетки содержали отграниченную мембраной крупную надъядерную вакуоль, содержащую гомогенный материал. Лабиринтная система канальцев и вакуолей хорошо развита. В возрасте 10 дней вакуолизация менее диффузна. У 20-дневных крысят система вакуолей исчезает, цитоплазма выглядит гомогенной; отличий от соответствующих клеток взрослого нет.

Таким образом, в течение первых 3 дней у новорожденных под влиянием молочного питания развивался специальный аппарат, связанный с кишечной полостью и предназначенный для поглощения молока. С изменением характера пищи этот аппарат редуцировался.

Количество дуоденальных бруннеровых желез в раннем возрасте больше, чем у взрослого. К моменту рождения бруннеровы железы занимают наибольшие участки по длиннику двенадцатиперстной кишки. У зрелых новорожденных бруннеровы железы сильно ветвятся, достигают максимального развития.

Морфологическая картина аппендикса варьирует и у новорожденного и в последующие возрастные периоды. Полного развития аппендикс достигает между 10 и 20 годами. Лимфоидная ткань достигает максимального развития к 10 годам. Уже в

14-15 лет отмечаются признаки обратного развития. Увеличиваются также размеры фолликулов, количество коллагеновых и эластических волокон. После 30-40 лет жизни количество лимфоидной ткани существенно уменьшается, строма выглядит более грубой: встречающиеся в небольшом количестве плоские фолликулы расположены под слоем крипт. К 70-80 годам следы лимфоидной ткани часто исчезают.

Развитие аппендикса продолжается длительное время после рождения. Особенно это относится к лимфоидной ткани. Развитие последней во внутриутробном периоде лишь слегка намечено. Количество лимфоцитов во внутриутробном периоде мало, развитые плазматические клетки практически не встречаются. В нормальных условиях сформированные фолликулы с центрами размножения возникают лишь после рождения. Развитие лимфоидного аппарата аппендикса, как и других лимфоидных скоплений по ходу пищеварительного канала и лимфатических узлов, зависит от степени антигенной стимуляции организма.

У новорожденного слизистая составляет лишь половину толщины этой оболочки у взрослого. Структура всех компонентов стенки выглядит у новорожденного гистогенетически незавершенной. Среди клеток эпителиального пласта много (в том числе и на поверхности) бокаловидных клеток. Впоследствии количество бокаловидных клеток уменьшается. У взрослого они исчезают с поверхности и остаются лишь в криптах. Соединительная ткань слизистой и подслизистой оболочки рыхлая, богата ретикулярными элементами, содержит значительное количество диффузно расположенных лимфоцитов. Обычно у новорожденного лимфоциты образуют диффузные скопления. Вскоре после рождения (на 3-4-й день) в лимфоидной ткани видны отчетливые узелки (в слизистой). Увеличивается и лимфоидная ткань в подслизистой оболочке. Интенсивность лимфопоэза нарастает, о чем свидетельствует появление в фолликулах центров размножения. Появление и развитие фолликулов, форм антигенного раздражения издавна связывается с проникновением в пищеварительный тракт микрофлоры. Признаком своеобразной активности протекающих здесь в этот период развития процессов является плотное наполнение интрамуральных лимфатических сосудов малыми лимфоцитами. Такая картина в последующие возрастные периоды не встречается.

Интрамуральные сплетения кишечника 5-месячного эмбриона состоят целиком из нейробластов. Сколько-нибудь заметное количество дифференцированных нейронов появляется лишь в пренатальном периоде. Однако и у новорожденного среди нервных клеток кишечника преобладают малодифференцированные элементы. Активная дифференцировка интрамуральных нейронов кишечника начинается лишь в постнатальном периоде. Иногда уже в первые месяцы жизни значительное количество нервных клеток обладает многочисленными отростками. К двухлетнему возрасту ганглии увеличиваются в размерах, увеличиваются размеры нейронов, их ядер, появляется возможность четко диагностировать клетки разных типов. Дальнейший прогресс (утолщение нервных тяжей, увеличение размеров клеток и узлов в целом и т. д.) отмечается в возрасте 5 лет. В 10-13-летнем возрасте в клеточном составе ганглиев преобладают дифференцированные нейроны. Отдельные малодифференцированные клетки могут встречаться в возрасте 20 лет и старше.

Аппендикс обладает мощным интрамуральным аппаратом. Развитие его отличается чрезвычайно длительным течением. До 35-46-летнего возраста в его составе преобладают незрелые формы нейронов.

Вопросы для самоконтроля.

1. Кишечник, источники и особенности развития.
2. Общая характеристика рельефа и оболочек тонкого кишечника.
3. Микроскопическое и ультрамикроскопическое строение ворсинки и крипты.
4. Гистофизиология процесса всасывания. Возрастные особенности.
5. Отличительные особенности строения различных отделов тонкого кишечника. Функции тонкого кишечника.
6. Особенности строения толстого кишечника.
7. Строение червеобразного отростка. Функции толстого кишечника
8. Прямая кишка. Особенности строения.
9. Гистофизиология разных отделов толстого кишечника.
10. Возрастные особенности толстого кишечника.

Ситуационные задачи.

1. Предложены два препарата без названия. На одном препарате видны широкие и низкие ворсинки и крипты, а в подслизистом слое - железы. Мышечная оболочка состоит из 2-х слоев. На другом - глубокие ямочки, железы простые, трубчатые неразветвленные, расположены в собственной пластинке слизистой оболочки. Мышечная оболочка состоит из трех слоев. Какие отделы желудочно-кишечного тракта представлены на данных препаратах?
2. Даны два препарата. На одном широкие и низкие ворсинки и крипты, а в подслизистой основе - железы. Бокаловидные клетки редко встречаются в эпителии кишечника. На втором - ворсинки высокие и тонкие, их значительно больше, чем в предыдущем препарате. Среди эпителиальных клеток преобладают высокопризматические клетки и бокаловидные клетки. Какие отделы кишечника представлены в препаратах?
3. В результате длительного лечения антибиотиками у больного нарушен процесс переваривания пищи клетчатки в толстом кишечнике. С чем это связано?
4. В результате травмы поврежден эпителий слизистой оболочки тонкой кишки. За счёт каких клеток будет осуществляться его регенерация? В каких структурах кишки они располагаются?
5. На высоте пищеварения отмечается активное движение ворсинок кишки, в результате чего меняется их длина. Чем это обусловлено?
6. Ворсинки кишки покрыты сверху эпителием, в составе которого различают три вида клеток. Какие из них принимают участие в процессах пристеночного пищеварения?
7. Препараты приготовлены из двенадцатиперстной и тощей кишки. По каким особенностям строения их можно отличить?
8. Препараты приготовлены из тощей кишки и ободочной. Как можно их отличить?
9. В эпителиальной пластинке кишки на препарате, окрашенном гема-токсилин – эозином, выделяются клетки в виде светлых пузырьков. Что это за клетки? Какое их функциональное значение?

Тестовые задания.

Проверь себя:

1. ДУОДЕНАЛЬНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ :

- а. слизистые
- б. расположены в подслизистой основе
- в. разветвленные
- г. наиболее выражены в тощей кишке

2. В СОСТАВЕ КРИПТЫ КИШЕЧНИКА СОДЕРЖАТСЯ :

- а. бокаловидные клетки
- б. эндокринные клетки
- в. столбчатые клетки
- г. главные клетки
- д. париетальные клетки

3. ВОРСИНКИ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ТОНКОЙ КИШКИ ОБРАЗОВАНЫ:

- а. каемчатым Эпителием
- б. собственной пластинкой
- в. отдельными мышечными клетками слизистой оболочки
- г. подслизистой основой

4. ОТЛИЧИЯ ТОЩЕЙ И ПОДВЗДОШНОЙ КИШКИ ОТ 12-ПЕРСТНОЙ:

- а. отсутствием дуоденальных желез
- б. более длинными и тонкими ворсинками
- в. большим числом бокаловидных клеток
- г. наличием эндокринных клеток
- д. наличием мышечной оболочки

5. ОТЛИЧИЯ КРИПТЫ ТОЛСТОЙ КИШКИ ОТ КРИПТ ТОНКОЙ КИШКИ:

- а. большими размерами
- б. большим количеством бокаловидных клеток
- в. меньшей выраженностью щеточной каемки в эпителиоцитах
- г. наличием эндокринных клеток

6. РЕЛЬЕФ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ТОНКОЙ КИШКИ ФОРМИРУЮТ:

- а. циркулярные складки
- б. ворсинки
- в. крипты
- г. ямки

7. В СОСТАВ ЭПИТЕЛИЯ ВОРСИНОК ТОНКОЙ КИШКИ ВХОДЯТ:

- столбчатые каемчатые эпителиоциты.
- бокаловидные.
- эндокринные.
- камбиальные (столбчатые, бескаемчатые).
- с апикальной зернистостью (клетки Панета).

8. НАЗОВИТЕ ВИДЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В ТОНКОМ КИШЕЧНИКЕ:

- а. полостное
- б. пристеночное
- в. молекулярное
- г. внутриклеточное

9. ДЛЯ ТОЛСТОЙ КИШКИ ХАРАКТЕРНО:

- а. много бокаловидных клеток
- б. содержит множество бактерий, вырабатывающих витамины
- в. слизистая имеет короткие ворсинки
- г. отсутствуют крипты
- д. имеет особенности мышечной оболочки

10. ДЛЯ ЧЕРВЕОБРАЗНОГО ОТРОСТКА ХАРАКТЕРНЫ:

- а. большое количество лимфатических фолликулов
- б. сплошной мышечный слой
- в. бокаловидные клетки в составе крипт
- г. продольный слой собран в три ленты
- д. отсутствие серозной и адвентициальной оболочек
- е. наличие ворсин

ОПРЕДЕЛИТЕ, ВЕРНЫ ИЛИ НЕВЕРНЫ УТВЕРЖДЕНИЯ И СВЯЗЬ МЕЖДУ НИМИ

Ответ	Утверждение I	Утверждение II	Связь
А	верно	верно	существует
Б	верно	верно	отсутствует
В	верно	неверно	отсутствует
Г	неверно	верно	отсутствует
Д	неверно	неверно	отсутствует

11. Через эпителий кишечника происходит процесс всасывания веществ, *потому что* на апикальной части клеток находятся реснички, образующие щеточную каемку.

12. Аппендикс подвержен воспалению, *потому что* он входит в состав периферических отделов иммунной системы.

13. В слизистой оболочке толстого кишечника всасывается вода и электролиты, *потому что* она имеет многочисленные ворсины.

14. В толстой кишке вырабатывается витамин К и В12, *потому что* там много бактериальной флоры, участвующей в их образовании.

ДОПОЛНИТЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ, ВСТАВЬТЕ ПРОПУЩЕННОЕ СЛОВО

15. В щеточной каемке _____ клеток _____ кишечника происходит _____ пищеварение.

16. На дне крипт тонкого кишечника находятся клетки с ацидофильной зернистостью или клетки _____. Их секрет расщепляет _____ до аминокислот.

17. Средний отдел пищеварительной трубки составляют: _____, _____, _____. Их выстилает _____ эпителий.

18. Дуоденальные железы расположены в _____ оболочке двенадцатиперстной кишки. Рельеф этого отдела образован _____, _____, _____.

19. Червеобразный отросток содержит большое количество _____ узелков, которые обеспечивают антигензависимую дифференцировку лимфоцитов. Мышечная оболочка _____ не образует.

Ответы:

1. а, б, в	2. а, б, в	3. а, б, в	4. а, б, в	5. а, б, в
6. а, б, в	7. а, б, в, г, д	8. а, б, г	9. а, б, д	10. а, б, в, г
11. в	12. б	13. в	14. а	
15. каемчатых, тонкого, пристеночное				
16. Панетта, дипептидазы				
17. желудок, тонкий, толстый кишечник, каемчатый				
18. подслизистой, складки, ворсинки, крипты				
19. лимфатических, ленты				

ЛИТЕРАТУРА:

1. Афанасьев, Ю. И. Гистология, эмбриология, цитология : учебник / Ю. И. Афанасьев, Б. В. Алешин, Н. П. Барсуков [и др.] ; под ред. Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. - 7-е изд. , перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 832 с.
2. Брин, В. Б. Физиология человека в схемах и таблицах: учеб. пособие. — 4-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2017. — 608 с.
3. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И. Функциональная анатомия органов пищеварительной системы. – СПб, - 2009
4. Северин, Е. С. Биохимия с упражнениями и задачами / Северин Е. С. , Глухов А. И. , Голенченко В. А. и др. / Под ред. Е. С. Северина - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 384 с.
5. Биохимия с упражнениями и задачами. Учебник. Глухов А.И., Северин Е.С. 2019 г. Издательство: ГЭОТАР-Медиа, 2019, 384 с.
6. Пуликов А.С. Возрастная гистология: Учеб. пособие / Ростов н/Д, Красноярск: Феникс, Издат. проекты, 2006. - 173 с.
7. Лысова, Н.Ф. Возрастная анатомия и физиология: Учебное пособие / Н.Ф. Лысова, Р.И. Айзман. - М.: Инфра-М, 2017. - 272 с.
8. Физиология и основы анатомии: учебник / Под ред. А.В. Котова, Т.Н. Лосевой. 2011. - 1056 с.
9. Хэм А., Кормак Д., Гистология - системы организма (т. 4): Пер. с англ., 1983. – С.45-54
10. Волкова О.В., пекарский М.И. Эмбриогенез и возрастная гистология внутренних органов человека. М.,»Медицина», 1976.
11. <http://lechipechen.narod.ru/cvetoterapija.html>
12. http://www.narodniy-doctor.ru/bolezni_pecheni.php
13. http://www.pems.ru/dvs_sindromyi_zhelchnaya_problema/gistologicheskie_izmeneniya_pecheni.html
14. <http://www.morphology.dp.ua/mp3/>
15. http://medivin.ru/default_1367.html
16. <http://lechebник.info/480/14.htm>
17. <http://humbio.ru/humbio/physiology/001b3ec6.htm>
18. <http://humbio.ru/humbio/physiology/001b3ec6.htm>.
19. <http://www.znaj.ru/html/31870.html>
20. <http://ymanet.ru/departments/view.download/15/613>
21. http://www.pems.ru/dvs_sindromyi_zhelchnaya_problema/gistologicheskie_izmeneniya_pecheni.html
22. <http://www.4medic.ru/page-id-222.html>
23. <http://biofile.ru/bio/10135.html>
24. <http://biofile.ru/bio/19657.html>
25. <http://biofile.ru/bio/17778.html>

26. <http://biofile.ru/bio/17659.html>
27. <http://ultrasound.net.ua/materiali/organi-ta-sistemi/gepatobiliarna-sistema/segmentarnoe-stroenie-pecheni/>
28. <http://www.youtube.com/watch?v=DVY6kSU13L4>