**План**

1. Введение……………………………………………………….3
2. Сущность процессов, происходящих в желудочно-кишечном тракте……………………………………………...4
3. Типы пищеварения…………………………………………....5
4. Всасывание…………………………………………………….9
5. Регуляция всасывания……………………………………….11
6. Заключение…………………………………………………..14
7. Список литературы………………………………………….15

**Введение**

Все вещества, необходимые для выполнения физической и умственной работы, поддержания температуры тела, а также роста и восстановления разрушающихся тканей и других функций, организм получает в виде пищи и воды. Пищевые продукты состоят из питательных веществ, основными из которых являются белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины, вода. Эти вещества входят в состав клеток организма. Большинство пищевых продуктов не может использоваться организмом без предварительной обработки. Она заключается в механической переработке пищи и химическом расщеплении ее на простые растворимые вещества, которые поступают в кровь и поглощаются из нее клетками. Такая обработка пищи называется пищеварением.

Пищеварительная система — это совокупность органов пищеварения у животных и человека. У человека пищеварительная система представлена ротовой полостью, глоткой, пищеводом, желудком, кишечником, печенью и поджелудочной железой.

В ротовой полости пища измельчается (разжевывается), затем подвергается сложной химической обработке пищеварительными соками. Слюнные железы выделяют слюну, железы желудка, поджелудочная и кишечная железы – различные соки, а печень – желчь. В результате воздействия этих соков белки, жиры и углеводы расщепляются до более простых растворимых соединений. Но это возможно лишь при движении пищи по пищеварительному каналу и тщательном ее перемешивании. Перемещение и перемешивание пищи осуществляется благодаря мощным сокращениям мускулатуры стенок пищеварительного канала. Переход питательных веществ в кровь и лимфу выполняется слизистой оболочкой отдельных участков пищеварительного канала.

**Сущность процессов, происходящих**

**в желудочно-кишечном тракте**

Ежесуточно взрослый человек должен получать около 80—100 г белков, 80—100 г жира и 400 г углеводов. Они поступают с пищей. Вместе с ними в пище содержатся минеральные соли, микроэлементы, витамины, а также балластные вещества, которые являются ценным компонентом пищи.

Сущность пищеварения (рис.1) заключается в том, что после необходимой механической обра­ботки, т. е. размельчения и растирания пищи во рту, желудке и в тонком кишечнике происходит гидролиз белков, углеводов и жиров. Он проходит в два этапа — вначале в полости пище­варительного тракта происходит разрушение полимера до олигомеров, а затем — в области мем­браны энтероцита (пристеноч­ное, или мембранное пищеваре­ние) — происходит окончатель­ный гидролиз до мономеров — аминокислот, моносахаридов, жирных кислот, моноглицеридов. Молекулы-мономеры с по­мощью специальных механизмов всасываются, т. е. реабсорбируются через апикальную поверх­ность энтероцитов и переходят в кровь или лимфу, откуда посту­пают в различные органы, прохо­дя первоначально через систему воротной вены печени. Все «бал­ластные» вещества, которые не смогли быть гидролизованы фер­ментами желудочно-кишечного тракта, идут в толстый кишеч­ник, где с помощью микроорга­низмов подвергаются дополни­тельному расщеплению (частич­ному или полному), при этом часть продуктов этого расщепле­ния всасывается в кровь макро­организма, а часть идет на пита­ние микрофлоры. Микрофлора способна также продуцировать биологически активные вещества и ряд витаминов, например, витамины группы В.

Заключительным этапом пищеварения является формирование каловых масс и их эвакуация (акт дефекации). В среднем их масса достигает 150—250 г. В норме акт дефекации совершается 1 раз в сутки, у 30% людей — 2 раза и больше, а у 8% — реже 1 раз в сутки. За счет аэрофагии и жизнедеятельности микрофлоры в желудочно-кишечном тракте накапливается около 100—500 мл газа, который частично выделяется при дефекации или вне ее.

**Рис.1. Сущность процессов переваривания компонентов пищи.**

**Типы пищеварения**

В зависимости от происхождения гидролитических ферментов различают:

1) собственное пищеварение — оно идет за счет ферментов, вырабатываемых челове­ком или животным;

2) симбионтное — за счет ферментов симбионтов, например, ферментов микроорганизмов, населяющих толстый кишечник;

3) аутолитическое — за счет ферментов, вводимых вместе с пищей. Это, например, характерно для молока матери, в нем содержатся ферменты, необходимые для створаживания молока и гидролиза его компонентов. У взрослого человека главное значение в процессах пищеварения имеет собственное пищеварение.

В зависимости от локализации процесса гидролиза питательных веществ различают: внутриклеточное и внеклеточное пищеварение, причем внеклеточное делится на дистантное (или полостное) и контактное (или пристеночное) пищеварение.

**Внутриклеточное пищеварение** представляет собой процесс, происходящий внутри клетки. Фагоциты — яркий пример использования этого способа гидролиза. Как правило, внутриклеточное пищеварение осуществляется с помощью гидролаз, расположенных в лизосомах. В процессе собственного (истинного) пищеварения у человека основная роль принадлежит полостному и пристеночному пищеварению.

**Полостное пищеварение** совершается в различных отделах ЖКТ, начиная с ротовой полости, но его выраженность различна. Слюнные железы, железы желудка, панкреатичес­кая железа, многочисленные железы кишечника вырабатывают соответствующие соки (слюну — в ротовой полости), в которых помимо различных компонентов содержатся ферменты — гидролазы, осуществляющие гидролиз соответствующих полимеров — белков, сложных углеводов, жиров. Как правило, гидролиз происходит в водной фазе и во многом он определяется рН среды, температурой, а для липаз — содержанием в среде эмульгатора жира — желчных кислот. Он заканчивается образованием мелких молекул — дисахаридов, дипептидов, жирных кислот, моноглицеридов.

**Пристеночное (мембранное) пищеварение** — идея о его существовании была высказана А. М. Уголевым в 1963 г. Проводя опыты с отрезком тонкой кишки, он обнаружил, что гидролиз крахмала под влиянием амилазы в присутствии отрезка тонкой кишки крысы, обработанного специальным образом (для удаления собственной амилазы), происхо­дит значительно быстрее, чем без него. А. М. Уголев предположил, что в апикальной части энтероцитов происходит процесс, способствующий окончательному перевариванию питатель­ных веществ. Последующее развитие науки подтвердило правильность этой гипотезы, которая в настоящее время признана аксиомой физиологии пищеварения.

Пристеночное пищеварение осуществляется на апикальной поверхности энтероцита. Здесь, в его мембране, встроены ферменты-гидролазы, которые совершают окончательный гидролиз питательных веществ, например, мальтаза, расщепляющая мальтозу до двух мо­лекул глюкозы, инвертаза, расщепляющая сахарозу до глюкозы и фруктозы, дипептидазы. Эти ферменты состоят из двух частей — гидрофильной и гидрофобной. Гидрофильная часть находится над мембраной, а гидрофобная часть — внутри мембраны, она выполняет «якорную» функцию. Ферменты, которые осуществляют пристеночное пищеварение, как прави­ло, синтезируются внутри самого энтероцита, в том числе мальтаза, инвертаза, изомальтаза, гамма-амилаза, лактаза, трегалаза, щелочная фосфатаза, моноглицеридлипа-за, пептидазы, аминопептидазы, карбоксипептидазы и другие. После синтеза эти ферменты встраиваются в мембрану как типичные интегральные белки. Эффективность пристеночного пищеварения во многом возрастает благодаря тому, что этот процесс сопряжен со следующим этапом — транспортом молекулы через энтероцит в кровь или лимфу, т. е. с процессом всасывания. Как правило, вблизи от фермента-гидролазы находится транспортный механизм («транспортер», по терминологии А. М. Уголева), который, как в эстафете, прини­мает на себя образовавшийся мономер и транспортирует его через апикальную мембрану энтероцита внутрь клетки.

Энтероцит покрыт микроворсинками, в среднем до 1700—3000 штук на клетку. На 1 мм2 таких ворсинок — около 50—200 млн. За счет них площадь мембраны, на которой совершается пристеночное пищеварение, возрастает в 14—39 раз. В мембранах этих микроворсинок и локализуются ферменты — гидролазы. Между микроворсинками и на их поверхно­сти расположен слой гликокаликса — это перпендикулярно по отношению к поверхности мембраны энтероцита расположенные филаменты (диаметр их от 2 до 5 нм, высота — 0,3—0,5 мкм), которые образуют своеобразный пористый реактор. Периодически, когда гликокаликс чрезмерно загрязнен, он, для очистки поверхности энтероцита, отторгается. При патологии возможны ситуации, когда клетка вообще надолго лишается гликокаликса, и в этом случае нарушается процесс пристеночного пищеварения. Гликокаликс обеспечивает над апикальной мембраной энтероцита своеобразную среду. Гликокаликс является молеку­лярным ситом и ионообменником — расстояния между соседними филаментами гликокаликса таковы, что они не пропускают внутрь гликокаликса крупные частицы, в том числе «недопереваренные» продукты, микроорганизмы, которые населяют тонкий кишечник. Благодаря наличию электрических зарядов (катионов, анионов) гликокаликс является ионообменником. В целом, гликокаликс обеспечивает стерильность и избирательную прохо­димость для среды, расположенной над мембраной энтероцита. Между филаментами гликокаликса расположены ферменты — гидролазы, основная часть которых происходит из соков — кишечного и панкреатического, и здесь они довершают начатый в полости кишечника процесс частичного гидролиза.

Над гликокаликсом имеется также еще один слой — так называемый слой слизистых наложений. Он образован слизью, продуцируемой бокаловидными клетками, и фрагментами слущивающегося кишечного эпителия. В этом слое сорбировано много ферментов панкреа­тического сока, кишечного сока. Этот слой является местом примембранного пищеварения.

Таким образом, переход от полостного пищеварения к пристеночному осуществляется постепенно, через два важных в функциональном отношении слоя — слоя слизистых наложений и слоя гликокаликса. Затем идет собственно слой пристеночного (мембранного) пищеварения, в котором совершается окончательный гидролиз питательных веществ и последующий их транспорт через энтероцит в кровь или лимфу.

**Всасывание**

Всасывание нутриентов, т. е. питательных веществ является конечной целью процесса пищеварения. Этот процесс осуществляется на всем протяжении ЖКТ — от ротовой поло­сти до толстого кишечника, но его интенсивность различна: в ротовой полости, в основном, всасываются моносахариды, некоторые лекарственные вещества, например, нитроглице­рин; в желудке, в основном, всасываются вода и алкоголь; в толстом кишечнике — вода, хлориды, жирные кислоты; в тонком кишечнике — все основные продукты гидролиза. В 12-перстной кишке всасываются ионы кальция, магния, железа; в этой кишке и в начале тощей кишки идет преимущественно всасывание моносахаридов, более дистально происходит всасывание жирных кислот, моноглицеридов, а в подвздошной кишке — всасывание белка, аминокислот. Жирорастворимые и водорастворимые витамины всасываются в дистальных участках тощей кишки и в проксимальных участках подвздошной (рис.2).

**Рис.2. Всасывание продуктов расщепления белков, углеводов и жиров (вероятные варианты). Всасывание в кровь (К).**

А — аминокислоты, М — моносахариды в сопряжении с Na, Г — глицерин, Ж — жирные кислоты — синтез уподобленных триглицеридов в эпителиоцитах — формирование Хм — хиломикронов и всасывание в лимфу (ЛК). Жел — желчные кислоты частично возвращаются в полость кишечника, частично всасываются в кровь и возвращаются в печень.

Не все области тонкой кишки «заняты» процессом всасывания, дистальные участки обыч­но не участвуют в этом процессе. Однако при патологии проксимальных участков дистальные участки берут на себя эту функцию. Таким образом, в организме существует защитный вариант всасывания.

Механизмы транспорта, т. е. всасывания веществ многообразны. Часть веществ, напри­мер вода, может проходить через межклеточные (межэнтероцитарные) промежутки — это механизм персорбции. Также происходит и процесс реабсорбции воды в собирательных трубках почки. В ряде случаев имеет место механизм эндоцитоза, т. е. поглощение энтероцитом большой, неразрушенной молекулы внутрь клетки, а затем выделение ее в интерстиций и в кровь за счет механизма экзоцитоза. Очевидно, таким способом транспортируются иммуноглобулины у новорожденных и грудных детей, вскармливаемых женским молоком. Не исключено, что у взрослых ряд молекул тоже транспортируется за счет эндо- и экзоцитоза.

Важное место среди механизмов всасывания занимают механизмы пассивного транспорта — диффузия, осмос, фильтрация, а также облегченная диффузия (транспорт без затрат энергии по градиенту концентрации, но с использованием «транспортеров»). Меха­низм осмоса позволяет реабсорбировать большой объем воды — в среднем за сутки около 8 л (2,5 — с пищей, остальная вода — это вода пищеварительных соков): вместе с осмотиче­ски активными веществами, например, с глюкозой, аминокислотами, ионами натрия, каль­ция, калия — в энтероциты входит пассивно вода. Частично вода входит в интерстиций (а затем и в кровь) за счет процессов фильтрации — если гидростатическое давление в полости кишечника превышает осмотическое давление в этой среде, то это создает возможность для реабсорбции воды с помощью фильтрационного механизма.

Основным механизмом, обеспечивающим реабсорбцию различных веществ (глюкозы, аминокислот, солей натрия, кальция, железа) является активный транспорт, для реализации которого необходима энергия, возникающая в результате гидролиза АТФ. Ионы натрия транспортируются за счет механизма первично-активного транспорта, а глюкоза, амино­кислоты и ряд других веществ — за счет вторично-активного транспорта, зависимого от транспорта натрия.

Особое положение в транспорте занимают продукты липолиза и сами жиры. Будучи жирорастворимыми, они могут проходить через мембранные барьеры пассивно, по гради­енту концентрации. Но для этого необходимо «организовать» такой поток, сделать его ре­альным. Очевидно, с этой целью в полости кишки продукты гидролиза липидов — жирные кислоты, имеющие длинные цепочки, 2-моноглицериды, холестерин — объединяются в мицеллы — мельчайшие капельки, которые способны диффундировать через апикальную мембрану энтероцита внутрь его. Процесс образования мицелл связан с действием желч­ных кислот. Внутри энтероцита из вновь синтезируемых липидов образуются структуры, удобные для дальнейшего транспорта — хиломикроны. Не исключено, что для облегчения транспорта мицелл и хиломикрон в мембранах имеются специфические переносчики, т.е. имеет место облегченная диффузия.

**Регуляция всасывания**

Она осуществляется за счет изменений процессов кровотока через слизистую кишечни­ка, желудка, лимфотока, энергетики, а также за счет синтеза «транспортеров» (насосов и специфических переносчиков).

Кровоток в чревной области во многом зависит от стадии пищеварения. Известно, что в условиях «пищевого покоя» в чревной кровоток поступает 15—20% МОК. При усилении функциональной активности ЖКТ он может возрастать в 8—10 раз. Это способствует не только увеличению продукции пищеварительных соков, моторной активности, но и повы­шает процесс всасывания, т. е. кровоток через ворсинки слизистой кишечника при этом возрастает, и создаются благоприятные условия для оттока крови, богатой всосавшимся нутриентом. Усиление кровотока происходит главным образом за счет продукции вазодилататоров, особенно серотонина — наиболее сильного вазодилататора прекапилляров ЖКТ. Другие гормоны, например, гастрин, гистамин, холецистокинин-панкреозимин тоже спо­собствуют этому процессу. Когда по каким-то причинам системное давление меняется, то кровоток через ворсинку все-таки сохраняется (в диапазоне изменения системного давле­ния от 100 до 30 мм рт. ст.). Это обеспечивается за счет достаточно выраженного механиз­ма ауторегуляции подобно тому, что имеет место в сосудах мозга.

Интенсивность кровотока и, особенно, лимфотока может также регулироваться за счет сократительной активности ворсинки: имеющиеся в ней ГМК при выделении в кровь интестинальных гормонов активируются и вызывают периодическое сокращение ворсинки, про­исходит выдавливание содержимого кровеносного и лимфатического сосудов, что способ­ствует удалению нутриентов от энтероцита. Считается, что таким гуморальным веществом является вилликинин, продуцируемый в тонком кишечнике.

Активность продольной и циркулярной мускулатуры тонкого кишечника способствует перемешиванию химуса, созданию оптимального внутрикишечного давления — все это тоже облегчает процесс всасывания. Поэтому все факторы, положительно влияющие на мотор­ную активность кишечника, повышают эффективность всасывания.

Регуляция синтеза «транспортеров» осуществляется, как правило, за счет «классичес­ких» гормонов — альдостерона, глюкокортикоидов, 1,25-дигидрооксихолекальциферола (1,25-витамин Д3) и других гормонов. Например, повышение продукции альдестерона со­провождается увеличением образования в энтероцитах натриевых насосов, способствую­щих активному транспорту натрия. Косвенно это отражается на вторично-активном транспорте аминокислот и моносахаридов. Метаболит витамина Д3—1,25-дигидрооксихолекальциферол повышает синтез кальцийсвязываю-щего белка в кишечнике, способствуя всасыванию ионов кальция. Паратгормон повышает скорость образования этого ме­таболита из витамина Д3 (холекальциферол) и косвенно способствует повышению всасы­вания кальция.

Гормоны, меняющие процесс реабсорбции данно­го вещества в кишечнике, одновременно и в том же направлении меняют и процессы реаб­сорбции этого же вещества в почках, так как механизмы реабсорбции в кишечнике и в поч­ках во многом общие.

**Заключение**

Пищеварение — это совокупность процессов, обеспечивающих механическое измельчение и химическое (главным образом ферментативное) расщепление пищевых веществ на компоненты, лишённые видовой специфичности и пригодные к всасыванию и участию в обмене веществ организма животных и человека. Поступающая в организм пища всесторонне обрабатывается под действием различных пищеварительных ферментов, синтезируемых специализированными клетками, причём расщепление сложных пищевых веществ (белков, жиров и углеводов) на всё более мелкие фрагменты происходит с присоединением к ним молекулы воды. Белки расщепляются в конечном итоге на аминокислоты, жиры — на глицерин и жирные кислоты, углеводы — на моносахариды. Эти относительно простые вещества подвергаются всасыванию, а из них в органах и тканях вновь синтезируются сложные органические соединения. Известно 3 основных типа пищеварения: внутриклеточное, дистантное (полостное) и контактное (пристеночное). Всасывание нутриентов является конечной целью процесса пищеварения. Этот процесс осуществляется на всем протяжении ЖКТ.

**Список литературы**

1. Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснокова С.А. Физиология человека (курс лекций) СПб., СОТИС, 1998.
2. Мамонтов С.Г. Биология (Учеб. пособие) М., Дрофа, 1997.
3. Оке С. Основы нейрофизиологии М., 1969.
4. Сидоров Е.П. Общая биология М., 1997.
5. Фомин Н.А. Физиология человека М., 1992.