

Т. Д. КИМ

МЕХАНИЗМЫ ВСАСЫВАТЕЛЬНОГО И ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССОВ В ТОНКОМ КИШЕЧНИКЕ ОВЕЦ

(Институт физиологии человека и животных МОН РК)

Обсуждаются механизмы всасывательного и транспортного процессов в тонком кишечнике на основании собственных и литературных данных. Рассматривается роль сократительной активности лимфатических сосудов и контракtilльных структур цитоскелета микроворсинок в этих процессах.

Процессы переваривания, всасывания и транспорта питательных веществ в тонком кишечнике должны рассматриваться как единый, четко организованный механизм, направленный на обеспечение не только внутренней среды организма необходимым питанием, но и гомеостаза. Переоценить роль лимфатической системы в этом механизме трудно. Наименее изученным звеном в этой цепи является процесс всасывания.

Известно, что гладкомышечные клетки лимфатических сосудов обладают выраженной спонтанной сократительной ритмикой, определяя тем самым пропульсивную способность лимфатических сосудов – важнейший фактор движения лимфы. Исследования, проведенные в нашей лаборатории, показали развитую тоническую и фазную активность лимфатических сосудов брыжейки овец [1,9]. Причем терминалы лимфатичес-

ких сосудов обладают выраженной фазной активностью, а отводящие сосуды – тонической, следствием чего, вероятно, является высокий уровень лимфотока у овец – до 2200 мл в сутки через кишечник [2].

Исследования сократительной активности корней лимфатического русла тонкого кишечника в процессе резорбции в условиях экстракорпоральной перфузии препарата тонкого кишечника, выделенного у овец и коз, показали достоверное увеличение кишечного лимфотока при стимуляции сократительной активности лимфатических сосудов путем введения в кровоток норадреналина в концентрации 10^{-6} М и ацетилхолина в тех же дозах. Изучение пропускной способности лимфатических сосудов методом перфузии физиологического раствора под давлением 8–10 мм рт. ст. при тех же воздействиях показало наличие двойного регуляторного механизма (адреноэргического и холинергического) в стенке лимфатического сосуда, что отвечает специфике данного региона.

Какова природа сократительных структур самих энteroцитов? В функционировании энteroцитов большую роль играют сократительные структуры, так называемый цитоскелет. Характеристике молекулярной организации цитоскелета этих клеток посвящено множество работ [3, 4]. Согласно данным этих авторов внутри микроворсинок энteroцитов находятся пакеты тонких нитей разных структур – микрофиламент, расположенных параллельно длинной оси микроворсинок и у их оснований в апикальной цитоплазме, вплетающихся в филаменты и микротрубочки, образующие терминальную сеть. Идентифицировано пять основных компонентов, связанных с микрофиламентами. К этим компонентам относятся актин с молекулярной массой 110 000, кальмодулин с молекулярной массой 16 700, а также некоторые миорные полипептиды. Основным белком цитоскелета микроворсинок является актин, который состоит из α и β типов в соотношении 1:15 соответственно. Его функциональное значение заключается в поддержании структур цитоскелета, а регуляция реализуется за счет Ca^{2+} . Присутствие миозина в терминальной сети свидетельствует об активной подвижности мембранны щеточной каймы.

Итак, сердцевина микроворсинки занята фибрillярными структурами, которые достигают

апикальной области цитоплазмы, где сливаются с поперечной фибрillярной структурой – терминальной сетью. Последняя, согласно существующим представлениям, выполняет функцию опоры для щеточной каймы, участвуя в регуляции подвижности мембранны, а также разделяет клетку на два отдела – щеточно-каемочный и цитозольный или цитоплазматический. Существует предположение о роли актомиозинового комплекса в осуществлении расслабления и сокращения микроворсинок, что может существенно влиять на скорость всасывания и мембранныго гидролиза [5]. Эта гипотеза была впервые высказана еще в начале 1960-х гг. В. М. Уголовым [6] и затем получила подтверждение. При этом жизненно важную роль в регуляции структуры цитоскелета и контракtilьности щеточной каймы играет кальций.

Этот же механизм заложен в основу сократительной активности гладкомышечных клеток стенки лимфатических сосудов [1]. Резорбционная функция лимфатических капилляров тонкого кишечника реализуется пиноцитозными пузырьками и межэндотелиальным транспортом. Однако морфологические исследования не исключают роли контракtilьного состояния структур эндотелиоцитов в процессе переноса [6]. В пользу этой гипотезы свидетельствуют данные литературы о влиянии адреноэргических средств на кишечное всасывание. По утверждению Грея [7], адреноэргические средства повышают всасываемость глюкозы на 60%. Адреналин и норадреналин при добавлении их к инкубационной жидкости, в которой находятся вывернутые мешочки тощей и подвздошной кишок крысы, вызывают повышение адсорбции глюкозы, а также мукозно-серозный транспорт Na и Cl у кроликов. Стимуляция абсорбции глюкозы в изолированном отрезке тонкой кишки под действием адреналина выявлена у овец. Значительно усиливалось при этом всасывание воды [8]. По мнению автора, абсорбция глюкозы обусловлена активным транспортом, тогда как абсорбция воды обязана активному и пассивному транспорту – простой диффузии. Возможно, что адреноэргические препараты влияют на последнюю более значительно.

Вопрос о механизмах действия адреноэргических средств на кишечную абсорбцию весьма сложен и неясен. Адреномиметики и адренолитики являются вазоактивными веществами, по-

этому следует учитывать их воздействие на интестинальное кровообращение. Поскольку адреномиметические средства вызывают сужение сосудов, можно было бы ожидать снижение абсорбции при их введении, однако мы наблюдали обратную картину. Ацетилхолин также способствует возрастанию транспорта Na^{22} и Cl^{36} *in vitro* в слизистой оболочке подвздошной кишки человека, полученной при лапаротомии. Ацетилхолин повышает всасывание глюкозы и глицина в кишечнике собак с изолированной петлей тощей кишки [9]. Стимулирующий эффект этих препаратов, по нашему мнению, можно объяснить активацией собственной сократительной активности стенки лимфатических сосудов [10].

Учитывая анатомо-функциональные особенности лимфатических сосудов кишечника, а также анализируя данные, полученные нами, о сократительной активности стенки лимфатических сосудов и немногочисленные данные литературы, мы предполагаем, что в процессе всасывания в тонком кишечнике важную роль играет сократительная активность контрактильных структур ворсинок, включая сократительную активность лимфатических сосудов, что представляет, на наш взгляд, единый сократительный комплекс, который является мощным активатором всех видов всасывания.

В пользу этой концепции свидетельствуют данные последних исследований по выявлению физиологических и биохимических нарушений при воздействии на организм солями тяжелых металлов. Так, опыты показали активное участие лимфатической системы кишечника в детоксикации организма. Значительное усиление кишечного лимфотока при затравке солью хлорида стронция указывает на повышение резорбционной функции терминалей лимфатических сосудов в кишечнике при интоксикации организма. Соли тяжелых металлов активизируют синтез дофамина в кишечнике, что приводит к угнетению ферментативной активности и снижению всасывательного процесса. Одним из механизмов увеличения лимфотока в этих условиях является усиление сократительной активности стенки лимфатических сосудов вследствие активизации симпатоадреналовой системы, что, на

наш взгляд, представляет собой защитную функцию лимфатической системы кишечника. Усиленная резорбция в лимфатическое русло различных токсикантов и дальнейшее обезвреживание их путем образования нейтральных соединений, фагоцитоза и т.п. способствуют детоксикации организма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ким Т.Д., Лучинин Ю.С. Фазные и тонические компоненты сократительной активности лимфангионов лимфатического сосуда брыжейки овец // Регуляция образования и транспорта лимфы. Алма-Ата, 1988.
2. Kim T.D. Contractile activity and capacity of lymphatic vesels // 111 th International conferens on farm animal endocrinology. Brussels. Belgium. 1998.
3. Алиев А.А. Лимфа и лимфообразование у продуктивных животных. Л.: Наука, 1982. 286 с.
4. Trier J.S., Madara J.L. Functional morphology of the mucosa of the small intestine // Physiology of the gastrointestinal tract / Ed. by L.R. Johnson. New York: Raven Press. 1981. V. 2. P. 925-961.
5. Moosker M.S., Howe C.L. The brush border of intestinal epithelium: a model system for analisis of cell-surface architecture and motility // Methods Cell Biol.
6. (Уголов А.М., Иезуитова Н.Н) Ugolev A.M., Iezuitova N.N. Membrane digestion and modern concepts of food assimilation // World Rev. Nutr. Diet. 1982. V. 40. P. 113-187.
7. Уголов А.М. Взаимоотношение пищеварительных и всасывающих процессов в кишечной клетке // Физиология и патология всасывания в желудочно-кишечном тракте. Одесса, 1964. С.491-492.
8. Gray G. Carbohydrate absorption and malabsorption // Physiology of the gastrointestinal tract / Ed. by L. R. Johnson. New York: Raven Press, 1981. P. 1063-1072.
9. Фролькис А. В. Фармакологическая регуляция функций кишечника. Л.: Наука, 1981. 204 с.
10. Файтельберг Р.О., Балан Н.Н. Влияние физиологически активных веществ на всасывание в кишечнике / Физиол. ж. СССР. 1976. Т.62, № 6. С.918-927.

Резюме

Меншікті және әдебиет деректерін негізге ала отырып, аш ішек бойындағы сіңіру, тасымалдау үрдістерінің механизмі талқыланған. Аталған үрдістердегі лимфа тамырларының жиырылу белсенділігі және жасушалардың контрактилді құрылымы қарастырылған.

Summary

The article discusses one of the mechanisms of absorptive and transport processes in small intestine on the basis of authors' and cited data. The authors focus on the role of contractile structures of lymphatic system and cytoskeleton of microvillus of small intestine in these processes.