

В литературе указывается на варьирование ПП клеток слюнной железы личинки хирономуса от -6 до -67 мВ [10]. Показано также, что величина ПП зависит от стадии развития личинки и на последней стадии составляет $56,9 \pm 1,5$ мВ [6].

На рисунке представлена запись ПП одной из клеток, его изменений под влиянием содержащейся в растворе Шена *L*-глутаминовой кислоты (ГЛ) в концентрации $5 \cdot 10^{-4}$ моль и ее отмывания нормальным раствором Шена (НР). Из рисунка видно, что деполяризация начинается отчетливым и более-менее резким уменьшением ПП. Затем деполяризация протекает плавно и примерно на 60 с от начала действия глутаминовой кислоты достигает максимума. Отмывание глутаминовой кислоты сопровождается реполяризацией мембраны до исходного уровня, которая протекает несколько медленнее, чем деполяризация. Средняя величина деполяризации, вызванной глутаминовой кислотой в указанной концентрации, составляет $22,93 \pm 1,89$ мВ ($n=35$) или 50,55 % исходного уровня ПП.

Обнаруженная нами деполяризация свидетельствует прежде всего о наличии на мембране этих клеток хеморецепторов, которые активируются *L*-глутаминовой кислотой и контролируют хемочувствительные ионные каналы. Следует полагать, что активация этих рецепторов лежит в основе нервной или гуморальной регуляции деятельности клеток. Требуют выявления физиологическая роль и ионные механизмы возникающей в результате активации этих рецепторов деполяризации мембраны.

Список литературы

1. Деркач М. П., Гумецкий Р. Я., Чабан М. Е. Курс вариационной статистики. К.: Высшая школа, 1977. 206 с.
2. Костюк П. Г. Микроэлектродная техника. Киев: Изд-во АН УССР, 1960. 125 с.
3. Куражесковская Т. Н. Строение кишечника и слюнных желез личинок *Chironomidae* (Diptera). — В кн.: Планктон и бентос внутренних водоемов. Л., 1966, с. 286—296.
4. Стародубов С. М., Курелла Г. А. Потенциал покоя клеток слюнных желез личинок дрозофилы. — Науч. докл. высш. школы. Биол. науки, 1973, № 9 (117), с. 50—53.
5. Baranek R., Miller P. L. The action of iontophoretically applied glutamate on insect muscle fibers. — J. Exp. Biol., 1968, 49, N 1, p. 83—93.
6. Cohen C. J. Characterization of the resting potential in *Chironomus salivary gland* cells. — Exp. Cell. Res., 1977, 106, N 1, p. 15—30.
7. Fiszer De Plazas S., De Robertis E. Isolation of hydrophobic proteins binding neurotransmitter amino acids. Glutamate receptor of the shrimp muscle. — J. Neurochem., 1974, 23, N 6, p. 1115—1120.
8. Kravitz E. A., Slater C. R., Takahashi K. et al. Excitatory transmission in invertebrates: glutamate as a potential neuromuscular transmitter compound. — In: Excitatory synaptic mechanism. Oslo, 1970, p. 84—93.
9. Lunt G. G. Hydrophobic proteins from locust (*Schistocerca gregaria*) muscle with glutamate receptor properties. — Comp. Gen. Pharmacol., 1973, 4, N 13, p. 75—79.
10. Palmer L. G., Ciwan M. M. Distribution of Na^+ , K^+ and Cl^- between nucleus and cytoplasm in *Chironomus salivary gland* cells. — J. Membrane Biol., 1977, 33, N 1/2, p. 41—61.
11. Robbins J. The effects of amino acids on the crustacean neuromuscular system. — Anat. Rec., 1958, 132, N 3, p. 492—493.

Кафедра физиологии человека и животных
Львовского университета

Поступила в редакцию
19.XII 1980 г.

УДК 612.3:612.8.012

С. В. Чернышева, Ю. А. Кривохацкая, Е. Е. Яремко

АДРЕНЕРГИЧЕСКАЯ И ХОЛИНЕРГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ КИШЕЧНИКА

Функциональная активность секреторного аппарата желудочно-кишечного тракта в целостном организме регулируется нервно-рефлекторными и гуморальными влияниями.

Экболические процессы в железистой ткани кишечника определяются влияниями блуждающих и симпатических нервов, воздействие которых зависит от высвобожда-

Адренергическая и

щихся медиаторов биологически активности тонуса различных ясна роль медиаторной и резорбционных процессов со степенью Целью настоящей работы является изучение активности миосина — содержащих оксидазы (MAO), и

Эксперименты в гомогенате слизистого гического тестирования в гомогенате соприраствора АХ (10^{-9}). Сной ткани. Активностью которыми дополнена ную активность вырабатываемую на 1 г ткани субстрата по методу обработки по методу $p < 0,05$.

Результаты

В первой серии распределение содержания (ХЭ и MAO) в толстой кишке. Показатели изучаемых показателей в кишке.

Адренергическая и холин

Показатели

Адреналин (в мкг/г)

Норадреналин (в мкг/г)

Активность MAO (в ст. ед.)

Ацетилхолин (в мкг/г)

Активность холинэстеразы (в ст. ед.)

Слизистая оболочка характеризуется наиболее высокими показателями по сравнению с двенадцатиперстной кишкой.

щихся медиаторов и активности ферментных систем их метаболизма. Определение биологически активных веществ является одним из адекватных методов изучения тонуса различных отделов вегетативной нервной системы. Однако до сих пор не выяснена роль медиатора ацетилхолина (АХ) и катехоламинов (КХ) в механизме секреторной и резорбтивной деятельности, не установлена корреляция медиаторных процессов со степенью функциональной активности кишечника.

Целью настоящего исследования было изучение адренергической и холинергической активности слизистой оболочки кишечника в условиях физиологического голодания и на фоне пищевого возбуждения. В качестве показателя холинергической активности мы использовали АХ и фермент холинэстеразу (ХЭ), адренергической активности — содержание адреналина (А), норадреналина (НА) и активность моноаминоксидазы (МАО), играющей ключевую роль в метаболизме катехоламинов.

Методика исследований

Эксперименты проведены на 120 крысах под уретановым наркозом (1 г/кг). В гомогенате слизистой оболочки кишечника содержание АХ определяли методом биологического тестирования на прямой мышце живота лягушки. Результаты определений в гомогенате сопоставляли со средней величиной реакции мышцы на стандартный раствор АХ (10^{-9}). Содержание А и НА исследовали по [3] и выражали в мкг/г влажной ткани. Активность МАО определяли по [1], активность общей ХЭ — по [10] с некоторыми дополнениями применительно к железистой ткани кишечника [9]. Ферментную активность выражали в стандартных единицах (в микромолях разрушившегося субстрата на 1 г ткани в 1 мин). Результаты исследований подвергали математической обработке по методу Стьюдента — Фишера и считали достоверно значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение

В первой серии исследований в условиях физиологического голодания изучали распределение содержания АХ и катехоламинов и активности разрушающих их ферментов (ХЭ и МАО) в слизистой оболочке двенадцатиперстной, тощей, подвздошной и толстой кишки. Полученные результаты представлены в табл. 1, в которой сравнивали изучаемые показатели в разных отделах кишечника и в двенадцатиперстной кишке.

Таблица 1
Адренергическая и холинергическая активность слизистой оболочки различных отделов кишечника ($M \pm m$)

Показатели	Двенадцатиперстная кишка	Тощая кишка	Подвздошная кишка	Толстая кишка
Адреналин (в мкг/г)	$0,059 \pm 0,006$ ($n=10$)	$0,056 \pm 0,009$ ($n=10$) $p > 0,5$	$0,034 \pm 0,007$ ($n=8$) $p < 0,02$	$0,022 \pm 0,005$ ($n=8$) $p < 0,001$
Норадреналин (в мкг/г)	$0,123 \pm 0,009$ ($n=10$)	$0,081 \pm 0,009$ ($n=10$) $p < 0,01$	$0,065 \pm 0,010$ ($n=10$) $p < 0,001$	$0,060 \pm 0,009$ ($n=10$) $p < 0,001$
Активность МАО (в ст. ед.)	$433,9 \pm 36,3$ ($n=10$)	$305,1 \pm 38,1$ ($n=10$) $p < 0,05$	$281,4 \pm 45,8$ ($n=8$) $p < 0,02$	$244,9 \pm 44,8$ ($n=8$) $p < 0,01$
Ацетилхолин (в мкг/г)	$0,031 \pm 0,008$ ($n=11$)	$0,038 \pm 0,008$ ($n=25$) $p = 0,5$	$0,044 \pm 0,009$ ($n=10$) $0,2 < p < 0,5$	$0,030 \pm 0,003$ ($n=11$) $p > 0,5$
Активность холинэстеразы (в ст. ед.)	$2,33 \pm 0,10$ ($n=10$)	$2,41 \pm 0,19$ ($n=25$) $p > 0,5$	$2,37 \pm 0,22$ ($n=10$) $p > 0,5$	$1,30 \pm 0,18$ ($n=9$) $p < 0,01$

Слизистая оболочка двенадцатиперстной и верхнего отдела тонкой кишки характеризуется наиболее высоким содержанием катехоламинов и активности МАО. Указанные показатели постепенно уменьшаются в дистальных отделах кишечника. По сравнению с двенадцатиперстной кишкой в слизистой оболочке толстой кишки актив-

ность МАО снижается с $433,9 \pm 36,3$ до $244,9 \pm 44,8$ ст. ед., содержание А — с $0,059 \pm 0,006$ до $0,022 \pm 0,005$ мкг/г, НА — с $0,123 \pm 0,009$ до $0,060 \pm 0,09$ мкг/г. Следует также отметить, что содержание НА значительно выше, чем А.

Холинэстеразная активность кишечника имеет некоторые особенности. Содержание АХ в слизистой оболочке разных отделов кишки существенно не отличается. Тенденция к повышению содержания АХ в подвздошной кишке статистически недостоверная ($p < 0,1$). Активность ХЭ в слизистой оболочке верхнего отдела тонкого кишечника колеблется примерно на одном и том же уровне и снижается только в толстой кишке. По сравнению с двенадцатиперстной кишкой активность ХЭ в слизистой оболочке толстой кишки уменьшается с $2,33 \pm 0,10$ до $1,30 \pm 0,18$ ст. ед. ($p < 0,01$).

Во второй серии изучали холинергическую и адренергическую активность слизистой оболочки тощей кишки на фоне пищевого возбуждения (табл. 2). Для исследования слизистую оболочку извлекали через 2 ч после кормления смешанной пищей.

Таблица 2
Адренергическая и холинергическая активность слизистой оболочки тощей кишки на фоне пищевого возбуждения ($M \pm m$)

Показатели	Контрольные опыты	На фоне пищевого возбуждения
Адреналин (в мкг/г)	$0,045 \pm 0,007$ ($n=12$)	$0,096 \pm 0,015$ ($n=10$) $p < 0,001$
Норадреналин (в мкг/г)	$0,095 \pm 0,011$ ($n=12$)	$0,153 \pm 0,012$ ($n=10$) $p < 0,001$
Активность МАО (в ст. ед.)	$357,7 \pm 57,8$ ($n=14$)	$151,2 \pm 35,2$ ($n=10$) $p < 0,001$
Ацетилхолин (в мкг/г)	$0,038 \pm 0,008$ ($n=25$)	$0,073 \pm 0,014$ ($n=7$) $p = 0,02$
Активность холинэстеразы (в ст. ед.)	$2,41 \pm 0,19$ ($n=25$)	$1,37 \pm 0,06$ ($n=7$) $p < 0,001$

При пищевом возбуждении в слизистой оболочке тощей кишки резко снижается активность МАО (с $357,7 \pm 57,8$ до $151,2 \pm 35,2$ ст. ед.) и одновременно увеличивается содержание А и НА ($p < 0,001$). Характерные изменения выявлены и в отношении холинергической активности. На фоне пищевого возбуждения возрастает содержание АХ (с $0,038 \pm 0,008$ до $0,073 \pm 0,014$ мкг/г) и снижается активность ХЭ (с $2,41 \pm 0,19$ до $1,37 \pm 0,06$ ст. ед.) в гомогенате слизистой оболочки тощей кишки. Подобная направленность изменений медиаторно-ферментных процессов отмечена на секреторном аппарате желудка [4].

Приведенные данные свидетельствуют о том, что слизистая оболочка кишечника обладает выраженной адренергической и холинергической активностью. Присутствие медиаторов в железистой ткани кишечника имеет большое физиологическое значение. Однако разные отделы кишечника имеют неодинаковую активность. В состоянии физиологического голодания (через 16 ч после приема пищи) наиболее высокое содержание АХ и катехоламинов и активность гидролизующих их ферментов отмечается в слизистой оболочке двенадцатиперстной и тощей кишки и постепенно убывает в дистальном направлении (за исключением АХ). В литературе описан градиент распределения других биологически активных веществ [2]. Описанное нами распределение холинергической и адренергической активности связано с неодинаковой ролью разных отделов кишечника в пищеварительных и транспортных процессах.

При переходе от состояния физиологического голодания к возбуждению железистого аппарата кишечника изменяются медиаторно-ферментные процессы. При пищевом возбуждении отмечается одинаковая направленность изменений ферментной активности и резко усиливается синтез АХ и НА. Снижение энзиматической актив-

ности, по-видимому, в слизистой оболочке кишечника при пищевом возбуждении. В слизистой оболочке кишечника при пищевом возбуждении происходит выделение быстрого медиатора к пищевого возбуждения. Медиаторы к пищевого возбуждения и их связь с пищевым возбуждением. В ряде исследований регулируется выделение нуклеиновых кислот. Вопрос не получен. Таким образом, в слизистой оболочке кишечника важным показателем является уровень медиаторов эндокринных

1. Балаклеевский А. оксидазы в сыровяжении мяса. — В кн.: Физиология. — М., 1978, с. 97—100.
2. Лебедев Н. Н. Физиология. — М., 1978, с. 97—100.
3. Матлина Э. Ш. Медиаторы в тканях. — М., 1979, т. 2, с. 21.
4. Панасюк Е. Н., Савинский В. И., Захаров В. И. Медиаторы обмена веществ. — М., 1979, т. 2, с. 21.
5. Свистун Т. И., Захаров В. И. Медиаторы обмена веществ. — М., 1979, т. 2, с. 21.
6. Третьяк Т. М. Медиаторы обмена веществ. — М., 1978, 9, № 4, с. 10.
7. Турпаев Т. М., Путинский В. И. Медиаторы обмена веществ. — М., 1979, т. 2, с. 21.
8. Шостаковская И. В. Медиаторы обмена веществ. — М., 1979, т. 2, с. 21.
9. Яремко Е. Е. Медиаторы обмена веществ. — М., 1979, т. 2, с. 21.
10. Hestrin S. The reaction of the enzyme. — J. Biol. Chem., 1954, 204, N 1, p. 249—251.

Кафедра нормальной физиологии
Запорожского медицинского университета

ности, по-видимому, способствует высвобождению и накоплению медиаторов в секреторной ткани кишечника. Комплекс рефлекторных и гуморальных влияний, возникающих при пищевом возбуждении, активирует и регулирует медиаторно-ферментную активность в слизистой оболочке кишечника. Накопление медиаторов является фактором, вызывающим пролонгирование нервно-рефлекторных влияний, и обеспечивает осуществление быстрой и тонкой приспособительной реакции железистого аппарата кишечника к пищевой нагрузке.

Медиаторы не только поддерживают гомеостаз секреторных и резорбтивных клеток и их связь с вегетативной нервной системой, но могут влиять на клеточный метаболизм. В ряде исследований [5, 6, 7, 8] отмечено, что от соотношения АХ и КХ зависит регуляция интенсивности окислительно-восстановительных процессов, синтеза нуклеиновых кислот и скорость обновления макроэргических соединений. Однако этот вопрос не получил еще полного экспериментального подтверждения.

Таким образом, нейрогуморальные воздействия осуществляются благодаря сложным взаимодействиям между медиаторами и активностью гидролизующих их энзимов в слизистой оболочке кишечника. Активность медиаторно-ферментных систем является важным показателем состояния вегетативной нервной системы и, возможно, активатором эндокринных клеток кишечника.

Список литературы

1. Балаклеевский А. И. Колориметрический способ определения активности моноаминоксидазы в сыворотке крови. — Лаб. дело, 1976, № 3, с. 151—153.
2. Лебедев Н. Н. Биологически активные вещества в регуляции пищеварительных функций. — В кн.: Физиология и патология кортико-висцеральных взаимоотношений. Л., 1978, с. 97—106.
3. Матлина Э. Ш., Рахманова Т. Б. Метод определения норадреналина, дофамина и дофа в тканях. — В кн.: Методы исследования некоторых систем нейро-гуморальной регуляции: Тр. 1-го Моск. мед. ин-та. М., 1967, вып. 5, с. 136—143.
4. Панасюк Е. Н., Скляр Я. П., Карпенко Л. Н. Ультраструктурные и микрохимические процессы в желудочных железах. Киев: Здоров'я, 1979. 134 с.
5. Свистун Т. И., Загороднева А. Г. Участие симпатической нервной системы в регуляции обменных процессов в слизистой оболочке кишечника. — В кн.: Тез. науч. сообщ. XIII Всесоюз. съезда физиол. о-ва, Алма-Ата (24—28 сентября 1979 г.), М., 1979, т. 2, с. 213—214.
6. Третьяк Т. М. Нейромедиаторы и макромолекулярный синтез. — Успехи физиол. наук, 1978, 9, № 4, с. 103—115.
7. Турпаев Т. М., Путинцева Т. Г. Биохимические механизмы саморегуляции медиаторного процесса. — Успехи физиол. наук, 1974, 5, № 1, с. 17—47.
8. Шостаковская И. В., Мельникова М. Д. Значение тканевого баланса ацетилхолина и катехоламинов для формирования функционального потенциала секреторных органов желудочно-кишечного тракта. — В кн.: Фундаментальные проблемы гастроэнтерологии. Львов, с. 12—13.
9. Яремко Е. Е. К методике определения холинэстеразной и фосфатазной активности гомогенатов слизистой оболочки тонкого кишечника. — В кн.: Методические указания к определению некоторых цитоплазматических ферментов. Львов, 1965, с. 35—43.
10. Hestrin S. The reaction of acetylcholin with hydroxylamine. — J. Biol. Chem., 1949, 180, N 1, p. 249—251.

Кафедра нормальной физиологии
Запорожского медицинского института

Поступила в редакцию
15.IX 1980 г.