

гипотоничности. На это указывает и то, что минеральная вода нафтуса и ИСАН вызывают практически одинаковый эффект на сократительную активность ГМ воротной вены при их введении в раствор Кребса в объеме, составляющем 1—5 % объема раствора.

V. P. Zagorodnyuk, E. Ya. Baev, M. S. Yaremenko

ROLE OF THE OSMOTIC FACTOR IN THE MINERAL WATER NAFTUSYA ACTION ON SMOOTH MUSCLES OF THE PORTAL VEIN

The effect of the Krebs solution tonicity on the electrical and mechanical activity of smooth muscles has been studied while adding 1-5 % volume of mineral water Naftusya, its artificial salt analog, and distilled water into the above solution. It is shown that effects observed are induced by the medium tonicity changes rather than by biologically active components of the mineral water. The smooth muscle cells of the rat portal vein are sensitive osmometers which affect hypotonic Krebs solution by 1 %.

A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артеменко Д. П., Бурый В. А., Владимирова И. А., Шуба М. Ф. Модификация метода одинарного сахарозного мостика // Физиол. журн.—1982.—28, № 3.—С. 374—380.
2. Бабинец А. Е., Есипенко Б. Е., Моисеева Н. П. и др. Результаты гидрохимического изучения состава растворенных компонентов минеральной воды «Нафтуса» // Геол. журн.—1980.—40, № 5.—С. 120—124.
3. Гурковская А. В., Казак Л. И., Чекман И. С., Шуба М. Ф. Электрофизиологические исследования сопряжения возбуждения—сокращения при активации альфа-адренорецепторов в гладких мышцах кровеносных сосудов // Бюл. эксперим. биологии и медицины.—1986.—102, № 12.—С. 655—657.
4. Есипенко Б. Е. Физиологическое действие минеральной воды «Нафтуса».—Киев: Наук. думка, 1981.—215 с.
5. Есипенко Б. Е., Нацик В. І. Вплив мінеральної води «Нафтуса» на рухову функцію гладких м'язів // Фізіол. журн.—1977.—23, № 1.—С. 58—62.
6. Состав и свойства минеральной воды «Нафтуса» / Под ред. Б. Е. Есипенко.—Киев: Наук. думка, 1978.—158 с.
7. Brading A. F. Osmotic phenomena in smooth muscle // Smooth muscle / Eds. by E. Bulbring et al.—London: Arnold, 1970.—P. 166—196.
8. Brading A. F., Setekleiv J. The effect of hypo- and hypertonic solutions on volume and ion distribution of smooth muscle of guinea-pig taenia coli // J. Physiol.—1968.—195, N 1.—P. 107—118.
9. Johansson B., Jonsson O. Cell volume as a factor influencing electrical and mechanical activity of vascular smooth muscle // Acta physiol. scand.—1968.—72, N 4.—P. 456—468.
10. Tomita T. Electrical responses of smooth muscle to external stimulation in hypertonic solution // J. Physiol.—1966.—183, N 4.—P. 450—468.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Материал поступил в редакцию 10.11.87

УДК 612.327.3+612.337.1

С. Б. Вирченко, Т. Л. Кучеренко

Особенности эвакуаторной функции проксимальной части желудочно-кишечного тракта

В литературе имеется довольно много работ, посвященных исследованию времени прохождения пищи различной консистенции по тонкой кишке [3, 6, 12, 15]. Однако все работы в основном ограничиваются определением суммарного времени нахождения пищи в кишке без ис-

следования динамики пищеварительного процесса в ней. Кроме того, совершенно не выяснен вопрос о согласованности пропускной способности желудка и кишечника. Указанные вопросы представляют не только теоретический интерес, но имеют также большое практическое значение, так как нарушение согласованности эвакуаторной функции желудка и кишечника представляется клиницистам важным этиологическим фактором дискинезий двенадцатиперстной кишки (ДПК) [5, 9—11]. Тенденция к увеличению числа работ, констатирующих эту патологию, и отсутствие ясных представлений о ее патогенезе определяют актуальность решения вышеперечисленных вопросов.

Цель данной работы — количественная характеристика динамики эвакуации плотной пищи углеводного состава из ДПК и оценка согласованности эвакуаторной функции желудка и двенадцатиперстной кишки.

Методика

Опыты проводили в хронических условиях на трех собаках, у которых были наложены дуоденальные фистулы на расстоянии 5—7 см от пилорического сфинктера, и кишечные фистулы — 3—5 см дистальнее связки Трейтца. В качестве углеводного рациона собакам скармливали 100 г хлеба, в который добавляли 600 черных шариков диаметром 1—1,5 мм из специальной пищевой резины. Через 30 мин после кормления и по мере выхода шариков из кишечной фистулы специальным поршнем в ДПК вводили 50 красных шариков.

Эксперимент проводили в двух вариантах. В первом варианте после кормления животных через каждые 25 мин дуоденальную фистулу открывали и дренировали в течение 5 мин. По результатам подсчета шариков в каждой порции химуса реконструировали динамику опорожнения желудка. Во втором варианте осуществляли дренирование кишечной фистулы с учетом содержимого, выделявшегося за 10-минутные промежутки времени. Число черных шариков отражало общую динамику эвакуации из желудка и ДПК, красных — динамику эвакуации содержимого из ДПК. Для иллюстрации динамики эвакуаторной активности по результатам проведенных экспериментов строили графики двух типов: полулогарифмические и линейные. В первом случае по оси абсцисс откладывали время, прошедшее после кормления, по оси ординат — десятичный логарифм числа оставшихся в желудке (кишке) шариков. Если на графике исследуемая функция имела вид наклонной прямой, то это указывало на ее экспоненциальный характер [13]. Во втором случае по оси абсцисс откладывали время, прошедшее после кормления, по оси ординат — число шариков, выходящих из желудка (ДПК) за каждый период дренирования.

Результаты

В табл. 1 представлены результаты определения длительности эвакуации 100 г хлеба из желудка, желудка и ДПК, а в табл. 2 — время продвижения 50 красных шариков по ДПК на протяжении всего пищеварительного процесса в ней по периодам (под периодом подразуме-

Т а б л и ц а 1. Длительность эвакуации углеводной пищи, мин

Животное	Из желудка	Из желудка и двенадцатиперстной кишки
Собака № 1	315±12,0	325,7±9,9
Собака № 2	300±0,01	320±16,7
Собака № 3	253±3,1	282±18
Среднее значение	289±5,0	309±16,8

вается время выхода всех введенных в ДПК шариков из кишечной фистулы). Как видно из табл. 1, суммарное время эвакуации из желудка и ДПК мало отличается от времени эвакуации из желудка у разных собак и составляет в среднем 19,8 мин. При анализе времени продвижения красных шариков по ДПК выявляются следующие за-

кономерности. В первые 90 мин после кормления время пребывания красных шариков в ДПК постепенно уменьшается. До 210-й минуты время пребывания шариков в ДПК минимальное. Особенно это видно у второй собаки — длительность выброса 50 шариков составляет 10—15 мин. И, наконец, на последнем этапе пищеварения в кишке время пребывания шариков в ней максимальное: оно увеличивается от 40,9 до 55 мин.

Таблица 2. Время прохождения красных шариков по двенадцатиперстной кишке (ДПК) в течение пищеварительного процесса, мин

Животное	Время, прошедшее после кормления								
	60 мин	90 мин	120 мин	140 мин	160 мин	190 мин	210 мин	240 мин	300 мин
Собака № 1	32±5,8	32±5,8	22±2	27,5±2	25±5	57,5±14	37,7±3,3	48±3,4	
Собака № 2	35±6,5	20±4,1	17,5±2	10±0,1	15±2,9	12,5±2,5	25±2,9	27±4,8	55±8
Собака № 3	34±4	32±8	30±8,9	27,5±8	33±7,5	20±3,5	67±8,8		
Среднее значение	33±5,3	28±7	23±6,1	21±4	24±6	30±11,3	40,9±3,1	47±6,3	55±8

Таким образом, самая высокая скорость прохождения шариков по ДПК наблюдается через 90—120 мин после кормления животного, а постепенное ее повышение и снижение — в начале и конце пищеварительного процесса.

На рис. 1 отражены динамика выхода черных шариков из дуоденальной фистулы, характеризующая опорожнение желудка, динамика

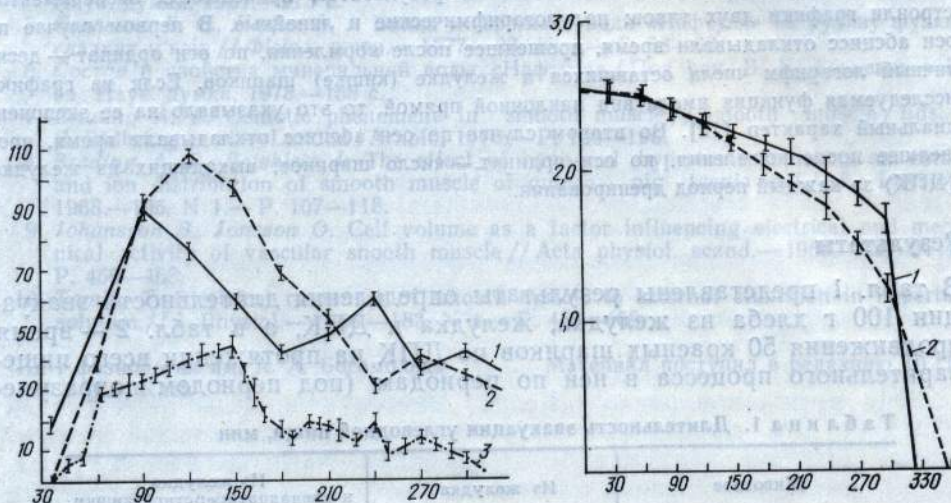


Рис. 1. Динамика эвакуации из желудка и ДПК резиновых шариков ($d=1-1,5$ мм) при углеводном рационе: 1 — эвакуация из желудка, 2 — из желудка и ДПК, 3 — из ДПК. По оси абсцисс — время после кормления собаки, мин; по оси ординат — число шариков, покидающих желудок (ДПК).

Рис. 2. Динамика эвакуации из желудка (1) и ДПК (2) углеводной пищи в полугарифмической системе координат. По оси абсцисс — время после кормления собаки, мин; по оси ординат — десятичный логарифм остающейся в желудке (ДПК) пищи.

выхода черных шариков из кишечной фистулы, дающая представление о сумарной эвакуаторной активности желудка и ДПК, а также динамика продвижения по ДПК красных шариков. Видна общая закономерность для этих трех процессов. Как и в случае эвакуации из желудка, в

первые 90 мин после приема пищи медленно нарастал темп выхода шариков из ДПК. Это видно по выходу как черных, так и красных шариков. Затем отмечается максимальный выброс шариков (120—180-я минута). По мере дальнейшего опорожнения желудка число шариков, эвакуировавшихся из желудка и кишки, постепенно уменьшается с кратковременным повышением выброса шариков в конечный период эвакуации.

Наличие трех фаз эвакуации четко прослеживается при анализе относительной скорости опорожнения в течение всего пищеварительного

Таблица 3. Относительная скорость эвакуации углеводной пищи из желудка и ДПК за 30 мин, %

Место выхода содержимого	Время, прошедшее после кормления, мин										
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Собака № 1											
Желудок	0	6,1	15,6	16,2	20,7	18,5	20,6	26,7	43,6	63	
Желудок и ДПК	0	32	12,5	20,9	19,5	17,2	24,3	23,5	28,4	46,7	59,9
Собака № 2											
Желудок	2,6	10	18,1	25,7	28,1	28,3	30,9	39,1	39,3		
Желудок и ДПК	0	7,4	24,4	31,9	32,9	29,4	36	32,8	38,3	49,7	
Собака № 3											
Желудок	2,7	9,3	17	16,4	16,4	13,7	18,2	27,8	23,1	35	46,3
Желудок и ДПК	0	9,3	12,3	24	25,6	26,8	33,7	38,8	62,7		

процесса (табл. 3). За относительную скорость опорожнения желудка или пассажа пищевого раздражителя по ДПК принимается та доля пищевого раздражителя (%), которая переместилась из одного отдела желудочно-кишечного тракта в другой за выбранный промежуток времени (30 мин). Во время второй фазы (см. табл. 3, курсив) относительная скорость эвакуации из желудка и ДПК колебалась вокруг некоторой постоянной, имеющей среднее значение. Таким образом, и из желудка, и ДПК во вторую фазу эвакуации за равные промежутки времени выделяется постоянная (в процентном отношении) часть содержимого, что указывает на экспоненциальный характер эвакуации. Именно в эту фазу из желудка и ДПК выделяется большая часть пищи.

На полугагарифмическом графике динамики эвакуации (рис. 2) также видны фазы: относительно медленная и постепенно ускоряющаяся эвакуация в начале пищеварительного процесса, область эвакуации по экспоненте (участок прямой) и ускорение эвакуации в конце пищеварения.

Обсуждение

Сопоставляя наши результаты о времени прохождения химуса по ДПК с имеющимися в литературе данными, следует отметить, что время транзита пищи по ДПК у собак намного превышает таковое у человека. Так, согласно исследованиям Mattson и соавт. [15], сульфат бария эвакуируется из тонкой кишки за 15 мин. Kelly и Code [14] в ДПК через катетер вводили суспензию бария и наблюдали, как она за несколько секунд переходит из ДПК в тощую кишку. По наблюдениям Сальмана [6], время прохождения бариевой взвеси по кишке состав-

ляет 5—15 с. Такая разница в результатах объясняется, по-видимому, двумя причинами. Обследования людей проводили при наличии в кишке контрастного вещества сульфата бария, которое стимулирует кишечную перистальтику. Следует учитывать также различный характер пищеварительного цикла у собаки и человека (одно- и многоразовый прием пищи). Относительно медленное продвижение пищи по тонкой кишке собак, по-видимому, биологически целесообразно, так как в связи с этим происходит равномерное вовлечение пищеварительных желез в переваривание пищи в течение сравнительно большого периода времени между ее приемом.

В нашей работе впервые дана количественная оценка эвакуаторной функции ДПК и проведен сопоставительный анализ динамики опорожнения желудка и ДПК. Наиболее важным из представленного материала является заключение о том, что темп продвижения плотной пищи по ДПК зависит от абсолютного ее количества, эвакуируемого из желудка. Трехфазный характер желудочной эвакуации сохраняется и при транзите пищи по ДПК. Этот факт свидетельствует о том, что основной принцип организации эвакуаторной функции проксимальной части желудочно-кишечного тракта — абсолютная согласованность эвакуаторной активности желудка и ДПК, ведущую роль в которой играет скорость опорожнения желудка. Если аналогичный тип опорожнения ДПК обнаружится при приеме белковой или жировой пищи, то можно будет говорить о некоторых общих закономерностях эвакуаторной функции ДПК.

Нарушение этого механизма координации возникает при различного вида дискинезиях ДПК, состоянии, хорошо известном клиницистам, но совершенно невыясненной этиологии. Некоторые авторы считают несоординированность деятельности привратника и ДПК одной из существенных причин возникновения дуоденогастрального рефлюкса [5, 10]. Гастродуоденальной координации и анализу ее механизмов посвящена глава в книге американских исследователей «Пищеварительные сфинктеры и их нарушения» [9]. По данным электрофизиологических исследований, при патологии органов гастродуоденальной зоны существует несогласованность пиковой активности желудка и ДПК [4]. Дискоординация работы верхних отделов желудочно-кишечного тракта признается частым и важным клиническим признаком [8]. Выяснение механизма несогласованной деятельности желудка и ДПК при дискинезиях кишечника является целью наших дальнейших исследований.

Изменения скорости продвижения химуса по ДПК исследовали в основном с позиций зависимости этого процесса от моторной активности кишки. Так, Богач и соавт. [2] приводят данные о том, что в соответствии с двумя фазами пищевой моторики скорость продвижения содержимого по ДПК в течение второй фазы по сравнению с таковой первой фазы уменьшается на 20—40 %. Поскольку длительность первой фазы составляет 1 ч после приема пищи [1], то, согласно этим данным, самая высокая скорость кишечного транзита наблюдается в первые 60 мин после кормления животного, что явно не согласуется с результатами наших исследований. Маловероятно, чтобы подобное несоответствие определялось методическими различиями. Наши результаты позволяют предположить, что продвижение содержимого по ДПК обусловлено не самим наличием моторной активности кишки, а скоординированностью сокращения гладкой мускулатуры данного отдела кишечника с сокращениями вышележащих участков желудочно-кишечного тракта. Подобный феномен был замечен Гальпериным и Рогатским [3]. Анализируя это явление, авторы приходят к выводу, что причиной эвакуации кишечного содержимого является соотношение моторной активности выше- и нижележащего участков пищеварительной трубки. Если принять эту точку зрения, станет понятным, почему в фазу сильной моторики желудка и ослабленной — ДПК мы наблюдали самую высокую скорость опорожнения ДПК.

Выводы

1. При скормливания собакам 100 г хлеба максимальное время продвижения содержимого по ДПК составляет 55 мин, минимальное — 10 мин. Самая высокая скорость эвакуации дуоденального химуса определяется в период с 90-й по 210-ю минуту после приема пищи, самая низкая — в конце пищеварительного процесса.

2. Темп продвижения углеводной пищи по ДПК зависит от абсолютного количества эвакуируемой из желудка пищи, что свидетельствует о высокой мере скоординированности эвакуаторной функции желудка и ДПК.

3. Динамика опорожнения желудка и ДПК включает три фазы: относительно медленную и постепенно ускоряющуюся эвакуацию в начале пищеварительного процесса, экспоненциальную и ускоренную эвакуацию в конце пищеварения.

S. B. Virchenko, T. L. Kucherenko

PECULIARITIES OF THE EVACUATORY FUNCTION OF THE PROXIMAL PART OF THE GASTROINTESTINAL TRACT

Dynamics of the solid carbohydrate food evacuation from the duodenum has been determined in chronic experiments on dogs using modified technique for multiple drainage of intestinal fistulas. It is established that dynamics of the duodenal chyme emptying depends on the absolute quantity of the stomach-evacuated food and includes three phases: increase in the evacuation rate, exponential phase and that of accelerated evacuation. The highest rate of the duodenal contents is observed in the period from the 90th to 210th minute after food intake, the lowest one — at the end of the digestive cycle. A conclusion is made concerning the high degree of coordination of the evacuatory stomach and duodenum function.

Institute of Clinical and Experimental
Surgery, Ministry of Public Health
of the Ukrainian SSR, Kiev

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богач П. Г. Механизмы нервной регуляции моторной функции тонкого кишечника. — Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1961. — 343 с.
2. Богач П. Г., Губкин В. А., Гройсман С. Д. О скорости передвижения содержимого в проксимальной части тонкого кишечника у собак // Физиол. журн. СССР. — 1973. — 59, № 7. — С. 1081—1085.
3. Гальперин Ю. М., Рогачкий Г. Г. Взаимоотношения моторной и эвакуаторной функций кишечника. — М.: Наука, 1971. — 128 с.
4. Папазов М. П., Кортезова Н. И., Атанасова Е. А. Зависимость электрической активности пилорического сфинктера от активности желудка и двенадцатиперстной кишки // Физиол. журн. СССР. — 1982. — 68, № 4. — С. 470—477.
5. Пелещук А. П., Горголь В. Л., Мусиенко Л. П. Значение дуоденогастрального рефлюкса при заболеваниях органов пищеварения: (Обзор) // Врачеб. дело. — 1984. — № 10. — С. 15—21.
6. Сальман М. М. Рентгенологические данные о двигательной функции двенадцатиперстной кишки в норме // Физиология и патология тонкой кишки. — Рига, 1970. — С. 231—234.
7. Ступин В. А., Федоров А. В., Салахутдин М. Исторические аспекты хирургического лечения хронической дуоденальной непроходимости: (Обзор) // Хирургия. — 1988. — № 2. — С. 135—139.
8. Тамулевичюте Д. Ю., Витенас А. М., Витенас В. М. Дискоординация сфинктеров привратника и кардии // Физиология и патология сфинктерных аппаратов пищеварительной системы: Тез. докл. Всесоюз. симпоз. (6—8 сент., 1984, Томск). — Томск, 1984. — С. 152—153.
9. *Alimentary sphincters and their disorders* // Eds. by Thomas P. A., Mann C. V. — London; Basingstoke: Macmillan Publishers, 1981. — 236 p.
10. Bortolotti M., Pandolfo N., Nebiacolombo C. et al. Modifications in gastro-duodenal motility induced by the extramucosal section of circular duodenal musculature in dogs // Gastroenterology. — 1981. — 81, N 5. — P. 910—914.
11. Camillery M., Brown Manuel L., Malagelada J.-R. Relationship between impaired gastric emptying and abnormal gastrointestinal motility // Gastroenterology — 1986. — 91, N 1. — P. 94—99.