

УДК 616.859.1:612.386

Т. В. Гладкий, В. Д. Тараненко

О РОЛИ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В РЕГУЛЯЦИИ ВСАСЫВАНИЯ ГЛЮКОЗЫ В КИШЕЧНИКЕ ПРИ УКАЧИВАНИИ

Воздействие на организм ускорений, меняющих направление и величину, может привести к возникновению так называемой «болезни движения», сопровождающейся изменением деятельности ряда органов и систем организма. Главная роль в развитии болезни движения большинством исследователей отводится раздражению вестибулярного анализатора и его функциональным связям с отдельными системами организма [2, 4, 10].

Анализ современного состояния вопроса позволяет заключить, что закономерности взаимосвязи вестибулярного анализатора с вегетативной нервной системой, и в частности, с функцией органов пищеварения изучены недостаточно. В отдельных работах установлено влияние укачивания на деятельность главных пищеварительных желез, моторику желудка и кишечника, а также на всасывание ряда питательных веществ в кишечнике [1, 3, 9, 13]. Однако в этих работах отсутствуют либо в недостаточной мере раскрываются механизмы изменений пищеварительных функций, возникающих во время качания.

Мы изучали пути, по которым вестибулярный анализатор передает свое влияние на кишечник, а также исследовали механизмы изменений всасывательной функции тонкой кишки, возникающих под влиянием прямолинейных знакопеременных ускорений, т.е. во время качания.

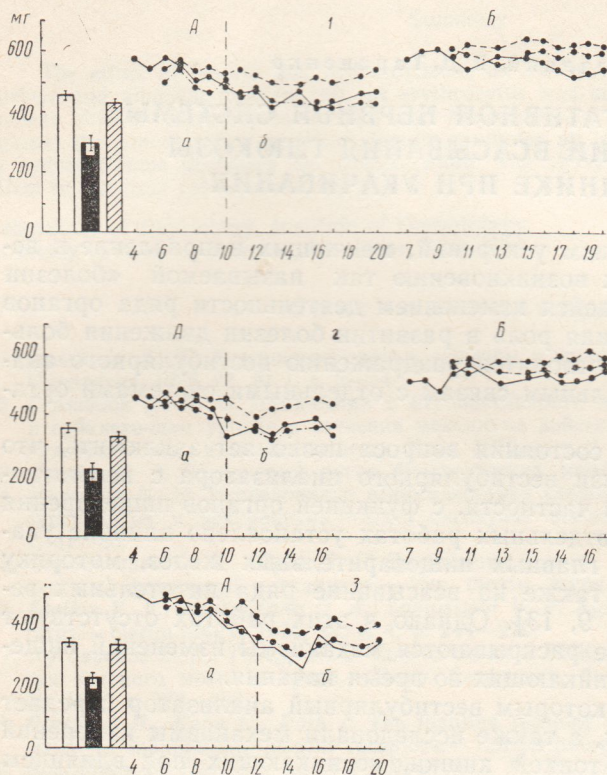
Методика исследований

Исследования проведены в условиях хронического эксперимента на трех собаках с изолированной петлей тощей кишки по Тири — Павлову. В образованный отрезок кишки вводили 16 мл 0,28 М раствора глюкозы на 30 мин. О степени всасывания судили по разнице между количеством введенного и извлеченного из кишки сахара. Количество глюкозы в растворе определяли рефрактометрически. Для воздействия на организм собак прямолинейных знакопеременных ускорений использованы четырехштанговые качели Хилова с длиной штанги 4 м, высотой подъема площадки 0,5 м и частотой качания 16—18/мин. Качание собак во всех опытах длилось 30 мин. Для изучения роли симпатической нервной системы в регуляции всасывательной деятельности тонкой кишки собак во время качания произведена двусторонняя перерезка чревных нервов (спланхнотомия). Через 2 нед после установления стабильного уровня всасывания у двух собак осуществляли двустороннюю делабиринтацию по [3]. Об изменении тонуса симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы во время качания дополнительно судили по изменению частоты сердечных сокращений. Сердечную деятельность подопытных собак во время качания регистрировали с помощью электрокардиографа «Малыш», позволявшего осуществлять запись электрокардиограммы непосредственно во время качания на 5, 10, 15, 20 и 30 мин с момента начала воздействия ускорений, а также через 5 и 10 мин после прекращения качания.

Результаты исследований

Всасывание 0,28 М раствора глюкозы в кишке собак при 30 мин качании. Результаты опытов показали, что в покое, за 30 мин из изолированной петли кишки собак из введенных 800 мг глюкозы всасы-

валось, в среднем, 389 ± 34 мг сахара, что составляло 48,6 % (табл. 1). При качании животных в течение 30 мин наблюдалось достоверное уменьшение интенсивности резорбции глюкозы у всех собак по сравнению с нормой. Всасывание сахара в этих условиях, в среднем, со-



Всасывание 0,28 М раствора глюкозы в изолированной петле тощей кишки собак и динамика изменения всасывания после спланхнотомии и делабинтации в покое и при 30 мин качания.

По вертикали — количество глюкозы в мг; по горизонтали — дни после операции. 1, 2, 3 — номер собаки. Столбики — всасывание глюкозы у intactных животных: белый столбик — в покое; темный — при 30 мин качания; со штриховкой — через 60 мин после прекращения качания. А — всасывание глюкозы после спланхнотомии; а — период восстановления; б — всасывание глюкозы после делабинтации на фоне спланхнотомии. Сплошная линия — всасывание глюкозы в покое; пунктирная — при 30 мин качания; штрихпунктирная — через 60 мин после прекращения качания.

Влияние 30 мин качания на всасывание 0,28 М раствора глюкозы в тонкой кишке

№ собаки	Intactные собаки									После перерезки		
	в покое			при качании			через 60 мин после качания			в покое		
	введено глюкозы	всосалось глюкозы		введено глюкозы	всосалось глюкозы		введено глюкозы	всосалось глюкозы		введено глюкозы	всосалось глюкозы	
		в мг	в %		в мг	в %		в мг	в %		в мг	в %
1	800	457±13	57,1	802	229±22	37,3	802	435±13	54,2	801	446±9	55,7
n=9					$p < 0,001$			$p > 0,05$				
2	800	366±13	45,7	802	220±15	27,4	802	327±19	40,8	801	350±9	43,7
n=9					$p < 0,001$			$p > 0,05$				
3	800	345±10	43,1	802	234±15	29,2	802	342±12	42,6	801	332±15	41,4
n=9					$p < 0,001$			$p > 0,05$				
среднее по группе	800	389±34	48,6	802	251±24	31,3	802	368±34	45,9	801	376±35	46,9

ставляло 251 ± 24 мг глюкозы (31,3 %; табл. 1). Через 60 мин после прекращения действия прямолинейных знакопеременных ускорений всасывательная деятельность кишечника у всех трех собак восстанавливалась до исходного уровня (табл. 1).

Всасывание глюкозы в кишечнике собак после перерезки чревных нервов. После двусторонней перерезки чревных нервов наблюдалось двухфазное изменение резорбтивной активности изолированной петли тонкой кишки — период восстановления и период стабилизации. В первые дни после операции у всех собак наблюдалось резкое повышение интенсивности резорбции глюкозы у собаки № 1 до 72,0 %, собаки № 2 — до 58,0 %, собаки № 3 — до 63,7 %, тогда как у интактных собак всасывание сахара составляло, в среднем, 57,1, 45,7 и 43,1 % соответственно. С восьмого — девятого дня после операции интенсивность резорбции глюкозы в кишечнике снижалась, и, начиная с десятого дня, у собак № 1 и 2, а с 12 дня у собаки № 3 всасывание глюкозы стабилизировалось на уровне нормы (см. рисунок). 30 мин качание собак с перерезанными чревными нервами в период восстановления всасывания после операционного вмешательства не вызвало существенных изменений во всасывании глюкозы по сравнению с покоем. Однако когда резорбция сахара стабилизировалась, качание собак привело к достоверному усилению всасывания глюкозы по сравнению с покоем в петле кишки собаки № 1 на 15 %, собаки № 2 — на 23,7 %, собаки № 3 — на 21,7 % (см. рисунок и табл.). У собаки № 3 усиление всасывания при качании по сравнению с покоем отмечалось уже на восьмой день после перерезки нервов. Эта тенденция сохранилась и в дальнейшем в течение всего периода исследований. Через 60 мин после прекращения качания всасывание глюкозы в петле кишки всех собак не отличалось от исходного уровня; в среднем, по группе из трех собак интенсивность резорбции глюкозы составляла 47,6 % от количества введенного сахара (исходный фон — 46,9 %; см. рисунок и табл. 1).

Т а б л и ц а

интактных, десимпатизированных и делабиринтированных собак (средние данные)

чревных нервов (период стабилизации)						После двусторонней делабиринтации на фоне перерезки чревных нервов									
при качании			через 60 мин после качания			в покое			при качании			через 60 мин после качания			
введено глюкозы	всосалось глюкозы		введено глюкозы	всосалось глюкозы		введено глюкозы	всосалось глюкозы		введено глюкозы	всосалось глюкозы		введено глюкозы	всосалось глюкозы		
	в мг	в %		в мг	в %		в мг	в %		в мг	в %		в мг	в %	
801	513±6	64,0	801	438±7	54,7	800	560±9	70,0	800	615±6	76,9	800	593±4	74,1	
	p<0,001			p>0,05						p<0,001			p<0,01		
801	433±8	54,1	801	356±10	44,4	800	524±7	65,5	800	580±7	72,5	800	561±6	70,1	
	p<0,001			p>0,05						p<0,001			p>0,05		
801	404±7	50,4	801	348±9	43,4										
	p<0,001			p>0,05											
801	450±33	56,8	801	381±29	47,6	800	542±18	67,0	800	597±17	74,6	800	577±16	72,1	

Всасывание глюкозы в кишке собак после делабиризации на фоне перерезки чревных нервов. Следующая серия опытов, проведенная на двух собаках с перерезанными чревными нервами, показала, что после двухсторонней делабиризации, т.е. при отсутствии импульсации со стороны периферического конца вестибулярного анализатора, в изолированной петле тонкой кишки собак также наблюдается изменение интенсивности всасывания 0,28 М раствора глюкозы. Так, после делабиризации у десимпатизированных животных всасывание глюкозы в покое составляло, в среднем, у собаки № 1 — 560 ± 9 мг или 70,0 % от количества введенного сахара, что было на 25,6 % выше, чем в период стабилизации после перерезки чревных нервов и на 22,5 % выше всасывания глюкозы у интактного животного. У собаки № 2 наблюдались аналогичные изменения. Высокий, стабильный уровень всасывания глюкозы сохранился у этих собак на протяжении всего периода исследований (с седьмого по двадцатый день после операции) и колебался у собаки № 1 от 64,4 до 75,7 %, у собаки № 2 — от 59,6 до 70,4 % (см. рисунок). 30 мин качание этих сложноперированных собак привело к еще большему усилению всасывания глюкозы: в изолированной петле кишки собаки № 1 на 9,8 % по сравнению с покоем, в кишке собаки № 2 — на 10,7 %, что составляло, соответственно, 76,9 и 72,5 %. Через 60 мин после прекращения воздействия ускорений резорбция хотя и снизилась по сравнению со всасыванием во время качания, но все же осталась выше исходной (см. рисунок и табл. 1).

Изменение частоты сердечных сокращений при 30 мин качании. Воздействие прямолинейных знакопеременных ускорений на здоровых животных вызвало учащение сердечных сокращений. Наибольшее увеличение частоты сердцебиений у большинства собак, по мере кумуляции раздражителей, воздействующих на организм во время качания, наблюдалось к 10 мин и составляло, в среднем, у собаки № 1 — $95 \pm 2,1$ уд/мин, у собаки № 2 — $104 \pm 1,9$ уд/мин, у собаки № 3 — $116 \pm 3,0$ уд/мин, что было на 23, 44 и 26 % соответственно выше, чем в покое. В последующем, вплоть до 30 мин, частота сердцебиений оставалась высокой, с некоторыми колебаниями в сторону уменьшения или увеличения (табл. 2). После прекращения качания наблюдалось восстановление деятельности сердца. Частота сердцебиений восстановилась к исходной уже через 5 мин у собаки № 1, через 10 мин — у собаки № 3. У собаки № 2 частота сердцебиений через 10 мин была все еще на 14 % выше исходной. После перерезки чревных нервов характер изменения сердечной деятельности в ответ на воздействие ускорений остался прежним у всех собак (табл. 2). Двусторонняя делабиризация вызвала некоторое урежение частоты сердцебиений в покое до $66 \pm 1,9$ уд/мин у собаки № 1 и до $64 \pm 2,0$ уд/мин у собаки № 2. На протяжении всего периода качания делабирированных животных (30 мин) частота сердечных сокращений оставалась на уровне покоя, или, как, например к 20 мин, уменьшалась на 12 % у собаки № 1 и на 9 % у собаки № 2 (табл. 2). После прекращения качания частота сердцебиений восстановилась к исходной для этих животных (табл. 2).

Обсуждение результатов исследований

Полученные экспериментальные данные показывают, что 30 мин качание собак на четырехштанговых качелях Хилова приводит к угнетению всасывания 0,28 М раствора глюкозы в тонкой кишке.

Согласно литературным данным, в регуляции функционального состояния желудочно-кишечного тракта принимает участие как симпа-

тическая, так и парасимпатическая нервная система, причем они оказывают разнонаправленное действие [11, 12]. Есть данные о реципрокных взаимоотношениях между чревными и блуждающими нервами [8]. В частности, симпатическая нервная система при возбуждении оказывает угнетающее влияние на всасывание глюкозы в кишечнике, а парасимпатическая, напротив — стимулирующее [5, 7, 14 и др.].

Наши данные также показали, что основную роль в осуществлении передачи угнетающих влияний на резорбтивную функцию тонкой кишки при качании играет симпатическая нервная система. Укачивание собак на фоне спланхнотомии привело к усилению резорбции глюкозы. Это связано, очевидно, с тем, что выключение основного пути, по которому передаются угнетающие резорбцию влияния во время качания, облегчает проявление парасимпатического эффекта в виде усиления всасывания глюкозы при качании. Можно предположить, что во время качания происходит одновременное изменение тонуса обоих отделов вегетативной нервной системы, с преобладанием симпатического эффекта. Об усилении тонуса симпатического отдела нервной системы при качании свидетельствует и увеличение частоты сердечных сокращений на 20—40 % по сравнению с покоем. Таким образом, и на сердце симпатические влияния при качании оказываются более выраженными, чем парасимпатические.

Ранее в наших исследованиях было показано, что основным фактором, оказывающим влияние на тонус вегетативной нервной системы во время качания, является постоянная импульсация, идущая со стороны вестибулярного анализатора. В передаче угнетающих влияний на кишечник участвуют, по-видимому, не только чревные нервы, но и другие проводники симпатического отдела. Об этом свидетельствует тот факт, что после делабинтации спланхнотомизированных животных наблюдается усиление всасывания глюкозы по сравнению с уровнем, установившимся после перерезки чревных нервов. Укачивание этих собак приводит к тому, что резорбция сахара повышается еще в большей степени. По всей видимости, это усиление всасывания при качании десимпатизированных и делабинтированных животных по сравнению со всасыванием глюкозы у этих же собак в покое, может свидетельствовать о существовании лабиринтных влияний на резорбцию в тонкой кишке при качании. Это можно объяснить как повышением тонуса блуждающих нервов за счет интероцептивных влияний, идущих со стороны подвижных внутренних органов, так и существованием собственно-кишечных интрамуральных механизмов. Влияние вестибулярного анализатора при качании на деятельность различных систем организма подтверждается и тем, что после делабинтации наблюдалось некоторое снижение частоты сердечных сокращений.

Полученные данные могут свидетельствовать о том, что как на всасывательную деятельность кишки, так и на деятельность сердца при 30 мин качании основное влияние оказывает импульсация, идущая со стороны вестибулярного анализатора. Определенную роль, очевидно, играют и интероцептивные влияния.

При качании изменяется тонус как симпатического, так и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. В угнетении резорбтивной активности тонкой кишки при качании значительную роль играет импульсация, идущая по симпатическим нервам. Блуждающие нервы, напротив, в какой-то мере способствуют нормальному сохранению всасывания глюкозы при качании.

T. V. Gladky, V. D. Taranenko

ON THE ROLE OF VEGETATIVE NERVOUS SYSTEM IN REGULATION
OF GLUCOSE ABSORPTION IN THE SMALL INTESTINE
UNDER CONDITIONS OF MOTION DISEASE

Summary

Chronic experiment on 3 dogs with the Thiry-Pavlov isolated jejunum loop showed that a 30 min rocking inhibits absorption of 0.28 M glucose solution in the small intestine. It is supposed that changes in the process of glucose absorption intensity under conditions of rocking was due to changes in the vegetative nervous system tone. Sympathetic effects in rocking are more pronounced. The vegetative nervous system tone is affected by impulsation generated by the vestibular analyzer.

Department of Human and Animal
Physiology, State University. Odessa

Список литературы

1. Бурко Е. В. Эфферентные пути вестибулярных влияний на моторную функцию подвздошной кишки: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1938. 19 с.
2. Вожжова А. И., Окунев Р. А. Укачивание и борьба с ним. Л.: Медицина, 1964. 168 с.
3. Гладкий Т. В. Всмоктування деяких вітамінів у тонкій кишці собак під впливом на організм прямолінійних прискорень.— Тез. докл. X съезда Укр. физиол. о-ва. Киев. 1977, с. 81.
4. Григорьев Ю. Г., Фарбер Ю. В., Волохов Н. А. Вестибулярные реакции. М.: Медицина, 1970. 196 с.
5. Гуска Н. И. Роль нервной системы в регуляции процессов всасывания в тонком кишечнике собак: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Одесса, 1959. 16 с.
6. Емельянов М. Д., Алешин В. В. Методика выключения периферических отделов вестибулярного аппарата у лабораторных животных.— Журн. ушных, носовых и горловых болезней, 1965, № 2, с. 71—72.
7. Зиганшина Ф. Ш. К вопросу о нервной регуляции всасывания в тонком отделе кишечника: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1957. 21 с.
8. Итина Л. В. Взаиморегуляция импульсации чревных и блуждающих нервов.— Физиол. журн. СССР, 1971, 57, № 5, с. 690—696.
9. Кожухарь Н. П. О влиянии укачивания на секреторную функцию желудка, поджелудочной железы и желчевыделение: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Днепропетровск, 1970. 16 с.
10. Комендантов Г. Л. Проблема ускорений в авиационной медицине. М., 1977. 24 с.
11. Косенко А. Ф. Роль блуждающих и чревных нервов в передаче влияний с гипоталамуса на секрецию желудка.— Физиол. журн. СССР, 1966, 52, № 2, с. 179—183.
12. Кузнецова А. Н. Влияние перерезки блуждающих нервов на экскреторную функцию желудка.— Бюл. эксперим. биологии и медицины, 1960, № 9, с. 33—37.
13. Рассветаев В. В. Секреторная и двигательная функция желудка у собак при укачивании.— Тр. ВМА, 1957, т. 79, с. 5—50.
14. Семен Н. П. Механизмы нервных влияний всасывания глюкозы в тонких кишках.— Тез. докл. науч. совещ. по пробл. физиологии и патологии пищеварения. Тарту, 1957, с. 233—234.

Кафедра физиологии человека и животных
Одесского университета

Поступила в редакцию
20.II 1980 г.