

Періодична секреція тонкого кишечника під час м'язової діяльності тварин

Т. І. Свистун

Лабораторія фізіології травлення Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця
Академії наук УРСР, Київ

Питання про взаємовідношення м'язової діяльності з роботою шлунково-кишкового тракту з давніх часів цікавило дослідників. Цей інтерес пов'язаний з практичними потребами медицини, яка прагне встановити, що корисніше для організму людини після прийняття їжі—спокій чи м'язова діяльність.

Розв'язанню цього питання присвячено чимало досліджень як клінічного, так і експериментального характеру, більшість з яких спрямована на вивчення секреторної функції шлунка під час роботи, тоді як вивченню діяльності інших органів травлення під час руху присвячені поодинокі праці.

Ми вивчали секреторну діяльність тонкого кишечника під час руху з різною швидкістю (3—8 км/год). Нас насамперед цікавило питання про вплив на функції шлунково-кишкового тракту незначної м'язової діяльності, зв'язаної з виконанням локомоторних актів при ходінні. Цей вид м'язової діяльності найбільш поширений, і тому становить певний інтерес виявити, як впливають звичні локомоторні рухи на функції організму. З цією метою була використана ходьба тварин в третбані з невеликою швидкістю (3 км/год). При русі такого характеру зміни в інших органах і системах незначні і самі по собі не можуть впливати на досліджувані функції.

Проведені нами раніше дослідження показали, що під час руху із зазначеною швидкістю спостерігаються зміни в секреторній діяльності слинних і шлункових залоз, в утворенні й виході жовчі в дванадцятипалу кишку, які в основному виявляються у пригніченні цих функцій. Приєднання механічного подразнення шлунка докорінно змінює відповідну реакцію органу при ходінні. Так, виділення шлункового соку і вихід жовчі в дванадцятипалу кишку не зазнавали пригнічення, якщо тварині давали хліб, який у порівнянні з іншими харчовими подразниками здійснює значний механічний вплив на стінки шлунка. При більшій швидкості руху (6 км/год) відзначалось різке пригнічення шлункової секреції й виходу жовчі в дванадцятипалу кишку на всі харчові подразники.

Зовнішньосекреторна функція підшлункової залози у собак, оперованих за способом Бакурадзе, не тільки не зменшується, а навіть збільшується під час руху тварини з швидкістю 3 км/год.

Збільшення швидкості до 6—8 і навіть 9 км/год також не викликало пригнічення зовнішньосекреторної функції підшлункової залози.

Нами проведені досліди, спрямовані на вивчення секреторної функції тонкого кишечника при стоянні і під час руху тварини.

Дослідженнями лабораторії І. П. Павлова зроблено великий вклад у вивчення секреторних процесів травних залоз, в тому числі діяльності кишечника (Глінський, 1891, Шаповальников, 1899; Лепер, 1904; Савич, 1904; Орбелі і Савич, 1916, та ін.). Кишковий сік являє собою рідину із значною кількістю слизових грудочок та великим вмістом різноманітних ферментів. У перелічених працях показана роль кишкових ферментів, які впливають на основні харчові речовини. Відкриття «ферменту ферментів» — ентерокинази, встановлення закономірностей виділення соку і ферментів тонкого кишечника — все це дало змогу назавжди відкинути застарілий погляд, який ставив під сумнів травну цінність кишкового соку.

На підставі праць Болдирева (1904) вважали, що вирішальним фактором секреторної діяльності кишечника є механічне подразнення. Механічний подразник широко використовували для одержання кишкового соку Савич (1904, 1936), Лондон (1924) та інші автори.

Проте Савич (1904), Фоміна (1951), Шлигін (1952), зазначають, що місцеве механічне подразнення кишки гумовою трубкою збільшує виділення тільки рідкої частини секрету і не впливає на секрецію ферментів. Хімічні подразники кишки (розчини соляної, жирової кислот, гірчична олія, натуральний шлунковий сік, розчин пептону тощо) також викликають виділення значної кількості рідкої частини соку з невеликим вмістом ферментів (Лепер, 1904).

У 1925 р. Болдирев, аналізуючи результати своїх дослідів, прийшов до висновку, що і при відсутності механічного або якогось іншого подразника виділяється кишковий сік, якщо ізольована петля кишки не має перекручень; наявність таких перекручень може затримати виділення соку або створити умови для його всмоктування. З кишкової петлі виділяється незначна кількість секрету через певні проміжки часу (1,5—2 год.) при відсутності подразника та порожньому шлунку, тобто відбувається так звана періодична секреція.

Дослідженнями Фоміної (1951) встановлено, що кількість ферментів у щільній частині секрету при періодичній секреції в кілька разів більша, ніж у рідкій частині. За даними Вернке і Левіна (1935), кількість виділюваного при періодичній секреції кишкового соку може значно коливатись, а вміст в ньому щільної частини може досягати 50%. Якщо дати тварині їжу, то на думку одних авторів, це гальмує секрецію кишкового соку (Болдирев, 1904; Орбелі, 1923; Бресткін і Савич, 1927; Гуровський і Космолінський, 1953; Фоміна, 1957); за висновком інших, кількість секрету не змінюється (Шаповальников, 1899). Нарешті, Савич (1904), Губарь (1942), Говоров, Сенюшкін і Жиленко (1951) вказують на збільшення секреції кишкового соку.

З питання про вплив м'язової діяльності на секреторну функцію кишечника відомо (І. С. Самойленко, 1957; Цонева і Зельцер, 1958), що під час руху тварин збільшується секреція тонкого кишечника на механічне подразнення, підвищується активність ерепсину й амілази в складі кишкового соку під час м'язової діяльності. М. П. Станець (1960), вивчаючи всмоктування глюкози в ізольованому відрізку тонкої кишки за методом Тірі—Велла, відзначила збільшення секреції тонкої кишки під час руху тварини в третбані.

З. М. Гаджієва (1958), вивчаючи морфологічний склад соку тонкого кишечника, одержаного на механічне та хімічне подразнення, а також соку, одержаного при періодичній секреції з тонкої кишки, показала, що застосування механічного подразнення кишки у вигляді гумового дренажу викликає морфологічні зміни кишки. За даними автора, найбільш фізіологічним є періодично виділюваний кишковий сік.

Ми вивчали періодичну секрецію і секрецію тонкої кишки у нагодованих тварин без застосування будь-яких інших подразників кишки в умовах стояння і під час руху, а також досліджували ферментний склад кишкового соку (ентерокіназу, сахаразу, лужну фосфатазу, ліпазу, пептидази).

Методика досліджень

Досліди провадилися в умовах хронічних експериментів на чотирьох собаках з ізольованими відрізками тонкого кишечника за методами Тірі і Тірі—Велла. До дослідів приступали через три-чотири тижні після операції. Задовго до дослідів (1—1,5 міс.) собак привчали до лабораторної обстановки — і до ходіння в третбані з різною швидкістю. Досліджували періодичну секрецію тонкого кишечника у голодної тварини (через 18—19 год. після останньої годівлі). Сік збирали протягом 4 год. Визначали кількість щільної та рідкої частин ваговим способом після центрифугування протягом 10 хв. при 3 тис. обертів на хвилину. Секрет гомогенізували і в гомогенаті визначали ферменти — ентерокіназу, сахаразу, лужну фосфатазу, пептидази і ліпазу.

Ферменти визначали методами, розробленими в лабораторії фізіології травлення Інституту харчування АМН СРСР, ентерокіназу — методом Шлигіна (Шлигін, 1950; Куваєва і Міхлін, 1954); лужну фосфатазу — за розщепленням фенолфталейнфосфату натрію (Фоміна, Міхлін, Шлигін, 1952), сахаразу — полярометричним методом, пептидази — за розщепленням пептонної води с наступним титруванням звільнених карбоксильних груп у 90%-ному спирті, ліпазу — за розщепленням трибутирину з титруванням звільнених жирних кислот у 50%-ному спирті (Фоміна, 1951).

Результати досліджень

В табл. 1 наведені показники періодичної секреції (в грамах) і концентрації ферментів кишкового соку. Як видно з цієї таблиці, рух тварини з швидкістю 3—3,5 км/год посилює виділення періодичної секреції як рідкої, так і щільної частини соку. Активність всіх ферментів під час руху тварини підвищується. Збільшення періодичної секреції під час руху тварини спостерігалось у двох піддослідних собак. У одного секреція і ферментний склад не змінилися.

В табл. 2 відображені показники секреції тонкого кишечника в умовах, коли тварині за дві години до дослідів давали їжу. Як видно з наведених даних, прийняття їжі гальмує секрецію тонкого кишечника. Різко зменшується вміст щільної частини, в окремих дослідях він зовсім зникає. Таку закономірність спостерігали у двох собак, у яких щільна частина була представлена невеликою кількістю сіруватого слизу. У третьої тварини після прийняття їжі не було виявлене зменшення загальної кількості соку, тоді як його щільна частина помітно зменшувалась (табл. 3). Кількість ферментів змінювалась залежно від величини щільної частини секрету.

Виходячи з цієї серії дослідів, ми схильні приєднатися до думки тих авторів, які вказували на гальмування секреції у собак з ізольованим відрізком тонкого кишечника після годівлі. Фоміна (1957), вивчаючи вміст ферментів у хімусі та в слизовій оболонці кишечника під час травлення, показала, що у нагодованого собаки їх концентрація значно більша, ніж у голодного.

Під час руху тварини секреція і концентрація ферментів кишкового соку значно підвищуються у нагодованої тварини (табл. 2, 3). Збільшення секреції під час руху після годівлі спостерігалось у дослідях цієї серії у всіх трьох собак.

Отже, досліди, проведені з метою вивчення секреторного процесу тонкого кишечника під час руху тварини, дозволили зробити висновок, що під час м'язової діяльності тварини збільшується періодична секреція та посилюється секреція у нагодованої тварини, підвищується ак-

Таблиця 1

Періодична секреція у собаки Бельчика з ізольованим відрізком тонкого кишечника за Тірі при стоянні і під час руху

Дата досліджу	Загальна кількість соку, г	Рідка частина, г	Щільна частина, г	Ліпаза	Ерепсин	Сахараза	Фосфатаза	Ентерокіназа
в умовних одиницях								

При стоянні

1958 р.

7.VII	1,250	0,600	0,650	57	280	226	750	1000
9.VII	1,300	0,800	0,500	57	240	184	750	666
11.VII	1,150	0,550	0,600	57	280	226	1125	666
14.VIII	1,200	0,700	0,700	57	240	226	750	444
18.VIII	1,270	0,930	0,340	39	200	184	750	444
27.VIII	1,840	1,180	0,660	76	200	276	1125	666
18.IX	1,950	1,250	0,700	76	280	276	1125	666

Під час руху із швидкістю 3—3,5 км/год

19.VIII	2,110	1,000	1,100	96	280	276	1687	1530
21.VIII	3,000	2,100	0,900	96	240	368	1687	666
22.VIII	2,500	1,200	1,300	96	360	322	1687	2222
23.VIII	2,730	1,800	0,930	96	280	226	2530	1530

Під час руху із швидкістю 5—5,5 км/год

29.VIII	2,000	1,100	0,900	96	280	322	2530	666
15.IX	2,300	1,150	1,150	115	320	368	2530	1530
16.IX	2,500	1,280	1,220	115	320	322	2530	1530

Таблиця 2

Секреція тонкого кишечника у нагодованої тварини з ізольованою петлею за Тірі (Бельчик)

Дата досліджу	Загальна кількість соку, г	Рідка частина, г	Щільна частина, г	Ліпаза	Ерепсин	Сахараза	Фосфатаза	Ентерокіназа
(в умовних одиницях)								

При стоянні

1959 р.

25.III	0,280	0,260	0,020	24	40	12	225	20
26.III	0,330	0,300	0,030	19	30	23	225	29
30.III	0,420	0,410	0,010	9	30	0	150	20
9.IV	0,230	0,230	—	9	20	0	150	0
27.IV	0,340	0,330	0,010	9	20	12	150	29
7.V	0,280	0,280	—	19	30	0	150	20
12.V	0,300	0,300	—	19	20	12	150	20

Під час руху із швидкістю 3 км/год

2.IV	0,500	0,450	0,050	44	90	69	337	66
13.IV	0,670	0,570	0,100	44	140	92	506	100
16.IV	0,840	0,600	0,240	58	200	115	759	154
20.IV	0,500	0,400	0,100	53	120	92	506	100
23.IV	0,680	0,560	0,120	53	100	92	506	100
24.IV	0,500	0,420	0,080	53	100	104	506	66

тивність ферментів (ентерокінази, сахарази, лужної фосфатази, пептидаз, ліпази).

Розглядаючи секреторний процес у шлунково-кишковому тракті в цілому, можна сказати, що під час м'язової діяльності пригнічується робота верхнього відділу шлунково-кишкового тракту (слинні, шлункові залози), в регуляції діяльності якого провідну роль відіграє рефлексорний механізм. Нижчі відділи — кишечник, підшлункова залоза, в діяльності яких провідне значення має місцевий та гуморальний механізми, під час руху посилюють свою діяльність.

ЛІТЕРАТУРА

- Болдырев В. Н., Дисс., СПб, 1904.
 Бресткин М. П. и Савич В. В., Архив биол. наук, 27, 1—3, 1927, с. 37.
 Вернке О. В. и Левин М. М., Русск. физиол. журн. им. Сеченова, XVIII, 2, 1935, с. 266.
 Глинский Д. Л., Дисс. СПб, 1891.
 Голубева Е. Л. и Фомина Л. С., Физиол. журн. СССР, 43, 2, 1957.
 Говоров Н. П., Сенюшкин А. Ф. и Жиленко В. Н., Физиол. журн. СССР, 41, 2, 1955.
 Губарь В. Л., Бюлл. exper. биол. и мед., 14, 4, 10, 1942.
 Гуровский Н. Н. и Космолинский Ф. П., Физиол. журн. СССР, 39, 451, 1953.
 Куваева И. В. и Михлин С. Я., Биохимия, 19, 437, 1954.
 Лепер Г. Х., Дисс. СПб, 1904.
 Лондон Е. С., Физиология и патология пищеварения, 1924.
 Орбели Л. А., Русск. физиол. журн. им. Сеченова, V, 4—6, 1923.
 Орбели Л. А. и Савич В. В., Архив биол. наук, 20, 1, 1916.
 Павлов И. П., 1899, Полн. собр. соч., т. V, 1951, с. 216.
 Савич В. В., Архив биол. наук, 42, 1—2, 1936, с. 181.
 Свистун Т. І., Физиол. журн. АН УРСР, т. III, № 4, 1957, с. 58.
 Свистун Т. І., Научное совещание по проблемам физиологии и патологии пищеварения, Тарту, 1957.
 Свистун Т. І., Физиол. журн. АН УРСР, т. V, № 1, 1959, с. 39.
 Свистун Т. І., Физиол. журн. АН УРСР, т. V, № 6, 1959, с. 750.
 Свистун Т. І., Тезисы докл. на IX Всесоюзном съезде физиологов, биохимиков и фармакологов, Минск, 1959.
 Фомина Л. С., Труды АМН СССР, Вопросы питания, т. 13, в. I, 1951, с. 130.
 Фомина Л. С., Физиол. журн. СССР, 42, 1956, с. 963.
 Фомина Л. С., Физиол. журн. СССР, 43, 1957, с. 169.
 Фомина Л. С., Михлин С. Я. и Шлыгин Г. К., Биохимия, 14, 1952, с. 134.
 Цонева Т. М., Зельцер Е. І., Физиол. журн. АН УРСР, IV, 6, 1958.
 Шаповальников Н. П., Дисс. СПб, 1899.
 Шлыгин Г. К., Биохимия, 15, 1950, с. 509.
 Шлыгин Г. К., Успехи соврем. биологии, 33, 1, 1952, с. 14.

Надійшла до редакції
13. XII 1959 р.

Периодическая секреция тонкого кишечника во время мышечной деятельности животного

Т. И. Свистун

Лаборатория физиологии пищеварения Института физиологии им. А. А. Богомольца
Академии наук УССР, Киев

Резюме

Мышечная деятельность занимает ведущее место в жизни организма. Исследователей с давних пор интересовал вопрос, как отражается выполнение мышечной деятельности на протекании различных функций организма, в том числе на пищеварительных процессах желудочно-ки-

шечного тракта. Этому вопросу посвящено значительное количество работ как клинического, так и экспериментального характера. В связи с тем, что условия эксперимента и методики проведения опытов у разных авторов были самые различные, то, естественно, и результаты нередко оказывались противоречивыми.

На протяжении ряда лет в нашей лаборатории проводятся исследования секреторных процессов желудочно-кишечного тракта во время мышечной деятельности. Исследования прошлых лет показали, что во время локомоции угнетается секреторная деятельность слюнных и желудочных желез, уменьшаются образование и выход желчи в двенадцатиперстную кишку. Особое место занимает механическое раздражение стенок желудка во время движения. При большей скорости движения животного угнетение секреторного процесса было более значительным.

Внешнесекреторная деятельность поджелудочной железы во время движения с различной скоростью (3—9 км/час) не только не угнеталась, но даже несколько усиливалась без изменения концентрации ферментов в соке. Представляло интерес проследить секрецию тонкого кишечника во время движения животного.

В условиях хронических опытов на собаках с изолированным отрезком по Тири и Тири—Велла была исследована периодическая секреция и секреция накормленного животного за четырехчасовой промежуток времени. Весовым методом определялось количество жидкой и плотной частей кишечного сока после предварительного центрифугирования. Полученный сок гомогенизировали и в гомогенате определяли ферменты (энтерокиназу, сахаразу, пептидазы, щелочную фосфатазу, липазу) методами, разработанными в лаборатории физиологии пищеварения Института питания АМН СССР.

Как показали проведенные опыты, периодическая секреция несколько увеличивается во время движения животного. Увеличение касается как жидкой, так и плотной частей сока. Ферментативная активность сока во время движения также повышается.

Дача животному пищи угнетает секреторную функцию тонкого кишечника. Секреция и концентрация ферментов в кишечнике накормленного животного во время движения увеличиваются.

Рассматривая секреторный процесс желудочно-кишечного тракта в целом, можно сказать, что во время мышечной деятельности угнетается работа верхнего отдела желудочно-кишечного тракта (слюнные, желудочные железы), в регуляции деятельности которых ведущую роль играет рефлексорный механизм. Нижние отделы — кишечник, поджелудочная железа, в деятельности которых существенное значение имеют местный и гуморальный механизмы, — во время движения усиливают свою деятельность.

Secretion of the Small Intestine during Muscular Activity of the Animal

T. I. Svistun

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

Summary

The author studied secretion of the small intestine in dogs on isolated segments of intestine by the methods of Thiry and Thiry-Vella with the animals standing still or moving at various rates (3—6 km per hour) on a treadmill.

The investigation showed that the periodic secretion of the small intestine is augmented during locomotion. The increase involves both the fluid and solid parts of the juice. The enzyme concentration increases during locomotion. In animals that have been fed, intestinal juice secretion is depressed. The quantity of juice and enzymes rises during locomotion of the animal.

Considering the secretory process of the gastrointestinal tract as a whole, it may be said that during muscular activity we note depression in the work of the upper division of the gastrointestinal tract (salivary and gastric glands) where the reflex mechanism plays the leading role in the regulation of gland activity. The lower divisions — intestine, pancreas — where the local and humoral mechanisms are of chief importance, increase their activity during locomotion.