

УДК 612.32:616.33

М. М. Харченко

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКРИМІНУЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПІЛОРИЧНОГО СФІНКТЕРА ЩОДО ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК ШЛУНКОВОГО ВМІСТУ

Ще наприкінці минулого століття Кеннон [9] рентгеноскопічно встановив здатність пілоричного сфінктера затримувати евакуацію з шлунка великих частинок твердої їжі. Проте з тих пір була зроблена тільки одна спроба [16], і до того ж недосконалими методами дослідження, дати кількісну оцінку даного процесу. Зокрема було встановлено, що тверді кульки діаметром 1—1,5 см покидають шлунок собаки значно повільніше, ніж рідини. Множинним дренаванням запілоричної фістули з використанням кульок з харчової гуми було показано [4, 5], що тверді частинки діаметром 1—1,5 мм безперешкодно залишають шлунок разом з хімусом. Користуючись модифікацією того ж методу і поступово збільшуючи величину гумових кульок, ми змогли дати кількісну характеристику твердих частинок хімусу різного діаметра на протязі всього травного процесу в шлунку.

### Методика досліджень

Дослідження проводили на шести собаках (№ 1—6) з фістулами шлунка і початкової частини дванадцятипалої кишки (5—7 см від пілоричного сфінктера). Вага собак № 1, 2 становила 20 і 21 кг, інші собаки важили від 12 до 15 кг. Собакам згодовували 100 г хліба, в який були добавлені кульки з харчової гуми діаметром 1 мм (малі), 3 мм (середні) і 5 мм (великі). Тварини одержували з кормом по 100 малих та середніх, малих та великих або середніх та великих кульок. На протязі всього експерименту запілорична фістула залишалась відкритою. В підвішений до неї спеціальний циліндр дренавався хімус. В 30 хв порціях хімусу визначали його об'єм, підраховували кількість кульок кожного виду і розраховували, яку частину вони становлять відносно кульок, що залишились в шлунку.

Тотальний збір всього хімусу, який виділявся з шлунка, значно усував дію ентерогастрального рефлексу, що прискорювало на 18—20% евакуацію з шлунка [4]. Методика тотального збору значно полегшувала можливість кількісної оцінки одержаних результатів і дозволяла аналізувати як серію однотипних експериментів, так і окремі досліді. Нижче ми спеціально розглядаємо питання про залежність дискримінуючої функції пілоричного сфінктера від швидкості евакуації з шлунка та про похибку, яка вноситься в оцінку експерименту завдяки тотальному збору хімусу.

Результати серій однотипних дослідів оброблені статистично за Стьюдентом [13] з визначенням достовірності різниць.

### Результати досліджень

У всіх собак вагою до 15 кг евакуація з шлунка кульок середнього розміру майже на всьому протязі його спорожнення відбувалась повільніше, ніж малих кульок, до того ж різниця була статистично достовірною ( $p < 0,05$ ). Типові результати, одержані у собаки № 4, наведені на графіку (рис. 1). На цьому ж рисунку поданий графік абсолютної швидкості евакуації вмісту з шлунка, який був розрахований за даними евакуації малих кульок в тій же часовій шкалі. Порівняльний аналіз гра-



фіків показує, що із зменшенням абсолютної швидкості евакуації з шлунка, яка відбувається за експонентою [5], дискримінуюча здатність пілоричного сфінктера проявляє тенденцію до збільшення. Отже, прискорення евакуації з шлунка, викликане тотальним збором хімусу, мало трохи зменшити дискримінуючу здатність пілоричного сфінктера.

При згодовуванні собакам вагою 12—15 кг хліба з домішками середніх та великих кульок пілоричний сфінктер також легше пропускав

середні кульки, ніж великі (рис. 2), однак при цьому різниця між швидкостями евакуації середніх та великих кульок, як правило, була статистично недостовірною ( $p > 0,05$ ). Тому при аналізі здатності пілоричного сфінктера дискримінувати евакуацію з шлунка твердих частинок

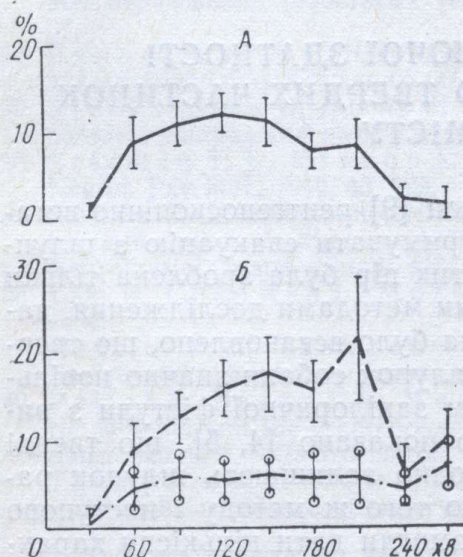


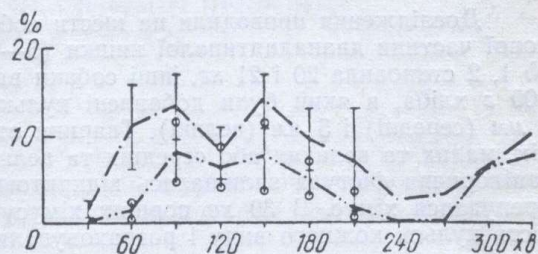
Рис. 1. Динаміка евакуації з шлунка гумових кульок різного розміру у собаки № 4 (вага 12 кг).

По горизонталі — час після прийняття дослідного сніданку, в хв; по вертикалі — частина кульок в % від загальної їх кількості в дослідному сніданку (100 штук), які покидають шлунок за послідовні 30 хв проміжки часу; Б — відношення в % кількості кульок кожного розміру, що покидали шлунок за 30 хв проміжки часу до кульок, які залишались у шлунку; суцільна лінія — абсолютна швидкість евакуації з шлунка малих кульок; пунктирна — відносна швидкість евакуації з шлунка малих кульок; пунктирна з однією крапкою — відносна швидкість евакуації з шлунка середніх кульок.

їжі, розмір яких поступово збільшується, створюється враження про наявність деякої якісної порогової величини, нижче якої частинки вільно проходять через сфінктер, а вище — затримуються. Збільшення розмірів

Рис. 2. Динаміка евакуації з шлунка гумових кульок різного розміру у собаки № 4 (вага 12 кг).

По горизонталі — час після прийняття дослідного сніданку, в хв; по вертикалі — відношення в % кількості кульок кожного розміру, що покидали шлунок за 30 хв проміжки часу до кульок, які залишались в шлунку; пунктирна з однією крапкою — відносна швидкість евакуації з шлунка середніх кульок; пунктирна з двома крапками — відносна швидкість евакуації з шлунка великих кульок.



частинок їжі супроводжується вже чисто кількісним посиленням їх дискримінації пілоричним сфінктером.

Наприкінці шлункової фази травного процесу в більшості експериментів створювалась така ситуація, коли шлунок вже не містив хліба та малих кульок, а в ньому залишались тільки середні або великі кульки. При цьому на протязі 30—60 хв із запілоричної фістули нічого не виділялось, після чого досить швидко евакуювались тільки середні або великі гумові кульки в суміші з невеликими кількостями травних соків, що спостерігалось протягом 30—40 хв. Результати одного з таких дослідів показані в таблиці. Даний дослід також може служити ілюстрацією того, що дискримінуюча здатність пілоричного сфінктера збільшується із зменшенням швидкості евакуації з шлунка. На початку процесу евакуації з шлунка, коли абсолютна швидкість його спорожнення була велика, поряд з малими кульками шлунок покидала менша, проте все ж значна кількість середніх кульок. В другу фазу травного процесу, коли швидкість евакуації з шлунка зменшилась, через пілоричний сфінктер проходили тільки малі кульки.



У собак, вага яких перевищувала 20 кг, ми не змогли виявити дискримінуючої здатності пілоричного сфінктера щодо середніх кульок, які проходили його так само, як і малі. Однак у цих собак чітко виявлялась здатність пілоричного сфінктера дискримінувати проходження великих кульок (рис. 3).

### Обговорення результатів досліджень

Одержані дані не тільки підтверджують давно відомий факт дискримінуючої здатності пілоричного сфінктера щодо великих твердих частинок хімусу, але вперше дають кількісну характеристику цієї його функції. В цитованій праці Коуда та ін. [16] повідомлялося тільки про те, що кульки діаметром 10—15 мм без перешкод не проходять через пілоричний сфінктер. Питання про пороговий рівень дискримінуючої здатності пілоричного сфінктера залишалося відкритим. За нашими даними, у собак вагою до 15 кг через пілоричний сфінктер, не затримуючись, проходять частинки діаметром 1—1,5 мм, а у собак вагою понад 20 кг — діаметром до 3 мм. Це дозволяє зробити висновок, що дискримінуюча активність пілоричного сфінктера має не абсолютний характер, а залежить від розмірів тварини.

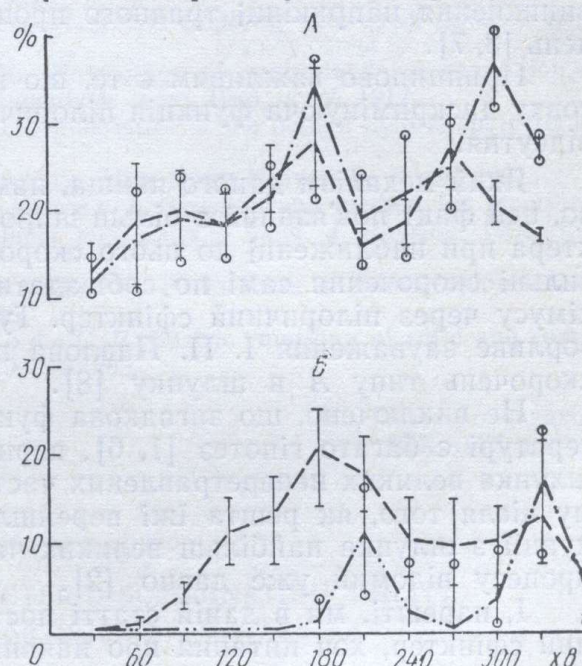


Рис. 3. Динаміка евакуації з шлунка гумових кульок різного розміру у собаки № 2 (вага 21 кг).

По горизонталі — час після прийняття дослідного сніданку, в хв; по вертикалі — А і Б — відношення в % кількості кульок кожного розміру, що покидали шлунок за 30 хв проміжки часу, до кульок, які залишались в шлунку; пунктирна — відносна швидкість евакуації з шлунка малих кульок; пунктирна з однією крапкою — відносна швидкість евакуації з шлунка середніх кульок; пунктирна з двома крапками — відносна швидкість евакуації з шлунка великих кульок.

### Динаміка евакуації з шлунка малих і середніх кульок

(Дослід № 144, собака № 4, годування—100 г хліба в суміші з 100 малими і 100 середніми кульками)

| Кульки  | Час у хв          |    |    |     |     |     |     |     |                 |     |     |     |     |
|---------|-------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|-----|
|         | 30                | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270             | 300 | 330 | 360 | 390 |
|         | Об'єм хімусу в мл |    |    |     |     |     |     |     | Об'єм соку в мл |     |     |     |     |
|         | 45                | 87 | 65 | 55  | 10  | 15  | 9   | 4   | 1               | 0   | 1   | 2   | 0   |
| Малі    | 12                | 25 | 28 | 18  | 5   | 4   | 6   | 2   | 0               | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Середні | 0                 | 8  | 10 | 3   | 0   | 0   | 2   | 0   | 6               | 0   | 0   | 7   | 0   |

Відзначений вище факт зменшення дискримінуючої здатності пілоричного сфінктера при прискоренні швидкості спорожнення шлунка свідчить про те, що збільшення об'ємної швидкості витікання вмісту із шлунка здійснюється не тільки за рахунок підвищення лінійної швидко-



сті проходження потоку хімусу через пілоричний сфінктер, але і завдяки збільшенню діаметра вихідного отвору шлунка. Тому при швидкому спорожненні шлунка поряд з малими кульками через пілоричний сфінктер частково можуть проходити середні і навіть великі кульки. Отже, викликане тотальним збором хімусу прискорення евакуації з шлунка якщо і позначається на дискримінуючій здатності пілоричного сфінктера, то тільки в бік її зменшення.

Привертає увагу відзначена в частині експериментів пауза в евакуаторній активності шлунка, яка виникла після того, як шлунок вже покинула вся їжа і малі кульки, але залишались ще великі або середні. Період евакуації, який виникав пізніше і при якому з фістули виділялись одні тільки великі кульки в суміші з відносно малою кількістю травного соку, за часовою характеристикою дуже нагадував період роботи позатравної періодики. Слід гадати, що передуюча цьому пауза відповідала періоду спокою. В літературі є відомості про можливість виникнення наприкінці травного процесу в шлунку періодичних скорочень [3, 7].

Принципово важливим є те, що в період подібного кінцевого виштовху дискримінуюча функція пілоричного сфінктера немов би повністю відсутня.

Який механізм даного явища, нам ще не зовсім зрозуміло. Можливо, цей факт пов'язаний з більш широким розкриттям пілоричного сфінктера при наближенні до нього скорочень типу А за Анічковим, або ці сильні скорочення самі по собі здатні проштовхувати великі частинки хімусу через пілоричний сфінктер. Тут потрібно ще раз нагадати про зорливе зауваження І. П. Павлова про значну евакуаторну здатність скорочень типу А в шлунку [8].

Не виключено, що загадкова функція цих скорочень, про яку в літературі є багато гіпотез [1, 6], перш за все полягає в спорожненні з шлунка великих неперетравлених частинок їжі, які залишаються в ньому після того, як решта їжі перейшла в тонкий кишечник. Факт евакуації з шлунка найбільш великих частинок їжі наприкінці травного процесу відомий уже давно [2].

І, нарешті, ми в даній статті постійно оперуємо поняттям пілоричний сфінктер, хоч питання про наявність цього органа з специфічними властивостями, відмінними від суміжних м'язів антрального відділу, до останнього часу залишається дискусійним [10—12, 14]. Існує точка зору, що дискримінуюча функція по відношенню до великих частинок хімусу властива не тільки пілоричному сфінктеру, а всьому вихідному відділу шлунка [11]. Ця проблема може бути вирішена прямим експериментом з ізолюванням зруйнуванням сфінктера. Подібні дослідження у нас проведені, вони переконливо показали, що у собак після пілоропластики за Гейнеке — Мікулічем дискримінуюча здатність шлунка відносно середніх і великих гумових кульок зникає.

Дана проблема має також і практичний аспект, пов'язаний з тим, що фармакологи при розробці лікарських препаратів, які мають надходити незмінним з шлунка в кишечник, зацікавлені в об'єктивній інформації про дискримінуючу здатність пілоричного сфінктера в різні фази травного процесу в шлунку.

### Література

1. Богач П. Г., Мордовцев А. И. Периодическая деятельность пищеварительного аппарата.— В кн.: Физиология пищеварения, из серии «Руководство по физиологии», Л., 1974, 594—615.



2. Быков К. М., Владимиров Г. Е., Денов В. Е., Конради Г. П., Слоним А. Д. Учебник физиологии, М., 1954.
3. Гройсман С. Д. Механизмы нервной регуляции моторной функции желудка, Автореф. дис., Киев, 1968.
4. Гройсман С. Д., Бегека А. Д. К вопросу о характере эвакуаторной функции желудка у собак.— В сб.: Физиология и патология органов пищеварения, М., 1971, 432—433.
5. Гройсман С. Д., Бегека А. Д. Динамика эвакуации пищи твердой консистенции из желудка.— Физиол. журн. СССР, 1972, 58, № 10, 1596—1601.
6. Мордовцев А. И. Опыт анализа механизма внепищеварительной моторной деятельности желудка, Душанбе, 1959.
7. Музыкантов В. А. О моторной деятельности желудка во время второй фазы секреции.— В сб.: Деятельность пищеварительной системы и ее регуляция в норме и патологии, М., 1961, 221.
8. Павлов И. П. Современное объединение в эксперименте главнейших сторон медицины на примере пищеварения.— Больничная газета Боткина, 617, 1990, Полн. собр. трудов, Изд. АН СССР, 1946, 2, 336—365.
9. Cannon W. B. The movements of the stomach studies by means of the roentgen rays.— Amer. J. Physiol., 1898, 1, 359—382.
10. Crider J. O., Thomas J. E. A study of gastric emptying with open. Amer. J. Dig. Dis., 1937, 4, 295—300.
11. Edwards D. A., Rowlands E. N. Physiology of gastroduodenal conjunction.— In: Handbook of Physiology, sect. 6. Alimentary canal, 1968, v. IV, 1917.
12. Fisher R., Cohen S. Physiological characteristics of the human pyloric sphincter.— Gastroenterology, 1973, 64, 1, 67—75.
13. Gray D. E. Statistics for Medical Students, Hog Kong University Press, 1961.
14. Louches H. S., Quigley J. P., Kersey J. Indactograph method for recording muscle activity especially pyloric sphincter physiology.— Amer. J. Physiol., 1960, 199, 2, 301—310.
15. Menta A. J., Kayo M. D., Shawalter J. P. Is there a pyloric sphincter? — Gastroenterology, 1974, 66, 4, A—92/746.
16. Schlegel J. E., Coburn W. M., Code C. F. Gastric emptying of solid and compliant spheres in dogs.— Physiologist, 1966, 9, 283.

Інститут фізіології Київського  
університету

Надійшла до редакції  
16.X 1975 р.

N. M. Kharchenko

# STUDY OF PYLORIC SPHINCTER DISCRIMINATING ABILITY WITH RESPECT TO SOLID PARTICLES OF GASTRIC CONTENT

## Summary

In experiments on dogs with fistulas at the initial part of duodenum it is shown that in animals weighting 12-15 kg the solid particles with a diameter up to 1.5 mm pass easily through the pyloric sphincter and in dogs weighting above 20 kg the particles up to 3 mm. The discriminating ability of pyloric sphincter decreases as the rate of evacuation from stomach increases. The detained in stomach larger particles of chyme are evacuated at the end of the digestive cycle under the effect of contractions of the type A by Anichkin, the discriminating ability of pyloric sphincter being sharply weakened at that time.

Institute of Physiology, State University, Kiev