

УДК 612.332.7

Б. Є. Єсипенко, П. В. Ляхін

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ОБМІНУ ВОДИ В ТОНКОМУ КИШЕЧНИКУ СОБАК

Обмін води в шлунково-кишковому тракті є однією з найважливіших ланок обміну води в організмі [2, 3]. Одному тільки процесу всмоктування води в тонкому кишечнику присвячена велика кількість досліджень. Останнім часом почали з'являтися праці, де йдеться про обмін води в тонкому кишечнику в тому розумінні, де вона здатна переходити з порожнини кишечника у внутрішнє середовище (інсорбція), а також — в зворотному напрямку (ексорбція) [5, 9, 10, 23].

Досліди і розрахунки показують, що інсорбція і ексорбція — процеси функціонально зв'язані між собою і обумовлюються нейрогуморальною регуляцією [1], а також станом водно-сольової рівноваги організму [4, 5, 9, 10]. Тому вивчати фізіологію цих процесів необхідно тільки в нерозривному їх зв'язку і в динаміці.

Але дотепер фізіологи не мають надійних методів вивчення обміну води, за винятком ізотопного [23], яким, на жаль, не кожна лабораторія може скористатись. З допомогою методу статичних умов, яким в основному користуються фізіологи, не можна одержати достовірних даних про обмін води в тонкому кишечнику, оскільки залишок — кінцевий результат процесів інсорбції та ексорбції після перебування рідини в порожнині ізольованої частини кишечника протягом певного проміжку часу. Використання ж інших методичних прийомів при вивченні процесу всмоктування в тонкому кишечнику привело до досить суперечливих висновків, з яких не можна виробити єдиної точки зору. Так, за даними деяких авторів [6, 12, 15] більш інтенсивне всмоктування відбувається у дистальному відділі тонкої кишки, тоді як інші [18, 20, 22], віддають перевагу в цьому відношенні проксимальному відділу або [24] не відзначають різниці і швидкості всмоктування води в проксимальному та дистальному відділах.

Безсумнівно надійність інформації, що одержується при вивченні питань обміну води в тонкому кишечнику залежить від ряду причин, основними з яких є: оперативна підготовка піддослідних тварин; можливість урахування одноразово діючих і протилено направлених процесів інсорбції та ексорбції; ступінь наповнення кишечника водою [13]; швидкість проходження води по порожнині кишечника [17, 21].

В методи, з допомогою якого ми вивчали обмін води в тонкому кишечнику собаки [4, 9, 10], взято до уваги всі згадані моменти.

Так, тварин для таких дослідів оперували за методом Тірі-Павлова в модифікації [14], тобто не руйнували нервові зв'язки кишечника краніального боку з кінцевою, ізольованою його частиною (рис. 1).

Беручи до уваги деякі труднощі, що завжди відзначаються під час досліду на ізольованих відрізах кишечника собаки (ненадійне з'єднання різних пристроїв з просвітом поверхневої частини кишки), нами була використана спеціальна капсула, з допомогою якої можливе одноразове пропускання по порожнині ізольованої частини кишечника різних рідин і негайне реєстрування залишку. Капсула виготовлена з плексигласу і має форму ліжки (рис. 1, 1). У боковий отвір стінки капсули вмонтована вигнута, під кутом 90°, трубка 2. Вигнута частина цієї трубки знаходиться в порожнині капсули, кінець якої продовжується дуоденальним зондом 3, що проходить по центральній осі капсули і довжина якого дорівнює довжині ізольованої частини тонкого кишечника. Інший кінець вигнутої трубки виходить з капсули в бік і закінчується штуцером одностороннього руху рідини 4.

На один кінець широкої частини капсули натягується звичайна зрізана гумова соска з валиком 5. Звужена сторона капсули 6 подовжується гумовою трубкою 7.

Перед початком експерименту місце навколо папілки ізольованої частини кишки голиться. Виставляється необхідний діаметр капсули з допомогою валика 5 і в порожнину кишки вводиться дуоденальний зонд 3, папілка при цьому пропускається в отвір, утворений гумовим валиком. Еластичний пластик притискає капсулу до голеної шкіри собаки, рис. 1. Гумовий валик утворює надійне герметичне з'єднання з голеною частиною шкіри та стінками папілки.

Таким чином, з допомогою цієї капсули ми одержали можливість пропускати крізь ізольовану частину кишки різні рідини із заданою і рівномірною швидкістю 8, і водночас

реєструвати залишок 7, що поступово в гумову трубку 7. Перфузія ізольованої частини кишкового сік зразу ж, разом із

Застосувавши метод перфузії пор також метод визначення кількості кишківності віддиференціювати два тісно шлунково-кишковому тракті.

В наших дослідах перфузія здійснювалась звичайною водою з постійною швидкістю 6—10 мл/хв на протязі 10—15. Всмоктування води при цьому залишалося досить високим.

При встановленні показників обміну води в кишечнику ми користувалися такою схемою розрахунків.

Спочатку визначали кількісну різницю між перфузатом ($Q_{\text{перф}}$) і залишком ($Q_{\text{зал}}$).

$$Q = Q_{\text{перф}} - Q_{\text{зал}}$$

Потім визначали об'єм кишківності ($Q_{\text{ексорбції}}$), який секретувався під час перфузії порожнини кишки.

$$Q_{\text{екс}} = \frac{L3 \cdot Q_{\text{зал}}}{L_{\text{чкс}}}$$

Рис. 1. Схематичне зображення фістули кишкової по Тірі-Павлову у модифікації Тамбовцева і капсули для перфузії ізольованої частини тонкої кишки.

1 — капсула, 2 — вигнута під кутом 90° і вмонтована в стінку капсули трубка, 3 — дуоденальний зонд, 4 — штуцер з клапаном одностороннього руху рідини, 5 — гумовий валик капсули, 6 — звужена частина капсули, 7 — гумова трубка, 8 — кінець тонкої кишки, 9 — привідна сторона кишківності, 10 — перетин порожнини кишківності, 11 — відвідна сторона кишківності, 12 — стінка очеревини.

де $L3$ — лужність залишку, або кількість на нейтралізацію лужності 1 мл залишку або кількість децинормальної соляної кислоти 1 мл кишківного соку, взятого за 20 хв і т.д.
Інтенсивність секреції кишківного

де P — вага тварини (кг); L — довжина кишківності, необхідного для одержання залишку.
Кількість води, що всмоктувалась

$$Q_{\text{інс}} = (D$$

Тоді швидкість всмоктування води можна визначити:

Прикладом можуть служити результати Альба, вага — 17 кг, довжина ізольованої порожнини цієї кишки пропускали 10 мл становив 54 мл. Лужність чистого кишківного залишку — 0,30.

реєструвати залишок 7, що поступово надходить з ізольованої кишки через капсулу та гумову трубку 7. Перфузія ізольованої частини кишки створює умови, при яких секретуючий кишковий сік зразу ж, разом із залишком, надходить до реєструючої системи.

Застосувавши метод перфузії порожнини ізольованої частини кишечника [17], а також метод визначення кількості кишкового соку за лужністю [11], ми дістали можливість віддиференціювати два тісно зв'язаних процеси — інсорбцію та ексорбцію в шлунково-кишковому тракті.

В наших дослідах перфузія здійснювалась звичайною водою з постійною швидкістю 6—10 мл/хв на протязі 10—15 хв. Всмоктування води при цьому залишалось досить високим.

При встановленні показників обміну води в кишечнику ми користувались такою схемою розрахунків.

Спочатку визначали кількісну різницю (Q) між перфузатом ($Q_{\text{перф}}$) і залишком ($Q_{\text{зал}}$).

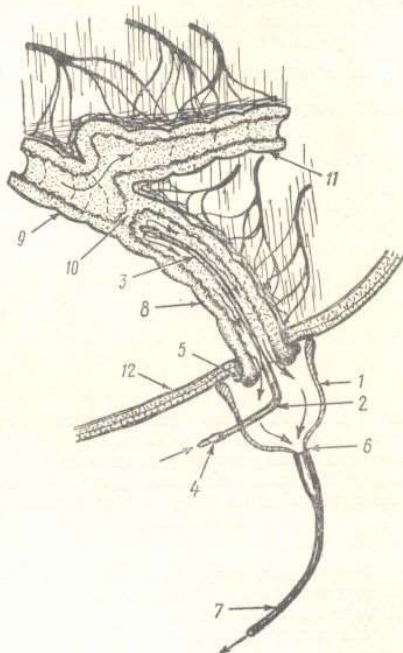
$$Q = Q_{\text{перф}} - Q_{\text{зал}} \quad (1)$$

Потім визначали об'єм кишкового соку (Q ексорбції), який секретував під час перфузії порожнини кишки.

$$Q_{\text{екс}} = \frac{ЛЗ \cdot Q_{\text{зал}}}{Л_{\text{чкс}}}, \quad (2)$$

Рис. 1. Схематичне зображення фістули тонкої кишки по Тірі-Павлову у модифікації Тамбовцева і капсули для перфузії ізольованої частини тонкої кишки.

1 — капсула, 2 — вигнута під кутом 90° і вмонтована в стінку капсули трубка, 3 — дуоденальний зонд, 4 — штуцер з клапаном одностороннього руху рідини, 5 — гумовий валик капсули, 6 — звужена частина капсули, 7 — гумова трубка, 8 — ізольована частина кишечника, 9 — привідна сторона кишечника, 10 — перетин порожнини кишечника слизовою оболонкою, 11 — відвідна сторона кишечника, 12 — стінка очеревини.



де ЛЗ — лужність залишку, або кількість децинормальної соляної кислоти, витраченої на нейтралізацію лужності 1 мл залишку, $Л_{\text{чкс}}$ — лужність чистого кишкового соку, або кількість децинормальної соляної кислоти, витраченої на нейтралізацію лужності 1 мл кишкового соку, взятого за 20 хв до початку експерименту.

Інтенсивність секретії кишкового соку (V ексорбції) визначається:

$$V_{\text{екс}} = \frac{Q_{\text{екс}}}{P \cdot l \cdot t} \quad (3)$$

де P — вага тварини (кг); l — довжина ізольованої частини кишечника (см); t — проміжок часу, необхідного для одержання однієї проби.

Кількість води, що всмокталась (Q інсорбції) визначається:

$$Q_{\text{інс}} = (D_{\text{перф}} + Q_{\text{екс}}) - Q_{\text{зал}} \quad (4)$$

Тоді швидкість всмоктування води з порожнини ізольованої частини кишечника можна визначити:

$$V_{\text{інс}} = \frac{Q_{\text{інс}}}{P \cdot l \cdot t} \quad (5)$$

Прикладом можуть служити розрахунки показників одного із дослідів. Собака Альба, вага — 17 кг, довжина ізольованої частини тонкого кишечника — 35 см. Через порожнину цієї кишки пропускали 100 мл звичайної води на протязі 15 хв. Залишок становив 54 мл. Лужність чистого (контрольного кишкового соку) — 0,45. Лужність залишку — 0,30.

1. Різниця між кількістю води, що пройшла крізь порожнину кишечника і залишком $Q = 100 \text{ мл} - 54 \text{ мл} = 46 \text{ мл}$.

2. Кількість кишкового соку, який разом із залишком надійшов до реєструючої системи $Q_{\text{екс}} = \frac{0,30 \cdot 54 \text{ мл}}{0,45} = 36,0 \text{ мл}$.

3. Швидкість виходу секрету в порожнину кишечника $V_{\text{екс}} = \frac{36,0 \text{ мл}}{17 \text{ кг} \cdot 35 \text{ см} \cdot 15 \text{ хв}} = 0,0040 \text{ мл/кг} \cdot \text{см} \cdot \text{хв}$.

4. Кількість води, що не вийшла з залишком, тобто — всмокталась $Q_{\text{інс}} = (100 \text{ мл} + 36 \text{ мл}) - 54 \text{ мл} = 82 \text{ мл}$.

5. Швидкість всмоктування води становить $V_{\text{інс}} = \frac{82,0 \text{ мл}}{17 \text{ кг} \cdot 35 \text{ см} \cdot 15 \text{ хв}} = 0,0092 \text{ мл/кг} \cdot \text{см} \cdot \text{хв}$.

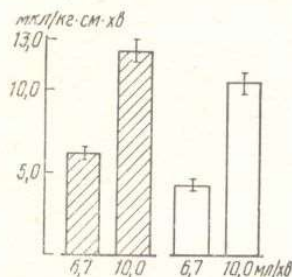


Рис. 2. Залежність інтенсивності всмоктування води в проксимальному (заштрихованому стовпці) та дистальному (білі стовпці) відділах від швидкості перфузії води через порожнину відрізка кишечника.

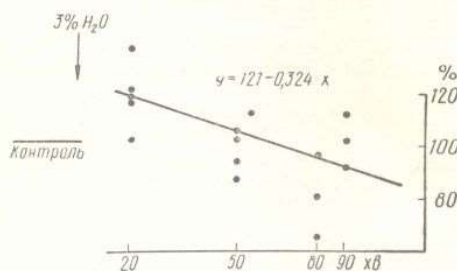


Рис. 3. Ступінь зміни швидкості всмоктування води в дистальному відділі тонкого кишечника після навантаження організму собак водою в об'ємі 3% від ваги тіла (наведені рівняння та лінія регресії).

Результати, одержані нами при вивченні обміну води в тонкому кишечнику з допомогою цієї методики, повністю узгоджуються з даними авторів, які використали для цієї мети ізотопний метод.

На рис. 2 представлені дані дослідів, що дають порівняльну оцінку інтенсивності всмоктування води в проксимальних та дистальних відділах тонкого кишечника у собак. Як видно з рис. 2, швидкість всмоктування в проксимальному відділі тонкого кишечника на $0,00206 \text{ мл/кг} \cdot \text{см} \cdot \text{хв}$, або на 19,9% вища, ніж у дистальному відділі, що в принципі узгоджується з літературними даними [20, 22]. Водночас інтенсивність всмоктування води у цих же відділах кишечника була майже однакова, коли експеримент проводився способом заповнення порожнини ізольованого відрізка на певний час.

На цьому ж рисунку показана залежність інтенсивності всмоктування води в проксимальному та дистальному відділах тонкого кишечника від швидкості перфузії водою порожнини ізольованої частини у собак, що також узгоджується з літературними даними [21].

І, нарешті, рис. 3 ілюструє динаміку всмоктування води з порожнини ізольованої частини тонкого кишечника після одноразового навантаження собак водою в об'ємі 3% від ваги тіла. В даному разі досить чітко видно, що навантаження організму собаки водою призводить до підвищення інтенсивності всмоктування води в тонкому кишечнику, більш виразного в першу годину після навантаження.

Результати цих експериментів, навпаки, не узгоджуються з даними авторів [16], які на підставі дослідів із заповненням порожнини відрізка кишечника водою на 30 хв прийшли до висновку про гальмівний вплив попереднього навантаження організму водою на всмоктувальну діяльність тонкого кишечника.

Отже, на підставі згаданих доведень і достовірної кількості експериментальних даних, можна зробити висновок про те, що рекомендований метод, який поєднує перфузію ізольованої частини кишечника з визначенням кількості секрету, дає можливість досить чітко визначити зміни обміну води в тонкому кишечнику за різних умов, а також функціональні взаємовідношення процесів інсорбції та ексорбції з станом водно-сольового обміну організму.

1. Богач П. Г., Каревина Т. регуляції потреблення води. — цин почек. Новосибирск, 1966, с.
2. Баландина О. А., Даниловкова Л. П., Пламенский Гурсунов З. Т. О роли пищевого обмена. — Тез. доклада VII М., 1947, с. 23.
3. Єсипенко Б. Є. Вода порожнього обміну. — Фізіол. журн. АН УРСР, 1969, XV, 2 с. 252.
4. Єсипенко Б. Є. До фізіології обміну. — Матеріали II Всесою. жел.-киш. тракте, Одесса, 1973, с. 252.
5. Єсипенко Б. Є., Ляхін П. В. Обмен воды в тонком кишечнике. — Матеріали XI съезда Всесоюзн. физиол. об.
6. Ляхін П. В. Обмен воды в тонком кишечнике. — Матеріали XI съезда Всесоюзн. физиол. об.
7. Ляхін П. В. Обмен воды в тонком кишечнике. — Матеріали XI съезда Всесоюзн. физиол. об.
8. Ляхін П. В. Обмен воды в тонком кишечнике. — Матеріали XI съезда Всесоюзн. физиол. об.
9. Ляхін П. В. Обмен воды в тонком кишечнике. — Матеріали XI съезда Всесоюзн. физиол. об.
10. Ляхін П. В., Ляпидевский. — Матеріали XI съезда Всесоюзн. физиол. об.
11. Панкова Л. П. О всасывании воды. — Фізіол. журн. СССР, 1939, XI, с. 3.
12. Панкова Л. П. Всасывание воды. — Труды ин-та физиол. и биохимии, 1939, XI, с. 3.
13. Риккль А. В. Современное состояние физиологии. — Фізіол. журн. СССР, 1939, XI, с. 3.
14. Тамбовцев А. Н. К оценке скорости всасывания воды. — Фізіол. журн. СССР, 1939, XI, с. 3.
15. Ташимов Р. Ю. Всасывание воды при водном и загальном обезвоживании. — Фізіол. журн. СССР, 1939, XI, с. 3.
16. Файтельберг Р. О., Фролов В. П. Всасывание воды при водном и загальном обезвоживании. — Фізіол. журн. СССР, 1939, XI, с. 3.
17. Atkinson R. M., Parsons B. J., Physiol., 1957, 135, p. 581—588.
18. Booth C. C. Sites of absorption of water. — Perspect. Biol. Med., 1968, 11, p. 1583—1588.
19. Code C. F. — Perspect. Biol. Med., 1968, 11, p. 1583—1588.
20. Code C. F. Sorption of water. — Proc. Cholera Res. Simpos., 1968, 1, p. 1583—1588.
21. Gramer C. F., Hagg T. A. Tents on calcium and water absorption. — J. Biochem. a. Physiol., 1963, 41, p. 3.
22. Schedl H. P., Wilson H. D., ptive gradients of the rat small intestine. — J. Biol. Chem., 1963, 238, p. 3.
23. Scholer J. F., Code Ch. F. bowel of human beings. — Gast. Res., 1968, 1, p. 1583—1588.
24. Whalen H. E., Harris I. A. the human small intestine. — Gastroenterology, 1968, 54, p. 3.

Відділ фізіології водно-сольового обміну
Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця
АН УРСР, Київ

Література

1. Богач П. Г., Каревина Т. Г., Ганжа Б. Л. Гипоталамические механизмы регуляции потребления воды. — II научн. конф. по водно-солевому обмену и функции почек. Новосибирск, 1966, с. 25—26.
2. Баландина О. А., Данилов Н. В., Заяц Т. К., Красовский В. Д., Панкова Л. П., Пламенский П. Н., Ротенберг С. И., Садыков А. С., Турсунов З. Т. О роли пищеварительного аппарата в регуляции водно-солевого обмена. — Тез. доклада VII Всесоюзн. съезда физиол., биохим. и фармакологов, М., 1947, с. 23.
3. Єсипенко Б. Є. Вода порожнини шлунково-кишкового тракту і водно-сольовий обмін. — Фізіол. журн. АН УРСР, 1967, XIII, 4, с. 460—463.
4. Єсипенко Б. Є. До фізіології обміну води та солей. — Фізіол. журн. АН УРСР, 1969, XV, 2 с. 252.
5. Єсипенко Б. Є., Лахін П. В. Всасывание воды в тонком кишечнике и водный обмен. — Материалы II Всесоюзн. симпозиума по физиол. и патол. всасывания в жел.-киш. тракте, Одесса, 1973, с. 26—29.
6. Коротина Н. А. Особенности всасывательной деятельности кишечника в условиях высокой температуры. — Автореф. дисс., Ташкент, 1969.
7. Лахін П. В. Методика внутривенного введения різних рідин із заданою швидкістю. — Фізіол. журн. АН УРСР, 1966, XII, 4, с. 562.
8. Лахін П. В. Обмен воды в тонком кишечнике и водный диурез. — Тезисы доклада XI съезда Всесоюзн. физиол. об-ва им. И. П. Павлова, Л., 1970, с. 287.
9. Лахін П. В. Обмен воды в тонком кишечнике при воздействиях на водно-солевой обмен организма. — Материалы III Всесоюзн. конф. по водно-солевому обмену и функции почек, Орджоникидзе, 1971, с. 166.
10. Лахін П. В., Ляпідевський О. П., Ветров О. П., До методики графічної реєстрації кількості біологічних рідин. — Фізіол. журн. АН УРСР, 1964, X, 4, с. 558—560.
11. Панкова Л. П. О всасывании концентрированных растворов хлористого натрия. — Физиол. журн. СССР 1955, 41, 6, с. 801—806.
12. Панкова Л. П. Всасывание и секреция в различных отделах тонкого кишечника. — Труды ин-та физиол. им. И. П. Павлова, 1960, 9, с. 12.
13. Риккль А. В. Современное состояние вопроса о всасывании из кишечника. — Успехи совр. биологии, 1939, XI, с. 3.
14. Тамбовцев А. Н. К оценке деятельности изолированного отрезка кишечника по Тири-Велла. — Физиол. журн. СССР, 1958, 49, 3, с. 231—235.
15. Ташимов Р. Ю. Всасывательная деятельность тонкой кишки в условиях высокой температуры в зависимости от функционального состояния организма. — Автореф. дисс., Ташкент, 1971.
16. Файтельберг Р. О., Фролова Л. І. Всмоктувальна діяльність кишечника і шлунка при водному і загальному голодуванні. — Фізіол. журн. АН УРСР, 1965, XI, 4, с. 463—469.
17. Atkinson R. M., Parsons B. I., Smyth D. H. Intestinal absorption of glucose. — J. Physiol., 1957, 135, p. 581—589.
18. Booth C. C. Sites of absorption in the small intestine. — Federat. Proc., 1967, 26, 6, p. 1583—1588.
19. Code C. F. — Perspect. Biol. Med., 1960, 3, p. 560—562.
20. Code C. F. Sorption of water and electrolyte in healthy persons: a brief review. — Proc. Cholera Res. Simpos., Honolulu, Haw., Washington, 1965, p. 87—98.
21. Gramer C. F., Hagg T. A. The effect of flow rate and osmolarity of lumen contents on calcium and water absorption from Fhiry — Vella fistulas in dogs. — Canad. J. Biochem. a. Physiol., 1963, 41, 1, p. 127—130.
22. Schedl H. P., Wilson H. D., Miller D. J. Proximal to distal secretory and absorptive gradients of the rat small intestine. — Abstracts of Biological Science, 1969, 54, p. 3.
23. Scholer J. F., Code Ch. F. Rate of absorption of water from stomach and small bowel of human beings. — Gastroenterology, 1954, 27, 5, p. 565—577.
24. Whalen H. E., Harris I. A., Geenen I. E. Sodium and water absorption from the human small intestine. — Gastroenterology, 1966, 51, 6, p. 975—984.

Відділ фізіології водно-сольового обміну
Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця
АН УРСР, Київ

Надійшла до редакції
9.VI 1975 р.