

melevskij

NICOTINIC ACID
IMMOBILIZED STRESS

ith the solution containing thiamine
hat in the animals fasted for 72 h
rats after 24 h immobilization its
s after immobilization absorption of
Na-K-ATPase in intestinal mucosa
l mucosa lowered by 10% during
als. Evidently, the activity of Na-K
e absorption rate of thiamine and
ough the plasmatic membranes of

УДК 612.332.7:546.72

Р. О. Файтельберг, В. І. Шамін

ЗАЛЕЖНІСТЬ ВСМОКТУВАННЯ ЗАЛІЗА

ВІД ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ, МОНОСАХАРИДІВ І АМІНОКИСЛОТ У КІШЕЧНИКУ

Всмоктування заліза в шлунково-кишковому тракті привертає пильну увагу патофізіологів та клініцистів. Розглядаючи закономірності резорбції заліза, деякі автори прийшли до висновку, що воно активно всмоктується в кишечнику людини та тварин з використанням енергії ферментних систем [4]. Це підтверджується тим, що всмоктування заліза здійснюється проти концентраційного і електрохімічного градієнта [7, 12]. Резорбоване залізо розташовується в цитоплазмі, в комплексі Гольдджі, в лізосомах [2]. За даними Річмонда [17], залізо виявляється і в мітохондріях ентероцитів щурів. Було встановлено, що залізо всмоктується в кишечнику залежно від потреби організму в ньому [12, 14], від ступеня насищення ним клітин слизової оболонки кишкі [9, 11, 13].

Всмоктування заліза в кишечнику посилюється у тварин з дефіцитом заліза [5, 6, 10] та після тривалого утримання тварин на дієті з низким вмістом його [20]. Кишечник щурів, які протягом кількох тижнів одержували їжу з високим вмістом заліза, втрачає здатність інтенсивно резорбувати цей мікроелемент. Деякі автори вважають, що в слизовій оболонці кишечника для всмоктування заліза існує самостійний транспортний механізм, який контролюється вмістом цього мікроелемента в ентероцитах [12, 16, 21].

Незважаючи на велику кількість праць, присвячену всмоктуванню заліза в шлунково-кишковому тракті, питання про вплив ряду мікроелементів, що вводять разом з залізом, на його резорбцію, залишається до сі не з'ясованим. Мало досліджень і впливу моносахаридів та амінокислот на всмоктування заліза в кишечнику.

Ми досліджували в хронічних експериментах вплив мікроелементів (кобальту, міді, марганцю), моносахаридів (*d*-глюкози, *d*-галактози, *d*-ксилози), амінокислот (аланіну і гліцину) на всмоктування сірчано-кислого заліза в тонкому кишечнику собак.

Методика дослідження

Досліди (1080) проведенні на дев'яті безпородних собаках-самцях віком 3—5 років з ізольованою петлею порожньої кишкі за Тірі—Павловим довжиною 22—25 см. У петлю кишкі вводили 40; 54; 80 мг сірчано-кислого заліза ($FeSO_4$) в 16 мл дистильованої води на 15 хв. Ми обрали ці дози заліза, оскільки менші дози всмоктувались майже повністю за цей проміжок часу, внаслідок чого не можна було з'ясувати вплив різних речовин, які стимулюють всмоктування цього мікроелемента.

Про всмоктування заліза ми судили за різницею між кількістю введеного і вилученого з петлі кишкі металу. Кількість заліза визначали аналітичним методом. Після осадження білків до вилученого з петлі кишкі розчину додавали 0,3 мл 40% розчину дифеніламіну, 10 мл сірчаної кислоти в розведенні 1 : 4 і 2 мл концентрованої фосфорної кислоти. Потім здійснювали титрування 0,1 н. розчином біхромату калію до появи фіолетового забарвлення.

Паралельно з цим вміст заліза в розчинах визначали фотоколориметричним методом за Генрі з використанням бета-фенантроліну.

Кількість всмоктаного заліза виражали в мг і процентах по відношенню до кількості введеного мікроелемента.

При вивчені впливу сірчанокислих солей кобальту, міді і марганцю на всмоктування заліза ми додавали ці речовини по 4 мг (в розрахунку на метал) до введеного розчину FeSO_4 .

Досліджуючи вплив різних сахарів на всмоктування заліза, ми додавали до його розчину по 320 мг *d*-глюкози, *d*-галактози або *d*-ксилози.

При вивчені впливу амінокислот на резорбцію заліза ми додавали до розчину сірчанокислого заліза 36 мг гліцину або аланину.

Результати дослідження

Як видно з проведених дослідів, з 40 мг введеного заліза, що міститься в 16 мл 0,25% розчину сірчанокислого заліза, всмоктування металу за 15 хв становить у середньому 18,3 мг ($44,07 \pm 0,45\%$), а з 54 мг введеного заліза в 0,35% розчині резорбувалось 29,5 мг ($50,05 \pm 1,26\%$).

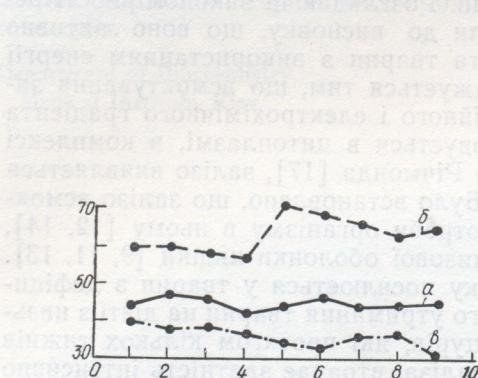


Рис. 1. Залежність всмоктування сірчанокислого заліза від концентрації введеного розчину.

a — норма, 0,25% розчин, 40 мг; *b* — концентрація 0,35%, 54 мг; *c* — концентрація 0,5%, 80 мг.

тобто зі збільшенням концентрації і абсолютної кількості введеного заліза всмоктування цього мікроелемента посилюється (рис. 1).

Збільшення концентрації введеного розчину заліза до 80 мг у 16 мл 0,5% розчину FeSO_4 не супроводжувалось далішим посиленням його всмоктування; воно становило в середньому 30,4 мг ($38,1 \pm 0,63\%$).

Отже, посилення всмоктування заліза зі збільшенням концентрації введеного розчину здійснюється до певної межі.

Вивчаючи вплив сірчанокислих солей кобальту, міді і марганцю на резорбцію заліза, ми виявили, що 4 мг міді, введені в петлю кишki разом з залізом, посилює його резорбцію у середньому в 1,5 рази: 30,92 мг ($76,42 \pm 0,28\%$) при нормі 18,3 мг ($44,07 \pm 0,45\%$).

Кобальт у таких же дозах, введений в петлю кишki разом із залізом, посилює резорбцію цього металу більшою мірою, ніж мідь. Всмоктування цього мікроелемента становило в середньому 32 мг ($80,29 \pm 0,36\%$). Марганець також посилює всмоктування заліза — в середньому всмоктується 35,8 мг ($81,95 \pm 0,53\%$).

На підставі цих даних ми можемо заключити, що мідь, кобальт, марганець при спільному введенні їх у кишечник із залізом стимулюють всмоктування цього мікроелемента (рис. 2).

Найактивніше стимулює резорбцію заліза марганець і кобальт, і найменше — мідь.

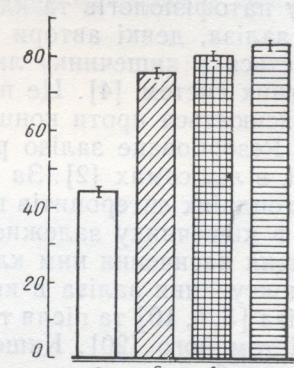


Рис. 2. Вплив мікроелементів на всмоктування заліза.

a — норма, *б* — залізо + мідь,

в — залізо + кобальт, *г* — залізо + марганець.

Залежність всмоктування заліза

При вивчені впливі ціальні контролльні дослідження (серпні), коли температура всмоктування заліза була вище, ніж у повітря 18—22° С. У цих лозах), які додавали до заліза, вищівали всмоктування заліза.

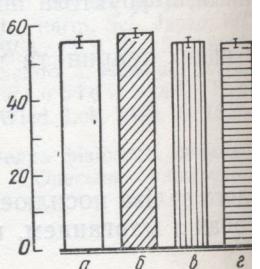


Рис. 3. Вплив температури на всмоктування заліза.

a — норма, *б* — залізо + гл

юза, *в* — залізо + галактоза,

г — залізо + ксилоза.

Амінокислоти (аланін, глутамін) разом з 40 мг сірчанокислого заліза, посилюють всмоктування заліза підвищеною мірою (рис. 4).

Слід відзначити, що комплекс, який складається з сірчанокислого заліза, посилює всмоктування заліза підвищеною мірою тільки з аланином.

Обговорювання

Одержані дані свідчать, що всмоктування заліза залежить від концентрації заліза з 0,25 до 0,5% розчину FeSO_4 . Важливо, що залізо з 0,5% розчину посилює всмоктування заліза, ніж при застосуванні заліза з 0,25% розчину.

В літературі наведено даний про те, що амінокислоти і солі мікроелементів, проте відомостей щодо стимулюючого впливу амінокислот на всмоктування заліза мід'єю, відсутні.

і процентах по відношенню до кіль-
бальту, міді і марганцю на всмокту-
рорахунку на метал) до введеного
ування заліза, ми додавали до його
їю заліза ми додавали до розчину

жень

мг введеного заліза, що міс-
того заліза, всмоктування ме-
мг ($44,07 \pm 0,45\%$), а з 54 мг
лось 29,5 мг ($50,05 \pm 1,26\%$).

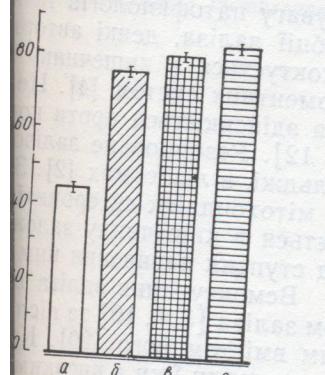


Рис. 2. Вплив мікроелемен-
тів на всмоктування заліза.
— норма, б — залізо + мідь,
— залізо + кобальт, г —
залізо + марганець.

ої кількості введеного за-
ється (рис. 1).
у заліза до 80 мг у 16 мл
льшим посиленням його
0,4 мг ($38,1 \pm 0,63\%$).
більшеннем концентрації

льту, міді і марганцю на
зведені в петлю кишки
середньому в 1,5 рази:
 $\pm 0,45\%$).
ю кишки разом із залі-
мірою, ніж мідь. Всмок-
тальному 32 мг (80,29 ±
ня заліза — в середньо-

ти, що мідь, кобальт,
із залізом стимулюють
марганець і кобальт, і

Залежність всмоктування заліза

При вивченні впливу сахарів на резорбцію заліза ми провели спеціальні контрольні досліди на тих самих собаках влітку (у червні і серпні), коли температура повітря становила 30—32° С. За цих умов всмоктування заліза було дещо посиленним. За 15 хв у середньому резорбувалось з 40 мг введеного заліза 27,9 мг ($65,1 \pm 0,38\%$), тобто всмоктування було вище, ніж у дослідах, проведених навесні, при температурі повітря 18—22° С. У цих дослідах сахари (*d*-глюкоза, *d*-галактоза, *d*-ксилоза), які додавали до введеного розчину сірчанокислого заліза, не змінювали всмоктування заліза (рис. 3).

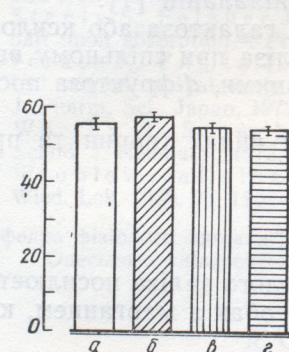


Рис. 3. Вплив сахарів на
всмоктування заліза.
а — норма, б — залізо+глю-
коза, в — залізо+галактоза,
г — залізо+ксилоза.

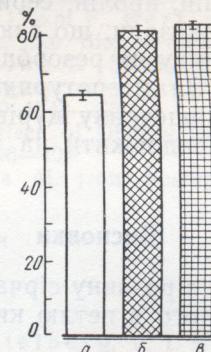


Рис. 4. Зміна всмокту-
вання заліза під
впливом амінокислот.
а — норма, б — залізо+
+аланін, в — залізо+
+гліцин.

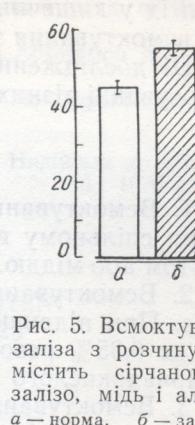


Рис. 5. Всмоктування
заліза з розчину, що
містить сірчанокисле
залізо, мідь і аланін.
а — норма, б — залізо+
+мідь+аланін.

Амінокислоти (аланін або гліцин), введені в петлю кишки в дозі 36 мг разом з 40 мг сірчанокислого заліза, збільшували всмоктування цього мікроелемента. Так, додавання аланіну до 40 мг введеного в петлю кишки заліза підвищувало резорбцію металу до 33 мг ($81,00 \pm 0,14\%$), майже такою ж мірою посилювалась резорбція металу при введенні гліцину (рис. 4).

Слід відзначити, що резорбція заліза при введенні в петлю кишки комплексу, який складається з 36 мг аланіну, 4 мг міді, 40 мг сірчанокислого заліза, посилювалась, але меншою мірою, ніж при спільному введенні тільки з аланіном або з міддю (рис. 5).

Обговорення результатів досліджень

Одержані дані свідчать про те, що ступінь всмоктування заліза залежить від концентрації введених розчинів; з підвищенням концентрації заліза з 0,25 до 0,35 % розчину резорбція металу збільшується, а з 0,5% розчину $FeSO_4$ дальніше посилення всмоктування заліза не відбувалось. У цих дослідах всмоктування металу було помітно меншим, ніж при застосуванні 0,35% розчину.

В літературі наведені докази про залежність всмоктування сахарів амінокислот і солей у кишечнику від концентрації введених розчинів, проте відомостей щодо $FeSO_4$ нема. Водночас відомо, що деякі мікроелементи, введені разом з залізом у кишечник, впливають на інтенсивність його всмоктування. Так кобальт, марганець і мідь посилюють всмоктування заліза — кобальт і марганець більшою мірою, ніж мідь.

Стенлі та ін. [18] спостерігали зниження всмоктування заліза в присутності кобальту. Така розбіжність залежить, можливо, від об'єкта дослідження. Наши досліди провадились на собаках у хронічному експерименті, тоді як Стенлі працював на щурах у гострих дослідах.

Наші спостереження показали, що гліцин і аланін посилюють всмоктування заліза (з $44,07 \pm 0,45$ до $81,95 \pm 0,31\%$). Це збігається з даними деяких авторів, які відзначили, що такі амінокислоти, як гістидин, глютамінова і аспарагінова кислоти значною мірою прискорюють всмоктування заліза в кишечнику щурів. Меншою мірою посилюють всмоктування заліза метіонін, пролін, серин, фенілаланін [1].

Наші спостереження показали, що глукоза, галактоза або ксилоза не спричиняють чіткого впливу на резорбцію заліза при спільному введенні їх у кишечник собак. За літературними даними, *d*-фруктоза посилює всмоктування заліза в кишечнику щурів [3].

Ці дослідження слід продовжити на різних видах тварин та при застосуванні різних сахарів.

Висновки

1. Всмоктування заліза з розчину сірчанокислого заліза посилюється при спільному введенні його в петлю кишки собак з марганцем, кобальтом або міддю.

2. Всмоктування заліза залежить від концентрації введених розчинів. При підвищенні концентрації розчину сірчанокислого заліза від 0,25 до 0,35% резорбція металу посилюється; при введенні 0,5% розчину сірчанокислого заліза дальніше всмоктування не відбувається.

3. Всмоктування заліза посилюється при спільному введенні з гліцином або аланіном та при спільному введенні його в петлю кишки з міддю та аланіном.

4. При спільному введенні розчину заліза з глукозою, галактозою і ксилозою всмоктування заліза не змінюється.

Література

1. Верболович П. А., Утешин А. Б. Железо в животном организме. Алма-Ата, «Жизнь», 1967.
2. Arstila A. U., Brodford W. D., Kinney T. D., Trump B. F. Iron metabolism and cell membranes.—Amer. Pathologic., 1970, 58, 3, 419—426.
3. Bates G. W., Boyer J., Hegehaner J. C., Saltman P. Facilitation of iron adsorption by ferric fructose.—Amer. J. Clin. Nutr., 1972, 25, 10, 983—996.
4. Christoffersen E. B., Balcerzak S. P. Mucosal iron retention and plasma iron absorption in the duodenum and jejunum of dogs.—Scand. J. Gastroenterol., 1976, 11(4), 397—402.
5. Conrad M. E., Grosby W. H. Intestinal mucosal mechanism controlling iron absorption.—Blood, 1963, XXII, 4, 406—421.
6. Field M., Seki M., Mitchell M. L., Chalmers Th. Studies in iron absorption.—J. Lab. a. Clin. Med., 1960, 55, 929—942.
7. Jacobs P., Bothwell T. H., Charlton K. W. Intestinal iron transport: studies using a Loop of Gut with an artificial circulation.—Amer. J. Physiol., 1966, 210, 4, 694—710.
8. Jacobs T., Khocles J., Peters D. K. Gastric Acidity and iron absorption.—Brit. J. Haematol., 1966, 12, 728—739.
9. Hahn P. F., Bale W. F., Lawrence E. O., Whipple G. H. Radioactive transportation and utilization.—J. Exp. Med., 1939, 69, 739—753.
10. Howard J., Jacobs A. Iron transport by rat small intestine in vitro effect of iron on body status.—Brit. J. Haematol., 1972, 23, 595—614.
11. Granick S. The Function of Ferritin in Regulation of Iron Absorption.—J. biol. chem., 1946, 164, 737—746.
12. Kallender S. T. The Intestinal Mucosa and Iron Absorption.—Brit. Med. Bull., 1967, 23, 263—272.

Dependence of Iron Absorption

13. Levine P. H., Levine Control of Iron Absorption, 1972, 80, 3, 333—345.
14. Metha B. C., Parikh and Zuccinic Acid.—India
15. Mannis J., Schachter Pools.—Amer. J. Physiol.
16. Pinkerton P. H. Co Amer. inter. med., 1969, 7
17. Richardson V. S., W Epithelial Cells and its S and Iron Deficient Rats.
18. Stanly S., Felsher Balt upon absorption.—P
19. Terato K., Fujita T. effect sugars, polyalcohols J. Pharm. Sci., Japan, 197
20. Worley A., Soewel Scand. J. Haematol, 1972,
21. Wroblewska-Kaluz Wied. Lek, 1970, 23, 1207-

Кафедра фізіології людини і
Одеського університету

R. C.
DEPENDENCE
OF TRAC
ANI

The studies were conducted with the isolates of 3—5 with the isolated FeSO₄ concentration is solution and decreases noticeably after administration of *d*-glucose, *d*-fructose. With combined administration it increases.

Department of Human and Animal Physiology, State University, Odessa, USSR

кення всмоктування заліза в межить, можливо, від об'єкта а собаках у хронічному експерименті у гострих дослідах. гліцин і аланін посилюють $0.95 \pm 0.31\%$). Це збігається з такі амінокислоти, як гістидинною мірою прискорюють меншою мірою посилюють фенілаланін [1]. коза, галактоза або ксилоза заліза при спільному введенні, *d*-фруктоза посилює [3]. різних видах тварин та при

амінокислого заліза посилюється собак з марганцем, концентрації введених розчинів сірчанокислого заліза від ; при введенні 0,5% розчлення не відбувається. в спільному введенні з гліцином його в петлю кишки з

з глукозою, галактозою

Truman B. F. Iron metabolism 19—426.

Itman P. Facilitation of iron 72, 25, 10, 983—996.

— Scand. J. Gastroenterol., 1976, sal mechanism controlling iron 19. Studies in iron absorption.—

intestinal iron transport: studies Amer. J. Physiol., 1966, 210, 4, dity and iron absorption.— Brit. 753.

ple G. H. Radioactive trans-all intestine in vitro effect of 614.

of Iron Absorption.— J. biol. Absorption.— Brit. Med. Bull.,

13. Levine P. H., Levine A. J., Weintraub L. K. The Role of Transferrin in the Control of Iron Absorption: Studies on a Cellular Level.— J. Lab. and Clinical Med., 1972, 80, 3, 333—345.
14. Mehta B. C., Parandare N. M., Patel J. C. Iron Absorption. Effect of Anemia and Succinic Acid.— Indian. J. Med. sciences., 1969, 23, 7, 361—370.
15. Mannis J., Schachter D. Active Transport of Iron by Intestine; Mucosal Iron Pools.— Amer. J. Physiol., 1964, 207, 4, 893—902.
16. Pinkerton P. H. Control of iron Absorption by the Intestinal Epithelial Cell.— Amer. inter. med., 1969, 70, 2, 401—416.
17. Richardson V. S., Worwood M., Jacobs A. The Iron Content of Intestinal Epithelial Cells and its Subcellular Distribution: Studies on Normal Iron Overload and Iron Deficient Rats.— Brit. J. Haematol., 1972, 32, 5, 605—618.
18. Stanly S., Felsher J., Bertrom F., Bertom C., Morel C., Effect of Cobalt upon absorption.— Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med., 1970, No 3. 134, 741—752.
19. Terato K., Fujita T., Yoshino Y. Studies Intestinal Absorption of Iron. Effect sugars, polyalcohols and organic acids on Hydrolytic polymerization of iron.— J. Pharm. Sci., Japan, 1972, 92, 10, 1247—1254.
20. Worrby A., Soewell L. Effect of Dietary Iron on Iron Absorption in Man.— Scand. J. Haematol., 1972, 9, 4, 396—409.
21. Wroblewska-Kaluzewska M. Iron Absorption from the Digestive Tract.— Wied. Lek., 1970, 23, 1207—1216.

Кафедра фізіології людини і тварин
Одеського університету

Надійшла до редакції
26.I 1976 р.

R. O. Faitel'berg, V. I. Sham'in

DEPENDENCE OF IRON ABSORPTION ON CONTENT
OF TRACE ELEMENTS, MONOSACCHARIDES
AND AMINO ACIDS IN INTESTINE

Summary

The studies were conducted in chronic experiments with mongrel dogs-males at the age of 3—5 with the isolated loop of small intestine by the Thyri-Pavlov method. The FeSO_4 concentration is shown to be resorbed actively from 0.25 to 0.35% of the solution and decreases noticeably at a concentration of solution 0.5%, with combined administration of *d*-glucose, *d*-galactose and *d*-xylose FeSO_4 resorption does not change. With combined administration of amino acids (glycine and alanine) iron resorption intensifies.

Department of Human and Animal Physiology, State University, Odessa