

## Оригінальні дослідження

УДК 612.015+616.155.194-053.2

### МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ БАЛАНС ПРИ ЗАЛІЗОДЕФІЦИТНІЙ АНЕМІЇ В ДИТЯЧОМУ ВІЦІ

©Н. В. Банадига, Я. В. Рогальська

*ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України»*

**РЕЗЮМЕ.** Загальновідомими є участь заліза та цинку в процесах еритроїдного ростка кровотворення, становленні імунологічної резистентності. Однак робіт, присвячених взаємозв'язкам між балансом заліза і цинку у дітей раннього віку – недостатньо, що викликає неабиякий інтерес клініцистів. Метою дослідження було дослідити стан обміну цинку у дітей із залізодефіцитною анемією та встановити їх взаємозв'язки. У групу обстежених увійшло 64 дитини віком від 6 місяців до 3 років життя. Встановлено, що у міру прогресування тяжкості анемії наростає істотна сидеропенія, яка прямо залежна від вмісту цинку в крові; а також існує тісна зворотна кореляційна залежність між ними та загальною і латентною залізовв'язувальною здатністю сироватки крові. Отримані дані обумовлюють необхідність цілеспрямованої діагностики диселементозу, який обґрунтовує індивідуальність підходів до лікування та реабілітації пацієнтів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** діти, анемія, залізо, цинк, каталаза.

**Вступ.** При обговоренні проблем дітей раннього віку першочергово впливають питання раціонального вигодовування і дефіцитних станів, які в значній мірі є взаємозалежними [1, 2]. Сучасні вимоги до забезпечення малюків адекватним харчовим раціоном передбачають тривале грудне вигодовування (при умові збалансованого харчування мами-годувальниці). Насамперед, принциповим є вміст та характер (перевага альбумінів) білка в їжі, як основного пластичного субстрату; співвідношення між вмістом кальцію і фосфору, необхідне для гармонійного лінійного росту кісток, формування скелета, становлення моторних функцій; вміст незамінних амінокислот, вітамінів тощо. Виділити головне складно, та й не потрібно, адже визначальним є раціональне співвідношення білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, незамінних амінокислот, макро- та мікроелементів для гармонійного фізичного та психомоторного розвитку дитини. У випадку, коли дефіцитні стани: рахіт, розлади живлення, анемія виникають, особливої ваги набувають співвідношення між окремими інгредієнтами. Зокрема, дефіцит чи надлишок одного з мікроелементів спроможний дестабілізувати обмін іншого [3, 4]. Нашу увагу привернуло співвідношення заліза і цинку на тлі залізодефіцитної анемії (ЗДА). Загальновідомою є участь обох мікроелементів в процесах еритроїдного ростка кровотворення, становленні імунологічної резистентності. Дефіцит заліза, що лежить в основі ЗДА, згідно з результатами численних досліджень [5], супроводжується низькою спроможністю захисних механізмів: знижуються загальна кількість Т-лімфоцитів та їх функції, бактерицидна активність макрофагів, ней-

трофілів, синтез інтерлейкіну-2. Водночас дефіцит цинку клінічно може проявлятися симптомом анемії [6, 7]; від його вмісту залежать механізми включення та вивільнення заліза із феритину. Саме з цих міркувань викликає інтерес баланс цинку в організмі хворого із ЗДА, адже протокольна терапія лікування анемії орієнтована на застосування лише феротерапії, а згідно з оприлюдненими результатами дослідження [8–11], роль полідефіциту мікроелементів (або диселементоз) є суттєвою.

**Мета дослідження:** дослідити стан обміну цинку у дітей із ЗДА та встановити взаємозв'язки його із залізом і залізовмісними сполуками.

**Матеріал і методи дослідження.** Обстежено 64 дитини віком до 3 років із ЗДА, які перебували на стаціонарному лікуванні в Тернопільській міській дитячій клінічній лікарні. Групу контролю склали 20 дітей такого ж віку, в яких не виявлено гострої чи хронічної патології, з близьким до рекомендованого харчуванням. Загальноклінічне обстеження доповнено комплексом спеціальних лабораторних досліджень: визначення сироваткового заліза, загальної та латентної залізовв'язувальної здатності сироватки крові (ЗЗЗС, ЛЗЗС), рівня цинку в біологічних рідинах – фотометричними методами; активність каталази [12]. Діагноз ЗДА верифіковано у відповідності до положень наказу МОЗ України № 9 від 10.01.2005 р. [13]. Статистична обробка результатів здійснена непараметричними методами [14].

**Результати й обговорення.** У групу обстежених увійшло 64 дитини віком від 6 місяців до 3 років життя. У віковому аспекті переважали пацієнти другого (37,5 %) та третього (34,4 %) року жит-

Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему

тя. Привернув до себе увагу той факт, що діти із тяжкою та надтяжкою анемією здебільшого в даному віці вперше були госпіталізовані та обстежені (загальний аналіз крові). Аналізуючи особливості виникнення у них анемії встановили, що попри важливість нераціонального вигодовування, симптоми, пов'язані із загальноанемічним симптомом, гіпоксією виникали значно раніше, а ніж батьки звертались за медичною допомогою. Останнє засвідчує низьку ефективність профілактичної роботи, недостатню обізнаність батьків з принципами раціонального харчування, динамічності психомоторного розвитку малюків. Неприятливий вплив на становлення фізіологічних темпів обміну заліза відіграли анте- та інтранатальні фактори, що

виявленні у 39,1 % випадків. На перший погляд викликала здивування і та обставина, що серед обстежених мав місце низький інфекційний індекс, який можна пояснити обмеженим колом спілкування дітей в цьому віці – з однієї сторони, та активацією захисних механізмів в умовах гіпоксії – з іншої.

За результатами дослідження периферійної крові гіпохромну анемію I ступеня виявлено у 21 (32,8 %), II ступеня – у 14 (21,9 %), III ступеня – у 17 (26,6 %), IV ступеня – у 12 (18,7 %) хворих. Комплексне лабораторне обстеження дозволило надалі трактувати їх, як залізодефіцитні, на підставі достовірно низького вмісту сироваткового заліза, високої загальної та латентної залізов'язувальної здатності сироватки крові (табл. 1).

Таблиця 1. Рівні цинку, заліза, залізов'язувальної здатності, каталази в окремих біологічних рідинах при залізодефіцитній анемії (M±m)

Показники	Контроль (n=20)	Діти із ЗДА (n=64)
Сироваткове залізо, мкмоль/л	13,86±0,47	I ст. 6,44±0,28*
		II ст. 4,71±0,39*
		III ст. 4,41±0,46*
		IV ст. 3,27±0,42*
ЗЗЗС, мкмоль/л	59,22±1,05	I ст. 74,11±1,35*
		II ст. 79,98±1,27*
		III ст. 86,18±2,17*
		IV ст. 86,19±2,81*
ЛЗЗС, мкмоль/л	44,91±1,10	I ст. 67,66±1,54*
		II ст. 75,62±1,53*
		III ст. 81,77±2,34*
		IV ст. 82,93±3,05*
Цинк (сироватка крові), мкмоль/л	14,97±0,50	I ст. 12,23±0,57**
		II ст. 11,56±0,55*
		III ст. 11,43±0,43*
		IV ст. 12,61±0,96***
Цинк (сеча), мг/добу	363,73±11,78	I ст. 341,93±8,06
		II ст. 315,66±5,71***
		III ст. 290,24±11,05*
		IV ст. 384,32±22,52
Каталаза, %	27,31±1,84	I ст. 60,44±2,12*
		II ст. 56,05±2,84*
		III ст. 50,82±3,13*
		IV ст. 62,45±4,07*

Примітки: 1. \* – p<0,001 – достовірність у порівнянні із контрольною групою;  
2. \*\* – p<0,01 – достовірність у порівнянні із контрольною групою;  
3. \*\*\* – p<0,05 – достовірність у порівнянні із контрольною групою.

Вміст заліза в сироватці крові, незалежно від тяжкості анемії, був критично низьким, що вирізняє особливі компенсаторно-приспосувальні механізми дитячого віку, на відміну від організму дорослої людини. Наприклад, рівень заліза при анемії I ступеня – становив (6,45±0,27) мкмоль/л, а гемоглобін (98,38±1,06) г/л; водночас при надтяжкій анемії (IV ступінь) рівень заліза знижувався до (3,27±0,42) мкмоль/л при значеннях гемогло-

біну (43,92±1,71) г/л. Значення гемоглобіну і заліза при надтяжкій анемії практично не сумісні із життям, максимально низький рівень гемоглобіну серед обстежених складав 35 г/л, що діагностований у дитини віком 2,5 роки.

Порушений баланс заліза в організмі спроможний впливати на активність залізовмісних сполук, зокрема ферментів. Нашу увагу привернув вміст залізовмісної каталази, яка в умовах анеміч-

ної гіпоксії покликана виконувати роль фактора антиоксидантного захисту, оскільки накопичені дані щодо активації процесів перекисного окиснення ліпідів на тлі анемії [15, 16].

Встановлено, що залізодефіцитна анемія у дітей, незалежно від ступеня тяжкості, супроводжується достовірно високим рівнем каталази в крові (табл. 1). Останнє свідчить про активацію засобів внутрішньоклітинних антиоксидантних ферментів, що зменшує токсичність впливу гіпоксії на органи і тканини. Окрім того, в організмі дитини існують три характерологічні взаємовідносини між обміном есенціальних мікроелементів. Зокрема, від балансу заліза залежні процеси імуногенезу і від рівня цинку – залежні механізми імунного захисту, насамперед клітинної ланки. Аналізуючи рівень цинку в сироватці крові при залізодефіцитній анемії у дітей раннього віку отримали неоднорідні результати. Зокрема, при анемії I ступеня встановлений достовірно низький рівень цинку у сироватці крові –  $(12,25 \pm 0,57)$  мкмоль/л при фізіологічній екскреції із сечею (табл. 1). Натомість, прогресування тяжкості анемії супроводжується дефіцитом цинку в сироватці крові та тенденцією до зниження фільтрації його із сечею. Таким чином, дефіцит цинку, володіючи певними гемопоетичними ефектами (анемія, сповільнюються процеси включення та вивільнення заліза із феритину), є не лише доказом диселементозу, але й додатковим діагностичним маркером сидеропенії.

Зіставляючи характер взаємозв'язків між досліджуваними параметрами вдалося встановити, що існує зворотний кореляційний зв'язок між

рівнем заліза та загальною залізо зв'язувальною здатністю сироватки крові ( $r=-0,659$ ;  $p<0,05$ ); рівнем каталази та загальною залізо зв'язувальною здатністю сироватки крові ( $r=-0,382$ ;  $p<0,05$ ); водночас існує пряма залежність між вмістом в сироватці крові заліза і цинку ( $r=0,271$ ;  $p<0,05$ ), що вирізняє важливість поліетіологічності виникнення ЗДА у дітей раннього віку. Свідченням цього є також діагностована зворотна кореляційна залежність вмісту цинку в сироватці крові та загальної залізо зв'язувальної здатності ( $r=-0,248$ ;  $p<0,05$ ). Отримані дані нашо вхують на думку про те, що за умов преваляючих аліментарних чинників у виникненні ЗДА не лише дефіцит заліза є визначальним, оскільки він супроводжується дефіцитом зокрема цинку, що є не тільки несприятливим фактором з позиції процесів гемопоезу, але й може бути визначальним у формуванні дисбалансу становлення механізмів імуногенезу.

**Висновок.** Суттєве значення аліментарних чинників у виникненні залізодефіцитної анемії у дітей раннього віку обумовлюють необхідність цілеспрямованої діагностики кількісно-якісного стану диселементозу для визначення індивідуальних підходів до лікування та реабілітації пацієнтів.

#### **Перспективи подальших досліджень.**

Виявлені взаємозв'язки між балансом заліза (залізовмісними сполуками) та цинку на тлі залізодефіцитної анемії доводять патогенетичні механізми виникнення анемії в ранньому віці та визначають доцільність проведення досліджень, присвячених вивченню частоти і складу диселементозів, насамперед стосовно есенціальних мікроелементів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Сайгітов Р. Витамини и физическое развитие детей (по данным мета-анализа рандомизированных исследований) / Р. Сайгітов // Врач: Ежемес. науч.-практ. и публицист. журн. – 2010. – № 1. – С. 75–77.
2. O'Connor N. R. Infant formula / N. R. O'Connor // Am. Fam. Physician. – 2009. – № 79. – P. 565–570.
3. Нагорная Н. В. Диселементоз у детей с дефицитом железа и пути его коррекции / Н. В. Нагорная, Е. В. Бордюгова, А. В. Дубовая // Современная педиатрия. – 2012. – № 1(41). – С. 41–48.
4. Большова О. В. Значение цинка для роста и полового развития детей / О. В. Большова, В. Г. Пахомова // Новая медицина тысячелетия. – 2011. – № 3. – С. 10–14.
5. Абатуров А. Е. Микроэлементный баланс и противоинфекционная защита у детей / А. Е. Абатуров // Здоровье ребенка : журнал для педиатров. – 2008. – № 1. – С. 47–50.
6. Марушко Ю. В. Цинк і роль його вмісту в педіатричній практиці / Ю. В. Марушко, А. О. Асонов // Здоров'я України. – 2011. – № 4. – С. 51.
7. К вопросу о роли цинка в клинической педиатрии / А. П. Волосовец, С. П. Кривоустов, Е. Ф. Черний [и др.] // Дитячий лікар. – 2012. – № 5. – С. 37–39.
8. Serum and hair levels of zinc, selenium, iron, and copper in children with iron-deficiency anemia / M. K. Gurgoze, A. Olcucu, A. D. Aygun [et al.] // Biol. Trace. Elem. Res. – 2006. – № 111. – P. 23–29.
9. Risk of zinc, iodine and other micronutrient deficiencies among school children in North East Thailand / R. A. Thurlow, P. Winichagoon, T. Pongcharoen [et al.] // Eur. J. Clin. Nutr. – 2006. – № 60. – P. 623–632.
10. Hotz C. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control / C. Hotz, K. Brown // Food. Nutr. Bull. – 2004. – № 25. – P. 99–199.
11. Serum Zinc and Copper in Iron Deficient Adolescents / L. Wajeunnesa, N. Begum, S. Ferdousi, S. Akhter, S. B. Quarishi // J Bangladesh Soc Physiol. – 2009, Dec. – Vol. 4(2). – P. 77–80.
12. Горячковский А. М. Клиническая биохимия в лабораторной диагностике / А. М. Горячковский // Экология, 2005. – 616 с.
13. Наказ МОЗ України № 9 від 10.01.2005 р. «Протокол лікування залізодефіцитної анемії у дітей».
14. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М. : Медиа Сфе-

Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему

ра, 2002. – 312 с.

15. Тарасова И. С. Новые направления в диагностике, лечении и профилактике железодефицитных состояний / И. С. Тарасова, В. М. Чернов // Современ-

ная педиатрия. – 2012. – № 2 (42). – С. 18–24.

16. Оксидативный стресс: влияние на организм человека, методы оценки / Н. В. Нагорная, Н. А. Четверик // Здоровье ребенка. – 2010. – № 2 (23). – С. 140–145.

## **MICROELEMENTS BALANCE IN CASE OF IRON-DEFICIENCY ANAEMIA IN CHILDHOOD**

**©N. V. Banadyha, Ya. V. Rohalska**

*SHEI «Ternopil State Medical University by I. Ya. Horbachevsky of MPH of Ukraine»*

RESUME. It is generally known that iron and zinc take part in the processes of erythroid haematopoietic lineage, the formation of immunological resistance. Yet, there are few studies dedicated to the interconnections between iron and zinc balances in children which are of great interest for clinical physicians. The aim of the study was to investigate the state of zinc metabolism in children with iron-deficiency anaemia and to establish their interconnections. The group of patients included 64 children aged from 6 months to 3 years. It was found that sideropenia increases with progression of anaemia and significantly correlates with serum zinc concentration. Besides, there is close return correlative dependence between them and total and latent iron-binding capacity of blood serum. The received data condition the necessity of purposeful diagnostics of diselementosis that grounds the individuality of approaches to the treatment and rehabilitation of patients.

KEY WORDS: children, anaemia, iron, zinc, catalase.