

УДК 616.61-002.3:577.118]-053.2

## ВМІСТ ТА БАЛАНС ЕСЕНЦІАЛЬНИХ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У РАЗІ ГОСТРОГО ПІЕЛОНЕФРИТУ У ДІТЕЙ

**В.Е. Маркевич, В.О. Петрашенко, І.Е. Зайцев, О.К. Редько, А.М. Лобода,  
І.В. Тарасова**

**Медичний інститут Сумського державного університету, м. Суми, Україна**

**Content and balance of essential trace elements in case of acute pyelonephritis in children  
Markevich V.E., Petrashenko V.A., Zaitsev I.E., Red'ko O.K., Loboda A.M., Tarasova I.V.  
Medical Institute of Sumy State University, Sumy, Ukraine.**

**The objective:** to explore the features of software of copper, iron and zinc in children with acute pyelonephritis.

**Materials and methods:** the study involved 30 children aged from 3 to 17 years (group I) in the active phase of acute pyelonephritis, in not active - 31 children (group II). Comparison group consisted of 30 healthy children of the same age.

**Results:** revealed that the copper content in the serum of patients with acute pyelonephritis was 61% higher compared with healthy children. Fluctuations in serum concentration and patients achieved from 21.12 to 37.34 mmol/l. In patients of group II-band oscillation was slightly lower and amounted 12,2-22,12 mmol/l. Studies of zinc showed ensure that its content in the serum of children with pyelonephritis ( $11,63 \pm 0,39$  mmol/l) was lower at 1.38 times compared to the comparison group ( $16,08 \pm 1,07$  mmol/l). Zinc deficiency was observed in 80% of children I-th group and in 54.8% of children II-nd group. Children suffering from pyelonephritis active period were 2-fold lower serum iron content ( $7,02 \pm 0,60$  mmol/l) compared with healthy children ( $15,59 \pm 0,47$  mmol/l). While not an active period in the range of fluctuations iron was 8,24-11,61 mmol/l, which averaged  $9,40 \pm 0,24$  mmol/l.

**Conclusions:** acute pyelonephritis in children accompanied by a significant imbalance of trace elements - Cu, Fe, Zn. There is a copper imbalance in which the increase in serum combined with copper deficiency in red blood cells, lack of zinc in serum and red blood cells, serum iron significant deficit.

**Keywords:** trace elements, pyelonephritis, children.

**Вміст та баланс есенціальних мікроелементів у разі гострого піелонефриту у дітей  
Маркевич В.Е., Петрашенко В.О., Зайцев І.Е., Редько О.К., Лобода А.М., Тарасова І.В.  
Медичний інститут Сумського державного університету, м. Суми, Україна**

**Мета:** дослідити особливості забезпечення міддю, залізом та цинком дітей, хворих на гострий піелонефрит.

**Матеріали і методи:** обстежено 30 дітей віком від 3 до 17 років (група I) в активну стадію гострого піелонефриту, в неактивну- 31 дитина (група II). Групу порівняння склали 30 здорових дітей того ж віку.

**Результати:** встановлено, що вміст міді в сироватці крові всіх хворих на гострий піелонефрит був на 61% більшим порівняно зі здоровими дітьми. Коливання сироваткової концентрації у I групі хворих досягали від 21,12 до 37,34 мкмоль/л. У хворих II-ї групи діапазон коливань був дещо нижчим і становив 12,2-22,12 мкмоль/л. Дослідження особливостей забезпечення цинком показало, що його сироватковий вміст у дітей, хворих на піелонефрит ( $11,63 \pm 0,39$  мкмоль/л) був нижчим у 1,38 разу порівняно з групою порівняння ( $16,08 \pm 1,07$  мкмоль/л). Дефіцит цинку спостерігався у 80% дітей I-ї групи та у 54,8% дітей II-ї групи. Діти, хворі на піелонефрит в активному періоді мали в 2 рази менший вміст сироваткового заліза ( $7,02 \pm 0,60$  мкмоль/л) порівняно зі здоровими дітьми ( $15,59 \pm 0,47$  мкмоль/л). Тоді як у не активному періоді діапазон коливань заліза складав 8,24-11,61 мкмоль/л, що в середньому становило  $9,40 \pm 0,24$  мкмоль/л.

**Висновки:** гострий піелонефрит у дітей супроводжується значним дисбалансом мікроелементів – Cu, Fe, Zn. Має місце дисбаланс міді, при якому підвищення в сироватці крові поєднується із недостатністю міді в еритроцитах, недостатністю цинку в сироватці та еритроцитах, значний дефіцит сироваткового заліза.

**Ключові слова:** мікроелементи, піелонефрит, діти.

**Адреса для кореспонденції:**

**Петрашенко Вікторія Олександрівна**, к.мед.н., доцент, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, тел. (0542) 662156;

e-mail: vika.illiasenko@gmail.com

**Вступ.** Хвороби сечової системи у дітей - актуальна проблема сучасної педіатрії. Щорічно у світі серед дітей реєструється біля 50 мільйонів випадків інфекції сечової системи [1, 2]. У структурі захворювань органів сечової системи пієлонефрит займає перше місце та має тенденцію до тривалого перебігу і хронізації процесу [3, 4].

Згідно сучасним уявленням, недостатність, надлишок або дисбаланс мікроелементів у дитячому організмі може сприяти розвитку захворювань, змінювати характер уже існуючої патології, ускладнювати її перебіг, провокувати виникнення та прогресування ускладнень. У взаємовідносинах між різними мікроелементами існують синергічні та антагоністичні зв'язки. Саме тому доцільна комплексна оцінка мікроелементного забезпечення у разі пієлонефриту з метою своєчасної корекції його порушень.

У рамках сучасних протоколів тактика обстеження дітей та призначення лікувально-профілактичних заходів не передбачає діагностики та корекції порушень макро- та мікроелементного статусу, що може знижувати ефективність лікування дітей та сприяти хронізації патологічного процесу. Тому вивчення вмісту та балансу мікроелементів у разі мікробно-запального процесу в нирках є актуальним.

**Мета роботи.** Дослідити особливості забезпечення міддю, залізом та цинком дітей хворих на гострий пієлонефрит.

**Матеріали і методи.** Обстежено 61 дитина, віком від 3 до 17 років, які знаходилися на стаціонарному лікуванні в нефрологічному відділенні Сумської обласної дитячої клінічної лікарні. Дівчатка склали 88,5% (54), хлопчики 11,5% (7). Середній вік дітей становив 11,08±0,54 років. Обстежено 30 дітей (група I) в активну стадію гострого пієлонефриту, в не активну - 31 дитина (група II). Групу порівняння склали 30 здорових дітей того ж віку, що не мали клінічних і лабораторних ознак патології нирок. Верифікація діагнозів здійснювалась на основі ретельних клініко-лабораторних та інструментальних методів обстеження за загальноприйнятими методиками.

У сироватці крові та еритроцитах визначали вміст есенціальних МЕ (цинку, міді, заліза) у хворих дітей на гострий пієлонефрит в активному та не активному періодах методом атомно-абсорбційної маспектрофотометрії на спектрофотометрі С-115М1, виробництва НВО «Selmi» (Україна).

Статистичну обробку одержаних результатів проводили за допомогою програми Excel.

**Результати та їх обговорення.** Діапазон коливань сироваткового вмісту міді у здорових дітей був від 10,82 до 16,31 мкмоль/л, та в середньому становив 13,68±0,33 мкмоль/л. Встановлено, що вміст міді в сироватці крові всіх хворих на гострий пієлонефрит був на 61% більшим порівняно зі здоровими дітьми. Причому найбільш високий вміст даного мікроелемен-

ту спостерігався у разі активної стадії гострого пієлонефриту (група I), він був збільшеним у 2 рази відносно групи порівняння. Коливання сироваткової концентрації у даної групи хворих досягали від 21,12 до 37,34 мкмоль/л, що в середньому становило 27,8±0,97 мкмоль/л. У хворих II-ї групи діапазон коливань був дещо нижчим і становив 12,2-22,12 мкмоль/л, середній вміст складав 17,18±0,55 мкмоль/л, що у 1,25 разу було більшим від показників групи порівняння (табл. 1). Тобто, в процесі лікування запального процесу вміст міді в сироватці крові знижувався, але до рівня показників здорової групи не повертався.

Таблиця 1  
**Вміст мікроелементів у сироватці крові дітей, хворих на гострий пієлонефрит (мкмоль/л)**

МЕ	Група порівняння	Гострий пієлонефрит	
		I група	II група
Cu	13,68±0,326 n=30	27,8±0,977 n=30 p***	17,18±0,559 n=31 p***, p <sub>1</sub> ***
min-max	10,82-16,31	21,12-37,34	12,2-22,12
Zn	16,08±1,07 n=12	11,02±0,56 n=30 p***	12,27±0,501 n=31 p**
min-max	13,22-21,75	6,41-15,71	8,56-16,04
Fe	15,59±0,468 n=30	7,02±0,602 n=30 p***	9,40±0,239 n=31 p***, p <sub>1</sub> ***
min-max	10,25-19,72	4,16-11,92	8,24-11,61

**Примітки:** p - достовірність показників відносно групи порівняння; p<sub>1</sub> - достовірність показників відносно хворих I -ї групи; \* - p<0,05; \*\* - p<0,01; \*\*\* - p<0,001.

В еритроцитах здорових дітей вміст міді складав 0,65±0,03 мкг/мг попелу з діапазоном коливань від 0,55 до 0,81 мкг/мг попелу. У випадку гострого пієлонефриту визначався дефіцит міді порівняно з контрольною групою дітей (43%). Мінімальна концентрація досліджуваного елемента була 0,20 мкг/мг попелу, максимальна 0,59 мкг/мг попелу. Достовірної різниці еритроцитарного вмісту міді в активному та не активному періодах гострого пієлонефриту не виявлено (табл. 2).

Таблиця 2  
**Вміст мікроелементів в еритроцитах дітей, хворих на гострий пієлонефрит (мкг/мг попелу)**

МЕ	Група порівняння	Гострий пієлонефрит	
		I група	II група
Cu	0,65±0,03 n=20	0,37±0,029 n=30 p***	0,41±0,031 n=31 p***
min-max	0,55-0,81	0,27-0,59	0,20-0,57
Zn	0,61±0,059 n=20	0,35±0,033 n=30 p***	0,26±0,02 n=20 p***, p <sub>1</sub> *
min-max	0,39-0,91	0,14-0,46	0,11-0,39
Fe	8,15±0,70 n=30	8,15±0,70 n=30	7,32±0,34 n=31 p***
min-max	4,11-12,63	4,11-12,63	5,55-10,29

**Примітки:** p - достовірність показників відносно групи порівняння; p<sub>1</sub> - достовірність показників відносно хворих I -ї групи; \* - p<0,05; \*\* - p<0,01; \*\*\* - p<0,001.

Дослідження особливостей забезпечення цинком показало, що його сироватковий вміст у дітей, хворих на пієлонефрит ( $11,63 \pm 0,39$  мкмоль/л) був нижчим у 1,38 разу порівняно з групою порівняння ( $16,08 \pm 1,07$  мкмоль/л). Значення цинку коливались від 6,41 до 15,71 мкмоль/л в активному періоді та від 8,56 до 16,04 мкмоль/л у не активному періоді гострого пієлонефриту. Слід зазначити, що дефіцит цинку спостерігався у 80% дітей I-ї групи та у 54,8% дітей II-ї групи.

Зниження вмісту даного мікроелементу відмічається також і в еритроцитах. Зокрема, вміст цинку в еритроцитах був менший на 42,6% в групі I ( $0,35 \pm 0,03$  мкг/мг попелу) та на 53,4% в групі II ( $0,26 \pm 0,02$  мкг/мг попелу) відносно показника здорових дітей ( $0,61 \pm 0,06$  мкг/мг попелу). Значення цинку коливались від 0,14 до 0,46 мкг/мг попелу в I-й групі та від 0,11 до 0,39 мкг/мг попелу в II-й.

Діти, хворі на пієлонефрит в активному періоді, мають в 2 рази менший вміст сироваткового заліза ( $7,02 \pm 0,60$  мкмоль/л) порівняно зі здоровими дітьми ( $15,59 \pm 0,47$  мкмоль/л). Причому визначався досить широкий діапазон його коливань ( $4,16-11,92$  мкмоль/л). Тоді як у не активному періоді діапазон коливань заліза складав  $8,24-11,61$  мкмоль/л, що в середньому становило  $9,40 \pm 0,24$  мкмоль/л.

Достовірної різниці еритроцитарного вмісту заліза в обох групах не було, діапазон коливань становив  $4,11-12,63$  мкг/мг попелу. Слід зауважити, що в середньому вміст заліза в еритроцитах I-ї групи достовірно не відрізнявся від показника здорових дітей та становив  $8,15 \pm 0,70$  мкг/мг попелу проти  $9,59 \pm 0,48$  мкг/мг попелу відповідно. В той час як у дітей II-ї групи ( $7,32 \pm 0,34$  мкг/мг попелу), спостерігалось достовірне зниження заліза у 1,3 разу відносно контролю.

Для поглибленого вивчення балансу мікроелементів у разі гострого пієлонефриту було досліджене їх співвідношення в сироватці крові та еритроцитах (табл. 3, 4).

Таблиця 3  
Коефіцієнти співвідношень мікроелементів у сироватці дітей, хворих на пієлонефрит

Співвідношення	Група порівняння	Гострий пієлонефрит	
		I група	II група
Zn/ Cu	$1,14 \pm 0,06$ n=12	$0,39 \pm 0,03$ n=30 p***	$0,78 \pm 0,05$ n=25 p***, p <sub>1</sub> ***
Fe/Cu	$1,18 \pm 0,05$ n=30	$0,20 \pm 0,02$ n=30 p***	$0,49 \pm 0,04$ n=20 p***, p <sub>1</sub> ***
Zn/ Fe	$1,09 \pm 0,09$ n=12	$2,14 \pm 0,21$ n=30 p***	$1,82 \pm 0,13$ n=31 p***

**Примітки:** p - достовірність показників відносно групи порівняння; p<sub>1</sub> - достовірність показників відносно хворих I -ї групи; \* - p<0,05; \*\* - p<0,01; \*\*\* - p<0,001.

Встановлено, що у разі гострого пієлонефриту сироватковий та внутрішньоклітинний дисбаланс спостерігається у всіх парах досліджуваних мікроелементів. В активний період гострого пієлонефриту мікроелементний дисбаланс у сироватці крові був найбільш виражений у парі Fe/Cu (зменшення коефіцієнту співвідношення майже в 6 разів), у парі Zn/Cu коефіцієнт співвідношення був зменшений майже в 3 рази, тоді як у парі Zn/Fe зростає майже вдвічі. У не активний період гострого пієлонефриту просліджувалась тенденція до деякого зменшення дисбалансу МЕ (табл. 3).

Враховуючи синергічну та антагоністичну взаємодію деяких МЕ була досліджена кореляція їх вмісту в біологічних середовищах. У разі гострого активного пієлонефриту в сироватці крові знайдена позитивна кореляція середньої сили у парі Fe/Cu ( $r=0,45$ ;  $p<0,05$ ). Однак у разі не активного пієлонефриту достовірність кореляційної залежності зникає, що може свідчити про відсутність повного відновлення балансу МЕ.

В еритроцитах дисбаланс МЕ у разі активного гострого пієлонефриту спостерігався у парах Fe/Cu та Fe/Zn (зростання коефіцієнту співвідношення у 1,5 та 2 рази відповідно). Тоді як у парі Cu/Zn коефіцієнт співвідношення не відрізнявся від коефіцієнта групи порівняння. Після лікування гострого пієлонефриту дисбаланс в еритроцитах у парах пов'язаних із цинком зберігався, тоді як у парі Fe/Cu зникав (табл. 4).

Таблиця 4  
Коефіцієнти співвідношень мікроелементів у еритроцитах дітей, хворих на пієлонефрит

Співвідношення	Група порівняння	Гострий пієлонефрит	
		I група	II група
Cu/Zn	$1,13 \pm 0,11$ n=20	$1,12 \pm 0,11$ n=30	$1,79 \pm 0,17$ n=20 p**, p <sub>1</sub> **
Fe/Cu	$15,45 \pm 0,68$ n=20	$22,71 \pm 1,77$ n=30 p***	$16,43 \pm 1,48$ n=31 p <sub>1</sub> **
Fe/Zn	$16,46 \pm 1,20$ n=20	$35,57 \pm 3,09$ n=30 p***	$31,35 \pm 3,05$ n=20 p***

**Примітки:** p - достовірність показників відносно групи порівняння; p<sub>1</sub> - достовірність показників відносно хворих I -ї групи; \* - p<0,05; \*\* - p<0,01; \*\*\* - p<0,001.

У разі активного гострого пієлонефриту в еритроцитах знайдена позитивна кореляція у парах Fe/Cu ( $r=0,61$ ;  $p<0,05$ ).

Отже, наведені дані свідчать, що баланс міді характеризувався підвищенням даного МЕ в сироватці крові на тлі зниження в еритроцитах, тобто мало місце виснаження тканинного депо міді. Ймовірно підвищення міді в сироватці крові виникає внаслідок зростання рівня церулоплазміну (білка гострої фази запалення) до складу якого входить даний мікроелемент, а також протизапальної властивості даного мікроелементу. Дефіцит сироваткового цинку можна

пояснити його витрачанням на запалення (так як цинк є субстратом для багатьох патогенних мікроорганізмів) та наявністю антагоністичних відношень з міддю (конкуренція за протеїн-металозв'язуючі рецептори). Зниження вмісту цинку відмічається і в еритроцитах. Це свідчить про розвиток внутрішньоклітинного дефіциту цього мікроелементу. Такі зміни у забезпеченні цинком збігаються з думкою багатьох авторів які вважають, що зниження цинку є маркером високої сприйнятливості організму до інфекцій [5, 6, 7, 8, 9].

У дітей, хворих на пієлонефрит відмічався значний дефіцит заліза в організмі, що підтверджувалося його зниженням в сироватці та еритроцитах.

Низька концентрація заліза у дітей з пієлонефритом, мабуть, пов'язана з властивостями цього елемента перерозподілятися в організмі при інфекційно-запальних процесах. Залізо необхідне для росту та розмноження патогенних бактерій, тому зниження його концентрації, можливо, обумовлене захопленням патогенними мікроорганізмами певної його кількості.

Таким чином, у дітей, що хворі на пієлонефрит виявляється дисбаланс мікроелементів. Мікроелементний дисбаланс не зникає навіть після стандартної терапії гострого пієлонефриту. Можливо недостатність заліза та цинку сприяє збільшенню числа дітей, хворих на пієлонефрит та провокує прогресування хвороби. Подальше вивчення мікроелементного забезпечення у разі пієлонефриту є перспективним напрямком, що дозволить удосконалити діагностику та оптимізувати методи лікування, направлених на поновлення мікроелементного балансу.

## Висновки:

1. Гострий пієлонефрит у дітей супроводжується значним дисбалансом мікроелементів – Cu, Fe, Zn. Має місце дисбаланс міді, при якому підвищення в сироватці крові поєднується із недостатністю міді в еритроцитах, недостатністю цинку в сироватці та еритроцитах, значний дефіцит сироваткового заліза.
2. Мікроелементний дисбаланс зберігається після завершення стандартної терапії гострого пієлонефриту.
3. Після завершення активної фази гострого пієлонефриту діти потребують корекції дисбалансу та дефіциту Cu, Fe, Zn.

## Література

1. Зоркин С.Н., Пинелис В.Г., Артемьева Е.Н., Абрамов К.С. Противорецидивная терапия

инфекции мочевыводящих путей у детей.

Педиатрия 2005; 2; 20-23.

2. Руда В.І. Сучасний підхід до вивчення поширеності та діагностики захворювань органів сечової системи у дітей. Перинатологія та педіатрія 2003; 2; 61-65.
3. Сахау Н.Р., Мирсаева Г.Х., Камишов Ф.Х. Клинико-диагностическая оценка состояния мембран эритроцитов у больных первичным хроническим пиелонеритом. Нефрология; 2005; 9(1); 47-51.
4. Маковецкая Г.А., Мазур Л.И. Актуальные вопросы детской нефрологии. Педиатрия 2008; 87(3); 6-12.
5. Павлов С.П. Нарушение обмена меди и цинка у больных хроническим пиелонефритом при развитии нефросклероза и почечной недостаточности. Урология и нефрология 1998; 1; 7-9.
6. Вологжанин Д.А., Калинина Н.М., Князев П.С. Иммуитет и питание. Рос. биомед. Журн 2005; 6; 626-747.
7. lbs K.-H. Zink- Altered immune function. J. Nutr. 2003; 133; 1452-1456.
8. Соєва Т.В., Федін М.В., Рижикова Т.І. Аналіз ефективності протирецидивного лікування пієлонефритів дітей із урахуванням особливостей мікроелементного гомеостазу. Буковинський медичний вісник 2011; 58(2); 78-80.
9. Макарова Т.П., Мальцев С.В., Агафонова Е.В., Валиев В.С. Роль микроэлементов в развитии пиелонефрита у детей. Российский педиатрический журнал 2002; 2; 24-28.

## References

1. Zorkin S.N., Pinelis V.G., Artemieva E.N., Abramov K.S. Protivorecidivnaya terapiya infekcii mochevodyasshich pytei v detei. Peditriya 2005; 2; 20-23.
2. Ryda V.I. Sychasniy pidchid do vivchennya poshirenosti ta diagnostiki zachvoryvan organiv sechovoi sistemi v detei. Perinatologiya ta peditriya. 2003; 2; 61-65.
3. Sachay N.R., Mirsaeva G.C., Kamishov F.C. Klinico-diagnosticheskaya otcenka sostoyaniya membrane eritritcitov v bolnich pervichnim chronicheskim pielonefritom. Nefrologiya 2005; 9(1); 47-51.
4. Makovetskaya G.A., Mazyr L.I. Aktyalnie voprosi detskoj nefrologii. Peditriya 2008; 87(3); 6-12.
5. Pavlov S.P. Narushenie obmena medi i zinka y bolnich chronicheskim pielonefritom pri razvitii nefroskleroza I pochechnoi nedostatochnosti. Urologiya I nefrologiya 1998; 1; 7-9.

6. Vologjanin D.A., Kalinina N.M., Knyazev P.S. Immunitet I pitanie. Ros.biomed. 2005; 6 ; 626-747.
7. Ibs K.-H. Zink- Altered immune function. J. Nutr. 2003; 133; 1452-1456.
8. Soeva T.V., Fedin M.V., Rizikova T.I. Analiz efektivnosti protirecidivnogo likuvaniya pielonefritiv ditei iz urachuvanyam osoblivostei microelementnogo gomeostazy. Bukovinskii medichnii visnik 2011; 58(2); 78-80.
9. Makarova T.P., Malcev S.V., Agafonova E.V. Rol mikroelementov v razvitii pielonefrita v detei. Rossiiskii pediatricheskii jurnal 2002; 2; 24-28.

**Відомості про авторів:**

**Петрашенко Вікторія Олександрівна**, к.мед.н., доцент, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, тел. (0542) 662156; e-mail: vika.

illiashenko@gmail.com

**Маркевич Віталій Едуардович**, д.мед.н., проф., м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, тел. (0542) 662156; e-mail: kafedrapediatricii@gmail.com

**Зайцев Ігор Едуардович**, к.мед.н., доц., м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, тел. (0542) 662156; e-mail: igor.zaitsev@ukr.net

**Редько Олена Костянтинівна**, к.мед.н., доц., м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, тел. (0542) 662156; e-mail: kafedrapediatricii@gmail.com

**Лобода Андрій Миколайович**, к.мед.н., доц., м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, тел. (0542) 662156; e-mail: kafedrapediatricii@gmail.com

**Тарасова Ірина Віталіївна**, д.мед.н., проф., м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, тел. (0542) 662156; e-mail: kafedrapediatricii@gmail.com