

УДК 577.118:616-007.213-08

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.67690

ВМІСТ ЕСЕНЦІАЛЬНИХ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ВОЛОССІ ДІТЕЙ З НИЗЬКОРОСЛІСТЮ ВНАСЛІДОК СОМАТОТРОПНОЇ НЕДОСТАТНОСТІ

© О. В. Большова, В. Г. Пахомова

Вивчали вміст есенціальних мікроелементів (ЕМ) у волоссі дітей з низькорослістю внаслідок повної/часткової соматотропної недостатності. Встановлено наявність суттєвого дисбалансу ЕМ, зокрема різке зниження вмісту цинку; зниження вмісту селену, марганцю нижче референтних значень; вірогідне зниження вмісту хрому в дівчаток і тенденцію до зниження рівня міді при повній соматотропній недостатності

Ключові слова: есенціальні мікроелементи, волосся, діти, низькорослість, соматотропна недостатність

The content of essential trace elements (zinc, selenium, chrome, magnesium, copper) was studied in 102 children with short stature due to total ($n=66$; 54 – boys; mean age 10.23 ± 0.4 years) or partial ($n=36$; 26 – boys; mean age 8.91 ± 0.4 years) somatotrophic insufficiency.

Aim. The aim of our research was a complex studying the content of essential trace elements (zinc, selenium, manganese, chrome, copper) in the hair of children with low growth, caused by somatotrophic insufficiency, to determine the additional ways to optimize the treatment of these patients.

Methods. The content of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) was determined once a morning in the blood sample by radioimmunoassay using standard kits «IRMA IGF-1» firm «Immunotech» (Czech Republic). The body height was measured using stadiometer «System Dr. Keller J.», the body mass – using Seca electronic scales. The atlas of W. W. Greulich, S. P. Pyle (1993) was used to determine the bone age.

Results. As a result of our examination a significant decrease in the content of all the studied tracer elements: zinc, selenium, manganese, chrome, copper was noted in the hair of the great majority of children with complete (group I) or partial (group II) somatotrophic insufficiency. A sharp decline in zinc content in the hair of patients with complete (78.50 ± 4.31 mcg/g, $p<0.001$) and partial (83.94 ± 4.89 mcg/g, $p<0.001$) somatotrophic insufficiency, compared with reference values and control indices was established. The mean values of selenium, manganese did not differ between themselves and the indices of control group ($p>0.1$) in both groups, but they were significantly lower than the reference values. A significant decrease in the chromium content in the hair of girls with the total somatotrophic insufficiency comparing to the control group ($p<0.05$) was revealed. The tendency to decrease in the content of copper in the hair of boys in the whole group with total somatotrophic insufficiency was established.

Conclusions. The obtained data indicate the expediency of studying the tracer elements status in children with short stature due to somatotrophic insufficiency and of carrying out the corresponding correction, in a case of essential tracer elements deficiency

Keywords: boys, essential tracer elements, children, hair, short stature, somatotrophic insufficiency

1. Вступ

Дослідження останніх років, безперечно, вказують на важливу роль есенціальних мікроелементів (ЕМ) у функціонуванні практично всіх органів і систем дитячого організму [1, 2]. Регулярне надходження ЕМ з їжею або водою до організму, абсолютно, необхідне для його нормальної життєдіяльності. ЕМ – це залізо, йод, мідь, марганець, цинк, кобальт, молібден, селен, хром, фтор [3], що входять до складу ферментів, вітамінів, гормонів і, безпосередньо, впливають на роботу ендокринної системи на різних етапах її розвитку. Так, цинк бере участь у клітинному метаболізмі, функціонуванні системи імунітету, процесах росту та репродукції, має мембраностабілізуючу активність [4]. У дітей дефіцит цинку може розвинутися доволі швидко (цинк не накопичується в організмі) та загальмувати процеси росту, нормального статевого й розумового розвитку [5–7]. Нестача інших ЕМ, зокрема марганцю, призводить до розвитку анемії, патоло-

гії сполучної та кісткової систем (деформації скелету, затримка росту) [8]; недостатній вміст хрому може викликати погіршення утилізації глюкози й спричиняти розвиток цукрового діабету [9, 10], довготривалий дефіцит хрому часто асоціюється з затримкою росту, ожирінням [11]; низький вміст селену в оточуючому середовищі значно ускладнює йод-дефіцитні стани та знижує антиоксидантний захист на клітинному рівні [12]; дефіцит марганцю супроводжується слабкістю, погіршенням процесу мислення, затримкою росту, безпліддям, порушенням імунітету [13]; мідь має велике значення для підтримки нормальної структури кісток, хрящів, сухожилля, еластичності стінок кровоносних судин, шкіри [14]. Крім того, дефіцит кожного з ЕМ може суттєво погіршити перебіг і прогноз існуючого захворювання, на тлі якого він розвинувся у дитини [15].

Вивченню впливу дефіциту ЕМ на темпи росту дитини, а також їх взаємозв'язок з гормональною

системою росту, присвячені роботи переважно зарубіжних авторів [16–19]. В Україні подібні дослідження практично не виконувались, відсутні дані щодо особливості мікроелементного стану при патології росту, зокрема – при низькорослості внаслідок дефіциту гормону росту (ГР). Відсутні комплексні дослідження вмісту декількох ЕМ у дітей різних вікових груп з соматотропною недостатністю.

2. Обґрунтування дослідження

Як відомо, мікроелементи мають велике значення для повноцінного метаболізму, нормальної життєдіяльності та розвитку дитячого організму [2, 3]. Дефіцит мікроелементів, як і їхній надлишок, призводить до порушень розвитку та росту дітей. Порушення мікроелементного обміну обов'язково потребує корекції, проте відсутність новітніх методів діагностики унеможливує її виконання. Враховуючи той факт, що концентрація мікроелементів у волоссі вища, ніж в інших тканинах і рідинах для їхнього визначення ми обрали саме волосся дітей з низькорослістю внаслідок соматотропної недостатності. Крім того, відбір зразків і зберігання волосся є набагато легшим, ніж інших біологічних матеріалів.

Результати нашого дослідження, як і інших авторів, показали, що мікроелементи відіграють важливу роль у забезпеченні обміну речовин для повноцінного розвитку та росту дітей [6–8]. Не викликає сумнівів, що дефіцит мікроелементів негативно впливає на процеси метаболізму в дитячому віці. Але, наразі недостатньо літературних даних щодо їхнього дефіциту у дітей з низькорослістю внаслідок соматотропної недостатності, що потребує проведення подальших детальних досліджень та вивчення ролі цих елементів у забезпеченні життєдіяльності організму дитини, що й буде продовженням наших подальших досліджень.

3. Мета дослідження

Комплексне вивчення вмісту есенціальних мікроелементів (цинку, селену, марганцю, хрому, міді) у волоссі дітей з низькорослістю, обумовленою соматотропною недостатністю, для визначення додаткових шляхів оптимізації терапії таких пацієнтів.

4. Матеріали та методи дослідження

Дослідження проводилось на базі відділення дитячої ендокринної патології ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України». В дослідження були включені 102 пацієнти з низькорослістю, зумовленою соматотропною недостатністю. Перед початком обстеження пацієнти та їхні батьки дали інформовану згоду на участь у дослідженні та використання отриманих даних. Наявність соматотропної недостатності підтверджена при дослідженні фонового значення та піку викиду гормону росту на тлі фармакологічної стимуляції (проба с інсуліном, проба з клонідіном). Клінічними показаннями до проведення стимуляційних проб були: зниження швидкості лінійного росту (у

середньому менше, ніж 4 см на рік) та відставання в рості $\geq 2,0$ SDS від нормального значення росту для відповідного віку та статі, затримка кісткового віку (КВ) на ≥ 2 роки. За норму стимульованої секреції ГР при стандартних пробах вважали рівні ≥ 10 нг/мл. Часткова недостатність ГР визначалась при значенні піку ГР від 7,0 до 10,0 нг/мл, повна – при значенні піку ГР нижче, ніж 7,0 нг/мл. Вміст інсуліно-подібного фактора росту-1 (ІФР-1) визначали одноразово в ранковій пробі крові радіоімунологічним методом за допомогою стандартних наборів «IRMA IGF-1» фірми «Immunotech» (Чехія). Ріст вимірювали за допомогою стадіометра «System Dr. Keller J.», масу тіла – за допомогою електронних вагів «SECA». Визначали також індекс маси тіла (ІМТ), який розрахувався за формулою: $ІМТ = m/p^2$, де m – маса тіла в кг, p – зріст в метрах. Для визначення КВ використовували атлас W. W. Greulich, S. P. Pyle (1993).

Всі діти з низькорослістю були розподілені на дві групи: I група – хворі з повною соматотропною недостатністю (середній вік $10,23 \pm 0,4$ роки); II група – хворі з частковою соматотропною недостатністю (середній вік $8,91 \pm 0,4$ роки). Першу групу склали 66 пацієнтів: 54 хлопчики (81,82 %) та 12 дівчаток (18,18 %), які відставали у зрості від мінус 6,1 SD до мінус 2,2 SD, $ІМТ = 17,6 \pm 0,3$ кг/м². Відставання КВ від хронологічного становило 3–6 років. Рівні базального ГР та ІФР-1 в плазмі крові у хворих був різко зниженим, а максимальний стимульований пік викиду ГР складав 0,2–4,0 нг/мл.

В II групу включені 36 пацієнтів: 26 хлопчиків (72,22 %) та 10 дівчаток (27,78 %), відставання у рості яких було від мінус 3,7 SD до 1,0 SD, $ІМТ = 16,3 \pm 0,5$ кг/м², відставання КВ від хронологічного становило 2–3 роки. Базальний рівень ГР був зниженим, значення піку викиду ГР знаходились у межах від 7 до 10 нг/мл, рівень ІФР-1 був нормальним або дещо зниженим.

Підготовка до мікроелементного аналізу волосся: для виконання аналізу брали пасмо волосся довжиною до 3–5 см (безпосередньо від кореня волосся). Волосся зістригали у 4–5 місяць на потилиці, ближче до шиї та об'єднували в пучок завтовшки з тонкий олівець (маса зразку не менша, ніж 0,1 г). Коротке волосся брали в кількості, що здатна заповнити чайну ложку. Волосся повинно було бути чистим, без залишків косметичних засобів та засобів догляду за волоссям. Для очищення від поверхневого забруднення та знежирення, волосся обробляли ацетоном 10–15 хвилин з наступним 3-х разовим промиванням деіонізованою водою, після чого висушували при кімнатній температурі впродовж 10–15 хвилин. Зібраний матеріал вкладали у паперовий конверт і зберігали при кімнатній температурі.

Вміст мікроелементів (цинку, селену, марганцю, хрому, міді) у волоссі визначали методом рентгено-флуоресцентної спектрометрії за допомогою рентгено-флуоресцентного спектрометра «Elva X-med» (Україна) за методикою визначення масової частки хімічних елементів у волоссі (методика MBV 081/12–450200), яка атестована Українським

Державним комітетом із стандартизації, метрології та сертифікації (Свідоцтво від 14.06.2007 р.) і затверджена Державною санітарно-епідеміологічною службою України (Постанова № 19 від 09.12.2008 р.). Референтні показники вмісту мікроелементів у волоссі щодо методу рентгено-флуоресцентної спектрометрії надані в табл. 1.

Таблиця 1

Референтні показники вмісту мікроелементів у волоссі за рентгено-флуоресцентного методу (Н. Р. Vertram. et al., 1992 з доп. А.В. Скального, 2000)

Елемент	Концентрація у волоссі, мкг/г
Цинк (Zn)	120,00–200,00
Селен (Se)	0,30–1,20
Марганець (Mn)	0,50–2,00
Хром (Cr)	0,50–5,00
Мідь (Cu)	9,00–30,00

Статистичну обробку результатів дослідження виконували з використанням статистичних програм Microsoft Excel та застосуванням методів варіаційної статистики. Результати надані як середні значення та їх стандартна помилка ($M \pm m$). Оцінювали статистичні достовірності за параметричним критерієм Стьюдента (t). Різниця в результатах вважалась достовірною при $p < 0,05$.

5. Результати дослідження

У дітей I групи (діти з низькорослістю на тлі повної соматотропної недостатності, $n=66$, 54 хлопчики/12 дівчаток) середній вміст цинку у волоссі складав $78,50 \pm 4,31$ мкг/г, що достовірно нижче, ніж у контрольній групі ($p < 0,001$) та нижче референтних значень. Середній рівень цинку у хлопчиків з повною соматотропною недостатністю був дещо нижчим, ніж у дівчаток – $78,28 \pm 4,42$ мкг/г та $79,46 \pm 4,71$ мкг/г відповідно, але вірогідної різниці між ними виявлено не було ($p > 0,05$). Вірогідна різниця ($p < 0,05$) у показниках рівня цинку спостерігалась у порівнянні з групою контролю, окремо, у хлопчиків і дівчаток (табл. 2).

В II групі (діти з низькорослістю, зумовленою частковою соматотропною недостатністю, $n=36$, 26 хлопчиків/10 дівчаток) середній рівень цинку у волоссі складав $83,94 \pm 4,89$ мкг/г, що достовірно нижче, ніж у контрольній групі ($p < 0,001$) і незначно вище, порівняно з пацієнтами з повною соматотропною недостатністю. Середній вміст цинку у волоссі хлопчиків з частковою соматотропною недостатністю був нижчим, ніж у дівчаток – $80,08 \pm 4,84$ мкг/г та $94,18 \pm 8,66$ мкг/г відповідно, але вірогідної різниці між ними в цій групі не виявлено ($p > 0,1$). Вірогідна різниця ($p < 0,05$) спостерігалась у показниках рівня цинку у волоссі порівняно з групою контролю, окремо, у хлопчиків і дівчаток.

При повній соматотропній недостатності середній рівень селену у волоссі складав $0,13 \pm 0,03$ мкг/г,

що не відрізняється від контрольної групи, але нижчий, ніж референтні показники. У пацієнтів II групи вміст селену у волоссі в середньому становив $0,13 \pm 0,03$ мкг/г, що не відрізнялось від показників у контрольній та I групах, але також був нижчим, ніж референтні показники.

В групі дітей з повною соматотропною недостатністю (66 осіб) суттєве зниження вмісту цинку у волоссі виявлено у 56 дітей (84,84 %). Часткова соматотропна недостатність також супроводжується значним дефіцитом цинку у волоссі у більшості хлопчиків (23 пацієнти, 88,46 %) та дівчаток (7 пацієнтів, 70,0 %). (рис. 1).

Зниження вмісту селену у волоссі встановлено у всіх дівчаток з повною і частковою соматотропною недостатністю та у більшості хлопчиків (51 пацієнт; 94,44 % та 24 пацієнти, 92,31 % відповідно) (рис. 2).

Таблиця 2

Вміст цинку та селену у волоссі дітей з повною та частковою соматотропною недостатністю (мкг/г) $M \pm m$

Рівень цинку	I група	II група	Рівень селену	I група	II група
у волоссі	$78,50 \pm 4,31^*$ n=66	$83,94 \pm 4,89^*$ n=36	у волоссі	$0,13 \pm 0,03$ n=66	$0,13 \pm 0,03$ n=36
у волоссі хлопчиків	$78,28 \pm 4,42^{**}$ n=54	$80,08 \pm 4,84^{**}$ n=26	у волоссі хлопчиків	$0,14 \pm 0,03$ n=54	$0,15 \pm 0,03$ n=26
у волоссі дівчаток	$79,46 \pm 4,71^{**}$ n=12	$94,18 \pm 8,66^{**}$ n=10	у волоссі дівчаток	$0,10 \pm 0,01$ n=12	$0,09 \pm 0,01$ n=10

Примітки: * – $p < 0,001$ – достовірність змін показників з групою контролю; ** – $p < 0,001$ – достовірність змін показників у хлопчиків і дівчаток з групою контролю окремо

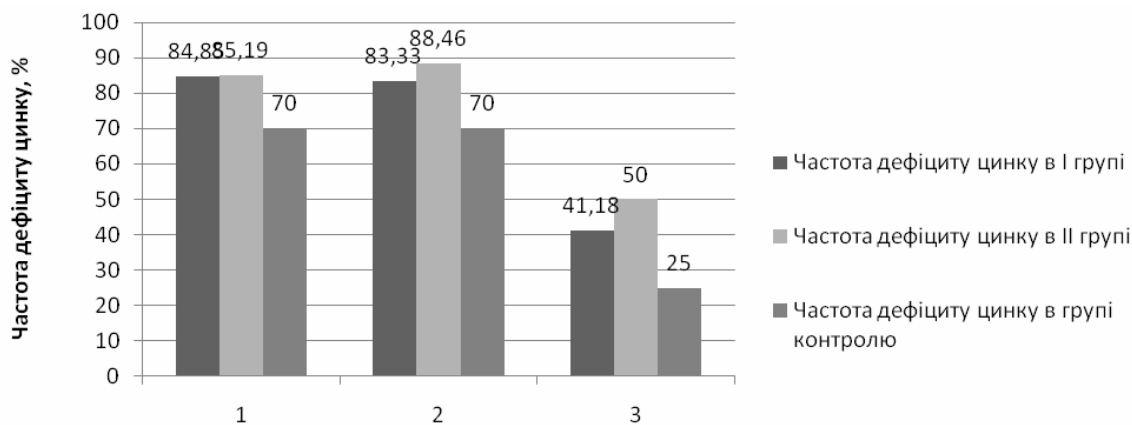
Середні значення марганцю, хрому та міді у дітей з низькорослістю, обумовленою повною та частковою соматотропною недостатністю, вірогідно не відрізнялися від показників групи контролю, крім показників міді у волоссі пацієнтів I групи, які мали тенденцію до зниження (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст марганцю, хрому та міді у волоссі у дітей з повною (I група) або частковою (II група) соматотропною недостатністю (мкг/г)

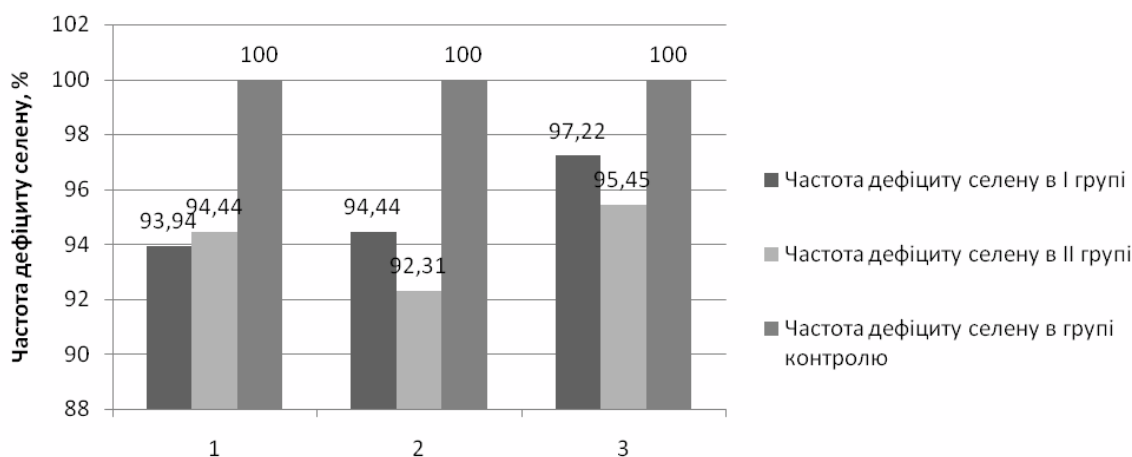
Група	Вміст марганцю	Вміст хрому	Вміст міді
I (n=66)	$0,19 \pm 0,02$	$0,20 \pm 0,04$	$5,70 \pm 0,4$
II (n=36)	$0,17 \pm 0,01$	$0,22 \pm 0,03$	$5,76 \pm 0,8$
Група контролю (n=34)	$0,19 \pm 0,01$	$0,22 \pm 0,02$	$7,11 \pm 0,7$
Референтні значення	0,5–2,0	0,5–5,0	9,0–30,0

Тенденцію до зниження рівня міді у волоссі виявлено у хлопчиків з повною соматотропною недостатністю (табл. 4). Встановлено достовірне зниження вмісту хрому у волоссі дівчаток з повною соматотропною недостатністю порівняно з групою контролю ($p < 0,05$).



1- середній показник в групі, 2- дефіцит цинку у хлопчиків, 3- дефіцит цинку у дівчат

Рис. 1. Частота дефіциту цинку у волоссі дітей з повною (I група) та частковою (II група) соматотропною недостатністю (%)



1- середній показник в групі, 2- дефіцит селену у хлопчиків, 3- дефіцит селену у дівчат

Рис. 2. Частота дефіциту селену у волоссі дітей з повною (I група) та частковою (II група) соматотропною недостатністю (%)

Таблиця 4

Вміст марганцю, хрому та міді у волоссі у дітей з повною (I група) або частковою (II група) соматотропною недостатністю в залежності від статі (M±m, мкг/г)

Група	Вміст марганцю	Вміст хрому	Вміст міді
I (n=54), хлопчики	0,19±0,02	0,21±0,04	5,71±0,6
I (n=12), дівчатка	0,18±0,06	0,15±0,01*	5,69±0,9
II (n=26), хлопчики	0,17±0,02	0,22±0,03	5,69±0,9
II (n=10), дівчатка	0,18±0,04	0,21±0,03	5,95±0,8
Група контролю (n=34)	0,19±0,01	0,22±0,02	7,11±0,7
Референтні значення	0,5–2,0 мкг/г	0,5–5,0 мкг/г	9,0–30,0 мкг/г

Примітка: *p<0,01 – достовірність змін показників з відповідною групою контролю

Дефіцит марганцю, хрому та міді у пацієнтів як при повній, так і при частковій соматотропній недостатності встановлений практично у всіх обстежених. Так, при повній соматотропній недостатності зниження вмісту марганцю, хрому та міді

встановлено у 96,97 %, 98,48 % та 95,45 відповідно. Дефіцит марганцю у волоссі встановлений також у всіх дітей при частковій соматотропній недостатності, хрому – у 97,06 %; дефіцит міді – у 94,44 % обстежених. При соматотропній недостатності дефіцит міді зустрічається майже на 20 % частіше, ніж у дітей контрольної групи (з незначним переважанням у дівчаток (табл. 5).

Таблиця 5

Частота дефіциту марганцю, хрому та міді у волоссі у дітей з повною (I група) та частковою (II група) соматотропною недостатністю (%)

Група	Частота дефіциту марганцю, хлопчики/ дівчатка	Частота дефіциту хрому, хлопчики/ дівчатка	Частота дефіциту міді, хлопчики/ дівчатка
I (n=66)	96,97 (98,15/91,67)	98,48 (98,15/100,0)	95,45 (96,30/91,67)
II (n=36)	100,0 (100,0/100,0)	97,22 (96,15/100,0)	94,44 (96,15/90,0)
Група контролю (n=34)	97,06 (100,0/91,67)	97,06 (95,45/100,0)	79,41 (77,27/83,33)

6. Обговорення результатів дослідження

Результати дослідження свідчать про суттєве порушення мікроелементного стану у дітей з повною та частковою соматотропною недостатністю. Так, встановлено вірогідне ($p < 0,001$) зниження вмісту цинку в волоссі у порівнянні з контрольними показниками та референтними значеннями. Значної різниці між показниками у хлопчиків та дівчаток не виявлено ($78,28 \pm 4,42$ мкг/г та $79,46 \pm 4,71$ мкг/г відповідно, $p > 0,05$). Соматотропна недостатність в дитячому віці супроводжується різким зниженням вмісту селену ($0,13 \pm 0,03$ мкг/г) по відношенню до референтних значень.

Значний дефіцит мікроелементів у волоссі виявлений у переважної більшості дітей з повною та частковою соматотропною недостатністю - дефіцит вмісту цинку – у 84,85 % і 83,33 %, селену – у 93,94 % і 94,44 % обстежених відповідно, з незначним переважанням частоти дефіциту цинку у хлопчиків, а селену – у дівчаток. У дітей з нормальними показниками росту також був встановлений дефіцит цинку та селену, однак зниження рівня цинку у волоссі зустрічалось вдвічі рідше (14 дітей, 41,18 %), а селену – 88,23 % (30 дітей). В той же час, частота виявлення дефіциту марганцю та хрому у пацієнтів з повною соматотропною недостатністю практично співпадала з показниками групи контролю; дефіцит марганцю виявлявся у 64 дітей із 66 (96,97 %), хрому – у 65 (98,48 %). Дефіцит марганцю у волоссі встановлений у всіх дітей II групи (100,0 %), хрому – в 97,06 % випадків. Крім того, дефіцит міді при соматотропній недостатності зустрічався майже на 20 % частіше, ніж у дітей контрольної групи (з переважанням у дівчаток).

Отримані дані свідчать про наявність суттєвих порушень мікроелементного стану у дітей з низькорослістю, викликаною повним або частковим дефіцитом гормону росту. Безумовно, головну роль в етіопатогенезі низькорослості відіграють порушення в системі ГР/ІФР-1 [20]. Однак, дефіцит есенціальних мікроелементів, в першу чергу, цинку, селену, хрому може прямо або опосередковано спричинити посилення клінічних проявів соматотропної недостатності, розвиток небажаних побічних явищ (ожиріння, цукровий діабет, зниження функції щитоподібної залози та ін.), а також зниження секреції ГР або/та ІФР-1 [21, 22]. Результати популяційних досліджень, свідчать про вкрай недостатнє споживання і зростаючий дефіцит вітамінів (А, групи В, С, Е) та мікроелементів (заліза, цинку, йоду, селену) у значній частини населення впродовж року [23, 24]. Раціональне харчування дітей – найважливіша умова здоров'я нації. Проте в Україні, як і в деяких інших країнах, у результаті соціально-економічних умов, що склалися, тільки в незначній кількості людей харчування можна вважати збалансованим і повноцінним. Ріст і розвиток дитини потребують інтенсивного надходження в організм мінеральних речовин [25, 26], особливо за наявності такої складної патології, як соматотропна недостатність.

7. Висновки

1. Низькорослість внаслідок повної або часткової соматотропної недостатності асоціюється зі значним дисбалансом у системі есенціальних мікроелементів, що проявляється зниженням вмісту цинку, селену, марганцю, хрому, міді в волоссі у переважної більшості пацієнтів.

2. Отримані дані свідчать про доцільність вивчення мікроелементного стану у дітей з низькорослістю внаслідок соматотропної недостатності та виконання відповідної корекції в разі виявлення дефіциту есенціальних мікроелементів.

Література

1. Suliburska, J. A comparison of levels of select minerals in scalp hair samples with estimated dietary intakes of these minerals in women of reproductive age [Text] / J. Suliburska // Biological Trace Element Research. – 2011. – Vol. 144, Issue 1-3. – P. 77–85. doi: 10.1007/s12011-011-9034-9
2. Ozmen, H. The levels of calcium and magnesium, and of selected trace elements, in whole blood and scalp hair of children with growth retardation [Text] / H. Ozmen, S. Akarsu, F. Polat, A. Cukurovali // Iran J. Pediatr. – 2013. – Vol. 23, Issue 2. – P. 125–130.
3. Gude, D. Tracing elements' in Hair [Text] / D. Gude // International Journal of Trichology. – 2011. – Vol. 3, Issue 2. – P. 132. doi: 10.4103/0974-7753.90854
4. Тронько, М. Д. Біологічна роль цинку і необхідність забезпечення адекватного рівня його споживання людиною [Текст] / М. Д. Тронько, М. О. Полумбрик, В. М. Ковбаса та ін. // Вісник Національної академії наук України. – 2013. – № 6. – С. 21–31.
5. Козаренко, В. Дефіцит цинку у дітей [Текст] / В. Козаренко. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 156 с.
6. Mayo-Wilson, E. Zinc supplementation for preventing mortality, morbidity, and growth failure in children aged 6 months to 12 years of age [Text] / E. Mayo-Wilson, J. A. Junior, A. Imdad et al. // Cochrane Database of Systematic Reviews. – 2014. doi: 10.1002/14651858.cd009384.pub2
7. Imdad, A. Effect of preventive zinc supplementation on linear growth in children under 5 years of age in developing countries: a meta-analysis of studies for input to the lives saved tool [Text] / A. Imdad, Z. A. Bhutta // BMC Public Health. – 2011. – Vol. 11, Suppl. 3. – P. S22. doi: 10.1186/1471-2458-11-s3-s22
8. Cabrera-Vique, C. A pilot duplicate diet study on manganese, selenium and chromium intakes in institutionalised children and adolescents from Guatemala [Text] / C. Cabrera-Vique, M. Briones, J. J. Muros, I. Seiquer, J. A. Sánchez, G. Rodríguez, R. Giménez // British Journal of Nutrition. – 2015. – Vol. 114, Issue 10. – P. 1604–1611. doi: 10.1017/s0007114515003207
9. Gluschenko, N. The content of microelements in blood serum and erythrocytes in children with type I diabetes mellitus depending on level of glycemic control [Text] / N. Gluschenko, Kh. Vasylyshyn, A. Roschupkin et al. // Georgian Med. News. – 2016. – Vol. 250. – P. 66–71.
10. Rafiei, R. Chromium level in prediction of diabetes in pre-diabetic patients [Text] / R. Rafiei, Z. Habyby, L. Fouladi, S. Najafi, S. Asgary // Advanced Biomedical Research. – 2014. – Vol. 3, Issue 1. – P. 235. doi: 10.4103/2277-9175.145737

11. Lewicki, S. The role of Chromium III in the organism and its possible use in diabetes and obesity treatment [Text] / S. Lewicki, R. Zdanowski, M. Krzyżowska, A. Lewicka, B. Dębski, M. Niemcewicz, M. Goniewicz // *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. – 2014. – Vol. 21, Issue 2. – P. 331–335. doi: 10.5604/1232-1966.1108599
12. Zimmermann, M. B. Thyroid size and goiter prevalence after introduction of iodized salt: a 5-y prospective study in schoolchildren in Côte d'Ivoire [Text] / M. B. Zimmermann, S. Y. Hess, P. Adou et al. // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2003. – Vol. 77, Issue 3. – P. 663–667.
13. Samsel, A. Glyphosate, pathways to modern diseases III: Manganese, neurological diseases, and associated pathologies [Text] / A. Samsel, S. Seneff // *Surgical Neurology International*. – 2015. – Vol. 6, Issue 1. – P. 45. doi: 10.4103/2152-7806.153876
14. Вахлова, И. В. Микронутриенты для здоровья матери и ребёнка [Текст] / И. В. Вахлова // *Российский педиатрический журнал*. – 2005. – № 4. – С. 55–59.
15. Гончарова, Н. Н. Физическое развитие и функциональное состояние детей младшего школьного возраста с различным уровнем соматического здоровья [Текст] / Н. Н. Гончарова // *Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта*. – 2007. – № 5. – С. 57–59.
16. MacDonald, R. The role of zinc in growth and cell proliferation [Text] / R. MacDonald // *J. Nutr.* – 2000. – Vol. 130. – P. 1500S–1508S.
17. Mahmoodi, M. R. Prevalence of zinc deficiency in junior high school students of Tehran City [Text] / M. R. Mahmoodi, S. M. Kimiagar // *Biological Trace Element Research*. – 2001. – Vol. 81, Issue 2. – P. 93–103. doi: 10.1385/bter:81:2:093
18. Laitinen, R. Zinc, copper, and sexual maturation in 9-18-year-old girls and boys [Text] / R. Laitinen // *Biological Trace Element Research*. – 1990. – Vol. 25, Issue 1. – P. 71–78. doi: 10.1007/bf02990266
19. Laitinen, R. Zinc, copper, and growth status in children and adolescents [Text] / R. Laitinen, E. Vuori, S. Dahlström, H. K. Akerblom // *Pediatric Research*. – 1989. – Vol. 25, Issue 4. – P. 323–326. doi: 10.1203/00006450-198904000-00001
20. Radovick, S. *Pediatric endocrinology: A practical clinical guide* [Text] / S. Radovick, M. H. MacGillivray (Eds.); Second Edition. – Springer Science + Business Media, LLC, 2013. – 565 p.
21. Wasantwisut, E. Nutrition and development: other micronutrients' effect on growth and cognition [Text] / E. Wasantwisut // *Southeast Asian J. of Trop. Med. Public Health*. – 1997. – Vol. 28, Suppl. 2. – P. 78–82.
22. Nishi, Y. Zinc and growth [Text] / Y. Nishi // *Journal of the American College of Nutrition*. – 1996. – Vol. 15, Issue 4. – P. 340–344. doi: 10.1080/07315724.1996.10718608
23. Петухов, В. И. Дефицит селена в Латвии как общеевропейская проблема [Текст] / В. И. Петухов // *Микроэлементы в медицине*. – 2006. – Т. 7, Вып. 2. – С. 1–10.
24. Iyengar, V. Trace elements in human clinical specimens: evaluation of literature data to identify reference values [Text] / V. Iyengar, J. Woittiez // *J. Clin. Chem.* – 1988. – Vol. 34, Issue 3. – P. 474–481.
25. Mikulewicz, M. Reference values of elements in human hair: a systematic review [Text] / M. Mikulewicz, K. Chojnacka, T. Gedrange, H. Gyrecki // *Environmental Toxicology and Pharmacology*. – 2013. – Vol. 36, Issue 3. – P. 1077–1086. doi: 10.1016/j.etap.2013.09.012
26. Chojnacka, K. The effect of dietary habits on mineral composition of human scalp hair [Text] / K. Chojnacka, A. Zielicka, I. Michalak, H. Gyrecki // *Environmental Toxicology and Pharmacology*. – 2010. – Vol. 30, Issue 2. – P. 188–194. doi: 10.1016/j.etap.2010.06.002

References

1. Suliburska, J. (2011). A Comparison of Levels of Select Minerals in Scalp Hair Samples with Estimated Dietary Intakes of These Minerals in Women of Reproductive Age. *Biological Trace Element Research*, 144 (1-3), 77–85. doi: 10.1007/s12011-011-9034-9
2. Ozmen, Habibe. The levels of calcium and magnesium, and of selected trace elements, in whole blood and scalp hair of children with growth retardation [Text] / Habibe Ozmen, Saadet Akarsu, Fatih Polat, Alaaddin Cukurovali // *Iran J. Pediatr.* – 2013. – Vol. 23, N 2. – P. 125–130.
3. Gude, D. (2011). 'Tracing Elements' in hair. *International Journal of Trichology*, 3 (2), 132. doi: 10.4103/0974-7753.90854
4. Tronko, M. D. Biological role of zinc and the need to ensure an adequate level of its human consumption [Text] / M. D. Tronko, M. O. Polumbryk, V. M. Kovbasa et al. // *Bull. Natsional. Akademii Nauk Ukrainy*. – 2013. – N 6. – P. 21–31.
5. Kozarenko, B. Zinc deficiency in children [Text] / V. Kozarenko. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 156 p.
6. Mayo-Wilson, E. Zinc supplementation for preventing mortality, morbidity, and growth failure in children aged 6 months to 12 years of age [Text] / E. Mayo-Wilson, J. A. Junior, A. Imdad et al. // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2014. – Issue 5. Art. No.: CD009384.
7. Imdad, A., & Bhutta, Z. A. (2011). Effect of preventive zinc supplementation on linear growth in children under 5 years of age in developing countries: a meta-analysis of studies for input to the lives saved tool. *BMC Public Health*, 11 (Suppl 3), S22. doi: 10.1186/1471-2458-11-s3-s22
8. Cabrera-Vique, C., Briones, M., Muros, J. J., Seiquer, I., Sánchez, J. A., Rodríguez, G., & Giménez, R. (2015). A pilot duplicate diet study on manganese, selenium and chromium intakes in institutionalised children and adolescents from Guatemala. *Br J Nutr*, 114(10), 1604–1611. doi: 10.1017/s0007114515003207
9. Gluschenko, N. The content of microelements in blood serum and erythrocytes in children with type I diabetes mellitus depending on level of glycemic control [Text] / N. Gluschenko, Kh. Vasylyshyn, A. Roschupkin et al. // *Georgian Med. News*. – 2016. – N 250. – P. 66–71.
10. Torabi, Z., Rafiei, R., Habyby, Z., Fouladi, L., Najafi, S., & Asgary, S. (2014). Chromium level in prediction of diabetes in pre-diabetic patients. *Advanced Biomedical Research*, 3(1), 235. doi: 10.4103/2277-9175.145737
11. Lewicki, S., Zdanowski, R., Krzyżowska, M., Lewicka, A., Dębski, B., Niemcewicz, M., & Goniewicz, M. (2014). The role of Chromium III in the organism and its possible use in diabetes and obesity treatment. *Ann Agric Environ Med*, 21(2), 331–335. doi: 10.5604/1232-1966.1108599
12. Zimmermann, M. B. Thyroid size and goiter prevalence after introduction of iodized salt: a 5-y prospective study

in schoolchildren in Côte d'Ivoire [Text] / M. B. Zimmermann, S. Y. Hess, P. Adou et al. // Am. J. Clin. Nutr. – 2003. – Vol. 77, N 3 – P. 663–667.

13. Seneff, S., & Samsel, A. (2015). Glyphosate, pathways to modern diseases III: Manganese, neurological diseases, and associated pathologies. *Surg Neurol Int*, 6(1), 45. doi: 10.4103/2152-7806.153876

14. Vakhlova, I. V. Micronutrients for maternal and child health [Text] / I. V. Vahlova // Rossiiskii Pediatricheskii Zhurnal. – 2005. – № 4. – P. 55–59.

15. Goncharova, N. N. Physical development and functional state of the primary school children with different levels of somatic health [Text] / N. N. Goncharova // Pedagogica, psychologia, e medico-biologicheskie problemi fizicheskogo vospitania e sporta. – 2007. – № 5. – P. 57–59.

16. MacDonald, R. The role of zinc in growth and cell proliferation [Text] / R. MacDonald // J. Nutr. – 2000. – Vol. 130. – P. 1500S–1508S.

17. Mahmoodi, M. R., & Kimiagar, S. M. (2001). Prevalence of Zinc Deficiency in Junior High School Students of Tehran City. *Biological Trace Element Research*, 81(2), 093–103. doi: 10.1385/bter:81:2:093

18. Laitinen, R. (1990). Zinc, copper, and sexual maturation in 9-18-year-old girls and boys. *Biological Trace Element Research*, 25(1), 71–78. doi: 10.1007/bf02990266

19. Laitinen, R., Vuori, E., Dahlström, S., & Åkerblom, H. K. (1989). Zinc, Copper, and Growth Status in Chil-

dren and Adolescents. *Pediatric Research*, 25(4), 323–326. doi: 10.1203/00006450-198904000-00001

20. *Pediatric endocrinology: A practical clinical guide* [Text] / S. Radovick, M. H. MacGillivray (Eds.); Second Edition. – Springer Science + Business Media, LLC, 2013. – 565 p.

21. Wasantwisut, E. Nutrition and development: other micronutrients' effect on growth and cognition [Text] / E. Wasantwisut // *Southeast Asian J. of Trop. Med. Public Health*. – 1997. – Vol. 28, Suppl. 2. – P. 78–82.

22. Nishi, Y. (1996). Zinc and growth. *Journal of the American College of Nutrition*, 15(4), 340–344. doi: 10.1080/07315724.1996.10718608

23. Petukhov, V. I. Selenium deficiency in Latvia as a European issue [Text] / V. I. Petukhov // *Microelements v meditsini*. – 2006. – Vol. 7, N 2. – P. 1–10.

24. Iyengar, V. Trace elements in human clinical specimens: evaluation of literature data to identify reference values [Text] / V. Iyengar, J. Woittiez // *J. Clin. Chem.* – 1988. – Vol. 34, N 3. – P. 474–481.

25. Mikulewicz, M., Chojnacka, K., Gedrange, T., & Górecki, H. (2013). Reference values of elements in human hair: A systematic review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 36(3), 1077–1086. doi: 10.1016/j.etap.2013.09.012

26. Chojnacka, K., Zielińska, A., Michalak, I., & Górecki, H. (2010). The effect of dietary habits on mineral composition of human scalp hair. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 30(2), 188–194. doi: 10.1016/j.etap.2010.06.002

Дата надходження рукопису 04.03.2016

Большова Елена Васильевна, доктор медичних наук, професор, завідувач відділом, відділ дитячої ендокринної патології, ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», вул. Вишгородська, 69, м. Київ, Україна, 04114
E-mail: evbolshova@gmail.com

Пахомова Вікторія Геннадіївна, лікар, відділ дитячої ендокринної патології, ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», вул. Вишгородська, 69, м. Київ, Україна, 04114

УДК: 616.28-009-053.31/32

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.67694

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ НАРУШЕНИЯ СЛУХА У НОВОРОЖДЕННЫХ С ЭКСТРЕМАЛЬНО НИЗКОЙ МАССОЙ ТЕЛА

© Т. М. Клименко, О. П. Мельничук

В статье представлены результаты изучения интра- и постнатальных факторов, детерминирующих нарушение слуха в периоде новорожденности и к 3-х месячному возрасту у детей, рожденных преждевременно с перинатальной патологией. Установлена их диагностическая и прогностическая информативность для разработки эффективного прогностического алгоритма в системе катamnестического наблюдения. Доказана высокая прогностическая информативность данных первичного аудиологического обследования у недоношенных, родившихся с экстремально низкой массой тела

Ключевые слова: новорожденные с экстремально низкой массой тела при рождении, нарушения слуха, прогнозирование тяжести патологии слуха

Aim. Evaluation of diagnostic and prognostic informative value of factors that determine the hearing impairment in prematurely born children with extremely low body weight (ELBW) up to the age of three month old.

Methods. Audiological screening of 65 prematurely born infants with ELBW was carried out by the method of induced otoacoustic emission (IOAE) (delayed otoacoustic emission and otoacoustic emission on the distortion product frequency) using the "OtoRid" apparatus (Denmark).