

УДК 613.95/955

БІОЛОГІЧНА РОЛЬ МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В ОРГАНІЗМІ ДИТИНИ. ДІАГНОСТИКА ДИСЕЛЕМЕНТОЗІВ

*Нагорна Н.В. *, Бордюгова О.В. *, Дубова Г.В. *, Цуркан М.О. *,
Алферов В.В. **, Піклун В.Л. ***

**Донецький національний медичний університет ім. М.Горького,*

***Лікувально-діагностичний центр «Біотична медицина»*

Ключові слова: диселементоз, ртуть, свинець, кадмій, миш'як, нікель, есенціальні макро- та мікроелементи, діти, атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою, атомно-абсорбційна спектрометрія з електротермічною атомізацією

Вступ

Визначаючи місце порушень обміну хімічних елементів в патології людини, О.П. Авцин – один з родоначальників вчення про диселементози, підкреслював, що: «Встановлення есенціальності багатьох мікроелементів і, зокрема, значення їх недостатності являє собою капітальне питання біології та медицини, рішення якого не поступається по значенню відкриттю вітамінів».

Вміст хімічних елементів в організмі дитини становить один з найважливіших компонентів здоров'я. З 92 наявних у природі хімічних елементів в організмі здорової людини присутні 81, що містяться у всіх рідинах та тканинах. Регулюючи більше 50 000 біохімічних процесів, вони необхідні для функціонування всіх систем організму. Оскільки мікроелементи найчастіше виконують в організмі функції активних центрів або кофакторів ферментів, без корекції порушень їх обміну не вдається досягати бажаних результатів у профілактиці та лікуванні захворювань.

Мінеральні речовини беруть участь у формуванні адаптивних механізмів організму, у тому числі збереженні здоров'я у умовах несприятливих екологічних впливів.

Доведено, що надлишок токсичних (ртуть, свинець, кадмій, миш'як, нікель та ін.) та дефіцит ряду есенціальних макро- та мікроелементів (селену, цинку, заліза, йоду, марганцю, міді, кальцію, магнію, калію та ін.) сприяють розвитку, рецидивуванню та хронізації алергічних, ендокринних, серцево-судинних, неврологічних, аутоімунних,

дегенеративних захворювань, новоутворень та ін.

У зв'язку із зазначеним, знання про біологічну роль хімічних елементів є актуальними для клінічної педіатрії, а наукові дослідження, що уточнюють місце макро- та мікроелементів у етіології, патогенезі та особливостях плину багатьох захворювань, перспективні у пошуку шляхів підвищення ефективності лікування та профілактики захворювань у дітей.

Контингенти та методи

Об'єктом обстеження стали 123 дитини (63 хлопчиків та 60 дівчинок) у віці від 6 міс. до 18 років, які мешкають в екологічно несприятливих умовах Донбасу. Аналіз анамнезу свідчив про наявність у всіх дітей хронічних захворювань.

Про вміст 33 елементів (9 токсичних, 8 потенційно токсичних та 16 життєво необхідних) в організмі дітей твердили результати дослідження волосся методами атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою та атомно-абсорбційної спектрометрії з електротермічною атомізацією в лікувально-діагностичному центрі «Біотична медицина» (м. Донецьк).

Результати та їх обговорення

Одержані результати спектрального багатоелементного аналізу волосся свідчили про відсутність фізіологічних показників макро- та мікроелементів в обстежених. Разом з тим, у 85 (69,1%) дітей констатована наявність токсичних елементів, при цьому у 50 (40,7%) осіб – кадмію, у 16

(13,0%) осіб – свинцю, у 10 (8,1%) осіб – алюмінію, у 5 (4,1%) осіб – ртуті, у 3 (2,4%) осіб – вісмуту, у 3 (2,4%) осіб – барію. Звертало увагу, що надлишок кадмію вірогідно частіше ($p < 0,05$) спостерігався у дітей з алергічними захворюваннями, свинцю – у обстежених з патологією кістково-суглобової системи, барію – у дітей з алопецією.

У 92 (74,8%) дітей виявлене перевищення концентрації умовно есенціальних елементів: у 47 осіб (38,2%) – кремнію, у 1 (0,8%) особи – ванадію; потенційно токсичних мікроелементів: у 19 (15,5%) осіб – стронцію, у 14 (11,4%) осіб – нікелю, у 7 (5,7%) осіб – миш'яку. При цьому вірогідно частіше ($p < 0,05$) надлишок кремнію виявляли у дітей з синдромом вторинної імунної недостатності, надлишок стронцію – у обстежених з патологією кістково-суглобової системи, надлишок нікелю – у дітей з алергічними захворюваннями.

Констатовано дефіцит життєво важливих елементів: у 78 (63,4%) осіб – хрому, у 75 (61,0%) осіб – йоду, у 74 (60,2%) осіб – кобальту, у 73 (59,3%) осіб – кальцію, у 70 (56,9%) осіб – заліза, у 70 (56,9%) осіб – фосфору, у 63 (51,2%) осіб – селену, у 52 (42,3%) осіб – марганцю, у 51 (41,5%) особи – сірки, у 48 (39,0%) осіб – калію, у 36 (29,3%) осіб – натрію, у 30 (24,4%) осіб – магнію, у 25 (20,3%) осіб – цинку, у 24 (19,5%) осіб – міді, у 7 (5,7%) осіб – молібдену. Звертало увагу, що дефіцит селену мали всі діти з алергічними захворюваннями та 58 (86,6%) обстежених з синдромом вторинної імунної недостатності; дефіцит кобальту та заліза спостерігався у 48 (82,8%) дітей з хронічною патологією шлунково-кишкового тракту; дефіцит кальцію, магнію та марганцю вірогідно частіше ($p < 0,05$) мали діти з патологією кістково-суглобової системи; дефіцит калію спостерігався у всіх обстежених з серцево-судинною патологією; дефіцит цинку вірогідно частіше ($p < 0,05$) мали діти з алопецією та синдромом вторинної імунної недостатності.

Аналіз співвідношень між життєво важливими елементами свідчив про їх невідповідність фізіологічним нормам. Так,

співвідношення Ca/Mg на 64,1% відповідало нормі, Ca/P – на 20,6%, Ca/Si – на 18,6%, Ca/Mn – на 9,2%, Ca/Fe – на 5,8%, Cu/Fe – на 35,5%, Cu/Co – на 20,4%, Cu/P – на 17,6%, I/P – на 29,6%, I/Co – на 15,3%, P/K – на 15,7%, P/Fe – на 10,2%, P/Mn – на 8,6%, S/Fe – на 6,4%, K/Mg – на 43,7%, Cr/Zn – на 32,4%, Mg/Zn – на 14,8%, Mg/P – на 8,5%.

Таким чином, у всіх дітей, які мешкають в екологічно несприятливих умовах, виявлені патологічні зміни макро- та мікроелементного складу організму:

- у 85 (69,1%) дітей констатована наявність токсичних елементів, у 92 (74,8%) дітей виявлене перевищення концентрації умовно есенціальних елементів,
- у всіх дітей констатовано дефіцит життєво важливих елементів.

Отримані дані стали підставою для проведення корекції диселементозу із клінічною апробацією декількох програм.

В останнє десятиріччя отримані дані стосовно розвитку вторинної імунної недостатності в дітей під впливом забруднення навколишнього середовища солями важких металів. Доведено, що порушення в системах інтерферогенезу та фагоцитозу зустрічаються при цьому частіше й виражені більш інтенсивно, ніж зрушення показників клітинного й гуморального імунітету. Найбільш висока чутливість до хімічних агентів в ембріона, немовляти, дитини раннього віку, особливо на фоні індивідуальної гіперчутливості та етнічних особливостей.

Об'єктом обстеження стали 123 дитини (63 хлопчика та 60 дівчинок) у віці від 6 міс. до 18 років, які мешкають в екологічно несприятливих умовах Донбасу. Аналіз анамнезу свідчив про наявність у всіх дітей хронічних захворювань.

Про вміст 33 елементів (9 токсичних, 8 потенційно токсичних та 16 життєво необхідних) в організмі дітей твердили результати дослідження волосся методами атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою та атомно-абсорб-

ційної спектрометрії з електротермічною атомізацією в лікувально-діагностичному центрі «Біотична медицина» (м. Донецьк).

Отримані дані стали підставою для проведення корекції диселементозу із клінічною апробацією декількох програм.

Перша програма полягала в дослідженні можливості детоксикації у дітей, які мають надлишок токсичних і потенційно токсичних елементів, з використанням препарату «Біле вугілля» (діоксид кремнію) у дозі 0,15 г/кг двічі на добу за 1 годину до їжі протягом 10 днів. Контингентом для участі в цій програмі стали 43 дитини (25 хлопчиків та 18 дівчаток) у віці від 4 до 18 років з atopічним дерматитом (21 дитина), хронічною патологією шлунково-кишкового тракту (22 дитини). Контрольний спектральний аналіз волосся, який був проведений через 3 місяці після закінчення курсу «Білого вугілля», свідчив про позитивні зміни в елементному складі організму, які стосуються як вмісту токсичних і потенційно токсичних, так і есенціальних елементів. Звертало увагу наближення до фізіологічних норм співвідношень між такими елементами, як Ca/Mg (83,2%), Ca/P (42,6%), Ca/Si (54,1%), Ca/Mn (38,3%), Ca/Fe (23,6%), Cu/P (27,3%), P/K (24,3%), P/Fe (21,2%), P/Mn (27,4%), Mg/P (22,3%).

Аналіз клінічних даних, отриманих через 3 місяці після закінчення курсу «Білого вугілля», свідчив про поліпшення стану та самопочуття 19 (90,5%) дітей з atopічним дерматитом. Так, згідно індексу SCORAD, зменшення виразності об'єктивних ознак atopічного дерматиту зафіксовано у всіх обстежених: еритеми – у 17 (81,0%) пацієнтів, набряку – у 15 (71,4%) дітей, висипки – у 13 (61,9%) пацієнтів, екскоріації – у 11 (52,4%) дітей, лихеніфікації – у 9 (42,9%) пацієнтів. Зниження інтенсивності свербіжу спостерігалось у 17 (81,0%) дітей, у 19 (90,5%) пацієнтів поліпшився сон. Оцінка важкості перебігу atopічного дерматиту через 3 місяці після закінчення 10-денного курсу «Білого вугілля» показала, що на 48,9% зменшилася кількість дітей з важким перебігом, на 34,5% – з середньо-важким перебігом atopічного дерматиту.

Звертало увагу, що під час лікування та протягом 3-х місяців після закінчення курсу Білого вугілля у пацієнтів з хронічною патологією шлунково-кишкового тракту не спостерігалось загострення захворювань. Переносимість препарату була доброю, побічних ефектів не було.

З огляду на дефіцит кобальту друга програма корекції диселементозу (Нагорна Н.В., Четверик Н.О.) включала використання комплексного препарату, що містить вітаміни групи В – «Нейровітан». Препарат призначали по 1 пігулці двічі на день протягом 1 місяця. Об'єктом обстеження на другому етапі роботи стали 20 дітей (9 хлопчиків та 11 дівчаток) у віці від 15 до 18 років з вегето-судинною дисфункцією за гіпотензивним (11 дітей) та гіпертензивним (9 дітей) типом. Контрольний спектральний аналіз волосся, який був проведений через 2 місяці після закінчення курсу «Нейровітану», свідчив про поліпшення елементного статусу дітей відносно вмісту кобальту, кальцію, сірки та калію, а також міді, заліза, йоду, марганцю та фосфору, що відобразилося у співвідношеннях між цими елементами: Ca/Mg (88,4%), Ca/P (49,2%), Ca/Si (59,4%), Ca/Mn (43,5%), Ca/Fe (34,2%), Cu/Co (34,7%), Cu/P (35,7%), I/P (37,2%), I/Co (22,7%), P/K (29,1%), P/Fe (27,4%), P/Mn (31,2%), Mg/P (27,9%), S/Fe (18,9%).

Аналіз клінічних даних, отриманих через 2 місяці після закінчення курсу «Нейровітану», свідчив про поліпшення самопочуття 17 (85,0%) дітей з вегето-судинною дисфункцією. Так, вірогідно зменшилася ($p < 0,05$) кількість пацієнтів зі скаргами на головний біль (60,0% та 20,0% відповідно), запаморочення (35,0% та 15,0% відповідно), пресинкопальні та синкопальні стани (25,0% та 5,0% відповідно). У 14 (70,0%) дітей поліпшився сон, у 12 (60,0%) обстежених підвищилася працездатність, у 8 (40,0%) пацієнтів покращилася пам'ять.

Дефіцит заліза, міді та марганцю став підставою для застосування на наступному етапі корекції у вищезгаданій групі дітей препарату «Тотема» у дозі 1 ампула 1 раз на добу вранці протягом 1 місяця. Контрольний спектральний аналіз волосся,

який був проведений через 2 місяці після закінчення курсу «Тотеми», свідчив про позитивні зміни в елементному складі, що стосуються вмісту заліза, міді, марганцю, а також магнію, фосфору, калію, селену та хрому за рахунок синергічних взаємодій та мало відображення у співвідношеннях між елементами: Ca/Mg (92,6%), Ca/P (64,3%), Ca/Si (67,1%), Ca/Mn (54,7%), Ca/Fe (43,1%), Cu/Co (41,6%), Cu/P (45,3%), I/P (48,6%), I/Co (29,4%), P/K (34,6%), P/Fe (34,7%), P/Mn (37,3%), Mg/P (34,6%), S/Fe (29,7%), Cr/Zn (43,8%).

Дефіцити міді, заліза, йоду, марганцю, хрому, селену, а також магнію та кальцію стали підставою для застосування на наступному етапі корекції у 10 дітей (3 хлопчики та 7 дівчаток) з вищезгаданої групи препарату «Мульти-табс® Малюк Максі» у дозі 1 пігулка 1 раз на добу вранці протягом 1 місяця. Контрольний спектральний аналіз волосся, який був проведений через 1 місяць після закінчення курсу препарату, свідчив про позитивні зміни в елементному складі організму, що стосуються вмісту йоду та сірки: I/P (53,2%), I/Co (34,6%), S/Fe (36,8%).

Слід відзначити, що після 1-місячного курсу препарату «Мульти-табс® Малюк Максі» відзначене вірогідне поліпшення показників самопочуття в дітей: у 4 рази зменшилася кількість дітей, які скаржилися на потемніння в очах при зміні положення тіла (80,0% та 20% відповідно, $p < 0,01$); у 3 рази – на цефалгії (90,0% та 30,0% відповідно, $p < 0,05$), запаморочення (60,0% та 20,0% відповідно, $p < 0,05$), підвищену стомлюваність (90,0% та 30,0% відповідно, $p < 0,05$), сильні та/або часті серцебиття (30,0% та 10,0% відповідно, $p < 0,05$); в 2,5 рази зменшилася кількість учнів зі скаргами на кардіалгії (50,0% та 20,0% відповідно, $p < 0,05$). Синкопальних та пресинкопальних станів за період спостереження не було.

Разом з тим, зменшилася не тільки кількісна, але й якісна характеристика скарг (середній бал візуальної аналогової шкали зменшився по кожному показнику на 30-40%).

Позитивні зміни відбулися в психоемоційному та вегетативному статусі дітей. Так, в 3 рази зменшилася кількість дітей, що мали підвищену тривожність (60,0% та 20,0% відповідно, $p < 0,05$), астенію (30,0% та 10,0% відповідно, $p < 0,05$); в 2,7 рази рідше відзначався вегетативний дисбаланс та порушення сну (80,0% та 30,0% відповідно, $p < 0,05$). Слід зазначити, що після 1-місячного курсу «Мульти-табс® Малюк Максі» у половини дітей підвищилися адаптаційні можливості організму. Під час лікування препаратом «Мульти-табс® Малюк Максі» небажаних ефектів не виявлено. У всіх випадках дітьми та їхніми батьками відзначена гарна переносимість препарату та зручність його застосування, дана позитивна оцінка результатам лікування.

Таким чином, у всіх дітей, які мешкають в екологічно несприятливих умовах, виявлені патологічні зміни макро- та мікроелементного складу організму. Доведена ефективність та безпека препаратів «Біле вугілля», «Нейровітан» та «Тотема» при хронічній інтоксикації токсичними та потенційно токсичними елементами, дефіциті есенціальних елементів, що дає підставу рекомендувати їх до застосування у дітей. Дефіцити селену, хрому, магнію, калію обумовлюють необхідність подальшої індивідуальної диференційованої корекції диселементозів. Препарат «Мульти-табс® Малюк Максі» можна рекомендувати дітям з профілактичною метою при нормальному вмісті макро- та мікроелементів в організмі. Протягом проведення програм корекції диселементозів на 48,9% зменшилася кількість дітей з важким перебігом atopічного дерматиту, на 34,5% – з середньо-важким перебігом захворювання; не спостерігалося загострення хронічних захворювань; у 3,5 рази зменшилася кількість респіраторних захворювань, що насамперед стосувалося дітей с синдромом імунного дисбалансу та вогнищами хронічної інфекції. У 34 (79,1%) дітей покращилося самопочуття, у 23 (53,5%) пацієнтів підвищилася працездатність, у 21 (48,8%) дитини відбулися позитивні зміни в психоемоційному та вегетативному статусі, у 19 (44,2%) дітей

підвищилися адаптаційні можливості організму.

Висновки

Використання методичних рекомендацій дозволить поліпшити оцінку елементного складу організму здорових дітей та дітей з різноманітною патологією (з 32,1% до 85,3%), визначити причини порушення елементного балансу (з 35,3% до 89,7%), підвищити ефективність лікувально-реабілітаційних заходів (з 36,5% до 52,3%), що дає змогу рекомендувати спосіб оцінки елементного складу організму дитини та застосування алгоритму корекції порушень елементного складу організму, програми реабілітації дітей, які мешкають в екологічно несприятливих умовах, для впровадження в практику роботи педіатрів, сімейних лікарів, дитячих лікарів: кардіологів, гастроентерологів, алергологів, дерматологів, імунологів, невропатологів, ендокринологів, гінекологів, пульмонологів, ортопедів, інфекціоністів, гематологів, онкологів.

Література

- Абатуров А. Е. Микроэлементный баланс и противомикробная защита у детей // *Здоровье ребенка*. – 2008. – № 1(10). – С. 47 – 50.
- Вплив вітамінів і мінералів на функціональний стан вегетативної нервової системи у дітей молодшого шкільного віку / Л. В. Квашніна, В. П. Родіонов, С. Б. Кліменко // *Здоров'я України*. – 2003. – № 21. – С. 42.
- Гигиенические аспекты содержания соединений тяжелых металлов в почве и воде: состояние проблемы, перспективы дальнейших исследований (обзор) / Ю. Н. Талакин, Л. А. Сергеева, С. Ф. Давыдова и др. // *Довкілля та здоров'я*. – 2007. – № 3. – С. 13 – 19.
- Грабеклис А. Р. Возрастные и половые различия в элементном составе волос детей школьного возраста // *Российский педиатрический журнал*. – 2004. – № 4. – С. 60 – 61.
- Громова О. А. Школа по витаминам и микроэлементам. – М., 2004. – 59 с.
- Методичний підхід до складання мікроелементного портрету захворювання за вмістом цинку, нікелю, плумбуму, феруму та купруму у волоссі дітей / Т. С. Чмиленко, О. В. Саєвич, Ф. О. Чмиленко // *Медичні перспективи*. – 2006. – Т. XI, № 4. – С. 67 – 73.
- Мікро- та макроелементний гомеостаз і проблеми дисмікроелементозів в дитячому віці / Л. В. Квашніна, В. П. Родіонов, В. В. Рачковська // *Перинатология и педиатрия*. – 2008. – № 3 (35). – С. 91 – 96.
- Вплив вітаміно-мікроелементних препаратів на остеопластичні та метаболічні процеси у дітей молодшого шкільного віку / Л. В. Квашніна, В. П. Родіонов, Л. І. Апуховська та ін. // *Современная педиатрия*. – 2006. – № 3 (12). – С. 3 – 5.
- Загрязнение окружающей среды и исходы беременности (обзор иностранной литературы) / Л. А. Добровольский, И. Г. Белашева, Е. С. Радванская // *Довкілля та здоров'я*. – 2007. – № 3. – С. 29 – 32.
- Когнитивные функции и психологические характеристики личности городских школьников 12 лет в связи с элементным составом волос по данным биомониторинга // *Довкілля та здоров'я*. – 2007. – № 3. – С. 49 – 53.
- Кудрин А. В., Громова О. А. Микроэлементы в иммунологии и онкологии / А. В. Кудрин, О. А. Громова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 544 с. : ил.
- Лобода А. М. Мікроелементні порушення у дітей // *Современная педиатрия*. – 2009. – № 1 (23). – С. 89 – 92.
- Марушко Ю. В., Лісоченко О. О. Мікроелементи та стан імунітету у дітей // *Клінічна імунологія. Алергологія. Інфектологія*. – 2008. – № 2 (13). – С. 28 – 31.
- Наказ МОЗ України №7 від 10.01.2005р. Про затвердження стандартів надання медичної допомоги за спеціальністю «Професійна патологія» в амбулаторно-поліклінічних закладах.

15. Обмен макро- и микроэлементов в организме новорожденных детей в Донецком регионе / В. К. Чайка, Ю. А. Батман, А. В. Козинский, В. В. Алферов // Медико-социальные проблемы сім'ї. – 2006. – Т. 11, № 3. – С. 68 – 72.
16. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М. : Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 216 с., илл.
17. Тармаева И. Ю. Особенности дисбаланса микроэлементов у детского населения в организованных коллективах // Гигиена и санитария. – 2008. – № 5. – С. 74 – 76.

Резюме

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ РЕБЕНКА. ДИАГНОСТИКА ДИСЕЛЕМЕНТОЗОВ

Нагорная Н.В., Бордюгова О.В., Дубова Г.В., Цуркан М.О., Алферов В.В., Пиклун В.Л.

Объектом обследования стали 123 ребенка (63 мальчика и 60 девочек) в возрасте от 6 мес. до 18 лет, которые живут в экологически неблагоприятных условиях Донбасса. Анализ анамнеза свидетельствовал о наличии у всех детей хронических заболеваний.

О содержании 33 элементов (9 токсичных, 8 потенциально токсичных и 16 жизненно необходимых) в организме детей судили по результатам исследования волос методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией в лечебно-диагностическом центре «Биотична медицина». У всех детей, которые живут в экологически неблагоприятных условиях, обнаружены патологические изменения макро- и микроэлементного состава организма. Доказана эффективность и безопасность препаратов «Белый уголь», «Нейровитан» и «Тотема» при хронической интоксикации токсичными и потенциально токсичными элементами, дефиците эссенциальных элементов, кото-

рый дает основание рекомендовать их к применению для детей.

Ключевые слова: дисэлементоз, ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, никель, эссенциальные макро- и микроэлементы, дети, атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой, атомно-абсорбционная спектроскопия с электротермической атомизацией

Summary

BIOLOGICAL ROLE OF MACRO- AND MICROELEMENTS IN THE CHILDISH ORGANISM. DISELEMENTOSIS DIAGNOSTICS

Nagornaya N.V., Bordiugova O.V., Dubova G.V., Tsurkan M.O., Alfeyorov V.V., Piklun V.L.

Object of inspection were 123 children (63 boys and 60 girls) at the age from 6 months till 18 years which live in ecologically adverse conditions of Donbass. The anamnesis analysis testified to presence of chronic diseases at all children.

Content of 33 elements (9 toxic, potentially toxic 8 and 16 vital) in an organism of children had judged by results of hair research by methods of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma and atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization in medical diagnostic centre «Biotic medicine». At all children who live in ecologically adverse conditions, pathological changes macro- and microelement structure of an organism are found. Efficiency and safety of preparations «Белый уголь», «Нейровитан» and «Тотема» is proved at a chronic intoxication by toxic and potentially toxic elements, deficiency essential elements which gives the basis to recommend them to application for children.

Keywords: dismicroelementosis, mercury, lead, cadmium, arsenic, nickel, essential macro- and microelements, children, AES-ISP, AAS-ETA

Впервые поступила в редакцию 16.06.2010 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования