

Значення порушень вмісту марганцю у клінічній практиці

Ю.В. Марушко, д.м.н., професор, завідувач кафедри,
О.В. Галиневська, кафедра педіатрії № 3 Національного медичного університету
імені О.О. Богомольця, м. Київ (nmu.ua)

Значення мікроелементів для життєдіяльності людини нині не викликає сумнівів, хоча наука про мікроелементи продовжує перебувати на стадії накопичення фактичного матеріалу. Незважаючи на те, що мікроелементи становлять 0,01% маси тіла людини, в незначних концентраціях вони входять до структури низки важливих ферментів, гормонів, вітамінів та інших біологічних чинників. Мікроелементи беруть участь у різних біологічних реакціях і здатні стимулювати або пригнічувати багато ферментативних процесів в організмі. Дефіцит навіть одного з мікроелементів або зміна їх співвідношення може призвести до порушення збалансованої роботи всього організму й до розвитку патологічних станів (Г.А. Бабенко, 2001; А.В. Скальний, 2000, 2004).

Дитяче населення є особливою частиною популяції, найбільш сприйнятливою до шкідливих факторів зовнішнього середовища, зокрема до недостатності есенціальних харчових речовин, оскільки швидкий ріст і обмінні процеси потребують постійного надходження з їжею вітамінів і мікроелементів. Особливо це має значення для дітей у періоді росту (до 3 років, 5-7 років, 11-15 років [пубертатний період]) й адаптації до нових умов (Е.А. Вільямс і соавт., 2011).

Мікроелементи, попри їх незначний вміст в організмі, відіграють значну біологічну роль. Окрім загального позитивного впливу на процеси росту й розвитку, встановлено специфічну дію низки мікроелементів на найважливіші фізіологічні процеси; також їхня значущість пояснюється тим, що вони вступають у тісний зв'язок із біологічно активними речовинами — гормонами та вітамінами. Вивчений зв'язок мікроелементів із багатьма ферментами та білками.

Відомо, що з багатьох хімічних елементів до складу живих організмів входять лише деякі. Відхилення у вмісті більшості цих елементів у живих організмах призводить до достатньо тяжких порушень метаболізму (К.А. Макаров, 1981).

Велика кількість хвороб зумовлені відхиленням концентрації будь-якої речовини від норми. Мікроелементи є лише посередниками в ланцюзі складних реакцій, але якщо порушується будь-яка ланка,

то весь ланцюг часто перестає виконувати свою функцію й зупиняється нормальна робота клітини з синтезу необхідних речовин. Серед них певну роль відіграє марганець.

Марганець — сріблясто-білий крихкий метал, відкритий Ю. Ганом (Швеція) у 1774 році. На початку ХІХ століття була прийнята назва «манганум» (від німецького Manganerz — марганцева руда).

Природні ресурси. Марганець належить до досить поширених елементів, становить 0,03% від загальної кількості атомів земної кори. Серед тяжких металів (з атомною масою > 40), до яких належать усі елементи перехідних рядів, марганець посідає третє місце за поширеністю в земній корі (після заліза й титану). Невелику кількість марганцю містять багато гірських порід. Також трапляються й скупчення його кисневих сполук, здебільшого у вигляді мінералу піролюзиту — MnO_2 .

Марганець досить цікавий у біохімічному аспекті. Точні аналізи показують, що він є в організмах усіх рослин і тварин. Його вміст зазвичай не перевищує тисячної частки відсотка, але іноді буває значно вищим. Наприклад, у листі буряка міститься до 0,03% марганцю, в організмі рудих мурах — до 0,05%, а в деяких бактеріях — навіть до декількох відсотків. У надмірних кількостях його сполуки діють як отрута, викликаючи хронічне запалення.

Метаболізм марганцю. Сполуки марганцю здебільшого надходять в організм із їжею. Абсорбція його з раціону становить приблизно 3-5%. Всмоктування марганцю у вигляді двовалентного катіона відбувається уздовж всього тонкого кишківника; процесу перешкоджають сполуки кальцію, залізо в надмірній кількості, фосфати, оксалати. Марганець швидко покидає кров'яне русло і перебуває у тканинах, здебільшого в мітохондріях. У підвищених кількостях він міститься у печінці, трубчастих кістках, підшлунковій залозі, нирках. Під час абсорбції марганець конкурує із залізом і кобальтом. Марганець виділяється з калом, потом та сечею.

Індикаторами елементного статусу марганцю в організмі є плазма крові та сеча, середній вміст марганцю в цих субстратах становить 0,3-1,0 і 0,1-1,5 мкг/г відповідно. У волоссі цей показник коливається в межах 0,2-2,0 мкг/г (А.В. Скальний, 2004).

Добова потреба в марганці для дорослих становить 2-5 мг (А.В. Скальний, 2004). Добова потреба для дітей представлена в **таблиці 1** (К.А. Макаров, 1981).

Біодоступність марганцю невисока – 3-5%. Оптимальна інтенсивність надходження марганцю в організм становить 3-5 мг на добу; рівень, який призводить до дефіциту, і поріг токсичності оцінюються в 1 і 40 мг на добу відповідно (I. Pais, J.V. Jones, 1997; А.В. Скальний, 2004).

Продукти, в яких багато оксалатів і таніну (чай, шпинат, щавель, шоколад, какао, волоські горіхи), можуть перешкоджати всмоктуванню марганцю. Крім того, абсорбцію в кишківнику утруднюють фосфати та залізо. Препарати кальцію посилюють дефіцит марганцю. Тривала дієта з виключенням зернових продуктів, бобових, фруктів також може бути причиною гіпоманганозу (В.Д. Забеліна, 2006). Кальцій і фосфор у незначних кількостях, а також вітаміни В₁, Е поліпшують засвоєння марганцю; і навпаки, значний вміст кальцію і фосфору погіршує всмоктування марганцю. У свою чергу, надмірний вміст в організмі марганцю посилює дефіцит магнію та міді.

Функціональне значення марганцю

Марганець є есенціальним мікроелементом для людей і тварин, він належить до важливих мікроелементів і є компонентом багатьох ферментів.

Марганець *входить до складу низки ферментів*: гідролази, декарбоксилази, трансферази й енолази, які беруть участь у процесах окиснювального фосфорилування. Таким чином, для процесів енергетичного перетворення потрібні іони марганцю. Крім того, марганець задіяний у синтезі глікопротеїнів і протеогліканів, структурних елементів багатьох тканин організму (В.Д. Забеліна, 2006).

Марганець може виступати як міцно зв'язаний компонент молекул ферментів або слугувати активатором останніх, утворюючи з металоферментами комплекси, які легко розпадаються (А.П. Авцын, 1991).

Металоферменти, які містять марганець:

- аргіназа (каталізує розщеплення аргініну з утворенням сечовини);

- піруваткарбоксилаза (синтез вуглеводів із пірвіноградної кислоти);
- супероксиддисмутаза (каталізує дисмутацію супероксидного аніон-радикалу з утворенням пероксиду, тобто цей фермент усуває іон-радикал, що викликає пошкодження тканин, насамперед тих, які містять підвищену кількість ліпідів).

Марганець виконує функцію активатора цілої низки ферментів, які належать насамперед до кіназ, карбоксилаз, трансфераз. Необхідно відзначити також глутамінсинтетазу, що відіграє важливу роль у процесах детоксикації аміаку; глікозилтрансферазу, яка необхідна для синтезу глікозаміногліканів і глікопротеїнів. Також марганець бере участь у синтезі сульфомукополісахаридів.

Цікавим є факт, що марганець хімічно близький до *магнію*, тому активація більшості ферментативних реакцій марганцем носить неспецифічний характер і він може бути замінений магнієм (С.Л. Keen et al., 1984). Разом з тим час дії марганцю та магнію може бути зовсім різним. Так, обидва утворюють комплекси з АТФ, однак марганець взаємодіє з усіма трьома фосфатними групами і піридиновим циклом або молекулою води, тоді як магній зв'язується лише з β- і α-фосфатними групами (А.П. Авцын, 1991).

Про взаємозв'язок між функціями *заліза* й марганцю свідчить те, що марганець впливає на дію 22 білків, які беруть участь у гомеостазі заліза. Кожний із цих білків зв'язує або іон заліза, або гем, або молекулярний кисень (**табл. 2**).

У клінічній практиці з метою впливу на стан «червоної крові» при анеміях застосовують низку препаратів – комбінації заліза з мікроелементами. Зокрема, враховуючи роль марганцю, застосовують препарат Тотема – комбінацію заліза, міді та марганцю (**див. табл. 4**).

Функції марганцю в організмі численні:

- бере участь у синтезі та обміні нейромедіаторів у нервовій системі;
- забезпечує стабільність структури клітинних мембран;
- необхідний для нормального функціонування м'язової тканини (А.В. Скальний, 2004);

Таблиця 1. Добова потреба в марганці для дітей

Вік дітей, роки	0-0,5	0,5-1	1-3	4-6	7-10	11-14 хлопч.	11-14 дівч.
Марганець, мг	0,3-0,6	0,6-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2-3	2-5	2-5

Таблиця 2. Функціональні групи марганцезалежних білків, які впливають на біологічні функції заліза (О.А. Громова и соавт., 2010)

Біохімічна функціональна група	Кількість білків	Біологічне значення
Серин/треонін фосфатази	14	Внутрішньоклітинна передача сигналу
Гуанілатциклази	4	Передача сигналу від окису азоту (NO)
Іон-транспортери	2	Розподіл Fe в печінці й організмі
Малатдегідрогеназа	1	Метаболізм цукру
Мітохондріальна пептидаза	1	Імпорт білків гомеостазу Fe в мітохондрії

- задіяний у розвитку сполучної тканини (хрящів, кісток), у синтезі протеогліканів хрящової та м'язової тканин (М. Циммерман, 2006);
- посилює гіпоглікемічний ефект інсуліну;
- впливає на метаболізм вуглеводів і гліуконеогенез: підвищує гліколітичну активність;
- підвищує інтенсивність утилізації жирів;
- знижує рівень ліпідів в організмі, бере участь у синтезі холестерину шляхом активації низки ферментів, які впливають на синтез ланостерину – попередника холестерину (А.П. Авцын, 1991);
- протидіє жировій дегенерації печінки;
- задіяний у регуляції обміну вітамінів С, Е, В, холіну, міді;
- бере участь у забезпеченні повноцінної репродуктивної функції;
- необхідний для нормального росту й розвитку організму (А.В. Скальний, 2004);
- активує ферменти, включаючи розщеплення гістаміну (М. Циммерман, 2006);
- необхідний для продукції протромбіну, компонента згортання крові (М. Циммерман, 2006).

Надмірний вміст марганцю в організмі людини, як і його нестача, також впливає негативно. Доза марганцю від 40 мг на день вважається токсичною і призводить до порушення роботи організму. Основні симптоми надлишку марганцю в організмі:

- утрата апетиту;
- галюцинації, погіршення пам'яті, енцефалопатії;
- зниження активності, депресії;
- м'язовий біль, парестезії, атрофія м'язів;
- в'ялість, утомлюваність, сонливість;
- ризик виникнення хвороби Паркінсона;
- ураження легень.

Марганець є складовою частиною багатьох додаткових розчинів мікроелементів, які використовують для парентерального харчування. У пацієнтів, які тривалий час отримували парентеральне харчування, розвиток холестатичної хвороби, розлади нервової системи, порушення гомеостазу, ризик нейро- і гепатотоксичності пов'язують із високими концентраціями марганцю в крові. Етіологія холестатичної хвороби печінки, яка ускладнює парентеральне харчування, є багатофакторною, і отримані результати свідчать про те, що токсичність марганцю є важливим фактором, особливо в маленьких дітей (J. Fell et al., 1996).

У наші часи причинами зниження вмісту марганцю в організмі є зменшення вживання натуральних продуктів, рафінована їжа, погіршення екологічної ситуації, сильні психічні навантаження. Якщо в раціоні людини тривалий час є нестача марганцю, то організм успішно веде боротьбу, зменшуючи його виведення. Симптомами дефіциту марганцю в таких випадках може бути перехідний шкірний висип. Проте якщо з будь-яких причин недостатнє надходження марганцю з їжею затягується, розвиваються такі прояви:

- затримка набору маси й розвитку;
- підвищена втомлюваність, запаморочення, слабкість;
- порушення утворення хряща, остеопороз, артрози, схильність до вивихів суглобів;

- біль у м'язах і суглобах, спазми м'язів;
- дерматит із порушенням пігментації, вітиліго, алергози, захворювання волосся, затримка росту волосся та нігтів;
- підвищення судомної готовності;
- порушення вуглеводного обміну (толерантності до глюкози);
- ожиріння, гіперхолестеринемія;
- порушення функції яєчників (Н.П. Шабалов, 2008).

Клінічне значення дефіциту марганцю

Макро- й мікроелементи, на відміну від різних органічних сполук, в організмі не синтезуються, їх баланс підтримується виключно за рахунок продуктів харчування. В ідеальних умовах добовий раціон повинен покривати потреби організму. Однак, як показують дослідження, кількість елементів у продуктах харчування з кожним роком прогресивно знижується. У різних дослідженнях проводять паралелі між нестачею елементів у навколишньому середовищі, забрудненням його важкими металами й відхиленнями в стані здоров'я дітей. Найчастіше відзначається підвищення частоти алергічних, інфекційних, бронхо-легеневих й онкологічних захворювань, вроджених вад розвитку, порушення нервово-психічного та фізичного розвитку. Недостатність, як і надлишок, хімічних елементів пригнічує захисні механізми. Не тільки запускається механізм прогресування соматичних хвороб, але і знижується здатність до специфічного імунологічного реагування на вакцинацію та інфекційні агенти (А.В. Кудрин и соавт., 2000). Надлишок токсичних елементів і дефіцит есенціальних елементів призводять насамперед до змін імунної системи, яка відповідає за стійкість організму до несприятливих факторів. Імунологічна недостатність, яка виникає за таких умов, є причиною багатьох патологічних процесів, тяжких, рецидивуючих, хронічних, алергічних і автоімунних захворювань (А.В. Кудрин и соавт., 2000). Оскільки більшість процесів імунної системи також ферментозалежні (синтез імуноглобулінів, цитокінів, процеси фагоцитозу), то відсутність чи недостатність макро- й мікроелементів може призвести до того, що патологічні процеси будуть протікати швидше, ніж реакції імунної системи, оскільки вона не може оперативно реагувати на проникнення антигену в організм. Крім того, процеси детоксикації та зв'язування вільних радикалів також неможливі без наявності достатнього рівня мікроелементів.

Хоча роль марганцю у функціонуванні імунної системи вивчена недостатньо, відомо, що пряме відношення до неї має один із головних марганцевмісних ферментів – Mn-супероксиддисмутаза, яка захищає клітинні мембрани від пошкоджувальної дії під час активації перекисного окислення ліпідів. Значення марганцю для імунної системи зумовлене тим, що він:

- впливає на специфічні рецептори (разом із Se, Fe, Zn, Al, Hg, Cr, Ni та ін.);

– впливає на активність ферментів у складі каталітичного центру ферментів (Mn-супероксид-дисмутази імунцитів);

– впливає на активність гормонів (через участь у механізмі дії гормонів як кофактор ключового переносника аденілатциклази, яка відіграє проміжну роль у трансдукції гормонального сигналу);

– чинить фізико-хімічну дію на мембрани імунцитів через посередники ферментативних і неферментативних механізмів системи перекисного окиснення ліпідів – антиоксидантний захист (Mn разом з Fe, Se, Cu, Zn);

– впливає на процеси хемотаксису, адгезії та фагоцитозу (Mn разом із Hg, Zn).

Недостатній вміст в організмі марганцю може призводити до порушення вуглеводного обміну за типом інсулінозалежного діабету, гіпохолестеринемії, затримки росту волосся й нігтів, алергозів, дерматитів, порушення утворення хрящів і остеопорозу, підвищення судомної готовності. Дефіцит мікроелемента відзначений під час різних форм анемії, порушень репродуктивної функції, фізичного розвитку.

Також вивчена *роль марганцю у функціонуванні нервової системи*: він необхідний для підтримання активності галактозилтрансферази, яка бере участь у синтезі гангліозидів і біогенних амінів; задіяний в активації нейронів, постсинаптичному накопиченні дофаміну чи його секретії. Недостатність цього елемента негативно впливає на розвиток мозку. У дітей із синдромом дефіциту уваги та гіперактивності, які мали підвищену судомну активність, у 66,6% випадків виявлений дефіцит Mn, у 91,6% – Mg (О.А. Громова, 2001; А.В. Кудрин і соавт., 2000).

За даними Російської академії медичних наук (2003-2010), при дослідженні концентрації елементів у волоссі дітей із хронічними захворюваннями найчастіше спостерігали дисбаланс Mg, Zn, Cu, Mn, Co, Cr та Si, достатньо часто виявляли дисбаланс Ca, K, Na, P, Fe, Se, підвищений вміст Al і Cd. Максимальні відхилення в мінеральному обміні, як правило, відзначали в дітей, які часто хворіють; вони характеризувалися низьким вмістом у волоссі магнію (в 97% випадків), цинку (90%), міді (80%), фосфору (66%), марганцю (70%), кальцію і надмірним накопиченням олова (18%).

На другому місці за частотою дисбалансу елементів були діти, які страждають на atopічний дерматит, бронхіальну астму й цукровий діабет. У них найчастіше спостерігали дефіцит магнію (85-96%), цинку (65-89%), марганцю (40-96%), кобальту (32-63%), кальцію та фосфору. Крім того, серед хворих на atopічний дерматит і бронхіальну астму був значно поширений дисбаланс Cu; серед хворих на бронхіальну астму й цукровий діабет – дисбаланс Si і Cr; при atopічному дерматиті – надлишок кадмію (до 36%), а при цукровому діабеті – дефіцит селену.

За даними інших дослідників, у всіх дітей, які часто хворіють, було виявлено дисбаланс за 3-7 елементами, які характеризувалися накопиченням Pb, Cd, Cr, Ni, Ba, Sb, Sr, Ti та недостатністю Zn, Cu,

Mn, Ca, Mg, Fe у волоссі (А.А. Зайко, 2003). Дисбаланс елементів при хронічних захворюваннях шлунка і дванадцятипалої кишки характеризувався: недостатністю Fe і Se у волоссі, накопиченням чи недостатністю Zn і Cu, надлишком Pb, Al, Mg, Mn (Л.В. Транковская, В.Н. Лучанинова, Г.Г. Иванова, 2003); дефіцитом у крові Zn, Cu, Fe і накопиченням Pb, Cd, Cr, Sr, рідше – Ca, низьким чи високим вмістом міді (Е.В. Войтова, С.М. Король, 2001); підвищенням екскреції Zn, Fe, Pb, Cd, Sr і зниженням екскреції Fe з сечею, а також дефіцитом есенціальних мікроелементів і надлишком токсичних мікроелементів у травних секретах (слина, шлунковий і дуоденальний вміст). При бронхіальній астмі елементний дисбаланс відрізнявся зниженням вмісту у волоссі Ca, Mg, Zn, Mn, La, Eu і підвищенням – K, Cl, Br, Si, Au. Найчастіше траплялися відхилення вмісту K, Zn і Mn (Н.И. Курец, 2006).

Таким чином, більшість дослідників вказують на наявність дефіциту марганцю різного ступеня в дітей, що потребує певних заходів.

Таблиця 3. Вміст марганцю в продуктах харчування

Продукти	Вміст (мг в 1 кг свіжої маси)
Молоко	0,04
М'ясо (яловичина, баранина, телятина, бекон, птиця, яйця)	0-50
Риба (лосось, тріска), краби, раки	0,5-2
Оливкова олія	0,5-2
Мед	0,5-2
Гірчиця	0,5
Лимон	0,5
Селера	0,5-2
Нирки, свинина, сири, жовток	2-10
Капуста білоголова, цвітна; морква, огірки, спаржа, ріпа, гриби, картопля, помідори, ревіль, редька, оливки, житне борошно, фініки, сливи, виноград	2-10
Печінка, буряк, квасоля, цибуля, зелений горошок, петрушка, хліб пшеничний і житній, смородина, чорниця, брусниця, банани, чорнослив, інжир, темний мед, устриці, дріжджі	2-10
Борошно пшеничне	10-70
Шпинат, салат, сухі зерна гороху та квасолі, рис, ячмінь, горіх кокосовий, малина, шоколад, желатин	30
Какао	35
Вівсяна мука, пластівці	36
Борошно соєве, каштан їстівний	40
Журавлина	40-200
Перець	65
Чай (різні сорти)	150-900

Таблиця 4. Основні марганцевмісні препарати та біологічно активні добавки

Препарат	Склад	Вміст марганцю
АлфаВІТ	Вітаміни А, D, E, К, С, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , РР, фолієва кислота, біотин, йод, мідь, молібден, кальцій, хром, магній, марганець, селен, цинк	2,5 мг (марганцю сульфат)
Вітрум	Бета-каротин, вітаміни Е, D, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, Р, РР, Н, фолієва кислота, пара-амінобензойна кислота, бетаїну гідрохлорид, інозитол, біофлавоноїди, холін, цистеїн, метіонін, папаїн, залізо, йод, марганець, селен, бор, цинк, кальцій, магній, фосфор	2,5 мг (марганцю сульфат)
Вітакап	Вітаміни А, D, E, С, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , РР, фолієва кислота, кальцій, магній, фосфор, залізо, мідь, цинк, марганець, калій	0,01 мг (марганцю сульфат)
Дуовіт	Вітаміни А, D, E, С, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , РР, фолієва кислота, кальцій, магній, фосфор, залізо, мідь, цинк, марганець, молібден	1,0 мг (марганцю сульфат)
Мульти-Табс Малюк	Вітаміни А, Е, D, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, РР, фолієва кислота, магній, залізо, цинк, мідь, марганець, хром, селен, йод	1,0 мг (марганцю сульфат)
Мульти-Табс Класичний	Вітаміни А, Е, D, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, РР, фолієва кислота, магній, залізо, цинк, мідь, марганець, хром, селен, йод	2,5 мг (марганцю сульфат)
Супервіт	Вітаміни А, Е, D, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, фолієва кислота, залізо, цинк, магній, марганець, хром, селен, йод	2,5 (марганцю сульфат моногідрат)
Супрадин	Вітаміни А, Е, D, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, РР, біотин, фолієва кислота, кальцій, магній, фосфор, мідь, залізо, марганець, цинк, молібден	500 мгк (марганцю сульфат моногідрат)
Тотема	Заліза глюконат, марганцю глюконат, міді глюконат	1,33 мг (марганцю глюконат)

Корекція дисбалансу марганцю в організмі

У разі недостатнього надходження марганцю в організм насамперед потрібно додати до раціону продукти з підвищеним вмістом марганцю (табл. 3).

Багато марганцю міститься в деяких лікарських рослинах (багно, бобівник трилистий, перстач, евкаліпт).

Марганець у дозі від 0,01 до 2,5 мг входить до складу деяких полівітамінних препаратів (табл. 4).

Медичне застосування марганцю

Розведені розчини (близько 0,1%) перманганату калію (KMnO₄) знайшли широке застосування в медицині як антисептичний засіб, для полоскання горла, промивання ран, обробки опіків, спринцювання, промивання сечового міхура та сечовивідних шляхів. При деяких отруєннях використовують розведений розчин як блювотний засіб для прийому всередину.

Перманганат калію має антисептичні властивості. Під час його взаємодії з органічними речовинами виділяється атомарний кисень. При відновленні перманганату калію утворюються комплексні сполуки з білками — альбумінати (за рахунок цього він у малих концентраціях чинить в'язучу дію, а в концентрованих розчинах — подразнювальну, припікальну й дубильну). Препарат має також дезодораційний ефект, використовується при лікуванні опіків і виразок. Здатність перманганату калію знешкоджувати деякі отрути лежить в основі використання його розчинів для промивання шлунка в разі отруєнь невідомими речовинами та харчових токсикоінфекцій.

Отже, марганець має велике значення для життєдіяльності організму. Відіграє важливу роль у метаболізмі клітин. Він входить до складу активного центру багатьох ферментів, є компонентом супероксиддисмутази, які відіграють роль у захисті організму від шкідливих дій перекисних радикалів.

Дефіцит марганцю спостерігається разом із дефіцитом інших хімічних елементів, це зумовлює необхідність застосування певних продуктів харчування.

Останніми роками органічні сполуки марганцю використовують у мінерально-вітамінних комплексах, біологічно активних добавках, а також для лікування і профілактики різних захворювань (наприклад, як компонент назальних спреїв при лікуванні алергічного риніту).

Література

1. Бабенко Г.А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение // Микроэлементы в медицине. – 2001, № 1,2.
2. Безруков Л.О., Колоскова О.К., Марушко Ю.В., Таринська О.Л. Микроэлементозы у дітей. – Київ – Чернівці, 2010.
3. Вильмс Е.А., Турчанинов Д.В., Турчанинова М.С. Микроэлементозы у детского населения мегаполиса: эпидемиологическая характеристика и возможности профилактики // Педиатрия. – 2001. – Том 90, № 1.
4. Громова О.А. и соавт. Анализ молекулярных механизмов воздействия железа (II), меди, марганца в патогенезе железодефицитной анемии // Клиническая фармакология и фармакоэкономика, – 2010. – № 1.
5. Макро- и микроэлементы в организме человека: функции, дефицит/профицит, роль в проблеме сниженного иммунитета (обзор литературы) // Новости медицины и фармацевтики. – 2008.
6. Макаров К.А. Химия и медицина. – М.: Просвещение, 1981.
7. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – Москва: ОНИКС 21 век Мир, 2004.