

DOI 10.24144/2077-6594.3.2020.208661
УДК 351.77:616.314-053.2+577.118

Клітинська О.В., Стішковський А.В.

Магній в організмі та його роль у формування стоматологічної захворюваності

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна

klitinskaoksana@i.ua

Клитинская О.В., Стишковський А.В.
**Магний в организме и его роль в формировании
стоматологической заболеваемости**
ГВУЗ «Ужгородский национальный университет»,
г. Ужгород, Украина

Klitynska O.V., Stishkovskyy A.V.
**Magnesium in the body and its role
in the formation of dental morbidity**
SHEE “Uzhhorod National University”, Uzhhorod, Ukraine

Дана робота є фрагментом НДР кафедри стоматології дитячого віку ДВНЗ «Ужгородський національний університет» «Комплексне обґрунтування надання стоматологічної допомоги дітям, які проживають в умовах біогеохімічного дефіциту фтору та йоду» (№ державної реєстрації 0119U101329).

Вступ

Магній є есенціальним макроелементом, оскільки його роль в повноцінному функціонуванні людини досить значна. Механізм участі магнію в утворенні кісткової тканини такий: сприяє підтримці нормального рівня кальцію в кістковій тканині та його постійному оновленню в кістці, перешкоджає втратам кальцію. Тривалий дефіцит магнію, особливо в поєднанні з гіподинамією і дефіцитом кальцію, є однією з умов для формування сколіозу і остеохондрозу хребта. Оскільки кальцій є будівельним матеріалом для гідроксиапатиту емалі зубів, відповідно магній приймає активну участь у підтриманні стабільності кристалічної решітки емалі зубів [11,12,31-34]. Магній бере активну участь у багатьох фізіологічних процесах: регулює стан клітинної мембрани, трансмембранне перенесення іонів кальцію (Ca^{2+}) і натрію (Na^{+}). Особливості метаболізму у дітей полягають у тому, що він не тільки підтримує життєдіяльність, але й забезпечує ріст і розвиток дитячого організму. Це потребує достатнього і регулярного надходження мікронутрієнтів, а розвиток дефіциту мікроелементів у дітей супроводжується різними порушеннями здоров'я. Вплив порушень магнієвого гомеостазу на організм дітей викликає певний інтерес у зв'язку з даними щодо поширеності дефіциту магнію в популяції, що серед дорослого населення становить від 16 до 42%. У дітей із неврологічною патологією ця цифра вища, і за даними деяких авторів сягає 67,9% [36,39,41].

Мета – проаналізувати лані літератури стосовно ролі магнію у формуванні здоров'я дітей, зокрема стоматологічного статусу.

Матеріали та методи

Матеріалами дослідження стали наукові розробки вітчизняних та закордонних дослідників. В ході дослідження використано бібліосемантичний метод та структурно-логічний аналіз. Методичною основою дослідження став системний підхід.

Результати дослідження та їх обговорення

Магній в організмі людини. Слово «магній» походить від французького «magnifique», що означає «чудовий». Магній відноситься до макроелементів, які є есенціальними для нормального функціонування усіх систем організму. Серед усіх макро- та мікроелементів магній займає четверте місце за вмістом в організмі (після калію, азоту і кальцію) і друге місце за вмістом в клітині (після калію) [10,22].

Магній є одним із важливих біоелементів, служить активатором багатьох ферментативних процесів (регулює реакції фосфорного обміну, гліколізу, багато етапів синтезу білків, жирних кислот і ліпідів, синтез і розпад нуклеїнових кислот); потрібний для нормального функціонування нервової і м'язової тканин [1,22].

Як головний внутрішньо-клітинний позитивно заряджений іон магній бере участь у більшості біохімічних процесів в організмі, нормалізує функцію нервової системи активує діяльність ферментів, структурний компонент хлорофілу. Відсоток його до маси клітин становить 0,02-0,03% [13].

В організмі здорової людини міститься близько 25 г магнію. Приблизно 2/3 магнію депонується у кістках, третина – у м'язових тканинах (м'язах, еритроцитах). Майже 99% магнію сконцентровано у клітинах, тому звичайний аналіз крові, навіть при значному дефіциті, може не виявити його [1,5,13].

В залежності від розчинності в воді лікарські препарати магнію ділять на 2 групи: добре розчинні (магній сульфат, магній тіосульфат, магній аскорбінат)

і практично нерозчинні (магній карбонат, магній трисилікат). Іони магнію входять до складу 13 металопротеїнів, понад 300 ферментів. Такі біохімічні реакції, як синтез ДНК, гліколіз, окисне фосфорилування, неможливі без участі магнію, оскільки він є компонентом гуанозинтрифосфатази, кофактором Na^+/K^+ -АТФази, аденілатциклази, фосфофруктокінази. Магній бере участь в передаванні генетичної інформації, оскільки задіяний у процесах продукування нуклеотидів ДНК і РНК [13].

Магній бере активну участь у багатьох фізіологічних процесах: регулює стан клітинної мембрани, трансмембранне перенесення іонів кальцію (Ca^{2+}) і натрію (Na^+), а також задіяний у метаболічних реакціях утворення, накопичення, перенесення й утилізації енергії, вільних радикалів і продуктів їх окиснення. До 80-90% внутрішньоклітинного магнію перебуває в комплексі з АТФ, у зв'язку з чим рівень АТФ є одним із основних факторів, які лімітують його накопичення в клітині [22].

Нормальний рівень магнію в організмі необхідний для забезпечення, насамперед, енергії життєво важливих процесів, регуляції нервово-м'язової провідності, тону гладкої мускулатури (судин, кишечника, жовчного та сечового міхурів та ін.). Магній сприяє зменшенню відчуття неспокою та дратівливості, необхідний для контролю процесів обміну в кардіоміоцитах, пригнічує виділення катехоламінів і альдостерону при стресових реакціях, що визначає його гіпотензивний ефект [5,6].

Збалансований рівень магнію необхідний для адекватного функціонування імунної системи. При недостатності магнію рівень нейтрофілів і моноцитів в крові знижується, розвивається прискорена інволюція тимуса, зменшується активність В- і Т-клітин, знижується гуморальна відповідь, підвищується чутливість організму до інфекції [26-28,43].

В організмі магній бере участь у синтезі білка і нуклеїнових кислот; є фізіологічним антагоністом кальцію; задіяний в обміні білків, жирів і вуглеводів; контролює баланс внутрішньоклітинного калію; бере участь в переносі, зберіганні й утилізації енергії; знижує вміст ацетилхоліну в нервовій тканині; задіяний у мітохондріальних процесах; розслабляє гладеньку мускулатуру; бере участь в регуляції нейрохімічної передачі і м'язової збудливості (зменшує збудливість нейронів і сповільнює нейрон-м'язову передачу); є кофактором багатьох ферментативних реакцій (гідроліз і перенос фосфатної групи, функціонування Na^+/K^+ -АТФази, Ca^{2+} -АТФази, протонного насоса); перешкоджає проходженню іонів кальцію через пресинаптичну мембрану; підвищує осмотичний тиск в просвіті кишечника, прискорює пасаж кишкового вмісту; сприяє зниженню артеріального тиску; пригнічує агрегацію тромбоцитів [1,13,22].

Магній потрібен для нормальної роботи кишечника, профілактики запорів та спричиненої ними хронічної інтоксикації; запобігання утворення каменів у нирках, жовчному міхурі та подагри; зниження ризику розвитку цукрового діабету (при споживанні 300-365 мг магнію посилюється чутливість тканин до інсуліну); профілактики атеросклерозу та гіпертонії; здорового

серцевого ритму; зміцнення кісток, профілактики остеопорозу; підвищення стійкості організму до стресу; здорового імунітету та зниження ризику розвитку деяких ракових захворювань, згідно з публікацією в журналі American Journal of Clinical Nutrition, магній може знизити ризик розвитку раку підшлункової залози); вироблення енергії (АТФ) та засвоєння фосфору, калію, вітамінів групи В, С, Е в кишечнику [41].

Механізм участі магнію в утворенні кісткової тканини такий: сприяє підтримці нормального рівня кальцію в кістковій тканині та його постійному оновленню в кістці, перешкоджає втратам кальцію. Тривалий дефіцит магнію, особливо в поєднанні з гіподинамією і дефіцитом кальцію, є однією з умов для формування сколіозу і остеохондрозу хребта. Оскільки кальцій є будівельним матеріалом для гідроксиапатиту емалі зубів, відповідно магній приймає активну участь у підтриманні стабільності кристалічної решітки емалі зубів [13].

Особливості метаболізму у дітей полягають у тому, що він не тільки підтримує життєдіяльність, але й забезпечує ріст і розвиток дитячого організму. Це потребує достатнього і регулярного надходження мікронутрієнтів, а розвиток дефіциту мікроелементів у дітей супроводжується різними порушеннями здоров'я [29,30].

На обмін магнію в організмі впливають такі гормони: антидіуретичний пептид, глюкагон, кальцитонін, паратгормон та інсулін [13].

Із організму магній виводиться нирками, інтенсивність екскреції прямо пропорційна концентрації магнію в сироватці крові, тобто із збільшенням вмісту магнію в сироватці крові (вище 1,25 ммоль/л), ниркова екскреція магнію збільшується, в той час, при зниженні менше 0,9 ммоль/л посилюється його реабсорбція. Функціонування регуляторних систем організму спрямоване на збереження постійної концентрації магнію; ефективність каналцевої реабсорбції досягає 95%.

Шляхи надходження магнію в організм людини.

Магній надходить в організм з їжею і водою. Особливо багата на магній рослинна їжа (свіжі або приготовлені на пару овочі), крупи (гречана, пшенична, перлова, вівсяна), бобові, горіхи. В ШКТ абсорбується до 40-50% магнію, що надходить з їжею. Всмоктування магнію підвищується за наявності вітаміну B_6 і таких органічних кислот як молочна, аспарагінова та оротова. Близько 50% магнію перебуває в крові людини у зв'язаному стані, і 50% – в іонізованому [1,18].

Багаті магнієм банани, дріжджі пивні, квасоля, горох, гречка, какао, шоколад, краби, м'ясо курки, мигдаль, горіхи бразильські, горіхи і насіння, горіхи ліщини, горіхи волоські, арахіс, горіхи кеш'ю, висівки пшеничні, сосиски, насіння гарбуза, продукти з сої, риба морська, сардельки, сочевиця, шпинат, шинка, свинина, яловичина, бульба [18].

Проте, забезпечити добову потребу магнію лише за допомогою продуктів харчування досить складно (вживання 3 л молока та 2 кг м'яса); і разом з тим існує

низка продуктів таких як кава, солодощі, алкоголь, які призводять до швидкого руйнування магнію. Слід відмітити, що стрес та надмірне фізичне навантаження призводять до додаткових витрат і як результат до дефіциту магнію [22].

Цікавим є той факт, що недостатність магнію у продуктах харчування певною мірою зумовлена сучасними технологіями обробки харчових продуктів (рафінування) та застосуванням у сільському господарстві мінеральних добрив, що призводить до дефіциту магнію у ґрунті та зменшенню його вмісту у харчових продуктах [18].

У нормі за добу в організм має надходити близько 300 мг магнію для жінок і 350 мг – для чоловіків. Потреба в магнії зростає при фізичних навантаженнях, стресі, в спеку, період вагітності і лактації, під час відвідування сауни, зловживання алкоголем, незбалансованих обмежувальних дієтах і синдромі хронічної втоми.

Суттєве значення має порушення режиму харчування, надлишок кальцію в їжі, патологія травного каналу запального характеру, порушення всмоктування, ендокринна патологія (цукровий діабет та інше) [24,35,37].

Причини дефіциту магнію. Дефіцит магнію в організмі є досить поширеним явищем. Спостерігається майже у 16-42% людей, а його клінічні ознаки виявляються ще частіше. Вплив порушень магнієвого гомеостазу на організм дітей викликає певний інтерес у зв'язку з даними щодо поширеності дефіциту магнію в популяції, що серед дорослого населення становить від 16 до 42%. У дітей із неврологічною патологією ця цифра вища, і за даними деяких авторів сягає 67,9% [2,6-9,22].

Тобто причинами нехватки магнію є як аліментарний дефіцит магнію, тобто недостатнє поступлення з їжею так і надмірне вживання рафінованих продуктів (зокрема, виробів з білого борошна, каш швидкого приготування) та жирної їжі; дефіцит вітамінів В1, В2 і В6, зловживання алкоголем, куріння, вживання проносних засобів, діуретиків, гормональних та протизапальних ліків, деяких антибіотиків [18].

Значну частину своїх запасів магнію організм витрачає на боротьбу із забрудненим повітрям, пестицидами, стресом, порушеним обміном речовин (ожирінням, цукровим діабетом, ішемічною хворобою серця, інфарктом міокарда, ПМС тощо) [13].

Крім того, виснажують запаси магнію запальні захворювання шлунку та кишечника, цукровий діабет, захворювання щитовидної залози, хронічний стрес, спортивні навантаження, вагітність та годування грудьми.

Прояви магнієвого дефіциту. Вони різноманітні, але багато людей можуть впевнено сказати, що знайомі із ними. Це зокрема з і сторони серцево-судинної системи – «перебої» в роботі серця, підвищення тиску крові (50% пацієнтів з гіпертензією страждають від дефіциту магнію) [3,23,36,40,44]; зі сторони нервової системи – дратівливість, поганий сон, погіршення пам'яті, уваги, депресія, головні та мігреноподібні болі, відчуття нестачі

повітря [4,8,25,39]; зі сторони шлунково-кишкового тракту – запори, нудота, безпричинні болі в животі, утворення каменів у нирках та жовчному міхурі [24]; зі сторони опорно-рухової системи – спазми м'язів (у тому числі нічні судоми литкових м'язів), хронічний біль в шийі і спині. А також виражений передменструальний синдром, болючі місячні, судоми під час вагітності, схильність до набряків, підвищення рівня холестерину та карієс – внаслідок порушення балансу фосфору і кальцію в снілі [5,6,12,20,31-34].

Прихований дефіцит магнію може виявлятися у втомлюваності, запамороченні, поколюваннях в різних частинах тіла, відчутті «мурашок», депресії, психоемоційній лабільності. У разі виявлення дефіциту магнію в організмі а також з профілактичною метою при підвищеному емоційному навантаженні, спричиненому стресами варто компенсувати прийомом препаратів, які містять магній [13].

Методи корекції дефіциту магнію включають дієтичні заходи і фармакотерапію [5,7,10,20].

Аліментарний дефіцит магнію трапляється найчастіше, тому при складанні рекомендацій щодо харчування слід враховувати не тільки кількісний вміст речовини в продуктах харчування, але й біодоступність. Так, свіжі овочі, фрукти, зелень (петрушка, кріп, зелена цибуля тощо), горіхи нового врожаю характеризуються максимальною концентрацією і активністю магнію. При заготівлі продуктів для зберігання (сушці, в'ялenni, консервації і т.д.) концентрація магнію знижується незначно, але його біодоступність різко падає [20,38].

Згідно з даними літератури, для корекції магнієвого дефіциту застосовують різні сполуки магнію, зокрема, магнію сульфат, магнію аскорбінат, магнію хлорид, магнію цитрат, магнію аспарагинат, магнію гідроксид, магнію глюконат, магнію оротат, магнію тіосульфат, магнію гідроаспартату тетрагідрат тощо [13,22,42].

Однак кількість зареєстрованих в Україні лікарських засобів (представників декількох груп за класифікаційною системою АТС), що застосовуються для корекції магнієвого дефіциту, обмежена [16,21].

Магній у дозі від 0,5 до 100 мг входить до складу деяких полівітамінних препаратів.

Як показали результати досліджень Ю.В. Марушко, 2013, 2016, застосування комбінованого препарату магнію з вітаміном В6 у дітей при астенічному синдромі протягом місяця веде до поліпшення самопочуття, активності, настрою, нормалізує нічний сон. Під впливом препарату магнію найбільш виражені зміни було отримано у дітей із незначними проявами астенічного синдрому, у яких вміст магнію в добовій сечі збільшився з $1,27 \pm 0,12$ ммоль/л до $2,56 \pm 0,24$ ммоль/л. Що свідчать про ефективність застосування комплексного магнієвмісного препарату у дітей із астенічним синдромом. При цьому курс терапії повинен тривати не менше місяця при незначних проявах астенії; при астенії середнього і важкого ступеня, що супроводжується низькими показниками вмісту магнію в крові і/або сечі, терапію препаратами магнію слід продовжувати до 2 місяців [15,16].

Методи визначення рівня магнію в організмі людини. Визначити рівень магнію можна із застосуванням низки методів, а саме: вміст магнію в сироватці крові, слині, волоссі [17].

Вміст магнію в сироватці можна визначити за методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії (норма у дітей коливається в межах 0,7-1 ммоль/л і залежить від віку дитини). Вміст значного відсотка магнію всередині клітини утруднює діагностику магнієвої недостатності виключно за вмістом в крові. За даними багатьох досліджень, зниження вмісту магнію в сироватці крові відбувається вже за вираженої його недостатності. Цей факт пояснюється значними компенсаторними можливостями організму, за рахунок яких підтримується нормальний рівень магнію в крові [6-9,24]. За даними Городецький В.В., Талибов О.Б. клінічна картина дефіциту магнію може спостерігатися при рівні магнію 0,6 ммоль/л, але бути відсутньою при 0,15 ммоль/л, що пояснюється вмістом у плазмі інших електролітів, які можуть посилювати або знижувати прояви гіпомагніємії [5,17].

Рівень магнію у волоссі відображає стійкі показники, що сформувався за великі проміжки часу (тижні, місяці, роки), і дає змогу достовірно виявляти й оцінювати ступінь магнієвого дефіциту. Нормативними значеннями вмісту магнію у волоссі для хлопчиків є 25-120 мкг/г, для дівчаток – 30-250 мкг/г (за А.В. Скальним, 2009) [7].

Потреба в магнії у дітей від народження до статевого дозрівання становить 10-30 мг/кг маси тіла на добу. Недоношеним дітям із гестаційним віком до 32 тижнів необхідно вдвічі більше магнію, оскільки ефективність усмоктування в кишечнику у них знижена. Коли збільшення маси м'язів і кісток стабілізується, потреба в магнії зменшується до 6 мг/кг на добу. У осінньо-зимовий період спостерігається мінімальна забезпеченість організму магнієм [7].

Клінічні прояви недостатності магнію, що розвинулася швидко, призводять до стану підвищеної нервової збудливості клітини, а саме м'язів. При недостатності магнію виникає порушення деполяризації м'язових клітин, що проявляється в надлишку процесів скорочення щодо процесів розслаблення (клінічно – м'язовими посмикуваннями і судомами, частіше м'язів гомілки). В кардіоміоцитах спостерігається зменшення ефективності діастолі, в гладеньких м'язах – спастичні процеси. На рівні нервових клітин недостатність магнію призводить до стану підвищеної нервово-м'язової збудливості. Найчастіше це судоми, тики, порушення сну, аритмії, апное.

Клінічні прояви недостатності магнію, що розвивається повільно, зумовлені формуванням обмінних порушень. При гіпомагніємії (зменшенні вмісту магнію

в тканинах) порушуються співвідношення різних хімічних елементів. Так, у гіпомагнієвих середовищах з роками накопичуються солі кальцію, а також токсичні елементи (Ni, Pb, Cd, Be, Al) [19].

До довготривалих наслідків недостатності магнію належить розвиток артеріальної гіпертензії, іншої патології серцево-судинної системи [3,23,36,40,44], діабету [35,37]. У дітей дефіцит магнію і піридоксину, магнію і гліцину потенціують розвиток аутизму, дислексії, девіантних форм поведінки, синдрому дефіциту уваги з гіперактивністю [8].

У процесі інтенсивного зростання, зокрема при внутрішньоутробному розвитку і в підлітковий період, недостатність магнію призводить до дефіциту формування сполучної тканини. Це спричиняє формування пролапсу мітрального клапану [14].

Таким чином, клінічна картина дефіциту магнію характеризується різноманітністю проявів; значна частина симптомів є неспецифічними. Однак для недостатності магнію характерний симптомокомплекс, який можна характеризувати як астенічний синдром – порушення самопочуття, пригнічення, млявість, слабкість, погіршення настрою, порушення нічного сну, що вказує на необхідність обстеження дітей щодо можливого магнієвого дефіциту.

Перспективи подальших досліджень

Встановлення залежності рівня есенціальних мікро-та макроелементів в організмі дитини, зокрема магнію від поширеності стоматологічних патологій у дітей та рівня стресу дозволяє визначити напрямки проведення лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на покращення рівня стоматологічного здоров'я.

Висновки

Магній приймає участь в різних метаболічних процесах, тому він є есенціальним для роботи серцево-судинної, нервової, кровотворної, опорно-рухової та травної систем. Магній необхідний для нормального метаболізму кальцію і вітаміну С, впливає на метаболізм натрію, калію і кальцію, потрібний для синтезу білків, він оберігає капілярні судини м'язів від пошкодження, приймає участь в синтезі значної кількості ферментів, відіграє ключову роль в біохімічних енергетичних обмінах цукру в крові. Як кофактор обміну кальцію він є необхідним для повноцінного формування емалі зубів, тобто при його недостачі виникає ризик формування та прогресування каріозних уражень емалі, проте даних в літературі прямого зв'язку між цими кластерами досить мало.

Література

1. Бочаров Б. Незаменимый магний. Будь здоров. 2019;6:65-73.
2. Бурчинский С.Г. Проблема дефицита магния в организме: методы фармакологической коррекции. Здоровье Украины. 2004;103:25-34.

3. Верткин А.А. Применение магния в кардиологии. Кардиология.1997; 37,11: 24-35.
4. Гордєєва А. В. Тривожність молодших школярів у процесі адаптації до школи: шляхи та методи психокорекції. Психолог, 2009;14:1-24.
5. Городецкий В.В., Талибов О.Б. Препараты магния в медицинской практике. М.: 2003; 41.
6. Громова О.А. Его величество магний: клиничко-фарм. інформація. – Иваново: Ивановская мед. академия, 2012:128.
7. Громова О.А., Андреев А.В., Скальный А.В., Быков А.Т., Федотова Л.Э. Влияние препарата Магне-В6 на цереброваскулярную реактивность у детей с синдромом дефицита внимания. Клиническая фармакология и терапия. 2018; 5: 31-34.
8. Громова О.А., Кудрин А.В. Нейрохимия макро- и микроэлементов. М.: Алев-В. 2001;300.
9. Громова О.А., Никонов А.А. Роль и значение магния в патогенезе заболеваний нервной системы // Неврология и Психиатрия им. С.С. Корсакова. 2002; 12: 45-49.
10. Есенова И.И. В центре препараты магния. Актуальные вопросы клинической фармакологии. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2011; 7 (4), 487- 491.
11. Каськова Л.Ф., Артем'єв А.В. Прогнозування поширеності карієсу в історичному аспекті. Світ медицини і біології. 2012;4:26–28.
12. Клітинська О.В. Комплексне обґрунтування діагностики, профілактики та поетапного лікування карієсу у дітей, які постійно проживають в умовах біогеохімічного дефіциту фтору та йоду. Полтава, 2015:150-240.
13. Кудрин А.В., Скальный А.В., Жаворонков А.А., Скальная М.Г., Громова О.А. Иммунофармакология микроэлементов, КМК, М.: 2000; 576.
14. Либова Л.Т. Применение препаратов магния в практике врача-кардиолога с целью антигипертензивной и антиаритмической терапии. Кардіоневрологія. 2014; 7–8 (183–184): 2-86.
15. Марушко Ю.В. Корекція недостатності магнію у дітей та підлітків з астенічним синдромом і первинною артеріальною гіпертензією. Рациональная фармакотерапия.2016; 3 (40):35-48.
16. Марушко Ю.В. Магній та його значення для дитячого організму. Дитячий лікар. 2013; 2 (22): 9-13.
17. Нечаева Г.И., Яковлев В.М., Конев В.П., Друк И.В., Морозов С.Л. Дисплазия соединительной ткани: основные клинические синдромы, формулировка диагноза, лечение. Лечащий врач. 2008; 2: 22-8.
18. Ребров В.Г., Громова О.А. Витамины и микроэлементы. М.: Алев, 2003:648.
19. Торшин И.Ю., Громова О.А. Дисплазия соединительной ткани, клеточная биология и молекулярные механизмы воздействия магния. Русский медицинский журнал. 2008; 16(4): 230-8.
20. Федотова Л.Э. Дефицит магния у детей с минимальной мозговой дисфункцией и его коррекция препаратом Магне В6: автореф. дисс. канд. мед.наук. Иваново, 2003: 17.
21. Цыганенко А.Я., Жуков В.И., Мясоедов В.В., Завгородний И.В. Клиническая биохимия. Москва. 2002: 216.
22. Чекман И.С. Магний в медицине. Кишинев: Изд-во «Молдова». 1992: 159.
23. Шилов А.М., Рабинович Ж. Г., Мельник М. В., Святов И. С., Максимова Л. А., Соколинская И.Ю. Дефицит магния и артериальная гипертензия. Российские медицинские вести. 2000; 5: 2: 62-65.
24. Школьников М. А., Чупрова С. Н., Калинин Л. А., Березницкая В. В., Абдулатимпова ИВ. Метаболизм магния и терапевтическое значение его препаратов. Пособие для врачей. М.: Медпрактика. 2002: 32.
25. Amighi J., Sabeti S., Schlager O., Mlekusch W., Exner M., Lalouschek W., Ahmadi R., Minar E., Schillinger M. Low Serum Magnesium Predicts Neurological Events in Patients With Advanced Atherosclerosis // Stroke. 2014; 35: 22.
26. Blitz M., Blitz S., Hughes R., Diner B., Beasley R., Knopp J., Rowe B.H. Aerosolized magnesium sulfate for acute asthma a systematic review. Chest. 2015; 128: 337-344.
27. Cheuk D.K.L., Chau T.C.H., Lee S.L. A meta-analysis on intravenous magnesium sulphate for treating acute asthma. Archives of Disease in Childhood. 2015; 90: 74-77.
28. Durlach J., Pages N., Bac P., Bara M, Quiet-Bara A. Magnesium depletion with hypo- or hyper- function of the biological clock may be involved in chronopathological forms of asthma. Magnes Res. 2015; Mar; 18: 1: 19-34.
29. He K. et al. Magnesium Intake and Incidence of Metabolic Syndrome Among Young Adults // Circulation. 2016; 113: 1675-1682.
30. Huerta M.G., Roemmich J.N., Kington M.L., Bovbjerg V.E., Weltman A.E., Holmes V.F., Patrie J.T., Rogol A.D., Nadler J.N. Magnesium deficiency is associated with insulin resistance in obese children // Diabetes Care. 2015; 28: 1175-1181.
31. Klitinska O.V., Kostenko Y.Y., Gurando V.R. Determination of criteria early caries diagnostics in children of different ethnic groups domiciled in biogeochemical deficiency of fluorine and iodine. Journal of Stomatology. 2016; 70 (1), 1: 51-56. DOI: 10.5604/01.3001.0010.1778.
32. Klitinska O.V., Kostenko Y.Y., Mukhina Y.A., et al. Efficiency estimation of using phased program of caries prevention in children domiciled in Transcarpathian region. Acta stomatologica Naissi. 2016; 32 (74): 1635-1649. DOI: 10.5937/asnl674635K.
33. Klitinska O.V., Gasyuk N. V, Kostenko Y. Y. et al. Statistical model of caries formation and progression in children of preschool and early school age domiciled in biogeochemical deficiency of fluorine and iodine. Journal of Stomatology. 2017;70(6),1:674-678 DOI: 10.5604/01.3001.0010.7725.

34. Klitinska O.V., Vasko A.A., Borodach V.O. et al. Clinical and Laboratory Grounds for the Rational Selection of Filling Material for the Restoration of Deciduous Teeth. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clinica Integrada*. 2018;18(1):e3949 DOI:http://dx.doi.org/10.4034/PBOCI.2018.181.52 ISSN 1519-0501
35. Kumeda Y., Inaba M. Metabolic syndrome and magnesium // *Clin Calcium*. 2005 Nov; 15: 11: 97-104.
36. Kurabayashi M. Role of magnesium in cardiac metabolism // *Clin Calcium*. 2005; Nov; 15: 11: 77-83.
37. Lima Mde L., Pousada J., Barbosa C., Cruz T. Magnesium deficiency and insulin resistance in patients with type 2 diabetes mellitus // *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2015; Dec; 49: 6: 959-963.
38. Ma B., Lawson A.B., Liese A.D., Bell R.A., Mayer-Davis E.J. Dairy, magnesium, and calcium intake in relation to insulin sensitivity: approaches to modeling a dose-dependent association // *Am J Epidemiol*. 2006; Sep; 1; 164: 5: 449-458.
39. Massey L. Magnesium therapy for nephrolithiasis // *Magnes Res*. 2005; Jun; 18: 2: 123-126.
40. Miller S. Crystal E. Garfinkle M. Lau C. Lashevsky I., Connolly S.G. Effects of magnesium on atrial fibrillation after cardiac surgery: a meta-analysis // *Heart*. 2015; 91: 618-623.
41. Nieves J.W. Osteoporosis: the role of micronutrients // *Am J of Clinical Nutrition*. 2015; 81: 5: 1232S-1239S.
42. Rayssiguier Y., Gueux E., Nowacki W., Rock E., Mazur A. High fructose consumption combined with low dietary magnesium intake may increase the incidence of the metabolic syndrome by inducing inflammation // *Magnesium Research*. 2016; 4: 237-243.
43. Rowe B.H., Bretzlaff J.A., Bourdon C., Bota G.W., Camargo C.A. Magnesium sulfate for treating exacerbations of acute asthma in the emergency department // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017; Issue 1.
44. Shechter M., Shechter A. Magnesium and myocardial infarction // *Clin Calcium*. 2015; Nov; 15: 11: 111-1115.
45. Sontia B., Touyz R.M. Role of magnesium in hypertension // *Arch Biochem Biophys*. 2017; Feb; 1; 458: 1: 33-39.

References

1. Botcharov B. Nezamenimih magnih [Essential magnesium]. *Byd zdorov*. 2019;6:65-73. (In Russian).
2. Bartchinskih S.G. Problema deficita magna v organizme: metodi farmakologiticheskoy korrekzii. [The problem of magnesium deficiency in the body: methods of pharmacological correction]. *Zdorovie Ykraini*. 2004;103:25-34. (In Russian).
3. Vertkin A.A. Primenenie magna v kardiologii [The use of magnesium in cardiology.] *Kardiologia*. 1997; 37,11: 24-35. (In Russian).
4. Gordeev A.V. Trivojnist molodchih shholariv u processi adaptaciy do shkoly: shlahy ta metody psixokorekciy. [The thirteenth anniversary of young schools in the process of adaptation to schools: hat and methodical psychocorexia]. *Psychologist*. 2009;14:1-24. (In Ukrainian).
5. Gorodezkih V.V., Talibov O.B. Preparati magna v medizinskoy praktike [Magnesium preparations in medical practice]. M.: 2003; 41. (In Russian).
6. Gromova O.A. Ego velichtstvo magnih: kliniko-farmakologiticheskaya informaziya. [His majesty magnesium: clinical-farm. information.]. Ivanovo: Ivanovskaia med.akademia, 2012:128. (In Russian).
7. Gromova O.A., Andreev A.V., Skalniy A.V., Bikov A.T., Fedotova L.E. Vlianie preparata Magne-B-6 na cetrbralnyu reaktivnost y deteh s sindromom deficita vnimania. [Effect of Magne-B 6 on cerebrovascular reactivity in children with attention deficit disorder]. *Klinicheskaia farmakologia i terapiya*. 2018; 5: 31-34. (In Russian).
8. Gromova O.A., Kydrin A.V. Nehrohimiya makro- y mikroelementov. [Neurochemistry of macro- and microelements]. M.: Aliev-V. 2001;300. (In Russian).
9. Gromova O.A., Nikonov A.A. Rol y znachenie magna v patogeneze zabolvaniih nervnoy systemy [The role and importance of magnesium in the pathogenesis of diseases of the nervous system]. *Nevrologiya y Psihiatriya im.S.S.Korsakova*. 2002; 12: 45-49. (In Russian).
10. Esenova I.I. V zentre preparati magna. [Magnesium preparations are in the center]. *Aktualnie voprosi klinicheskoy farmakologii. Razionalnaia farmakologia v kardiologii*. 2011; 7 (4), 487- 491. (In Russian).
11. Kaskova L.F., Artyom's A.V. Prognozyvannya poshirenosti kariesy v istorichnomy aspekty. [Forecasting the breadth of caries in the historical aspect]. *Medical Medicine and Biology*. 2012; 4:26-28. (in Ukrainian).
12. Klitinska O.V. Kompleksne obgryntvannia diagnostiki, profilaktiki ta poetapnogo likyvannia kariesy y diteh, iaki postihno projivaut v ymovah bioheoximichnogo deficitu ftory ta iody [Complex diagnostics, prevention, and preventive care of children, as well as living in the minds of biologic deficiency of fluorine and iodine]. *Poltava*, 2015; p.150-240 (in Ukrainian).
13. Kydrin A.V., Skalniy A.V., Javoronkov A.A., Skalnaia M.G., Gromova O.A. Immynofarmakologia mikroelementov. [Immunopharmacology of trace elements]. KMK, M: 2000; 576. (In Russian).
14. Libova L.T. Primenenie preparatov magna v praktike vratcha-kardiologa s zeliu antigipertenzivnoy i antiaritmicheskoy terapii [The use of magnesium preparations in the practice of a cardiologist for the purpose of antihypertensive and antiarrhythmic therapy.]. *Kardionevrologiya*. 2014; 7-8 (183-184): 2-86. (In Russian).
15. Myrachko U.V. Korrekciya nedostatnosti madniu y diteh ta pidlitkiv z astenitchnim syndromom i pervinnou arterialnoy gipertenziey. [Correction of lack of magnesium in children and adolescents with asthenic syndrome and primary arterial hypertension]. *Racionalnaia farmakoterapiya*. 2016; 3 (40):35-48. (in Ukrainian).

16. Myrachko U.V. Magnih ta hogo znatchennia dla ditatchogo organizmu. [Magnesium and its significance for the child's body]. *Ditatchih likar.* 2013; 2 (22): 9-13. (in Ukrainian).
17. Netchaeva G.I., Yakovlev V.M., Konev V.P., Gruk I.V., Morozov S.L. Displazia soedinitelnoh tkani: osnovnie klinicheskie sindromi, formulirovka diagnoza, letchenie. [Connective tissue dysplasia: main clinical syndromes, diagnosis formulation, treatment]. *Letchatchih vratch.* 2008; 2: 22-8. (In Russian).
18. Rebrov V.G., Gromova O.A. Vitamini y mikroelementi. [Vitamins and minerals]. M.: Aliev, 2003:648. (In Russian).
19. Torchin I.U., Gromova O.A. Displazia soedinitelnoh tkani, kletotchnaia biologiya y molekylarnie mehanizma vozdehstvia magnaia. [Connective tissue dysplasia, cell biology and molecular mechanisms of magnesium action]. *Russkikh medicinskih jurnal.* 2008; 16(4): 230-8. (In Russian).
20. Fedotova L.E. Deficit magnaia u deteh s minimalnoh mozgovoh disfunkcieh i ego korekcia preparatom Magne V6: avtoref. diss... kand.med.nayk. [Magnesium deficiency in children with minimal cerebral dysfunction and its correction with Magne B6: author. diss.... cand. medical sciences] Ivanovo, 2003: 17. (In Russian).
21. Ziganenko A.Ya., Jukov V.I., Miasoedov V.V., Zavgorodnih I.V. Klinicheskaiia biokhimiia. [Clinical biochemistry]. Moskva. 2002: 216. (In Russian).
22. Tchekman I.S. Magnih v medicine. [Magnesium in medicine.].
23. Amighi J., Sabeti S., Schlager O., Mlekusch W., Exner M., Lalouschek W., Ahmadi R., Minar E., Schillinger M. Low Serum Magnesium Predicts Neurological Events in Patients With Advanced Atherosclerosis // *Stroke.* 2014; 35: 22.
24. Blitz M., Blitz S., Hughes R., Diner B., Beasley R., Knopp J., Rowe B.H. Aerosolized magnesium sulfate for acute asthma a systematic review. *Chest.* 2015; 128: 337-344.
25. Cheuk D.K.L., Chau T.C.H., Lee S.L. A meta-analysis on intravenous magnesium sulphate for treating acute asthma. *Archives of Disease in Childhood.* 2015; 90: 74-77.
26. Durlach J., Pages N., Bac P., Bara M., Guiet-Bara A. Magnesium depletion with hypo- or hyper- function of the biological clock may be involved in chronopathological forms of asthma. *Magnes Res.* 2015; Mar; 18: 1: 19-34.
27. He K. et al. Magnesium Intake and Incidence of Metabolic Syndrome Among Young Adults // *Circulation.* 2016; 113: 1675-1682.
28. Huerta M.G., Roemmich J.N., Kington M.L., Bovbjerg V.E., Weltman A.E., Holmes V.F., Patrie J.T., Rogol A.D., Nadler J.N. Magnesium deficiency is associated with insulin resistance in obese children // *Diabetes Care.* 2015; 28: 1175-1181.
29. Klitinska O.V., Kostenko Y.Y., Gurando V.R. Determination of criteria early caries diagnostics in children of different ethnic groups domiciled in biogeochemical deficiency of fluorine and iodine. *Journal of Stomatology.* 2016; 70 (1), 1: 51-56. DOI: 10.5604/01.3001.0010.1778.
30. Klitinska O.V., Kostenko Y.Y., Mukhina Y.A., et al. Efficiency estimation of using phased program of caries prevention in children domiciled in Transcarpathian region. *Acta stomatologica Naissi.* 2016; 32 (74): 1635-1649. DOI: 10.5937/asnl674635K.
31. Klitinska O.V., Gasyuk N. V, Kostenko Y. Y. et al. Statistical model of caries formation and progression in children of preschool and early school age domiciled in biogeochemical deficiency of fluorine and iodine. *Journal of Stomatology.* 2017; 70(6), 1: 674-678 DOI: 10.5604/01.3001.0010.7725.
32. Klitinska O.V., Vasko A.A., Borodach V.O. et al. Clinical and Laboratory Grounds for the Rational Selection of Filling Material for the Restoration of Deciduous Teeth. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clinica Integrada.* 2018; 18(1): e3949 DOI: <http://dx.doi.org/10.4034/PBOCI.2018.181.52> ISSN 1519-0501.
33. Kumeda Y., Inaba M. Metabolic syndrome and magnesium // *Clin Calcium.* 2005 Nov; 15: 11: 97-104.
34. Kurabayashi M. Role of magnesium in cardiac metabolism // *Clin Calcium.* 2005; Nov; 15: 11: 77-83.
35. Lima Mde L., Pousada J., Barbosa C., Cruz T. Magnesium deficiency and insulin resistance in patients with type 2 diabetes mellitus // *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2015; Dec; 49: 6: 959-963.
36. Ma B., Lawson A.B., Liese A.D., Bell R.A., Mayer-Davis E.J. Dairy, magnesium, and calcium intake in relation to insulin sensitivity: approaches to modeling a dose-dependent association // *Am J Epidemiol.* 2006; Sep; 1; 164: 5: 449-458.
37. Massey L. Magnesium therapy for nephrolithiasis // *Magnes Res.* 2005; Jun; 18: 2: 123-126.
38. Miller S. Crystal E. Garfinkle M. Lau C. Lashevsky I., Connolly S.G. Effects of magnesium on atrial fibrillation after cardiac surgery: a meta-analysis // *Heart.* 2015; 91: 618-623.
39. Nieves J.W. Osteoporosis: the role of micronutrients // *Am J of Clinical Nutrition.* 2015; 81: 5: 1232S-1239S.
40. Rayssiguier Y., Gueux E., Nowacki W., Rock E., Mazur A high fructose consumption combined with low dietary magnesium intake may increase the incidence of the metabolic syndrome by inducing inflammation // *Magnesium Research.* 2016; 19: 4: 237-243.
41. Rowe B.H., Bretzlaff J.A., Bourdon C., Bota G.W., Camargo C.A. Magnesium sulfate for treating exacerbations of acute asthma in the emergency department // *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2017; Issue 1.
42. Shechter M., Shechter A. Magnesium and myocardial infarction // *Clin Calcium.* 2015; Nov; 15: 11: 111-1115.
43. Sontia B., Touyz R.M. Role of magnesium in hypertension // *Arch Biochem Biophys.* 2017; Feb; 1; 458: 1: 33-39.

Дата надходження рукопису до редакції: 22.06.2020 р.

Мета. Проаналізувати дані літератури стосовно ролі магнію у формуванні здоров'я дітей, зокрема стоматологічного статусу.

Матеріали та методи. Матеріалами дослідження стали наукові розробки вітчизняних та закордонних дослідників. В ході дослідження використано бібліосемантичний метод та структурно-логічний аналіз. Методичною основою дослідження став системний підхід.

Результати. Захворюваність на карієс у дітей зростає, не зважаючи на велику увагу дослідників до цієї проблеми. Роль есенціальних елементів у формуванні здоров'я дітей є визначальною. Магній, як необхідний макроелемент відіграє важливу роль у формуванні повноцінної структури емалі зубів, проте його роль вивчена не достатньо.

Висновки. Дефіциту магнію в популяції становить від 16 до 42%. Магній є антагоністом кальцію, приймає активну участь у підтриманні стабільності кристалічної решітки емалі зубів і відповідно його недостача негативно впливає на стан твердих тканин зубів, особливо у дітей.

Ключові слова: есенціальні мікро- та макроелементи, магній, карієс, рівень стресу, дефіцит магнію.

Цель. Проанализировать данные литературы о роли магния в формировании здоровья детей, в частности стоматологического статуса.

Материалы и методы. Материалами исследования стали научные разработки отечественных и зарубежных исследователей. В ходе исследования использованы библиосемантичный метод и структурно-логический анализ. Методической основой исследования стал системный подход.

Результаты. Заболеваемость кариесом у детей возрастает, несмотря на большое внимание исследователей к этой проблеме. Роль эссенциальных элементов в формировании здоровья детей является определяющей. Магний, как необходимый макроэлемент играет важную роль в формировании полноценной структуры эмали зубов, однако его роль изучена недостаточно.

Выводы. Дефицита магния в популяции составляет от 16 до 42%. Магний является антагонистом кальция, принимает активное участие в поддержании стабильности кристаллической решетки эмали зубов и соответственно его нехватка негативно влияет на состояние твердых тканей зубов, особенно у детей.

Ключевые слова: эссенциальные микро- и макроэлементы, магний, кариес, уровень стресса, дефицит магния.

Purpose. Analyze the literature on the role of magnesium in the formation of children's health, in particular dental status.

Materials and methods. The research materials were scientific developments of domestic and foreign researchers. In the course of the research the bibliosemantic method and structural-logical analysis were used. The methodological basis of the study was a systematic approach.

Results. The incidence of caries in children is growing, despite the great attention of researchers to this problem. The role of essential elements in shaping children's health is crucial. Magnesium, as a necessary macronutrient, plays an important role in the formation of the full structure of tooth enamel, but its role has not been sufficiently studied.

Conclusions. Magnesium deficiency in the population is from 16 to 42%. Magnesium is a calcium antagonist, is actively involved in maintaining the stability of the crystal lattice of tooth enamel and, accordingly, its deficiency adversely affects the condition of the hard tissues of the teeth, especially in children.

Key words: essential micro- and macroelements, magnesium, caries, stress level, magnesium deficiency.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflicts of interest to declare.

Відомості про авторів

Клітинська Оксана Василівна – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри стоматології дитячого віку ДВНЗ «Ужгородський національний університет»; м. Ужгород, Україна.
klitinskaoksana@i.ua, ORCID ID 0000-0001-9969-2833.

Стішковський Андрій Вікторович – аспірант кафедри стоматології дитячого віку ДВНЗ «Ужгородський національний університет»; м. Ужгород, Україна.
ORCID ID 0000-0003-2304-958X.