

Magister farmacji
Barbara Napiórkowska

MAGNEZ

WŁAŚCIWOŚCI, DZIAŁANIE, ZASTOSOWANIE W LECZNICTWIE

www.aptekabatorego.pl

WSTĘP

Rola magnezu ujawnia się w praktyce leczniczej w dwóch sytuacjach: z jednej strony dotyczy powszechnego niedoboru magnezu, z drugiej strony znacznie rzadszego nadmiaru.

Początek współczesnych badań nad skutkami niedoboru magnezu wiąże się z udowodnieniem jego znaczenia fizjologicznego u zwierząt. W latach trzydziestych badano szczury z niedoborem magnezu wywołanym małą podażą w pożywieniu. Odkryto wtedy znaczną część fizjologicznych właściwości magnezu w rozwoju, rozmnażaniu, układach nerwowym i mięśniowym oraz w równowadze humoralnej. Stwierdzono również swoistą odwracalność tych zaburzeń poprzez doustne uzupełnienie niedoboru magnezu.

Zagorzali fanatycy, tacy jak P. Delbet, widzieli w magnezie panaceum, którego niedobór odgrywa istotną rolę w tworzeniu się nowotworów, powstawania epidemii, a nawet częstotliwości samobójstw.

Sceptykom zaś magnez wydawał się oligopierwiastkiem o nieokreślonym znaczeniu biologicznym i fizjologicznym, występującym w pożywieniu w ilości wystarczającej do pokrycia zapotrzebowania i prawie niemożliwym do zbadania.

Pomiędzy tymi dwoma skrajnymi stanowiskami współczesna nauka próbuje odkryć rzeczywiste znaczenie magnezu w życiu człowieka.

Profesor Julian Aleksandrowicz

Profesor Julian Aleksandrowicz (1908-1988) popularyzator zasady ekologicznej diagnostyki, profilaktyki i leczenia chorób cywilizacyjnych.

1. WŁAŚCIWOŚCI MAGNEZU

1.1 Właściwości fizykochemiczne

Magnez, pierwiastek o liczbie atomowej 12, przedstawia strukturę o zamkniętej powłoce K, na której znajdują się dwa elektrony i drugiej powłocy L z ośmioma elektronami oraz zewnętrznej, walencyjnej powłocy M z dwoma elektronami. Aktywność chemiczna magnezu wynika z jego położenia w układzie okresowym pierwiastków i liczby elektronów walencyjnych. Magnez naturalny zawiera trzy izotopy stałe 79% ^{24}Mg , 10% ^{25}Mg , 11% ^{26}Mg . ^{27}Mg i ^{28}Mg są izotopami radioaktywnymi o okresie rozpadu połowicznego odpowiednio: 9,5 min i 21,3 h. Magnez należy do II grupy 3 okresu w układzie okresowym pierwiastków, zawierającej jeszcze dwa inne pierwiastki fizjologiczne: wapń i cynk

1. 2 Rozpowszechnienie w przyrodzie

Ogromna rola magnezu w życiu odpowiada jego miejscu w przyrodzie. Jest on jednym z najważniejszych składników skorupy ziemskiej jako pierwiastek oraz w postaci tlenku magnezu.

Pierwiastek	Stężenie (części na milion)	Związek	Stężenie (części na milion)
Tlen	464 000	Dwutlenek krzemu SiO_2	428 600
Krzem	282 000	Tlenek magnezu MgO	350 700
Glin	83 200	Tlenek żelaza(II) FeO	89 700
Żelazo	56 300	Tlenek glinu Al_2O_3	69 900
Wapń	41 500	Tlenek wapnia CaO	43 700
Sód	23 600	Tlenek sodu NaO	4 500
Magnez	23 300	Tlenek żelaza(III) Fe_2O_3	3 600
Potas	20 900	Dwutlenek tytanu TiO	3 300
Tytan	5 700	Tlenek chromu(III) Cr_2O_3	1 800
Wodór	1 400	Tlenek manganu MnO	1 400

Jest też ważnym składnikiem organizmów żywych.

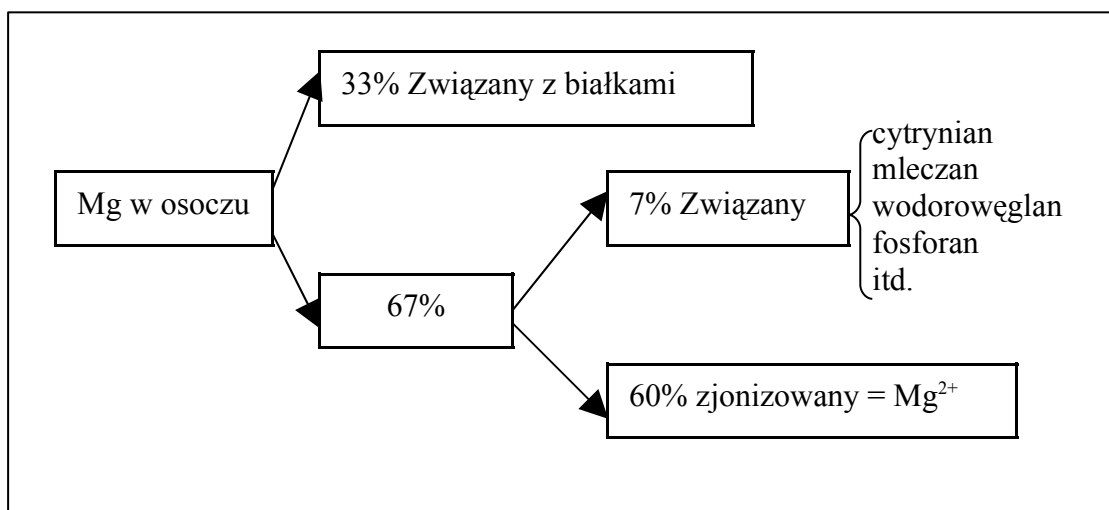
Miejsce występowania	Zawartość	Jednostka miary
Skorupa ziemska	23 300	ppm
Woda morska	1 200	ppm
Woda rzeczna	2-60	mg/l
Rośliny morskie	0,3-1,0	%
Rośliny lądowe	0,1-0,3	%
Zwierzęta-tkanki miękkie	0,2-0,6	%
Zwierzęta-tkanki twarde	0,07-7,6	%

Zawartość magnezu w tkankach	Ilość	Jednostka miary
Całkowita w organizmie	20-35	g
Kości	700-1 800	ppm
Mięśnie	900	ppm
Krew	37,8	mg/ml
Włosy	40-120	ppm

1.3 Rozmieszczenie magnezu organizmie

W organizmie człowieka o wadze 70kg występuje około 24g magnezu (wartość ta waha się od 20g do 35g w zależności od źródła). Około 60% tej puli przypada na kości, 29% znajduje się w mięśniach, 10% w innych tkankach miękkich, a zaledwie 1% występuje w płynach międzykomórkowych. W organizmach ludzi starszych (po 60-tym roku życia) ilość magnezu ulega zmniejszeniu do 60-80% w stosunku do zawartości w tkankach dzieci.

Najwyższe zawartości magnezu zawierają tkanki o największym nasileniu procesów metabolicznych, takie jak mózg, mięśnie (ok. 9,5mmol/kg), serce (ok. 16,5mmol/kg), wątroba i tkanka nowotworowa (ok. 8mmol/kg). Eryocyty zawierają 3 razy więcej magnezu, (2,4-2,9mmol/l) niż osocze (0,8-1,6mmol/l).



Większość efektów fizjologicznych magnezu pozakomórkowego zależy od frakcji zjonizowanej.

Zawartość magnezu jak i innych biopierwiastków w osoczu jest prawie stała, ze względu na duże właściwości homeostatyczne krwi. Oznaczanie, więc magnezu w tym materiale, choć rozpowszechnione w praktyce klinicznej, ma małą wartość diagnostyczną. Także i z tego względu, że, w ograniczonym zakresie informuje o jego zawartości w innych tkankach.

Niemal cała pula magnezu jest zlokalizowana we wnętrzu komórki. Wymiana jonów między osoczem a cytoplazmą dotyczy tylko niezwiązanych jonów Mg^{2+} . Mechanizm przenikania magnezu przez błonę komórkową świadczy o obecności w błonie przenośnika białkowego. Komórki oziębione tracą ok.10% magnezu, a po ogrzaniu do 38°C znów go gromadzą, co pośrednio wskazuje na udział energii w przemieszczaniu magnezu. Prawdopodobnie działająca błona komórkowa chroni komórkę przed utratą tego ważnego jonu, jakim jest magnez. Duże zmiany stężenia magnezu w płynie międzykomórkowym (25 do 0,25mmol/l)

nie pociągają za sobą tak drastycznych zmian wewnątrz erytrocytów. Zmiany stężeń wewnątrz komórki wahają się w obszarze 10%.

W warunkach prawidłowych istnieje równowaga między wolnymi jonami i jonami związanymi w kompleksy. Można mówić o tzw. „buforze magnezowym”, który ma za zadanie chronić komórkę przed gwałtownymi zmianami stężenia jonu magnezowego. Dzięki temu jest ono utrzymywane na stałym poziomie i jest uważane za jeden z głównych mechanizmów utrzymywania wewnątrzkomórkowej homeostazy. Transport po osiągnięciu pewnej granicznej wartości ustaje i dalsze zmiany stężenia na zewnątrz komórki nie mają już większego wpływu na jego stężenie wewnątrzkomórkowe.

2. ROLA MAGNEZU W ORGANIZMIE

2.1 Rola magnezu w procesach biochemicznych komórki

Do najważniejszych funkcji magnezu należy jego wpływ na wytwarzanie i aktywność licznych enzymów. Magnez aktywizuje ponad 300 enzymów, dla których jon wapnia jest zwykle inhibitorem. Szczególnie ważną rolę odgrywa jon magnezowy w aktywacji enzymów związanych z tworzeniem energii w komórce. Energia niezbędna do funkcjonowania napędu komórkowego musi być czerpana z rezerwy potencjalnej energii chemicznej, jaką są wiązania bogatoenergetyczne głównie ATP. Reakcje tworzenia, a później wykorzystywania wiązań bogatoenergetycznych są podstawą wszelkich czynności komórkowych. Reakcje te wymagają optymalnego stężenia jonu magnezowego. Najwięcej magnezu potrzebują komórki narządów najintensywniej pracujących: mózgu, serca, mięśni. Niedobór magnezu będzie wywoływał największe zaburzenia w pracy tych właśnie organów.

Magnez wywiera wpływ na stan czynnościowy błon komórkowych.

Jedną z ważniejszych właściwości magnezu jest jego rola jako stabilizatora błon komórkowych. Magnez wiąże się w związki kompleksowe z fosfolipidami, co zmniejsza płynność błon komórkowych i ich przepuszczalność. W ten sposób w niedoborze magnezu zwiększa się przepuszczalność błon plazmatycznych.

Stabilizująca rola magnezu nie ogranicza się tylko do błony komórkowej: Mg^{2+} jest niezbędny dla integralności anatomicznej i czynnościowej różnych organelli komórkowych. Magnez utrzymuje stan mitochondrialny silnie sprzężony, tj. taki, w którym fosforylacja i utlenianie przebiegają z dużą wydajnością. W razie niedoboru magnezu następuje nadprzepuszczalność wewnętrznej błony mitochondrialnej. Powoduje to pęcznienie mitochondriów i rozprężenie zachodzących reakcji. Oddychanie komórkowe ulega przyspieszeniu, podczas gdy reakcja fosforylacji zwalnia. Produkcja ATP (reakcja fosforylacji) zwalnia ponieważ niedobór magnezu zaburza transport protonów i elektronów powstających w łańcuchu oddechowym niezbędnych do reakcji fosforylacji. Reakcje tę można skrótowo przedstawić: $ADP+P=ATP$. Gromadzenie się protonów w miejscu powstawania prowadzi do tworzenia się bardzo szkodliwych aktywnych grup chemicznych. Efektem może być całkowite zahamowanie wytwarzania energii.

Magnez jest także niezbędny do wykorzystywania przez komórki powstałych wiązań bogatoenergetycznych. Aktywizuje wszystkie enzymy odpowiedzialne za reakcję przeniesienia grupy fosforylowej.

Reakcje tworzenia, a później wykorzystania wiązań bogatoenergetycznych są podstawą wszelkich reakcji syntezy i wszystkich innych czynności komórkowych. Wymagają one obecności jonu magnezowego. Już to samo wystarczy, aby ukazać ogromne znaczenie biologiczne magnezu.

Rybosomy także wymagają jonów magnezu dla utrzymania stabilności fizycznej. Prawie wyłączną funkcją rybosomów jest produkcja białek. Tworzenie łańcuchów peptydowych jest możliwe tylko w obecności Mg^{2+} . Jon ten jest też niezbędny do stabilizacji struktury białka.

Ponad połowa magnezu zawartego w jądrze komórki jest ściśle związana z kwasami nukleinowymi. Cząsteczki DNA w obecności jonów Mg^{2+} przyjmują bardziej upakowany charakter kłęбка. Magnez tworząc mostki magnezowe spaja oddalone odcinki DNA. Jest również niezbędny w procesie replikacji DNA. Stabilizuje kształt cząsteczek RNA. Warunkuje także równoległe powstawanie T-RNA

Magnez jest składnikiem niezbędnym dla zasadniczych funkcji biochemicznych oraz jako czynnik ochraniający komórkę.

2.2 Właściwości fizjologiczne magnezu

Układ nerwowy

Magnez jest jodem o działaniu uspokajającym. Zmniejsza pobudliwość komórek nerwowych. Poraża zwoje nerwowe układu autonomicznego zwiększając ich działanie hamujące i osłabiając ich działanie pobudzające. Jony magnezu rywalizują z jonami wapnia w zakończeniach nerwowych, przez co zapobiegają nadmiernemu pobudzeniu.

Układ sercowo naczyniowy

Magnez zachowuje się wobec mięśnia sercowego w sposób antagonistyczny do wapnia. Zmniejsza przewodnictwo i pobudliwość. Wywiera wpływ ochronny na serce, przeciwdziałając niedotlenieniu i niedokrwieniu.

Magnez chroni ściany naczyń, przeciwstawiając się nadmiarowi wapnia oraz wywierając bezpośrednie działanie przeciwskurczowe.

Magnez odgrywa rolę fizjologicznego czynnika przeciwzakrzepowego, związanego ze stabilizującym działaniem trombocytów. Zwiększając stabilizację błony płytek krwi zmniejsza skłonność do ich wzajemnego zlepiania się. Zmniejsza to skłonność do powstawania zakrzepów przyściennych. Zlepianie się uszkodzonych płytek krwi prowadzi do uwolnienia z nich substancji powodujących nagłe obkurczanie naczyń. Magnez odgrywa, więc bardzo ważną rolę w profilaktyce zakrzepów.

Magnez wpływa na leukocyty usprawniając fagocytozę i wytwarzanie limfocytów. Zmniejsza też reakcje zapalne.

Układ kostny

Magnez jest niezbędny dla rozwoju kości i ich mineralizacji. Aktywizuje kostnienie pobudzając czynność osteoblastów. Aktywuje wiele enzymów z grupy fosfataz, które uczestniczą w procesie tworzenia kości. Nieorganiczne związki magnezu wchodzące w skład kości zwiększają ich odporność na złamania. Rola magnezu w profilaktyce osteoporozy jest równie ważna jak wapnia. Oprócz mineralizacji magnez zapewnia właściwy rozwój kości. Przyspiesza przebudowę kości. Niedobór magnezu wywołuje starzenie się kości. Zwiększenie zawartości magnezu w kościach o 1% powoduje dwukrotny wzrost gęstości kości.

Nerki

Magnez odgrywa pewną rolę w fizjologii nerek. Ma on te same obszary resorpcji, co wapń. Będzie, więc działał w stosunku do niego konkurencyjnie. Jest niezbędny dla zachowania fosforu i potasu, aminokwasów oraz wydzielania kwasów przez nerki.

Przewód pokarmowy

Magnez uczestniczy w syntezie enzymów i soków trawiennych. Pobudza czynności wątroby. Decyduje o sprawności transportu substancji przez śródbłonek jelit do krwi. W procesie tym konkurencyjnie do magnezu działają jony metali ciężkich takie jak ołów, kadm, aluminium. W przypadku znacznej ilości tych pierwiastków toksycznych w pokarmie podawanie magnezu może być nieskuteczne.

Układ oddechowy

Magnez oddziałuje na zmiany biochemiczne zachodzące na powierzchni oddechowej płuc.

Układ rozrodczy

Magnez wywiera wpływ na rozmnażanie. Jon zawarty w gametach współdecyduje o przekazywaniu danych genetycznych. Zwiększa żywotność i ruchliwość plemników. Zapewnia lepsze warunki zapłodnienia i wpływa korzystnie na rozwój płodu.

Intensywnie rozmnażające się komórki wymagają białka, znacznych ilości energii, enzymów oraz sprawnej syntezy kwasów nukleinowych. We wszystkich tych procesach magnez jest podstawowym pierwiastkiem aktywizującym i regulującym.

Narządy zmysłu

Magnez uczestniczy w aktywnych mechanizmach błonowych, zapobiegając nadmiernemu uwodnieniu soczewki i jej zmętnieniu. Bierze udział w fizjologii siatkówki.

Uczestniczy w czynnościach węchu i słuchu.

Układ immunologiczny

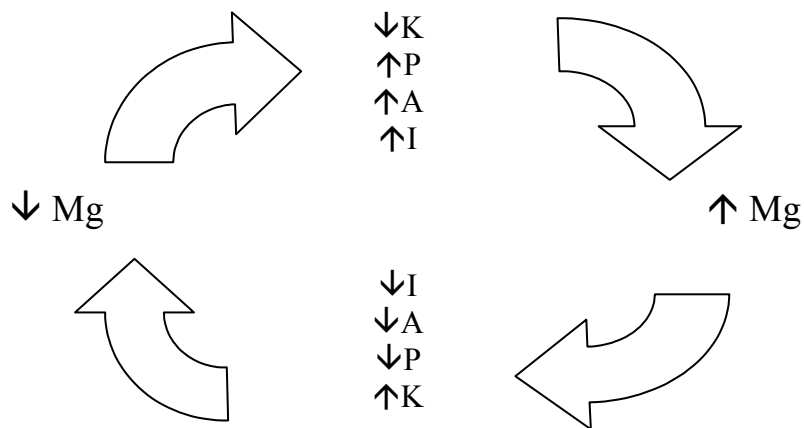
Magnez zwiększa sprawność sił obronnych ustroju poprzez przyspieszenie dojrzewania limfocytów. Zwiększając sprawność sił obronnych ustroju, związki magnezu będą wspomagać leczenie infekcji, skracając czas choroby i przyspieszając zdrowienie.

Układ wydzielania wewnętrznego

Magnez wchodzi w liczne reakcje z hormonami. Może być niezbędny do ich syntezy, składowania lub uwalniania.

Z gospodarką magnezową ścisły związek mają: adrenalina (wytwarzana w rdzeniu nadnerczy), parathormon (wytwarzany w gruczołach przytarczycznych), kalcytonina (hormon gruczołu tarczowego) i insulina (produkowana przez komórki trzustki).

Hormonalną kontrolę zawartości magnezu we krwi można ująć w następujący schemat:



I - insulina
A - adrenalina
P - parathormon
K - kalcytonina
Mg - magnez

Hipomagnezemia doprowadza do korygującego zwiększenia wydzielania adrenaliny i insuliny oraz parathormonu spowoduje natomiast spadek wydzielania kalcytoniny. Odwrotnie, hipermagnezemia doprowadza do zmniejszenia wydzielania adrenaliny i insuliny oraz parathormonu zwiększy się też wydzielanie kalcytoniny. Zmiana poziomu tych hormonów we krwi pociąga za sobą zmianę stężenia jonów innych pierwiastków. Dotyczy to głównie wapnia i potasu.

Adrenalina i insulina sterują wymianami magnezu pomiędzy osoczem a tkankami miękkimi. Parathormon i kalcytonina między obszarem poza komórkowym a tkankami twardymi.

Zmiany stężenia magnezu we krwi podlegają sprzężeniu zwrotnemu z poziomem wielu hormonów i jonów. Przez co pierwiastek ten wywiera także duży pośredni wpływ na funkcjonowanie organizmu.

Magnez, obecny w większości tkanek, uczestniczy w prawie wszystkich czynnościach organizmu.

3. PRZEMIANY MAGNEZU

3.1 Wchłanianie

Wchłanianie magnezu następuje u człowieka zasadniczo w jelitach, bardziej w cienkim niż w grubym. Jest to suma dwóch mechanizmów: jeden to proces dyfuzji biernej, drugi to dyfuzja ułatwiona. Dyfuzja ułatwiona jest to proces dwustopniowy, po dyfuzji biernej ze światła jelit do komórek nabłonkowych następuje przejście magnezu do krwi za pomocą mechanizmu zależnego od dostarczenia energii metabolicznej. Ten drugi proces jest zależny od stężenia jonu magnezowego.

Wchłanianie magnezu następuje równoległe do wchłaniania wody. Dokonuje się ono lepiej, gdy, czas trwania tego procesu jest dłuższy. Zależy od natury fizykochemicznej magnezu (a mianowicie od stopnia jego jonizacji), od równowagi pomiędzy różnymi składowymi diety oraz od równowagi różnych wydzielin hormonalnych. Wchłanianiu magnezu sprzyjają: środowisko zakwaszone, dieta bogata w białka zwierzęce, tłuszcze nienasycone, witamina B₆, sód, laktoza, witamina D, wydzielanie: insuliny, parathormonu.

Wchłanianie magnezu hamują: zasadowość środowiska, białka roślinne, tłuszcze nasycone, kwasy tłuszczowe tworzące z magnezem nierozpuszczalne połączenie, włókna pokarmowe, kwas fitynowy zawarty w zbożach, kwas szczawiowy występujący w wielu roślinach (rabarbar, szpinak, szczaw), nadmiar wapnia (a więc jednocześnie przyjmowanie produktów mlecznych) oraz alkohol. Nierozpuszczalne połączenia z magnezem tworzą również fluorki i fosforany. Dlatego wypijanie dużych ilości napojów buforowanych kwasem fosforowym (wszystkie napoje typu Coca-cola) szczególnie przez dzieci powoduje ograniczenie wchłaniania magnezu i wapnia.

Do czynników ograniczających wchłanianie magnezu z pożywienia należą antybiotyki z grupy tetracyklin.

Magnez jest jonem na ogół źle przyswajalnym. Średnio tylko 30% podaży jest przyswajalne, (z czego 10% drogą dyfuzji biernej). Wchłanianie magnezu u człowieka waha się od 75,8% dla diet zawierających bardzo mało magnezu (23mg dziennie) do 23% dla dużej dawki (564mg dziennie). Wchłanianie jelitowe, poprzez swoją składową w postaci ułatwionej dyfuzji, będąc funkcją nasycenia, bezpośrednio odpowiada za jej przystosowanie do zmian podaży. Oddziałują też pośrednie mechanizmy wchłaniania jelitowego po to, by przeciwstawić się niedoborowi magnezu nie związanemu z niedostatkami podaży. Zwiększenie wchłaniania magnezu obserwuje się w przypadku jego niedoboru spowodowanego nadmiernym wydalaniem z moczem, wywołanym przez furosemid. Jednym z czynników takiej regulacji jest zwolnienie przepływu jelitowego. Ustalono, więc, że homeostaza magnezu we krwi zależy bezpośrednio od prawidłowej czynności nerek, a ponadto od jakości jelitowego wchłaniania. Oba te procesy nie wystarczają jednak do wytłumaczenia stabilności stężenia magnezu we krwi. Muszą tu oddziaływać mechanizmy sprzężenia zwrotnego, regulujące na odległość rozmieszczenie jonów. Ma tu, więc duże znaczenie hormonalne sprzężenie zwrotne regulujące poziom magnezu we krwi. Opisany już poprzednio układ adrenalina-insulina, parathormon-kalcytonina.

3.2 Magazynowanie

W przeważającej części magnez jest pierwiastkiem wewnątrzkomórkowym. Ponad połowa magnezu znajduje się w kościach, jedna czwarta w mięśniach, jedna czwarta rozmieszczona jest w całym organizmie, przeważnie w układzie nerwowym i w narządach o dużej aktywności metabolicznej, jak wątroba, przewód pokarmowy, nerki, gruczoły wydzielania wewnętrzznego. Magnez zapasowy znajduje się prawdopodobnie przede

wszystkim w kościach. Bardzo trudno jest zmniejszyć stężenie magnezu w częściach miękkich w przebiegu jego niedoboru.

Obecnie dysponujemy niewielką wiedzą o mechanizmach transportu magnezu w komórce i zachowaniu zwiększonego gradientu pomiędzy magnezem wewnątrz- i zewnątrzkomórkowym. Przechwytywanie magnezu przez komórkę przypuszczalnie zależy od ułatwionej dyfuzji, a jego odpływ z komórki od aktywności transportu i procesów energetycznych. Witaminy B₆ i D, insulina są zdolne do zwiększania zawartości magnezu w komórkach. Przeciwnie adrenalina zmniejsza stężenie magnezu w komórkach.

Wyjątkowa stabilność zawartości magnezu we krwi wynika z bezpośredniego oddziaływania narządów kierujących przemianą magnezu: nerek i jelit, a także regulacji hormonalnej.

3.3 Wydalanie

Główną drogą wydalania magnezu są nerki. Wydalanie jelitowe i z potem ma zwykle znaczenie dodatkowe pod względem ilościowym. Magnez, który daje się rozproszyć (w postaci jonów lub związków), zawarty w osoczu (68%) jest przesączany przez kłębuszki, potem reabsorbowany w 96,5% najbardziej w gałęzi wstępującej nefronu. Dodatkowo wchłanianie może odbywać się w gałęzi zstępującej pętli nefronu.

Zawartość magnezu w moczu zwiększają: wszystkie czynniki wyzwalające nadmiar wapnia we krwi (Ca, witamina D, laktoza), białka, cukry metabolizowane w nerkach (np. glukoza), alkohol, czynniki zakwaszające.

Zawartość magnezu w moczu redukują: fosfor (w dawkach umiarkowanych), kalcytonina, parathormon, glukagon, insulina i witamina D (w dawkach nie zwiększających zawartości wapnia we krwi).

Wydalanie nerkowe jest głównym mechanizmem regulującym zawartość magnezu we krwi. Zwiększa się ono w przypadku nadmiaru magnezu i zmniejsza się wraz z jego niedoborem. Ponieważ reabsorpcja magnezu oddziałuje na stężenia bliskie nasycenia fizjologicznego magnezu we krwi, pewne jest, że: każdy jego nadmiar we krwi wywołuje automatycznie wyrównującą hipermagnezurię. Znaczenie tej kontroli jest niepodważalne: jest ona wystarczającą regulacją bierną, zapobiegającą nadmiarowi magnezu we krwi. Ten bierny mechanizm nie może całkowicie tłumaczyć redukcji magnezu w moczu w razie jego niedoboru. Najprawdopodobniej mamy tu do czynienia ze zjawiskiem czynnym o złożonym systemie regulacji.

4. SPOSOBY BADANIA MAGNEZU

4.1 Metody badań pozakomórkowych magnezu

Powszechnie stosowane są dwie metody badań pozakomórkowych magnezu: badanie stężenia magnezu w osoczu lub surowicy i w moczu.

Zawartość magnezu w osoczu lub surowicy

Główną zaletą tego badania jest prosty sposób pobierania. Nie można jednak przeceniać jego roli. Chodzi tu o badanie tylko jednej części obszaru pozakomórkowego, reprezentującej mniej niż 1% puli magnezu. Zawartość magnezu we krwi jest zadziwiająco stabilna, co pozwala określić nawet małe jej wahania. Badanie magnezu we krwi ułatwia raczej ujawnienie zaburzeń magnezu wtedy, gdy dotyczy ono populacji patologicznej, niż jednego przypadku. Niemożliwe jest wykazanie istnienia niedoboru lub nadmiaru magnezu tylko na podstawie tego badania.

Stężenie magnezu określa się metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej i wynosi ono około 0,9mmol/l.

Zawartość magnezu w moczu

W odróżnieniu od zawartości w krwi stężenie w moczu jest bardzo zmienne i zależy od wielu czynników, jak: zawartość magnezu w pokarmie, dieta, równowaga neurohormonalna, wysiłek, zażywane leki. Stężenie to kształtuje się średnio w granicach 4mmol/dobę.

W przypadku prawidłowej wydolności nerek wyraźny niedobór magnezu w moczu świadczy o homeostatycznej odpowiedzi nerek na niedobór magnezu. Duże jego stężenie tłumaczy mechanizm odpływu jonu. W praktyce powinno się zwracać uwagę na magnezurię mniejszą niż 2mmol/dobę i większą niż 6mmol/dobę.

Inne badania pozakomórkowe

Pomiary stężenia magnezu w innych płynach ustrojowych (płynie mózgowo-rdzeniowym, pocie, wydzielinach trawiennych, płynach biologicznych) mają znikome znaczenie diagnostyczne. Przeprowadzane są głównie dla celów poznawczych.

4.2 Badania wewnątrzkomórkowe magnezu

Badania wewnątrzkomórkowe magnezu przeprowadza się na składnikach upostaciowionych krwi bądź na tkance zrogowaciałej.

Zawartość magnezu w erytrocytach

W praktyce klinicznej badania zawartości magnezu w erytrocytach i w osoczu są dwoma podstawowymi wskaźnikami magnezu. Badania te uzupełniają się, ponieważ jedno jest badaniem pozakomórkowym, drugie- wewnątrzkomórkowym. Nie ma zwykle wymiany między magnezem w erytrocytach a magnezem w osoczu. Niestety zawartość magnezu w erytrocytach zależy od wieku komórki, a ich szybkie odnawianie łączy się ze zwiększeniem stężenia magnezu bez związku z jego nadmiarem.

Prawidłowa zawartość magnezu w erytrocytach: $2,30 + 0,24$ mmol/l.

Badania magnezu w innych składnikach upostaciowionych krwi

Złożona technika izolowania i badania limfocytów, leukocytów czy trombocytów powoduje, że nie są to badania rutynowe, a przeprowadzane są głównie w laboratoriach doświadczalnych.

Zawartość magnezu w tkankach zrogowaciałych

Magnez z włosów, owłosienia i paznokci jest łatwy do pobrania, wystania, konserwowania, co powoduje szczególne nim zainteresowanie.

Włosy są wytworem mieszków włosowych. Okolice mieszków włosowych są nie tylko silnie ukrwione przez dwa sploty naczyń, ale także posiadają bogate unerwienie. Swoje zakończenia nerwowe mają w tym miejscu włókna układu autonomicznego. W skórze znajdują się także gruczoły potowe. Skóra jest ponadto ważnym łącznikiem z układem odpornościowym poprzez limfę i komórki odpornościowe. Wszystkie te elementy wpływają na metabolizm komórek mieszków włosowych i tym samym przemiany pierwiastków w skórze. I odwrotnie, zawartość pierwiastków i ich wzajemne proporcje oddziałują na metabolizm w skórze i tkance podskórnej. Uwzględniając bezpośrednie oddziaływanie krwi, limfy, układu nerwowego, profil pierwiastków pozwala wnioskować o określonych zaburzeniach metabolizmu w organizmie.

Badanie jest nieinwazyjne. Metoda pobierania próbek jest prosta. Wycina się próbkę włosów o długości 3cm od skóry głowy.

Badanie nie musi być powtarzane zbyt często, ponieważ uzupełnienie niedoboru pierwiastków następuje powoli, wciągu miesięcy a nawet lat.

Analiza składu pierwiastków pozwala na uzyskanie wielu danych, które są związane ze stanem zdrowotnym organizmu człowieka. Ocena tych wyników służy opracowaniu indywidualnego programu profilaktycznego i leczenia mikroelementami, a także indywidualnych zaleceń w zakresie diety.

Na podstawie analizy pierwiastków nie rozpoznaje się konkretnych chorób, lecz wnioskuje o trendach procesów biochemicznych zachodzących w tkankach. Badanie to pozwala na wgląd w procesy biochemiczne na wiele lat wcześniej zanim ujawnią się określone objawy chorobowe.

Oprócz stężenia pierwiastków ważne są ich wzajemne proporcje. Dla optymalnej aktywacji układów enzymatycznych niezbędne są właściwe proporcje między biopierwiastkami wpływającymi na dane układy. Stwierdzenie niewłaściwych proporcji między biopierwiastkami pozwala na odpowiednie prowadzenie suplementacji.

Dla zdolności regulacyjnych organizmu istotne są także proporcje biopierwiastków do pierwiastków toksycznych. Analiza zawartości pierwiastków pozwala stwierdzić zwiększone narażenie organizmu na metale toksyczne (kadm, ołów, rtęć, aluminium), które dostają się do organizmu z pożywieniem i gromadzą się w tkankach, w tym także we włosach. Szkodliwy wpływ pierwiastków toksycznych ujawnia się dopiero po kilkunastu latach, ponieważ ich niekorzystne działanie jest przez długi okres kompensowane, m.in. przez magnez. Przy prawidłowej zawartości mikroelementów niezbędnych do życia obecność pewnej ilości pierwiastków toksycznych jest mniej szkodliwa niż w sytuacji niedoboru biopierwiastków.

Analiza składu pierwiastków we włosach pozwala też stwierdzić nadmiar biopierwiastków. Skutki ich nadmiaru mogą być poważniejsze niż niedoboru.

5. PIERWOTNE NIEDOBORY MAGNEZU

Niedobory magnezu można podzielić w zależności od ich przyczyny na pierwotne i wtórne.

Pierwotne niedobory spowodowane są niedostateczną podażą magnezu w diecie.

Postacie pierwotnego niedoboru magnezu:

1. nadmierna pobudliwość nerwowo-mięśniowa
2. inne postacie:
 - a. sercowo-naczyniowe
 - b. humoralno-hormonalne
 - c. alergiczne
 - d. kostno-stawowe
 - e. ginekologiczne
 - f. postacie z niedokrwistością
 - g. postacie trawienne
 - h. postacie zakaźne
 - i. nowotworowe

5.1 Postacie nerwowo-mięśniowe

Nerwowo-mięśniowe postacie pierwotnych niedoborów magnezu są najczęściej rozpoznawane i najlepiej poznane spośród pierwotnych niedoborów magnezu u człowieka.

Objawy niedoboru magnezu w postaciach nerwowo-mięśniowych są mało swoiste i obejmują:

Objawy ośrodkowe:

- nadpobudliwość nerwowa: głównie nadpobudliwość lękowa, do której może dołączyć tendencja depresyjna, histeryczna, hipochondryczna
- parestezje gardłowe: odczucie gulki histerycznej, zwężenie i suchość
- objawy krtaniowe: głos męczący się
- duszność bez uchwytniej przyczyny
- ucisk w klatce piersiowej
- trudności oddechowe
- dreszcze
- wrażenie uderzeń krwi
- silne i uporczywe bóle głowy szczególnie okolicy karku
- zawroty głowy
- omdlenia
- zaburzenia snu: sen jest powierzchowny, krótkotrwały, przerywany częstymi przebudzeniami, chory śpi źle, rzadko miewa marzenia senne, budzi się zmęczony
- astenia poranna (jej częściową przyczyną może być bezsenność)
- drgawki (niedobór magnezu obniża próg drgawkowy)

Objawy obwodowe:

- parestezje
- mrowienie
- kłucia
- drżenia mięśni
- kurcze

- bóle kręgosłupa
- skurcze
- nadmierne męczenie się przy wysiłku mięśniowym

Zaburzenia czynnościowe:

- sercowe: niedomykalność lub wypadnięcie zastawki dwudzielnej, przedwczesne skurcze serca, kołatanie serca, bóle w okolicy sercowej.
- naczyniowe: bladość, uderzenia naczynio-ruchowe, pocenie się, omdlenia kończyn
- wątrobowo-żółciowe: atonia pęcherzyka żółciowego, dyskineza żółciowa
- żołądkowo-jelitowe: kurcze nadbrzusza, bębniaca żołądka
- płucne: duszność astmopodobna
- oczne: zaburzenia widzenia, zmętnienie soczewki, niedobór magnezu powoduje zahamowanie produkcji warstwy mucynowej dającej poślizg na powierzchni rogówki.

Zaburzenia troficzne:

- łamliwość i bielactwo paznokci
- kruchość włosów
- dystrofia szkliwa zębów, łamliwość zębów.

5.2 Postacie sercowo-naczyniowe.

Samoistne wypadnięcie zastawki dwudzielnej

Najbardziej rozpowszechnionym objawem kardiologicznym pierwotnego niedoboru magnezu jest samoistne wypadnięcie zastawki dwudzielnej. Schorzenie to występuje u 5% populacji. Bardzo często towarzyszy też ono postaciom nerwowo-mięśniowym niedoboru magnezu. U 15% chorych z pierwotnym niedoborem magnezu w postaci nerwowo-mięśniowej następuje wypadnięcie zastawki dwudzielnej (z wyraźną przewagą w populacji kobiet).

Postać żylna-zakrzepowa

Magnez jest naturalnym czynnikiem przeciwzakrzepowym, stabilizującym trombocyty. Większa stabilizacja błony płytek krwi zmniejsza skłonność do ich wzajemnego zlepiania się. Niedobór magnezu doprowadza do nadmiernego gromadzenia się płytek krwi i ich zlepiania przy ścianach naczyń. Prowadzi to do powstawania zakrzepów przyściennych.

Obecnie, w celu zapobieżenia powstawania zakrzepów, powszechnie stosuje się kwas acetylosalicylowy w dawce 100mg/kg masy ciała. Działanie magnezu jest bardziej fizjologiczne i pozbawione skutków ubocznych, a efekt działania jest podobny.

Pierwotny niedobór magnezu jako czynnik ryzyka sercowo-naczyniowego

Badania epidemiologiczne i doświadczalne pozwalają określić niedobór magnezu jako jeden z czynników predysponujących do zaburzeń sercowo-naczyniowych.

Badania epidemiologiczne ustaliły odwrotną korelację pomiędzy podażą magnezu w diecie (w tym także w wodzie pitnej), a umieralnością na choroby sercowo-naczyniowe (zarówno u dorosłych jak i u dzieci).

Niedobór magnezu może doprowadzić do uszkodzeń mięśnia sercowego i zaburzeń naczyniowych, może oddziaływać na przemiany potasu, sodu i wapnia, na czynność płytek i erytrocytów, może zwiększać szkodliwe oddziaływanie produktów skażenia na serce i naczynia, sprzyjając w rozmaity sposób rozwojowi miażdżycy, skurczów i niedokrwienia mięśnia sercowego.

5.3 Postacie humoralno-hormonalne

Pierwotny niedobór magnezu może objawiać się w różnych postaciach humoralno-hormonalnych, nadających się do leczenia magnezem; w postaciach hipokalcemicznych, hipokaliemicznych, hipoglikemicznych. Postacie te są odporne na ich zwykłe leczenie, natomiast podawanie magnezu wywołuje swoistą odpowiedź terapeutyczną.

Postacie niedoboru wapnia we krwi

W 25% niedoboru wapnia we krwi obserwuje się również niedobór magnezu. Hipokalcemia występuje na tle niedoczynności gruczołów przytarczycznych lub niedoboru witaminy D. W niedoczynności gruczołów przytarczycznych na tle niedoboru magnezu następuje zmniejszenie stężenia parathormonu, co związane jest z magnezozależnością cykazy adenylowej gruczołów przytarczycznych.

W przypadkach krzywicy na tle niedoboru magnezu, opornych na leczenie witaminą D, zmniejszona odpowiedź organizmu na tą witaminę wynika ze zmniejszenia magnezozależnych czynników pobudzających kalcyferol. We wszystkich takich przypadkach niedobór wapnia we krwi na tle niedoczynności gruczołów przytarczycznych lub niedoboru witaminy D nie odpowiada ani na wywoływany nadmiar wapnia, ani na podawanie witaminy D. Odpowiada jednak na zwiększoną podaż magnezu.

Postacie niedoboru potasu we krwi

Niedobór potasu we krwi jest jednym z objawów humoralnych obserwowanych w przypadkach niedoboru magnezu. Towarzyszy on w 15% przypadków niedoborowi magnezu we krwi. Zaburzenia wynikające z tego niedoboru, jak: dodatkowe skurcze serca, częstoskurcz komorowy, nie odpowiadają na wlewy potasu, lecz nadają się do leczenia magnezem. Związane jest to z osłabieniem mechanizmu utrzymania potasu w komórce. Na skutek niedoboru magnezu następuje nadprzepuszczalność błony komórkowej i ucieczka potasu z komórki.

Postacie niedoboru glukozy we krwi

Niedobór magnezu bardzo często warunkuje czynnościowy niedobór glukozy we krwi. Może on objawiać się dolegliwościami typu omdleniowego lub nawet drgawkowego występującymi na czczo i towarzyszącym odczuciu głodu i poceniu się.

Patofizjologia tego niedoboru łączy się z nadmiernym wytwarzaniem insuliny spowodowanym zaburzeniami homeostazy magnezowej.

5.4 Postacie alergiczne

Pierwotny niedobór magnezu może przejawiać się w postaci alergii typu I. Bez wątpienia, niedobór magnezu, prowadząc do zmniejszenia stężenia cAMP, prowadzi w efekcie do rozpadu komórek tucznych i komórek zasadochłonnych. Powoduje to uwolnienie histaminy i powstanie alergii natychmiastowej. Niedobór magnezu, poprzez wpływ na przemianę kwasów tłuszczowych, ułatwia działanie zapalne leukotrienów. Sprzyja także wytwarzaniu immunoglobuliny E, poprzez udział w syntezie limfocytów T.

Połowa pacjentów dotkniętych alergią reaginową (wywołującą astmę, nieżyt nosa, zapalenie spojówek, pokrzywki, migreny) wykazuje pierwotny niedobór magnezu. I odwrotnie, częstotliwość występowania alergii u chorych z niedoborem magnezu jest duża i wynosi 39%. Alergiczne postacie tego niedoboru istnieją bez towarzyszącej nadpobudliwości nerwowo-mięśniowej.

Analiza przypadków niezakaźnych schorzeń nosa wykazuje, że ponad połowa z nich zawiera w swym obrazie pierwotny niedobór magnezu.

Niedobór magnezu występuje często u niemowląt. Spowodowany jest niewystarczającą podażą magnezu w stosunku do zwiększonego zapotrzebowania wywołanego przez szybki wzrost. Istnieją koncepcje wiążące niewytłumaczone nagłe zgony niemowląt ze wstrząsem anafilaktycznym spowodowanym ostrą postacią niedoboru magnezu. Badania poligraficzne niemowlęcia pozwalają zaobserwować korelacje pomiędzy stężeniem magnezu a przerwami oddechowymi we śnie. Badania epidemiologiczne wykazują bezpośrednią zależność pomiędzy nagłymi niewytłumaczonymi zgonami niemowląt a miękkością wody (woda miękka a szczególnie sztucznie zmiękczana zawiera bardzo mało magnezu).

Istnieje współzależny antagonizm pomiędzy magnezem a kadmem i ołowiem w płynach owodniowych. Niedobór magnezu naraża płód na kumulację tych trucizn. Kumulacja ta jest jedną z przyczyn nagłych zgonów niemowląt.

5.5 Postacie kostno-stawowe

Postacie kostne

Doświadczalny niedobór magnezu doprowadza zwykle do różnego rodzaju uszkodzeń wywołanych osteoporozą z rozmiękczeniem kości. Dzieje się tak, jakby niedobór magnezu przyczyniał się do starzenia kości z powodu zwolnienia wymian jonowych, zmniejszenia aktywności kościotwórczej. Niedobór magnezu sprzyja też strącaniu wapniowych kryształów pirofosforanowych.

Postacie stawowe

Niedobór magnezu sprzyja zwapnieniu chrząstek. Badanie płynu torebki maziowej wykazuje, w przebiegu zwapnienia chrząstek, zmniejszenie stężenia magnezu. Zwiększenie podaży magnezu powoduje subiektywną i obiektywną poprawę

5.6 Postacie ginekologiczne

U kobiety miesiączkującej niedobór magnezu jest jedną z przyczyn zaburzeń miesiączkowania. Także zespół napięcia przedmiesiączkowego wiąże się z łańcuchem nieprawidłowych procesów biochemicznych, u podłoża którego leży niski poziom magnezu w tkankach. Nie oznacza to, że w zaburzeniach miesiączkowania nie powinny być stosowane inne leki, lecz to, że w każdym schemacie leczniczym powinny być uwzględnione związki magnezu.

U kobiety w okresie ciąży stwierdzono odpowiedzialność tego niedoboru w zaburzeniach współczulnych, zwłaszcza w kurczach mięśniowych, w bolesnych skurczach macicy w czasie poronień, w przedwczesnych porodach, wreszcie w niektórych zaburzeniach płodu.

Badania epidemiologiczne wykazały, że zwiększenie zawartości magnezu w diecie zmniejsza znacząco pojawianie się samoistnych poronień, wydłuża okres ciąży i sprzyja poprawianiu się wskaźników świadczących o lepszym rozwoju noworodka (waga, wzrost, obwód głowy). To sprzyjające dziecku działanie zostało potwierdzone podczas badań nad leczeniem przedwczesnych bólów porodowych. Podawanie beta-mimetyków pozwala często donosić ciążę do terminu, nie zapewnia jednak dostatecznego rozwoju płodu. Leczenie magnezem, podawanym doustnie w dawkach fizjologicznych, pozwala poprawić stan odżywienia płodu.

U kobiety w okresie menopauzy niedobór magnezu sprzyja zaburzeniom okresu przekwitania. Magnez działa stabilizująco na uwalnianie estrogenów i tym samym zapobiega wahaniom ich stężenia we krwi. Prowadzi to do łagodniejszego przebiegu menopauzy.

5.7 Postacie z niedokrwistością

Niedokrwistość z tendencją do hemolizy erytrocytów obserwuje się w doświadczalnym niedoborze magnezu u zwierząt niezależnie od gatunku, a także u człowieka. Wśród osób z niedoborem magnezu u 10% stwierdza się niedokrwistość.

5.8 Postacie trawienne

Doświadczalny niedobór magnezu wywołuje zahamowanie pasażu jelitowego. Samoistne zaparcia mogą wynikać z niedoboru magnezu.

5.9 Postacie zakaźne

Niedobór magnezu powoduje zmniejszoną odporność na zakażenia. Magnez oddziałuje na procesy obronne: pobudza fagocytozę, przyspiesza dojrzewanie limfocytów.

Badania wykazały, że częstotliwość występowania ostrych nieżytów nosa u dzieci jest znacząco mniejsza (w stosunku do efektów placebo), po zwiększeniu zawartości magnezu w diecie.

Badania epidemiologiczne dowodzą, że absencja chorobowa jest znacznie mniejsza wśród pracowników mających wystarczającą podaż magnezu.

5.10 Postacie nowotworowe

Badania epidemiologiczne dowodzą, że w częściach świata (np. w krajach Dalekiego Wschodu), w których populacje otrzymują w pożywieniu dostateczną ilość magnezu białaczki (podobnie jak i zawały serca) są bardzo rzadkie, natomiast częste są na terenach, gdzie struktura geologiczna i działalność człowieka warunkują niską zawartość magnezu w środowisku (w glebie, wodzie). Choroby nowotworowe u ludzi i u zwierząt są coraz częstsze wyłącznie w Europie, Ameryce Północnej i Australii na terenach o wysokiej cywilizacji technicznej, zamieszkałych przez ludzi białych.

Mechanizm powstawania nowotworów spowodowanych niedoborem magnezu stał się dziś ośrodkiem zainteresowania świata naukowego. Okazuje się, że niedobór magnezu sprzyja rozpadowi kwasów nukleinowych na nukleotydy. Obniżenie stężenia magnezu w hodowli komórkowej do 10^{-4} powoduje dysocjację rybosomu na dwie mniejsze podjednostki, które po uzupełnieniu niedoboru łączą się ponownie. Magnez jest także stabilizatorem układu chromosomalnego komórki i aktywatorem wielu enzymów, które chronią komórkę przed inwazją białaczkowych wirusów, zwłaszcza typu RNA. Liczne badania potwierdzają hipotezę o ekologicznym uwarunkowaniu chorób nowotworowych. Zostało udowodnione, że dieta uboga w magnez można wyzwolić białaczki u zwierząt doświadczalnych. Badania retrospektywne dowodzą, że w środowisku, w którym ludzie i zwierzęta chorują na białaczki (zwłaszcza limfatyczne), stwierdzono w wodzie i glebie niedobór przyswajalnego magnezu.

6. WTÓRNE NIEDOBORY MAGNEZU

Niedobór magnezu może być następstwem licznych schorzeń i czynników mających wpływ na różne stadia przemiany tego pierwiastka w organizmie człowieka.

Choroby, na które cierpi pacjent, leki, które w związku z tym przyjmuje mogą wywoływać wtórny niedobór magnezu spowodowany: zaburzeniami wchłaniania, dysregulacją przemian magnezu, wreszcie nadwyżką odpływu magnezu.

We wszystkich przypadkach wtórnego niedoboru magnezu główną czynnością terapeutyczną pozostaje swoiste leczenie choroby przyczynowej lub zastąpienie leczenia wywołującego ten niedobór innym postępowaniem leczniczym, nie zaburzającym bilansu magnezowego. Istnieją jednak przypadki, w których choroba nie dopuszcza do wydajnego leczenia lub, kiedy przepisany lek jest nie do zastąpienia. Ważne jest, więc poznanie głównego mechanizmu wtórnego niedoboru, aby przeciwstawić mu wydajne wyrównanie. Niewystarczającą podaż na przykład w braku łaknienia, uzupełniamy preparatami doustnymi. Złe wchłanianie jelitowe skłania do podawania magnezu pozajelitowo. Przy ucieczce magnezu z moczem należy podawać diuretyk oszczędzający.

Następstwa wtórnych niedoborów magnezu, niezależnie od ich charakteru, będą dotyczyły tych samych narządów, co następstwa niedoboru pierwotnego. Mogą one mieć charakter nerwowo-mięśniowy, sercowo-naczyniowy, hormonalno-humoralny, alergiczny, kostno-stawowy, ginekologiczny, trawienny, hematologiczny, nowotworowy.

Wtórne niedobory magnezu dzielimy na niedobory wskutek:

1. zmniejszonego dopływu magnezu
 - a. mała podaż magnezu
 - b. złe wchłanianie
2. zaburzeń w regulacji przemian magnezu
3. nadmiernej utraty z ustroju

6.1 Niedobory wtórne magnezu wobec zmniejszonego dopływu

Niedobory te występują na skutek małej podaży magnezu lub złego wchłaniania

Niedobory magnezu wtórne wobec małej podaży

Odżywianie pozajelitowe - bezmagnezowe lub niskomagnezowe prowadzi do zmniejszenia zawartości magnezu we krwi. Należy, więc uzupełniać podaż pozajelitową magnezem.

Leczenie głodówką - naraża otyłych na wtórny niedobór magnezu, który nie może być sprowadzony jedynie do samego niedoboru w podaży magnezu. Bilans magnezowy pozostaje ujemny nawet wtedy, gdy podaje się magnez. Wynika to z utraty zdolności zachowania magnezu. Mimo braku podaży jonu otyli wydają jeszcze 110mg dziennie, co znacznie przekracza stratę magnezu wywołaną rozpadem białek. Tylko dodanie glukozy pozwala przywrócić, przynajmniej czasowo, utrzymanie magnezu przez nerki. Niedobory magnezu przy leczeniu głodówką mają przypuszczalnie bardziej złożoną patogenezę, ponieważ ujemny bilans pochodzi nie tylko z niedoboru w podaży, lecz także wynika z glukozozależnej utraty nerkowej nie reagującej na uzupełnienie magnezu.

Niedożywienie - długotrwałe powoduje oprócz zmniejszonej podaży magnezu także niedobór białkowy. Intensywnemu anabolizmowi białkowemu towarzyszy duża retencja magnezu. U dzieci niedożywionych niedobór magnezu sięga 1/3 puli tego pierwiastka. Następuje zmniejszenie stężenia w moczu i tkance zrogowaciałej (włosy i paznokcie). Najważniejszą rolę w niedoborze wtórnym magnezu wobec niedożywienia białkowego odgrywają: wymioty i biegunka z postępującym złym wchłanianiem.

Niedobór magnezu wpływa na wzrost i masę ciała oraz na pracę serca, a więc wpływa także na śmiertelność. Wtórny niedobór magnezu w niedożywieniu bardzo często wywołuje objawy nerwowo-mięśniowe. Podawanie magnezu w zespole niedożywienia białkowego ma ważne znaczenie pomocnicze. Leczenie magnezem pozwala na szybsze odzyskanie sprawności i na długotrwałe cofnięcie się objawów.

Niedobór magnezu w zespole niedożywienia jest przykładem niedoboru magnezu przez niedostateczną podaż i złe wchłanianie, które można całkowicie wyrównać przez doustne podawanie magnezu.

Diety nie zrównoważone - wynikają zwykle z podaży leczniczej, lecz niekiedy z osobniczego wyboru pożywienia określonego typu.

Duże ilości wapnia w pożywieniu wpływają ujemnie na bilans magnezu. Dawki lecznicze witamin D, podobnie jak nadmiar laktozy (witamino-D-podobnej) mają wpływ na niedobór magnezu. Nadmiar podaży mlecznej, zwłaszcza w krajach, w których mleko wzbogacone jest w witaminę D, kumuluje różne czynniki warunkujące niedobór magnezu.

Nadmiar zasad w pożywieniu jest czynnikiem złego wchłaniania i niekiedy przyczyną ucieczki magnezu z moczem. Leczenie wrzodowców pokarmem mlecznym, połączone z długotrwałym nadmiarem zasad, kumuluje kilka szkodliwych czynników dietetycznych.

Włókna spożywcze, używane zasadniczo w leczeniu zaparć, zwiększają szybkość pasażu jelitowego i przechwytyją minerały. Zmniejsza to wchłanianie magnezu. Otręby zbożowe są bogate w magnez, ale jego biodostępność jest dyskusyjna. Chelaty mineralne z grup karboksylowych kwasu fitynowego zaburzają przyswajanie magnezu. Pokarm bogaty w błonnik: chleb z pełnego ziarna, otręby, stosowany w leczeniu zaparć i otyłości może powodować niedobory magnezu.

Diety ubogoenergetyczne - przy otyłości, cukrzycy są ubogie w magnez. Większość pokarmów bogatych w magnez jest w efekcie bogatoenergetyczna. Obecnie pożywienie w krajach rozwiniętych dostarcza około 120mg magnezu na 1000kcal (4187kJ). Dieta dostarczająca 2000kcal (8374kJ) wykazuje duży niedobór magnezu. Zalecana podaż to 6mg/kg masy ciała dziennie dla dorosłych. Czyli dla osoby dorosłej o wadze 60kg potrzeba 360mg jonu magnezowego dziennie. Diety ubogoenergetyczne są często nadmiernie białkowe, a duża podaż białek zwiększa zapotrzebowanie na magnez. Warto stosować w dietetyce wodę bogatą w magnez.

Wtórne niedobory magnezu związane ze złym wchłanianiem

Wrodzony przewlekły niedobór magnezu we krwi na tle wybiórczego złego wchłaniania. Jest to rzadka choroba wrodzona przekazywana genetycznie. Ta postać niedoboru magnezu pozwoliła zweryfikować hipotezę o swoistym powiązaniu u człowieka homeostazy magnezowej i wapniowej, a także na obserwację zależności hormonalno-humoralnych tego niedoboru.

Zmniejszenie powierzchni wchłaniania - Wchłanianie magnezu zachodzi głównie w dalszym odcinku jelita cienkiego. Wszelkie zmniejszenie powierzchni absorbującej wywołuje zmniejszenie wchłaniania spożytego magnezu. Wycięcie jelita, uszkodzenia zapalne, toksyczne, popromienne ścian jelit przyczyniają się do złego wchłaniania magnezu.

Biegunki - Każda biegunka bez względu na przyczynę zwiększa utratę magnezu przez przewód pokarmowy na skutek redukcji czasu przechodzenia pokarmu przez jelita. Biernie wchłanianie magnezu jest skorelowane z czasem pasażu. Biegunka z zawartością tłuszczów daje zwiększone straty magnezu z kałem poprzez tworzenie niewchłanialnych mydeł magnezowych.

Podrażnienia jelit - wywołane przewlekłym stosowaniem środków przeczyszczających pociągają za sobą niedobór magnezu spowodowany złym wchłanianiem.

Toksykomanie pokarmowe jako przyczyna niedoboru magnezu

Nadmierne picie herbaty i kofeinizm - Choć kawa i herbata wykazują znaczna zawartość magnezu, to ich nadmierne spożycie powoduje niedobór tego pierwiastka. Mechanizm tego niedoboru jest złożony. Przewlekłe spożywanie pochodnych ksantynowych powoduje wypłukiwanie magnezu z jednej strony poprzez działanie moczopędne z drugiej poprzez działanie lipolityczne analogiczne do obserwowanych przy dużych dawkach adrenaliny (wydzielanych np. pod wpływem silnego stresu). Pobudzające działanie kawy i herbaty jest ściśle powiązane z tkankowymi przemianami magnezu. Kofeina działa mobilizująco zarówno na układ nerwowy jak i na układ krążenia. Umożliwia szybszą regenerację organizmu (tylko pod warunkiem sprawnego układu krążenia). Jej podawanie powoduje jednak zmniejszanie rezerw magnezu w tkankach.

Współczesne warunki życia wymuszają potrzebę mobilizacji organizmu do okresowo intensywnej pracy. Filizanka kawy może być wówczas pomocna. Nie powinien to być stały rytuał, ponieważ systematyczne, codzienne picie kawy przez wiele lat narusza złożoną równowagę pierwiastków w tkankach, a głównie powoduje niedobór magnezu.

Alkoholizm - jest najczęściej obserwowaną przewlekłą toksykomanią pokarmową powodującą niedobór magnezu. Główną przyczyną niedoboru magnezu u alkoholika jest niedostateczna podaż spowodowana ubóstwem diety na korzyść napojów alkoholowych. Przy zatruciu alkoholik traci apetyt, często wymiotuje. Zaburza to wchłanianie i tak małej ilości magnezu. O ile wino i piwo mogą dostarczać pokaźnej ilości magnezu, o tyle alkohol jest podażą bezmagnezową.

Inne mechanizmy niedoboru magnezu w alkoholizmie przewlekłym mają mniejsze znaczenie. Ważne jest jednak ich rozpoznanie, ponieważ mogą być przyczyną zaostrzenia choroby.

- złe wchłanianie spowodowane: zaburzeniami trawienia, biegunkami, uszkodzeniami organicznymi żołądka jelit, trzustki.
- nadmierne wydalanie jelitowe
- nadmierne wydalanie z potem

- nadmierne wydalanie z moczem Magnezurę obserwuje się w alkoholizmie ostrym. Wstanie przewlekłym nerki szybko przestają zwiększać straty magnezu.
- sytuacje stresowe. Obserwuje się je w przebiegu powikłań nerwowych. Stres pobudzając wydzielanie adrenaliny doprowadza do lipolizy. Powoduje to niedobór magnezu związany z chelatacją tego jonu przez kwasy tłuszczowe oraz wychwytywanie przez komórki tłuszczowe.

U alkoholików mogą występować wszystkie typowe objawy niedoboru magnezu. Mogą one nakładać się i pogłębiać objawy przewlekłego alkoholizmu.

6.2 Wtórne niedobory magnezu wskutek zaburzeń regulacji przemiany magnezu

Niedobory magnezu mogą być wtórne wobec zaburzeń regulacji jego przemiany na tle różnych zmian endokrynologicznych, metabolicznych. „Wypadają” poszczególne elementy kontroli utrzymujące homeostazę magnezu w ustroju.

Ta grupa wtórnych niedoborów magnezu wynikających z dysregulacji przemian magnezu określana jest jako wypłukiwanie magnezu. W takich wypadkach trudno jest wyrównać niedobór przez zwiększenie podaży. Opanowanie tego zaburzenia wymaga identyfikacji odpowiednich zmian.

Niedobory magnezu wywołane przez stres

Stres może wywołać niedobory magnezu przez trzy typy mechanizmów neurohormonalnych:

- zmniejsza stężenie insuliny, hormonu oszczędzającego magnez.
- pobudza wydzielanie hormonów gruczołu tarczowego (kalcytoniny, tyroksyny), co zwiększa magnezurę
- powoduje nadmierne wydzielanie adrenaliny, co doprowadza do ucieczki magnezu przez nerki oraz do zwiększonej lipolizy.

Te czynniki wywołują niedobór magnezu spowodowany przez nadmierne wydalanie przez nerki oraz chelatację magnezu przez kwasy tłuszczowe uwolnione w wyniku lipolizy. Stres czyni więc niewydolnymi główne regulacje homeostazy magnezu. Niedobór magnezu jest jednym z czynników warunkujących wrażliwość na stres. Powstaje, więc błędne koło pomiędzy niedoborem magnezu a stresem. Niedobór magnezu zwiększa wrażliwość na stres, podczas gdy stres zwiększa niedobór magnezu.

Stres zwiększając niedobór magnezu, nasilając się przy tym na skutek tego niedoboru, powoduje stan wyczerpania i złej adaptacji organizmu. Sprzyja to rozwojowi wieloprzyczynowych chorób adaptacyjnych: nerwowych, sercowo-naczyniowych, spadku odporności na zakażenia.

Wtórne niedobory magnezu wywołane przez zaburzenia czynności nerwowych

Zaburzenia psychiczne i choroby nerwowo-mięśniowe tym łatwiej wywołują niedobory magnezu, im bardziej czynią chorych podatnymi na stres. Nerwice stanowią główne czynniki usposabiające do działania stresu. Bardzo często wywołują one niedobory magnezu.

Nadmiar magnezu w moczu był obserwowany podczas sytuacji stresujących (przemęczenie nerwowe, zaburzenia emocjonalne) wcześniej niż pojęcie stresu było opisane.

Niedobór magnezu we krwi obserwuje się przed rozpoczęciem leczenia częściej u chorych w psychozach jednobiegunowych niż dwubiegunowych, częściej u kobiet niż u mężczyzn, raczej u melancholików niż u maniaków.

Wtórne niedobory magnezu w zaburzeniach czynności gruczołów przytarczycznych

Paradoksalnie zarówno niedoczynność, jak i nadczynność gruczołów przytarczycznych powodują niedobory magnezu. Mechanizmy w obu przypadkach są różne. Niedobór magnezu w niedoczynności związany jest bezpośrednio z właściwościami parathormonu, natomiast w nadczynności wiąże się z hiperkalcemią.

Hormon gruczołów przytarczycznych jest hormonem oszczędzającym magnez, ponieważ zwiększa on wchłanianie jelitowe magnezu i reabsorpcję kanalikową magnezu w nerkach. Dlatego w przewlekłej niewydolności gruczołów przytarczycznych stwierdza się ujemny bilans magnezu związany przede wszystkim z mechanizmem nerkowym.

W nadczynności gruczołów przytarczycznych na skutek przewlekłej nadprodukcji parathormonu występuje hiperkalcemia powodująca utratę rezerwowego magnezu z kości i hipermagnezurię spowodowaną zaburzeniem równowagi Mg/Ca w moczu.

Wtórny niedobór magnezu w cukrzycy

Objawy niedoboru magnezu, jego charakter i nasilenie zmieniają się zależnie od postaci cukrzycy. Wywołuje ona niedobór magnezu we krwi. 14% wszystkich przypadków hipomagnezemii stanowi cukrzyca.

Następuje znaczące zmniejszenie stężenia magnezu w osoczu. Występuje też często nadmierne wydalanie magnezu z moczem. Te dwa zjawiska nie pozostają ze sobą w korelacji. Niedobór w osoczu może wystąpić bez zwiększonej ucieczki z moczem.

Niedobór magnezu w cukrzycy jest przykładem niedoboru wskutek wypłukiwania. Nie może on być zredukowany przez zwiększoną podaż w diecie. Przyczyną jego powstawania są złożone mechanizmy wpływające na wchłanianie magnezu, jego rozmieszczenie w przestrzeni między- i wewnątrzkomórkowej oraz wydalanie z moczem. Wśród tych złożonych mechanizmów największą rolę należy przypisać insulinie.

Podczas gdy u osób zdrowych insulina zachowuje się jak hormon oszczędzający magnez, jej podawanie u osób z cukrzycą nie prowadzi do zwiększenia wchłaniania jelitowego Mg^{2+} . Nie doprowadza też do zwiększenia reabsorpcji magnezu, natomiast wręcz przeciwnie zwiększa jego zawartość w moczu. Insulina egzogenna zachowuje jednak zdolność do pobudzania dopływu magnezu do tkanek miękkich kosztem magnezu z kości. U chorych leczonych insuliną spada, więc stężenie magnezu w kościach.

Wtórny niedobór magnezu w nadczynności gruczołu tarczowego

Nadczynności gruczołu tarczowego towarzyszy ujemny bilans magnezowy związany z hipermagnezurią i zmniejszeniem stężenia magnezu w osoczu.

Przyspieszenie przemiany podstawowej wywołane przez hormony gruczołu tarczowego zwiększa zapotrzebowanie na magnez. Zwiększenie magnezurii wynika zarówno z bezpośredniego działania na wydalanie nerkowe, jak i z efektów pośrednich głównie hiperkalcemii.

Leczenie nadczynności gruczołu tarczowego powoduje zmniejszenie wypłukiwania magnezu przez nerki.

Wtórne niedobory magnezu na tle zaburzeń estrogenowych

Estrogeny wywołują zaburzenia w rozmieszczeniu magnezu. Ułatwiają przechwytywanie magnezu przez cytoplazmę komórek hormonowrażliwych zmniejszając w ten sposób stężenie magnezu będącego do dyspozycji innych tkanek. Tłumaczy to niedobór magnezu obserwowany podczas stosowania estrogenów, zarówno w okresie menopauzy, jak i leczeniu nowotworu gruczołu krokowego lub osteoporozy a także podczas podawania doustnych preparatów antykoncepcyjnych.

Ta rola estrogenów jest także odpowiedzialna za znaczące zmniejszenie poziomu magnezu u kobiet miesiączkujących.

Ten niedobór magnezu ma znaczenie w powikłaniach zakrzepowo-zatorowych na tle leczenia estrogenami. Niedobór magnezu sprzyja przede wszystkim wzmożonej agregacji płytkowej.

Wtórne niedobory magnezu powstające w wyniku zaburzeń metabolicznych

Nadmiar wapnia we krwi - niezależnie od przyczyny powoduje wtórny niedobór magnezu.

Nadmiar wapnia we krwi może być spowodowany nadczynnością gruczołów przytarczycznych, nadczynnością gruczołu tarczowego, leczeniem witaminami D, podawaniem laktozy, preparatów wapnia, spożywaniem nadmiaru mleka.

Przyczyną może być współzawodnictwo pomiędzy krążącym magnezem a wapniem wobec wiązania z albuminami. Wapń wypierając magnez z wiązań z białkami zwiększa wolną frakcję magnezu, co nasila sączenie kłębkowe. Łączy się z tym nietypowe zwiększenie reabsorpcji wapnia w kanalikach, hamujące współzawodniczącą reabsorpcję kanalikową magnezu.

Lipoliza - łączy się z niedoborem magnezu na skutek chelatacji magnezu z kwasami tłuszczowymi i wychwytywaniem magnezu przez komórki tłuszczowe. Zjawisko to występuje w przebiegu ostrego stresu a także podczas zatrucia teofiliną lub kofeiną.

Wtórne niedobory magnezu w zatruciach.

Liczne zatrucia szczególnie przewlekłe wywołują wtórne niedobory magnezu.

Fluoroza - obserwuje się ją w wyniku długotrwałego działania fluoru, zwykle w rejonach, w których woda pitna zawiera nadmiar tego anionu. Rzadziej wskutek nadmiernej podaży terapeutycznej.

Wywołuje ona osteoporozę i wady rozwojowe szkliwa zębowego. Sprzyja wystąpieniu zwapnień w układzie sercowo-naczyniowym i w nerkach.

Fluoroza zmienia przemianę wapnia i rozmieszczenie magnezu, zwiększając magazynowanie nieaktywnego biologicznie magnezu kosztem fizjologicznie dyspozycyjnego.

Wystarczająco duża równoległa podaż magnezu łagodzi skutki przewlekłego zatrucia fluorem. Występowanie fluorozy endemicznej zachodzi rzadziej w strefach, w których twardość wody jest większa. Efekt ochronny woda twarda zawdzięcza zawartości magnezu.

Ołowica - występuje jako choroba zawodowa. Jej leczenie i zapobieganie jest określone w stosownych przepisach. Obecnie jednak coraz częściej pojawiają się postaci ołowicy wywołane przez skażenie zwłaszcza wody, ale także żywności a nawet powietrza.

Istnieje antagonizm między ołowiem a magnezem szczególnie w tkankach. U osób zatrutych ołowiem spada znacząco stężenie magnezu w osoczu. Pojawiają się objawy niedoboru magnezu.

Z drugiej strony magnez hamuje rakotwórcze działanie ołowiu. Zwiększona podaż magnezu zmniejsza retencję ołowiu i zwiększa jego wydalanie. Magnez współzawodnicząc z wiązaniem ołowiu w tkankach, usuwa go z jego zasobów.

Zaczynająca się przewlekła ołowica może być jednym z istotnych czynników w patofizjologii zaburzeń ciążyowych oraz w nagłych nie wytłumaczonych zgonach niemowląt.

Podawanie fizjologicznych dawek magnezu może zapobiec zatruciu ołowiem pochodzącym z żywności i wody, a kumulującym się w naszym organizmie przez lata.

Zatrucie kadmem - Kadm pochodzi głównie ze skażonej wody, ale także z żywności oraz jest wdychany przez palaczy.

Zatrucie kadmem zmniejsza stężenie magnezu w kościach, zębach tkankach miękkich.

Bardzo często zdarza się równoczesne zatrucie kadmem i ołowiem. Nawet w bardzo małych dawkach kadmu i ołowiu zastrzają swe szkodliwe działanie.

Magnez tylko częściowo wywiera działanie antagonistyczne wobec rakotwórczego kadmu. Warto jednak podawać preparaty magnezu osobom narażonym na zatrucie metalami ciężkimi choćby tylko w celu złagodzenia skutków niedoboru wtórnego magnezu.

6.3 Wtórne niedobory magnezu zależne od nadmiernej utraty z ustroju

Nerki są prawie wyłącznym narządem wydalania magnezu. Główną przyczyną retencji magnezu jest niewydolność nerek patologiczna lub polekowa.

Patologiczna niewydolność nerek

Różnym chorobom nerek może towarzyszyć zwiększona ucieczka magnezu z moczem: nerkowej kwasicy kanalikowej, zapaleniom nerek, wszystkim tym chorobom nerek, w którym występują zaburzenia lub zmiany kanalikowe.

Fazy zwiększonej diurezy: po usunięciu kamieni, po ostrej niewydolności nerek, po przeszczepie nerki, powodują na tyle dużą utratę magnezu, że mogą doprowadzić do hipomagnezemia.

Wiele czynników upośledza mechanizm utrzymania magnezu w ustroju zwiększając magnezurię lub powodując niedobór tych substancji, które ją zmniejszają.

Mogą to być czynniki związane z odżywianiem: głódówka, niedobory witaminy B₆, nadmiar białka, produktów mlecznych, wapnia, witaminy D₃, alkoholu lub czynniki endokrynologiczne: stres, zaburzenia gruczołów przytarczycznych, nadczynność gruczołu tarczowego, cukrzyca, hyperkalcemia.

Niewydolność nerek polekowa

Leczenie antybiotykami - wywołuje nerkową utratę magnezu.

Antybiotyki odpowiedzialne za nerkową ucieczkę magnezu należą do grupy aminoglikozydów.

Częste powikłania nerkowe, do których one usposabiają powodują ucieczkę magnezu z moczem. Niedobór magnezu odgrywa ważną rolę w ototoksyczności i nefrotoksyczności aminoglikozydów.

Stosowanie leków moczopędnych - jest najczęstszą przyczyną występowania hipermagnezuria.

Diureza osmotyczna wywołana przez mannitol i glukozę zwiększa magnezurię.

Największą utratę magnezu powodują diuretyki działające w zakresie pętli: furosemid (Furosemidum) i kwas etakrynowy (Uregyt).

Diuretyki tiazydowe wprawdzie tylko nieznacznie zwiększają zawartość magnezu w moczu. Jednak długotrwałe ich stosowanie, np. w leczeniu nadciśnienia, może wywołać znaczne niedobory magnezu.

Diuretyki tiazydowe stosowane obecnie w Polsce: hydrochlorotiazyd (Hydrochlorothiazidum oraz preparat złożony Tialorid), chlorotalidon (Hygroton), klopamid (Clopamid, oraz preparaty złożone: Brinerdin i Normatens)

Różne czynniki dodatkowe sprzyjają wystąpieniu tych niedoborów. Glikozydy nasercowe zwiększają magnezurię poprzez wzmaganie efektów działania diuretyków. Pochodne

ksantynowe- a więc kawa i herbata pogłębiają niedobór magnezu. Alkohol wywołuje niedobór magnezu poprzez zmniejszenie podaży i zwiększenie diurezy.

Wtórne niedobory magnezu wywołane nadmiernym wydalaniem pozanerkowym

Nerki są głównym narządem wydalania magnezu. Warto jednak wspomnieć o marginalnych, choć czasem występujących stratach magnezu.

Nadmierna laktacja - może wywoływać niedobory magnezu. Obserwuje się je rzadko, ponieważ matki karmiące zwiększają najczęściej ilość spożywanego pokarmu.

Nadpotliwość - Stężenie magnezu w pocie jest cztery razy mniejsze niż w osoczu. Utrata magnezu tą drogą jest stosunkowo niewielka.

Nadmierne wydzielanie jelitowe - może być badane jedynie za pomocą metod radioizotopowych. Pozwalają one stwierdzić, w bardzo rzadkich przypadkach, u chorych z alkoholową marskością wątroby, istnienie nieoczekiwanego mechanizmu ucieczki magnezu wskutek nadmiernego wydzielania jelitowego.

Różne są okoliczności, w których obserwuje się wtórne niedobory magnezu. W każdym przypadku, w którym zniesienie przyczyny nie będzie możliwe, należy dążyć do wyrównania niedoboru magnezu po rozpoznaniu natury wywołujących go mechanizmów oraz jego następstw. Zwiększenie podaży magnezu jest przeważnie działaniem korzystnym, choć nie zawsze wystarczającym.

7. NADMIAR MAGNEZU

Aby uniknąć nadmiaru magnezu należy przestrzegać podstawowej zasady: magnez można podawać tylko przy prawidłowym działaniu nerek. Sprawdzenie nieobecności białkomoczu i prawidłowego stężenia kreatyniny powinno być częścią rutyny klinicznej. Nerki są praktycznie jedynym narządem wydalniczym, który umożliwia eliminację nadmiaru magnezu. U osób zdrowych spełniają one tę czynność w sposób bardzo wydajny, ponieważ zdolne są w przebiegu intensywnego pozajelitowego podawania magnezu eliminować do 60.000 mg Mg^{2+} na dobę.

7.1 Nadmiar magnezu w intensywnej magnezoterapii pozajelitowej

Opisane objawy zaobserwowano podczas świadomego stosowania dużych dawek magnezu pozajelitowo jako leczenia z wyboru np. rzucawki poporodowej.

Objawy

- Nadmiar magnezu aż do stężenia 1,5mmol/l (36,4mg/l)- pozostaje klinicznie niedostrzegalny.
- Począwszy od 1,5mmol/l: niedociśnienie, zaburzenia rytmu serca, mdłości.
- Powyżej 2mmol/l: zmniejszenie napięcia mięśni, senność, zaburzenia pracy serca.
- Przy stężeniu 5mmol/l: zwióczenie mięśni (zwłaszcza oddechowych). Jeśli sztuczne oddychanie pozwala na przeżycie to dalsze podawanie magnezu powoduje śpiączkę hipotermiczną.
- Przy stężeniu 7,5mmol/l następuje śmierć przez zatrzymanie czynności serca w rozkurczu.

Patofizjologia

„Utajenie” umiarkowanego nadmiaru magnezu wynika z uruchomienia neurohormonalnych mechanizmów homeostatycznych. Następuje zwiększenie wydzielania insuliny, adrenaliny, kalcytoniny a spadek stężenia parathormonu. W przypadkach przedawkowania uwidaczniają się właściwości farmakodynamiczne magnezu:

- działanie sedatywne na układ nerwowo-mięśniowy: zwióczenie mięśni, senność
- wpływ na układ sercowo-naczyniowy: rozszerzenie naczyń, (co prowadzi do niedociśnienia ogólnego), rozszerzenie naczyń sercowych i nerkowych, hamowanie czynności zatokowej serca, zwolnienie czynności serca poprzez wpływ na przewodnictwo przedsionkowo-komorowe, działanie czynnika przeciwzakrzepowego.
- wpływ na układ hormonalny: następuje przekroczenie równowagi wynikającej z homeostazy, na skutek wstrząsu niedociśnieniowego następuje stres hipotermiczny, nakładają się tu zaburzenia koagulacji krwi. Takie zmiany biologiczne przypominają stan zachodzący przy hibernacji.

7.2 Nadmiar magnezu w niewydolności nerek

Niewydolność nerek jest bezwzględny przeciwwskazaniem do stosowania preparatów magnezu. Należy wtedy także unikać podawania leków przeczyszczających, alkalizujących zawierających magnez, ponieważ niepostrzeżenie mogą one powodować nadmierne obciążenie magnezem.

7.3 Nadmiar magnezu związany z czynnością przewodu pokarmowego

Duże doustne dawki magnezu podawane osobom z błoną śluzową zmienioną przez pasożyty, duże dawki magnezu podawane do dwunastnicy za pomocą zagłębniaka w przypadku zakażeń tasiemcem, wreszcie nadmierne wlewy magnezu w razie uporczywych zaparć mogą wywołać poważne zaburzenia, nawet śmiertelne spowodowane nadmiarem magnezu. Podawanie dużych dawek magnezu powinno być definitywnie zakazane.

7.4 Nadmiar magnezu na tle zaburzeń regulacji

Niedoczynność gruczołu tarczowego

Nieleczona powoduje zmniejszenie wydalania nerkowego, spowodowane niedoborem hormonów gruczołu tarczowego.

Hipermagnezemie neurologiczne

Niektóre choroby mięśni, zapalenia wielonerwowe są wynikiem zmian w przemianie magnezu w zależności od wieku. Stężenie magnezu w erytrocytach u dorosłych z chorobami mięśni jest znacznie większe niż u ludzi zdrowych.

Hipermagnezemie przy leczeniu litem

Podczas leczenia litem psychoz maniakalno-depresyjnych występuje nadmiar magnezu. powoduje go głównie spadek wydalania magnezu z moczem

Hipermagnezemie w nowotworach złośliwych

W przypadku nowotworów przemiana magnezu jest zmieniona. Występuje nadmiar tego pierwiastka w erytrocytach i w tkance nowotworowej. W praktyce zawartość magnezu w erytrocytach ma wartość diagnostyczną i prognostyczną. Zwiększenie tego stężenia u chorych na raka świadczy o nasileniu się choroby. Jego zmniejszenie obserwuje się podczas remisji, a powrót stężenia do normy świadczy o całkowitej remisji. Magnez przenoszony jest do erytrocytów i tkanki nowotworowej, której niezbędny jest do wzrostu.

Jednocześnie z przenoszeniem magnezu do erytrocytów i tkanki nowotworowej następuje zmniejszenie stężenia magnezu w osoczu, moczu i tkankach nienowotworowych. Występują więc objawy obwodowego niedoboru magnezu. Idealne leczenie magnezem u chorych z nowotworem powinno wyrównywać efekty nerwowo-mięśniowe, sercowo-naczyniowe, zakrzepowo-zatorowe, obwodowego niedoboru magnezu całkowicie hamując proces nowotworowy.

W praktyce obecnie nie podaje się magnezu chorym z nowotworami będącymi w fazie inwazji. Jeśli jednak zaburzenia wywołane przez niedobór magnezu przeważają w obrazie klinicznym, to należy wybrać pomiędzy jakością a czasem przeżycia i rozważyć stosowanie magnezoterapii dla łagodzenia następstw niedoboru magnezu.

Nadmiar magnezu u noworodków

Magnez przenika przez barierę łożyskową, a nerki płodu nie wydalają magnezu tak wydajnie jak nerki osoby dojrzałej. Stosowanie u matki dużych dawek magnezu pozajelitowo naraża noworodka na hipermagnezemię. Nadmiar magnezu u noworodka ustępuje samorzutnie w ciągu pierwszych 48 godzin życia.

8. MAGNEZ W LECZNICTWIE

8.1 Magnez a odżywianie

Przeciętne zapotrzebowanie dorosłego człowieka na magnez wynosi 6mg/kg masy ciała dziennie.

Amerykańska Akademia nauk zaleca podaż magnezu w dawce 5mg/kg masy ciała dziennie

W krajach rozwiniętych podaż magnezu jest niewystarczająca. Problem niedoboru nasila się wtedy, gdy zapotrzebowanie na magnez jest zwiększone, a więc w okresie ciąży, laktacji, wzmożonego wysiłku lub wzrostu. Ocenia się, że wtedy podaż magnezu powinna zostać podwojona.

Magnez w glebie

Techniki rolno-spożywcze doprowadzają do zmniejszenia zawartości magnezu w spożywanych warzywach i mięsie.

Zawartość magnezu w glebie waha się od 0,1, do 0,9%. Najmniej magnezu zawierają gleby piaszczyste, a najwięcej gliniaste. Problem obecności magnezu w glebie jest ściśle powiązany ze stężeniem aluminium oraz stopniem kwasowości gleby. W Polsce około 60% gleb to obszary zakwaszone. Przy niskim pH aluminium obecne w glebie ulega w większym stopniu dysocjacji, co zwiększa przyswajanie go przez system korzeniowy roślin. Proces ten ogranicza wchłanianie magnezu. Obniża to zawartość magnezu w roślinach. Jego miejsce zajmuje toksyczny glin. Poziom magnezu w komórkach i płynach ustrojowych człowieka i zwierząt jest uwarunkowany jego zawartością w roślinach, a jego poziom w roślinach zależy z kolei od geochemicznego składu środowiska. Zielone części roślin są bogatym źródłem magnezu, wchodzi on, bowiem w skład chlorofilu. Prawidłowy chlorofil zawiera 2,7% magnezu. Zawartość jego może się wahać w zależności od gatunku rośliny i warunków jej rozwoju w granicach 30-80 mg/kg świeżej masy liści. Rośliny uprawiane na glebie ubogiej w magnez ulegają chorobie z jego niedoboru, zwanej chlorozą.

Również nadmierne nawożenie gleby nawozami o dużej zawartości soli potasowych zmniejsza przyswajanie magnezu.

Na zawartość magnezu w glebie, a następnie w pożywieniu człowieka, istotny wpływ ma także stężenie pierwiastków toksycznych takich jak: ołów, rtęć, arsen, kadm oraz wspomniany już glin. Zmniejszają one zawartość magnezu w tkankach roślinnych i zwierzęcych. Szkodliwość tego zjawiska zwiększa fakt, że pierwiastki toksyczne mogą się kumulować w organizmie. Zaburzają one metabolizm komórek, wypierając magnez i stopniowo upośledzają funkcje narządów.

W celu zwiększenia podaży magnezu należałoby ulepszyć techniki rolnicze i dokonać selekcji gatunków najlepiej przystosowanych do przyswajania magnezu z gleby.

Magnez w diecie

Zwracanie uwagi na zawartość magnezu w diecie jest zasadniczym elementem zapobiegania ujemnemu bilansowi magnezu. Jeśli celem stosowania magnezu jest profilaktyka, tzn., kiedy nie występują objawy niedoboru magnezu można oprzeć się wyłącznie na produktach naturalnych bogatych w magnez.

W przypadku stwierdzenia objawów niedoboru magnezu konieczna jest jego suplementacja.

Magnez przyswaja się lepiej jako składnik produktów spożywczych, niż zawarty w preparatach chemicznych. Przy znacznych niedoborach magnezu może się wchłonać aż 70-80% magnezu zawartego w potrawach, jeśli zawierają one nieznaczne jego ilości. Jeśli

koncentracja magnezu jest duża, wówczas wchłanianie jest mniejsze i może się wchłonać nawet tylko 10% magnezu zawartego w pożywieniu.

Przyswajalność magnezu zależy w dużej mierze od postaci produktu. W świeżych, nieprzetworzonych warzywach i owocach magnez jest w naturalnym środowisku. Połączenia chemiczne magnezu nie są tu modyfikowane przez wpływ innych substancji. Wszelkie formy przetwarzania powodują uwalnianie magnezu z jego dotychczasowych połączeń i pogarszają jego przyswajanie przez nasz organizm.

Dotyczy to m.in. gotowania, kiedy pod wpływem wysokiej temperatury zachodzą reakcje chemiczne prowadzące do tworzenia trudno rozpuszczalnych związków magnezu, które są źle przyswajalne. Poza tym część magnezu przechodzi do wody. Jeśli wodę tą odlewamy po gotowaniu, magnez ten tracimy.

Im bardziej dany produkt różni się od swojej naturalnej postaci, tym mniej magnezu zostanie przyswojone przez organizm.

Najbardziej istotnym czynnikiem zapewniającym optymalne warunki dla wchłaniania magnezu jest spożywanie możliwie różnorodnych produktów spożywczych.

Bywa, że produkt stosunkowo mało bogaty w magnez jest cenniejszy, gdyż jest spożywany często lub w dużych ilościach. Np. pieczywo zawiera tylko około 10mg magnezu w 100g, ale jest stałym i znaczącym składnikiem diety.

Zawartość magnezu w mg/100g w produktach spożywczych.

<25	25-100	>100
mięso	mięczaki, skorupiaki	fasola sucha, groch łuskany
ryby	tłuste ryby	krewetki, małże
jajka	szpinak, zielona fasola	ostrygi, ślimaki
masło, mleko	mąka	otręby i pełne ziarno
jarzyny	owoce suszone	owoce oleiste
owoce	twarde sery	kakao, czekolada
	mięso	

Klasyfikacja produktów spożywczych według zawartości magnezu pokazuje, że żywność obfitująca w ten jon nie należy do głównych składników diety. Produkty bogate w magnez są wysokokaloryczne. Nie da się ich pogodzić z dietą zrównoważoną pod względem energetycznym.

Głównym źródłem magnezu w codziennej diecie są produkty roślinne, szczególnie ziarna zbóż i zielone części roślin.

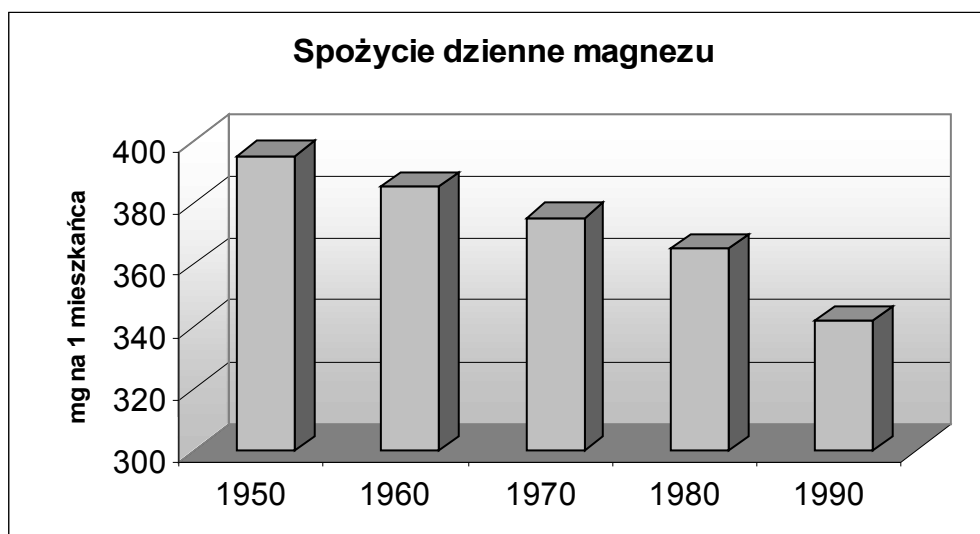
W Polsce obecnie zasadniczą podaż magnezu zapewniają:

- produkty zbożowe - 30%
- mleko - 20%
- ziemniaki - 15%
- warzywa - 10%
- mięso - 10%

W latach 50. podstawowe relacje były nieco inne:

- produkty zbożowe - 44%
- mleko - 20%
- ziemniaki - 27%
- warzywa - 5%
- mięso - 4%.

Według danych Instytutu Żywności i Żywienia całkowita zawartość magnezu w diecie Polaków obniżyła się o 15% w porównaniu z latami 50.



W konstruowaniu diety bogatej w magnez może być pomocna wiedza o zawartości magnezu w różnych potrawach i produktach.

Produkt	Ilość Mg ²⁺ /mg	Produkt	Ilość Mg ²⁺ /mg
omlet biszkoptowy ze szpinakiem	102	fasolka szparagowa	25
kasza gryczana (na sypko)	79	schab pieczony	24
szpinak zasmażany	60	bliny ziemniaczane	22
kotlet cielęcy	44	wątróbka wieprzowa	22
fasolka po bretońsku	42	pieczeń rzymska	21
sztuka mięsa	40	befszyk	20
filet z dorsza (smażony)	36	kotlet mielony	20
wieprzowina gotowana	31	karp w galarecie	19
zupa fasolowa	27	brukselka z wody	19
kotlet schabowy	26	klopsiki mielone	19
kotlet pożarski	26	pieczeń wołowa	19
żurek	26	ziemniaki gotowane	18
sałatka jarzynowa	25	makaron	18

Magnez zawarty w wodzie

W praktyce jedynym prostym sposobem dietetycznym na poprawę podaży magnezu jest stosowanie do picia i do gotowania wody bogatej w magnez.

Podaż magnezu w wodzie jest ilościowo znaczna. Z jednej strony mamy spożycie bezpośrednio: woda pitna, napoje, napary, zupy, z drugiej strony pośredni wpływ wody na zawartość magnezu w gotowanych produktach. Istnieje zależność pomiędzy stężeniem magnezu utraconego przez żywność, a zawartością magnezu w wodzie, w której się ta żywność gotowała. Jest szczególnie ważne, aby do gotowania nie używać gorącej wody sztucznie zmiękczonej. Powoduje ona zmniejszenie zawartości magnezu w żywności w ten

sposób gotowanej. Woda zmiękczana pozbawiona jest soli wapnia i magnezu, ma to zapobiegać strącaniu się kamienia kotłowego w rurach z ciepłą wodą.

Badania epidemiologiczne ustaliły odwrotną korelację pomiędzy twardością wody pitnej, a umieralnością na choroby sercowo-naczyniowe. Picie wody twardej zmniejsza ryzyko chorób sercowo-naczyniowych zarówno u dorosłych jak i u niemowląt.

Warto zaznaczyć, że w czasie gotowania wody twardej następuje jej zmiękczenie kosztem zawartego w niej wapnia bez strat magnezu.

Byłoby pożądane, aby stacje uzdatniania wody dostarczały do sieci wodę o kontrolowanej zawartości magnezu w stężeniu 30mg/l.

Rola podaży magnezu zawartego w wodzie nie ogranicza się tylko do danych ilościowych. Magnez zawarty w wodzie jest szybko wchłaniany i spożytkowany bez przeciążania układów humoralno-hormonalnych.

8.2 Doustna suplementacja magnezu

Znaczenie magnezu jest niedoceniane we wspomagającym leczeniu wielu schorzeń. Lecznicze stosowanie preparatów magnezu należy rozpatrywać indywidualnie, uwzględniając stan ogólny pacjenta rodzaj i zaawansowanie współistniejących chorób.

Stosowane dawki wahają się w granicach 200-1000mg magnezu dziennie.

Niedobór biodostępnego magnezu jest czynnikiem zmniejszającym możliwości niwelowania skutków różnych zaburzeń na poziomie tkankowym. Następują zmiany biochemiczne, które powodują zaburzenia pracy różnych narządów i wystąpienie objawów chorobowych. Stan taki spowodowany być może niedoborami pierwotnymi magnezu lub niedoborami wtórnymi wywołującymi zaburzenia gospodarki magnezowej. Zaburzenia gospodarki jest to zjawisko złożone i obejmuje:

- nieprawidłowe rozmieszczenie magnezu w tkankach
- zaburzony transport jonów magnezowych przez błony komórkowe i błony organelli wewnątrzkomórkowych
- nieprawidłowe mechanizmy mobilizacji magnezu z komórek różnych narządów w odpowiedzi na wpływ różnych czynników regulujących homeostazę
- nadmierna ucieczka magnezu

Dysregulacja gospodarki magnezowej powoduje niedostateczne wykorzystanie istniejących zasobów magnezu.

Wskazania do stosowania magnezu

Niedobory pierwotne magnezu - Wynikają one z niedostatecznej podaży tego jonu. Staramy się uzupełniać je właściwą dietą. Jeśli jest to niemożliwe lub niewystarczające podajemy doustnie sole magnezu w dawkach fizjologicznych 6mg/kg masy ciała dziennie w dawkach podzielonych. W okresie zwiększonego zapotrzebowania związanego z: ciążą, laktacją, wzmożonym wzrostem lub wysiłkiem dawkowanie powinno być zwiększone nawet dwukrotnie.

Niedobory wtórne magnezu - Należy rozpoznać i leczyć schorzenie wywołujące obserwowane zaburzenia. Podawanie magnezu w dawkach fizjologicznych będzie tu leczeniem wspomagającym.

Najczęstszą przyczyną wypłukiwania magnezu jest wzmożone wydalanie nerkowe. Aby je ograniczyć stosuje się diuretyki oszczędzające.

Zaparcia - Przeczyszczające leczenie magnezem sprowadza się do działania osmotycznego i drażnienia śluzówki przy wysokich dawkach magnezu. Włączają się do tego inne mechanizmy z pobudzeniem wypływu żółci i soku trzustkowego. Duże dawki uwodnionego MgSO₄ powinny być stosowane tylko w wyjątkowych wypadkach. Wszelkie uszkodzenia nerek lub przewodu pokarmowego stanowią bezwzględne przeciwwskazanie.

Nadkwasota - Wykorzystuje się tu neutralizujące właściwości tlenku lub węgla magnezu.

Przeciwwskazania do stosowania magnezu

Niewydolność nerek - jest jedynym bezwzględny przeciwwskazaniem do stosowania magnezu.

Zakażenie dróg moczowych - jest przejściowym przeciwwskazaniem. Powinno być wyleczone każdorazowo przed kuracją magnezem.

Względne przeciwwskazania

- nowotwory złośliwe - ich wzrost mógłby być pobudzany przez magnez
- miastenia - nadwyżka magnezu grozi zaostrzeniem miastonii

Środki ostrożności przy stosowaniu magnezu

- w przypadku potrzeby jednoczesnego podawania doustnych leków przeciw-zakrzepowych należy zalecić podawanie magnezu o innej porze z uwagi na interakcję magnezu z wapniem w procesie krzepnięcia krwi
- u osób ze skłonnością do stanów hipotonii i omdleń należy zwrócić uwagę czy po zastosowanej dawce nie następuje nasilenie hipotonii
- u osób leczonych farmakologicznie wielomiesięczne podawanie powinno być uzgodnione z lekarzem

Interakcje z innymi lekami

- związki wapnia zmniejszają wchłanianie magnezu
- leki moczopędne nasilają wydalanie magnezu
- antybiotyki aminoglikozydowe zwiększają nerkowe wydalanie magnezu
- sole litu powodują spadek wydalania magnezu z moczem, co może doprowadzić do hipermagnezemu
- estrogeny zmniejszają zawartość magnezu w tkankach
- magnez zmniejsza wchłanianie antybiotyków z grupy tetracyklin ponieważ tworzy z nimi trudnorozpuszczalne kompleksy

Doustne preparaty magnezu

Współcześnie coraz częściej we wspomaganiu leczenia stosuje się preparaty magnezowe. Są one wykorzystywane w niedostatecznym stopniu w porównaniu do terapeutycznych możliwości, jakie posiada magnez. Sytuacja ta wynika między innymi z niedocenia znaczenia magnezu w profilaktyce i leczeniu oraz z oczekiwania szybkich efektów leczniczych przez pacjentów i lekarzy. Korzystne efekty działania magnezu nie są tak spektakularne jak środków farmakologicznych, ponieważ ujawniają się z reguły po długotrwałym podawaniu, a sama poprawa następuje stopniowo. Leczenie magnezem należy prowadzić przez okres kilku miesięcy nawet do roku.

Związki magnezu stosowane doustnie

W leczeniu stosuje się tlenek magnezu oraz wiele soli: nieorganicznych (chlorek, siarczan, azotan, węglan) i organicznych (cytrynian, askorbinian, asparginian, glukonian, mleczan). Sole rozpuszczalne są lepiej tolerowane i przyswajane niż nierozpuszczalne.

Dobór preparatu magnezowego

Duży wpływ na stopień wchłaniania związku magnezu ma jego rozpuszczalność w treści pokarmowej oraz sprawność transportu przez barierę jelitową. Stopień dysocjacji w fizjologicznym środowisku przewodu pokarmowego jest jednym z kryteriów wyboru preparatu magnezu. Środowisko to stanowi najpierw sok żołądkowy (pomijając działanie śliny, która przy stosowaniu tego typu preparatów nie odgrywa roli), mający w warunkach normalnych odczyn kwaśny. Drugim środowiskiem decydującym o wchłanianiu jest treść pokarmowa jelit, która ma odczyn zasadowy spowodowany czynnością wydzielniczą wątroby.

W doborze preparatu magnezowego pomocna jest znajomość stanu śluzówki żołądka oraz czynności wątroby. Przy nadkwaśności i stanach zapalnych żołądka najlepiej tolerowany jest tlenek magnezu, który neutralizuje nadkwaśność soku żołądkowego. Przy niedokwaśności przewagę ma chlorek magnezu, który dostarcza jednocześnie jony chlorkowe.

Przy prawidłowym funkcjonowaniu żołądka i jelit wskazane są związki organiczne: cytrynian, mleczan, asparginian, które mają budowę najbardziej zbliżoną do związków magnezu obecnych w pokarmie.

Związek chemiczny dysocjujący bardzo szybko nie zawsze jest najlepszym, ponieważ może być równie szybko z organizmu wydalony.

Oprócz stopnia wchłaniania ważne jest, w jakim stopniu magnez zawarty w preparacie wiąże się z białkami krwi. Białkowe czynniki transportu zapewniają większą selektywność transportu do tkanek.

Sole magnezu są źle przyswajalne. Byłoby, więc cenne, gdybyśmy dysponowali solami magnezu o dużej biodyspozycyjności. Miarą biodyspozycyjności jest różnica stężenia w osoczu po podaniu doustnym i dożylnym. Wyznaczenie jej nie jest możliwe dla czynnika fizjologicznego, jakim jest magnez.

Jako dobre odzwierciedlenie wchłaniania magnezu można traktować zwiększenie stężenia magnezu w moczu u osoby o zrównoważonym bilansie magnezowym i poddanej diecie z kontrolowaną podażą tego jonu.

Jeśli niedobór magnezu utrzymuje się mimo podawania doustnie preparatów magnezu należy zastosować leki oszczędzające magnez.

Leki oszczędzające magnez

Istnieją dwa rodzaje leków oszczędzających magnez:

Leki zmniejszające magnezurię - Należą tu inhibitory anhidrazy węglanowej - acetazolamid (Diuramid) oraz diuretyki oszczędzające - spironolakton (Spironol, Verospiron) i amiloryd (preparat złożony Tialorid) Leki te podajemy w wypadku utrzymującego się nadmiernego wydalania nerkowego.

Utrwalacze magnezu - Wśród utrwalaczy magnezu najczęściej stosowane są: witamina B₆ i witaminy D. Działanie oszczędzające magnez ma także insulina. Zwiększa ona wchłanianie magnezu, penetrację do tkanek miękkich, ułatwia przenikanie jonu magnezowego do wnętrza komórki oraz zwiększa reabsorpcję nerkową. Insulina ma jednak ograniczone wskazania, związane z jej charakterystycznymi właściwościami

Witamina B₆

Istnieją ścisłe związki pomiędzy witaminą B₆ a magnezem. Magnez jest konieczny do produkcji witaminy B₆. Oba składniki są niezbędne do syntezy enzymatycznej białek. Współdziałają w licznych czynnościach fizjologicznych. Wykazują synergizm w działaniu:

psycho- i neuro-sedatywnym, usuwającym zmęczenie mięśni, chroniącym układ sarkowo-naczyniowy, zapobiegającym niedotlenieniu.

Pirydoksyna zwiększa stężenie magnezu w osoczu i erytrocytach oraz zmniejsza jego ucieczkę z moczem, co pozwala zwiększyć działanie samego magnezu. Sprzężenie pirydoksyny z magnezem będzie zmniejszać wszelkie ubytki magnezu.

Stosunek 2,5 części chlorowodoru pirydoksyny na jedną część jonu magnezowego jest optymalny dla otrzymania najlepszych efektów utrwalania magnezu. Przy dawce magnezu 6mg/kg masy ciała należałoby podać 2,5 x 6mg/kg masy ciała pirydoksyny, a więc u pacjenta o ciężarze ciała 60kg byłoby to 780mg. Trzeba by, więc stosować dawki farmakologiczne, a nie fizjologiczne witaminy B₆. Zapotrzebowanie dobowe na pirydoksynę wynosi około 1,25mg. Stosowane dawki witaminy B₆ zawierają się w granicach 25 – 300mg na dobę.

Utrzymując, więc pożądany stosunek pirydoksyny do jonu wapniowego spowodowałibyśmy przedawkowanie witaminy B₆.

Tego sposobu podawania magnezu z zastosowaniem ścisłych farmakodynamicznych dawek pirydoksyny nigdy nie próbowano stosować, mimo szerokiego rozpowszechnienia skojarzonego leczenia magnezem i witaminą B₆. Przeciętnie podaje się dawkę 5mg pirydoksyny na jedną tabletkę preparatu magnezowego o zawartości 20-120 mg Mg²⁺

Witaminy D

Witaminy D zwiększają wchłanianie magnezu i sprzyjają przenikaniu magnezu pozakomórkowego do tkanek. Są więc preparatami utrwalającymi magnez. Niestety, głównym efektem ich stosowania jest zwiększenie wchłaniania i magazynowania wapnia. W celu osiągnięcia działania utrwalającego magnez należy podawać dawki fizjologiczne witamin D. Dla witaminy D₃ będzie to 5mcg dziennie. Sprzężenie witamin D z magnezem powinno być zawsze bardzo ostrożnie stosowane. Nigdy nie należy jednocześnie podawać wapnia.

Niepowodzenia w doustnym leczeniu magnezem

Niepowodzenia w leczeniu magnezem wynikają często ze stosowania zbyt małych dawek leków lub zbyt krótkiego okresu ich stosowania przerywania kuracji przy braku szybkich efektów leczenia.

Ogólne metody leczenia niedoboru magnezu oparte na podaży doustnej fizjologicznych dawek magnezu wspomagane w miarę potrzeby lekami oszczędzającymi magnez prowadzone przez odpowiednio długi czas dają dobre rezultaty w ponad 75% przypadków. Pozostaje pewna liczba pacjentów, u których nie można wyrównać niedoboru magnezu. U niektórych należy podawać magnez pozajelitowo.

8.3 Doustne preparaty magnezowe dostępne w Polsce

Poniżej opisane zostały preparaty dostępne na rynku polskim w październiku 2002 r.

Podstawowe dane poszczególnych preparatów.

Lp.	Nazwa preparatu	Producent	Postać	Dawkowanie*
1	Aronomag	Herbapol	tabletki powlekane	3-6 tabl.
2	Additiva magnesium	NP Pharma	tabletki rozpuszczalne	1 tabl.
3	Asmag	Farmapol	tabletki	12 tabl.
4	Asmag forte	Farmapol	tabletki	3-6 tabl.
5	Asmag B	Farmapol	tabletki	12 tabl.
6	Filomag B ₆	Filofarm	tabletki	3-6 tabl.
7	Laktomag	ZPF Chance	tabletki	3 tabl.
8	Laktomag B ₆	ZPF Chance	tabletki	3 tabl.
9	Maglek B ₆	Lek-Am	tabletki	3 tabl.
10	Magne-B ₆	Sanofi-Synthelabo	tabletki powlekane	3-6 tabl.
11	Magnefar	Biofarm	tabletki	3-6 tabl.
12	Magnefar B ₆	Biofarm	tabletki	3-6 tabl.
13	Magnesium asparticum	Filofarm	tabletki	3-6 tabl.
14	Magnesium effervescens	Synteza	granulat	3 łyżeczki
15	Magnesol 150	Krka	tabletki rozpuszczalne	2-3 tabl.
16	Magnevit	Vis	granulat	3 łyżeczki
17	Magnez 120	Pharmavit	tabletki rozpuszczalne	1 tabl.
18	Magnezin 200	Pharmavit	tabletki	3 tabl.
19	Magnezin 500	Pharmavit	tabletki	3 tabl.
20	Magnezytki	Sanofi-Biocom	tabletki	5-10 tabl.
21	Magvit	Glaxo Smith-Kline	tabletki dojelitowe	3-6 tabl.
22	Oximag	Herbapol	tabletki	3 tabl.
23	Plussz magnez	Pharmavit	tabletki rozpuszczalne	1 tabl.
24	Provitina magnesium B ₆	Byk Mazovia	tabletki do ssania	3-6 tabl.
25	Slow-Mag	Curtis-Healthcare	tabletki	6 tabl.
26	Slow-Mag B ₆	Curtis-Healthcare	tabletki	5 tabl.

*Dawkowanie dzienne zalecane przez producenta preparatu

Zawartość magnezu w poszczególnych preparatach.

Jako dawkę dzienną przyjęto dawkę fizjologiczną 6mg/kg masy ciała dla osoby o masie 60kg.

Lp.	Nazwa preparatu	Nazwa związku chemicznego	Ilość związku magnezu w mg w jednej porcji	Ilość Mg ²⁺ w mg w jednej porcji	Dawka dzienna
1	Aronomag	wodorocytrynian magnezu	340	27	13 tabl.
2	Additiva magnesium	węglan magnezu	625	150	2 tabl.
3	Asmag	asparginian magnezu	300	20	18 tabl.
4	Asmag forte	asparginian magnezu	500	33	11 tabl.
5	Asmag B	asparginian magnezu pirydoksyna	300 0,25	20	18 tabl.
6	Filomag B ₆	wodoroasparginian magnezu pirydoksyna	600 5	40	9 tabl.
7	Laktomag	wodoroasparginian magnezu	1000	70	5 tabl.
8	Laktomag B ₆	wodoroasparginian magnezu pirydoksyna	1000 5	70	5 tabl.
9	Maglek B ₆	mleczan magnezu pirydoksyna	500 5	51	7 tabl.
10	Magne-B ₆	mleczan magnezu pirydoksyna	500	48	8 tabl.
11	Magnefar	wodoroasparginian magnezu	500	34	10 tabl.
12	Magnefar B ₆	wodoroasparginian magnezu pirydoksyna	500 5	34	10 tabl.
13	Magnesium asparticum	wodoroasparginian magnezu	600	40	9 tabl.
14	Magnesium effervescens	węglan magnezu	320	40	9 łyżeczek
15	Magnesol 150	cytrynian magnezu	1000	150	2 tabl.
16	Magnevit	wodoroasparginian magnezu wit. B ₁ , B ₂ , B ₆	1800	120	3 łyżeczki
17	Magnez 120	węglan magnezu	500	120	3 tabl.
18	Magnezin 200	zasadowy węglan magnezu	200	52	7 tabl.
19	Magnezin 500	zasadowy węglan magnezu	500	130	3 tabl.
20	Magnezytki	mleczan magnezu	25	3	120 tabl.
21	Magvit	mleczan magnezu pirydoksyna	470 5	48	7 tabl.
22	Oximag	węglan magnezu	110	66	5 tabl.
23	Plussz magnez	tlenek magnezu pirydoksyna	200 2	120	3 tabl.
24	Provitina magnesium B ₆	mleczanoglukonian magnezu wodoroasparginian magnezu pirydoksyna	551 297 4	60	6 tabl.
25	Slow-Mag	chlerek magnezu	535	64	6 tabl.
26	Slow-Mag B ₆	chlerek magnezu pirydoksyna	535 5	64	6 tabl.

Koszty leczenia

Lp.	Nazwa preparatu	Ilość szt. w opak.	Dawka dzienna preparatu	Cena opakowania PLN	Cena dawki dziennej PLN	Koszt miesięcznego leczenia
1	Aronomag	60 tabl.	13 tabl.	9,70	2,10	63,00
2	Additiva magnesium	10 tabl.	2 tabl.	8,50	1,70	51,00
3	Asmag	50 tabl.	18 tabl.	6,65	2,39	71,82
4	Asmag forte	50 tabl.	11 tabl.	7,40	1,62	48,84
5	Asmag B	50 tabl.	18 tabl.	7,70	2,77	83,16
6	Flomag B ₆	50 tabl.	9 tabl.	6,70	1,21	36,18
7	Laktomag	50 tabl.	5 tabl.	9,80	0,98	29,40
8	Laktomag B ₆	50 tabl.	5 tabl.	14,70	1,47	44,10
9	Maglek B ₆	50 tabl.	7 tabl.	16,00	2,24	67,20
10	Magne-B ₆	50 tabl.	8 tabl.	24,00	3,84	115,20
11	Magnefar	50 tabl.	10 tabl.	9,55	1,91	57,30
12	Magnefar B ₆	60 tabl.	10 tabl.	17,30	2,88	86,50
13	Magnesium asparticum	50 tabl.	9 tabl.	6,50	1,17	35,10
14	Magnesium effervescens	60g	9 łyżeczek	5,70	4,30	128,25
15	Magnesol 150	20 tabl.	2 tabl.	13,30	1,33	39,90
16	Magnevit	100g	3 łyżeczki	4,90	0,74	22,05
17	Magnez 120	10 tabl.	3 tabl.	4,90	1,47	44,10
18	Magnezin 200	30 tabl.	7 tabl.	4,80	1,12	33,60
19	Magnezin 500	30 tabl.	3 tabl.	9,30	0,93	27,90
20	Magnezytki	140 tabl.	120 tabl.	13,40	11,49	344,57
21	Magvit	50 tabl.	7 tabl.	21,34	2,99	89,63
22	Oximag	60 tabl.	5 tabl.	8,16	0,68	20,40
23	Plussz magnez	20 tabl.	3 tabl.	9,40	1,41	42,30
24	Provitina magnesium B ₆	50 tabl.	6 tabl.	13,20	1,58	47,52
25	Slow-Mag	60 tabl.	6 tabl.	16,60	1,66	49,80
26	Slow-Mag B ₆	50 tabl.	6 tabl.	20,20	2,42	72,72

W tabeli tej przedstawiono przybliżone koszty miesięcznej suplementacji magnezu w dawkach fizjologicznych. Biorąc za punkt wyjściowy ceny preparatów magnezu obowiązujące w październiku 2002r.

Profil sprzedaży

Poniższa tabela przedstawia profil sprzedaży preparatów magnezu w jednej z warszawskich aptek w okresie od 1.01.2002 roku do 30.10.2002 roku. Wyszczególniono ilość sprzedanych opakowań każdego leku. Obliczono jaki procent sprzedaży całkowitej stanowi sprzedaż danego leku.

Lp.	Nazwa preparatu	Ilość op.	%	Uwagi
1	Aronomag	12	0,63	Producent zaleca zbyt małe dawkowanie. Tabletki powlekane - łatwiej je połykać.
2	Additiva magnesium	0	0,00	Preparat zawiera związek nieorganiczny magnezu mający małą biodostępność.
3	Asmag	16	0,83	Zbyt mała zawartość Mg^{2+} w tabletkach. Należy przyjmować dużą ilość tabletek dziennie.
4	Asmag forte	42	2,19	j.w.
5	Asmag B	14	0,73	j.w.
6	Flomag B ₆	351	18,31	Preparat cieszy się popularnością ze względu na niską cenę opakowania.
7	Laktomag	4	0,21	Tabletki trudne do połknięcia.
8	Laktomag B ₆	109	5,69	Preparat ma wysoką sprzedaż ze względu na długą obecność na rynku oraz optymalny skład i stosunkowo nieduży koszt leczenia.
9	Maglek B ₆	0	0,00	Nowość na rynku. Preparat o dużej zawartości magnezu i stosunkowo niskiej cenie..
10	Magne-B ₆	217	11,32	Preparat ma optymalny skład. Powlekane tabletki łatwo się połyka. Bardzo wysoki koszt leczenia. Wysoka sprzedaż spowodowana jest nasiloną reklamą.
11	Magnefar	6	0,31	Wysoki koszt leczenia.
12	Magnefar B ₆	130	6,78	Preparat ma optymalny skład, ale wysoki koszt leczenia. Duża sprzedaż spowodowana jest reklamą.
13	Magnesium asparticum	60	3,13	Preparat ma niski koszt leczenia. Jednak przyjmowanie 9. tabletek dziennie może być kłopotliwe. Producent podaje zbyt małe dawkowanie.
14	Magnesium effervescens	0	0,00	Preparat zawiera związek nieorganiczny magnezu mający małą biodostępność.
15	Magnesol 150	44	2,30	Preparat ma formę tabletki musującej, lek dostaje się do przewodu pokarmowego już w postaci rozpuszczonej co zwiększa jego przyswajalność. Ze względu na dużą zawartość Mg^{2+} w tabletkach, zażywa się tylko dwie tabletki dziennie. Sprzedaż ogranicza wysoka cena jednostkowa opakowania mimo, że koszt leczenia jest niski.
16	Magnevit	7	0,37	Preparat ma optymalny skład, niską cenę i niski koszt leczenia, bo zażywa się go tylko 3 dawki dziennie. Odstraszająca jednak jest postać leku trudno rozpuszczający się i mało smaczny granulat.
17	Magnez 120	24	1,25	Preparat zawiera związek nieorganiczny magnezu mający małą biodostępność.

18	Magnezin 200	56	2,92	Preparat zawiera związek nieorganiczny magnezu mający małą biodostępność. Producent zaleca zbyt małe dawkowanie.
19	Magnezin 500	361	18,83	Preparat zawiera związek nieorganiczny magnezu mający małą biodostępność. Zaletą preparatu jest niski koszt leczenia.
20	Magnezytki	41	2,14	Ze względu na zbyt małą zawartość Mg^{2+} w tabletkach preparat nie nadaje się do suplementacji magnezu. Obecność otrąb mających silne właściwości chelujące Mg^{2+} zmniejsza jeszcze przyswajanie magnezu.
21	Magvit	263	13,72	Jest to preparat o składzie analogicznym jak Magne-B ₆ , ale w postaci tabletek dojelitowych (mają nie podrażniać żołądka). Jego sprzedaż bazuje na popularności poprzednika i ciągle wzrasta ze względu na niższą cenę.
22	Oximag	0	0,00	Preparat zawiera związek nieorganiczny magnezu mający małą biodostępność.
23	Plussz magnez	30	1,56	Preparat zawiera związek nieorganiczny magnezu mający małą biodostępność.
24	Provitina magnesium B ₆	5	0,26	Preparat ma rzadką tu postać tabletek do ssania, preferowaną przez niektórych pacjentów. Ma też optymalny skład i niski koszt leczenia.
25	Slow-Mag	41	2,14	Preparat zawiera związek nieorganiczny magnezu mający małą biodostępność. Preparat byłby wskazany przy niedokwaśności soku żołądkowego.
26	Slow-Mag B ₆	84	4,38	j.w.

Najczęstsze wady przedstawionych preparatów:

- magnez występuje w postaci soli nieorganicznej i jest przez to trudniej przyswajalny (preparaty nr 2, 14, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 26)
- brak dodatku pirydoksyny (preparaty nr 1, 2, 3, 4, 7, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 25)
- zbyt mała zawartość leku w tabletkach co zmusza pacjenta do zażywania nawet kilkunastu tabletek dziennie co jest kłopotliwe (preparaty nr 1, 3, 4, 5, 11, 12, 20)
- zbyt niskie dawkowanie określone przez producenta (preparaty nr 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 23,)
- zbyt małe opakowanie leku, wystarczające na zaledwie kilkudniową kurację (preparaty nr 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24)
- zbyt wysoki koszt miesięcznego leczenia (preparaty nr 1, 2, 3, 5, 9, 10, 11, 12, 14, 20, 21, 26, mają koszt leczenia miesięcznego ponad 50,00 PLN)

Jak mógłby wyglądać idealny preparat magnezu?

Np. wodorooasparginian magnezu 1800mg plus pirydoksyna 5mg w postaci tabletki powlekanej (łatwiej ją połknąć) lub tabletki rozpuszczalnej (większa przyswajalność magnezu ponieważ lek trafia do przewodu pokarmowego już w postaci rozpuszczonej). Opakowanie 60 tabletek w cenie do 15,00 PLN. Jedna tabletkę zawierałaby 120mg Mg^{2+} dawkowanie należy uzależnić od wagi ciała na 1 do 4 tabl. dziennie.

Z przedstawionej tabeli wyraźnie widać, że większą popularnością cieszą się preparaty magnezu zawierające pirydoksynę. Preparatu Laktomag sprzedano 60p. Laktomag B₆ - 107op. podobnie Slow-Mag zwykły - 41op. z witaminą B₆ - 84op. i analogicznie Magnefar zwykły - 60p. z B₆ - 130op.

Wynika to z upowszechnienia wiedzy o wpływie witaminy B₆ na działanie magnezu. Coraz częściej w aptece pacjenci pytają o działanie preparatów magnezu, o znaczenie dodatku witaminy B₆, o wpływ budowy chemicznej związku magnezu na jego przyswajanie. Wiele czasopism i książek popularno-naukowych, a nawet gazet codziennych rozpowszechnia wiedzę o znaczeniu magnezu dla zdrowia człowieka.

Współczesne warunki życia zmuszające do pośpiechu i rywalizacji wywołują ogromne napięcie i zdenerwowanie. Jest to podatny grunt dla reklam przedstawiających magnez jako panaceum na stres. Dlatego rośnie zainteresowanie magnezem, jego popularność oraz sprzedaż.

Sytuacja ta tworzy bardzo podatny grunt do upowszechniania wiedzy o magnezie. Jest to pierwiastek odgrywający ważną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu naszego organizmu dlatego znajomość choćby podstawowych właściwości magnezu i rozpowszechnienie jego prawidłowego stosowania przyczynia się do poprawy zdrowia społeczeństwa.

Preparaty wieloskładnikowe zawierające magnez

Omówione powyżej leki są to preparaty proste, zawierające tylko jeden składnik czynny magnez. Na rynku znajduje się obecnie wiele preparatów wielowitaminowych wzbogaconych w składniki mineralne.

Powszechnie uważa się, że stosowanie preparatów zawierających wszystkie witaminy i minerały, które są potrzebne organizmowi, jest najlepszym rozwiązaniem. Wynika to z przekonania, że organizm sam przyswoi to, co jest mu potrzebne. Nie ma jednak takiego leku, który jest najlepszy w każdym przypadku. Stosując preparat wielomikroelementowy, nie zapewniamy optymalnego uzupełnienia konkretnych, indywidualnych niedoborów mikroelementów.

Obecność w tabletkach wielu różnych witamin, soli mineralnych może powodować, że będą one oddziaływać wzajemnie na siebie. Tabletki przechodzą przez kwaśne środowisko żołądka, zasadowe środowisko jelit. Zawarte w nich substancje chemiczne mogą wchodzić w reakcje chemiczne, modyfikować swoją rozpuszczalność, szybkość wchłaniania, transport.

Poszczególne witaminy i sole mineralne potrzebują różnych, często wykluczających się warunków, ułatwiających ich przyswajanie. Na ich przyswajanie może wpływać obecność, skład i pH pokarmu.

Uzupełnianie niedoborów witamin i mikroelementów powinno być prowadzone zgodnie z indywidualnym zapotrzebowaniem pacjenta. Łatwiej i bezpieczniej prowadzić taką suplementację preparatami prostymi jednoskładnikowymi.

W przypadku ujemnego bilansu magnezu, oraz w stanach chorobowych, gdy zachodzi potrzeba leczniczego podawania preparatu mineralnego, preparat selektywny daje więcej możliwości terapeutycznych, ponieważ można indywidualnie ustalić dawkę jednego minerału bez zwiększania ilości innych. Pozwala to zmniejszenie ryzyka interakcji z jednocześnie stosowanymi środkami farmakologicznymi, a w przypadku wystąpienia niekorzystnych objawów łatwiej jest wnioskować o ich przyczynie.

Preparaty wieloskładnikowe zawierają zbyt małe ilości związków magnezu aby mogły służyć do suplementacji tego pierwiastka. Np. Vitaral 1 drażetka zawiera 1,25mg MgSO₄ czyli chcąc podać dawkę fizjologiczną Mg²⁺ należałoby dziennie zażywać 1140tabl.. Centrum 1tabl. zawiera 100mg MgO dawka dzienna wynosiłaby 6tabl. Takie podanie spowodowałoby przedawkowanie innych składników.

Lecnicze stosowanie jednego minerału stwarza bezpieczniejszą sytuację dla pacjenta, a lekarzowi ułatwi kontrolę leczenia.

Przedawkowanie doustnych preparatów magnezu

Przedawkowanie doustnych preparatów magnezu zdarza się rzadko. U pacjentów z prawidłowym wydalaniem nerkowym układ moczowy jest w stanie wydaląć 60.000 mg Mg^{2+} na dobę.

Przedawkowanie ostre - występujące po spożyciu jednorazowej bardzo dużej dawki magnezu objawia się: spadkiem ciśnienia, zwolnieniem rytmu serca, zaburzeniami oddychania, biegunką.

Stan ten wymaga hospitalizacji. Antidotum na zatrucie magnezem jest wapń podany pozajelitowo. U chorego należy zwiększać diurezę przez podanie leków moczopędnych lub mannitolu (zwiększy diurezę osmotyczną). W zależności od stanu chorego może wymagać dializy, kontroli oddechu, monitorowania pracy serca.

Przedawkowanie przewlekłe - spowodowane być może długotrwałym podawaniem zbyt dużych dawek magnezu lub stosowaniem magnezu u pacjentów z niewydolnością nerek.

Objawiać się będzie hipotonią, bradykardią, nudnościami.

Należy w takim wypadku odstawić preparaty magnezowe.

8.4 Pozajelitowe podawanie magnezu

W odróżnieniu od doustnych dawek fizjologicznych łatwych do sterowania, magnez podany pozajelitowo ma wszystkie właściwości farmakodynamiczne, zbadane w toku obserwacji stanów związanych z nadmiarem magnezu. Należy, więc stosować go bardzo ostrożnie. Wskazania do podawania tego pierwiastka pozajelitowo mogą, więc być tylko swoiste w stosunku do niedoboru magnezu i niemożliwego do wyrównania na drodze doustnej np. w odżywianiu pozajelitowym, śpiączce, w anestezji przy wymiotach.

Magnez może być podawany domięśniowo, dożylnie lub we wlewie kroplowym. Leczenie takie może być prowadzone tylko w jednostkach intensywnej opieki medycznej pod nadzorem EKG i stałej kontroli tętna i ciśnienia.

Preparaty: Magnesium sulfuricum amp. 2g w 10ml

Ascorbinian Magnezu amp. 10% 5ml

9. ZAKOŃCZENIE

Sprawna homeostaza ustroju ludzkiego zależy od prawidłowej proporcji poszczególnych biopierwiastków, witamin, białek. Każde naruszenie tych proporcji wywołuje kaskadę zaburzeń, które są przyczyną różnych dolegliwości.

Magnez jest jednym z podstawowych pierwiastków mających wpływ na funkcjonowanie organizmu i drugim po potasie kationem wewnątrzkomórkowym. Jon magnezu odpowiedzialny jest za działanie wielu enzymów, transport błonowy, a przede wszystkim za produkcję ATP. Ponadto magnez reguluje wzrost i reprodukcję komórek. Jest antagonistą wapnia może, więc wpływać na mechanizm skurczu komórek mięśniowych, będzie, więc miał wpływ na pracę wszystkich narządów.

Niedobór magnezu wiąże się najczęściej z dietą ubogomagnezową. Czynnikiemami zwiększającymi ten niedobór jest wszechobecny stres, picie alkoholu i nagminne picie kawy, a także przewlekłe przyjmowanie leków przeczyszczających (bardzo powszechne obecnie z powodu mody na odchudzanie się oraz częstych zapać spowodowanych dietą i siedzącym trybem życia), moczopędnych oraz antykoncepcyjnych. Objawy kliniczne niedoboru magnezu mogą być różnorodne, tak jak różnorodne działanie może wywierać magnez. Mogą one imitować różne zespoły chorobowe.

Ponieważ niedobory magnezu są obecnie bardzo częste należy propagować wiedzę o jego działaniu i zastosowaniu.

Ponieważ dieta w krajach rozwiniętych zawiera coraz mniej magnezu, w związku z modą na diety ubogoenergetyczne i zawierające dużo błonnika, należy suplementować ten pierwiastek.

W Polsce bardzo wzrosło w ostatnich latach zainteresowanie magnezem. Wykorzystują to firmy farmaceutyczne produkujące preparaty magnezowe. Intensywnie reklamują zalety magnezu i konieczność jego stosowania. To czysto komercyjne działanie ma jedną ogromną zaletę - szerzy wiedzę o magnezie. Pacjenci zainteresowani przez reklamę (a ta ma ogromny wpływ na to, w co wierzą i co kupują) pytają o magnez w aptece prosząc o wyjaśnienie szczegółów, lub czytają jedną z wielu popularno-naukowych publikacji obecnych często nawet w prasie.

Prowadzona świadomie i rozsądnie suplementacja doustnymi preparatami magnezu może zmniejszyć zachorowalność na wiele chorób cywilizacyjnych takich jak nerwice, zawały serca, nowotwory.

BIBLIOGRAFIA

1. Aleksandrowicz J. , I.Gumowska , Kuchnia i medycyna , Oficyna wydawnicza „ Vatra” Warszawa 1999.
2. Aleksandrowicz J., Wiedza stwarza nadzieję, Wiedza Powszechna Warszawa 1976.
3. Dudek H. , Magnez pierwiastek energii, Wydawnictwo psychologii i kultury „Eneteia” Warszawa 1999.
4. Bednarek W., Magnez w środowisku człowieka, Prace naukowe IV Ogólnopolskiego Sympozjum Magnezologicznego, Oddział w Lublinie
5. Durlach J. , Magnez w praktyce klinicznej, PZWL, Warszawa 1991.
6. Kostowski W. Kubikowski P., Farmakologia, PZWL Warszawa 1994.
7. Materiały III Zjazdu Polskiego Towarzystwa Magnezologicznego im. profesora Juliana Aleksandrowicza , Poznań 1998, Poznań PTM 1998.
8. Nadolna I., Potrawy. Skład i zawartość odżywcza , Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 1994.
9. Pasternak K., Biopierwiastki w praktyce lekarskiej, Akademia Medyczna w Lublinie, Instytut Edukacji Zdrowotnej i Opieki Człowieka, Lublin 2000.
10. Pajdowski L., Chemia ogólna, PWN, Warszawa 1998.
11. Pharmindex Apteka 2002, Medi-Media, Warszawa 2000.
12. Podlewski J. Chwalibogowska-Podlewska A., Leki współczesnej terapii wydanie XII, Fundacja Büchnera, Warszawa 1998.
13. Sekuła W., Spożycie żywności w Polsce w latach 1950-1991 w przeliczeniu na energię i składniki odżywcze, Instytut Żywności i Żywienia , Warszawa 1992.
14. VI Sympozjum Polskiego Towarzystwa Magnezologicznego, Biopierwiastki w zdrowiu i chorobie, Bydgoszcz 1997, PTM 1997.
15. Szczygieł A., Tabele zawartości pierwiastków śladowych w produktach spożywczych, Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 1992.
16. Traczyk W., Fizjologia człowieka w zarysie, PZWL, Warszawa 1997
17. Urzędowy wykaz środków farmaceutycznych i materiałów medycznych dopuszczonych do obrotu w Polsce, Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, Warszawa 2002.

nazwa preparatu	związek chemiczny	ilość	ilość	dawko- wanie zalecone przez produ- centa	fizjolo- giczna dawka dzienna 360mg	cena opak. PLN ilość tabl.	cena dawki dzenio- wej PLN
		chem.	Mg ²⁺				
Aronomag	wodorocytrynian magnezu	340	27	3-6 t.	13 t.	9,70 60 t.	2,10
Additiva magnesiim	węglan magnezu	625	150	1 t.	2 t.	8,50 10 t.	1,70
Asmag	asparginian magnezu	300	20	12 t.	18 t.	6,65	2,39
Asmag forte	asparginian magnezu	500	34	3-6 t.	10 t.	7,40	1,48
Asmag B	asparginian magnezu +B ₆	300	20	12 t.	18 t.	7,40 50 t.	2,77
Filomag B ₆	wodoroasparginian magnezu +B ₆	600	40	3-6 t.	9 t.	6,70 50 t.	1,21
Laktomag	wodoroasparginian magnezu	1000	70	3 t.	5 t.	9,80 50 t.	0,98
Laktomag B ₆	wodoroasparginian magnezu +B ₆	1000	70	3 t.	5 t.	14,70 50 t.	1,47
Maglek	mleczan magnezu +B ₆	500	51	2 t.	7 t.	16,00 50 t.	2,24
Magne-B ₆	mleczan magnezu +B ₆	470	48	3-6 t.	7 t.	24,00 50 t.	3,84
Magnefar	wodoroasparginian magnezu	500	34	3-6 t.	10 t.	9,55 50 t.	1,91
Magnefar B ₆	wodoroasparginian magnezu +B ₆	500	34	3-6 t.	10 t.	17,30 60 t.	2,88
Magnesium asparticum	wodoroasparginian magnezu	600	40	3-6 t.	9 t.	6,50 50 t.	1,17
Magnesol 150	cytrynian magnezu	1000	150	2-3 t.	2 t.	13,30	1,33
Magnevit	wodoroasparginian mgnezu +B ₆	1800	120	1-3 ły- żeczki	3 ły- żeczki	4,90 100 g	0,74
Magnez 120	węglan magnezu	500	120	1 t.	3 t.	4,90	1,47
Magnezin 200	węglan magnezu	200	52	3 t.	7 t.	4,80	1,12
Magnezin 500	węglan magnezu	500	130	3 t.	3 t.	9,30 60 t.	0,47
Magvit	mleczan magnezu	470	48	3-6 t.	7 t.	21,34 50 t.	2,99
MBE	tlenek magnezu +B ₆	250	150	1 k.	2 t.	18,63 60 t.	0,62
Plussz magnez	tlenek magnezu +B ₆	200	120	1 t.	3 t.	9,40	1,41
Provitina magnesium B ₆	mleczanoglukonian wodoroasparginian magnezu +B ₆	551 297	60	3-6 t.	6 t.	13,20 50 t.	1,58
Slow-Mag	chlorek magnezu	535	64	6 t.	5 t.	16,60 60 t.	1,66
Slow-Mag B ₆	chlorek magnezu +B ₆	535	64	5 t.	5 t.	20,20 50 t.	2,42

