

Jak prowadzić farmakoterapię preparatami magnezu?

How to treat patients with magnesium preparations?

lek., mgr zdr. publ. Jan W. Pęksa^{1,2}

¹ Poradnia Lekarza Rodzinnego „COR VITA” w Krakowie

² Oddział Kliniczny Kardiologii i Elektrokardiologii Interwencyjnej oraz Nadciśnienia Tętniczego, Szpital Uniwersytecki w Krakowie

■ **Słowa kluczowe:** magnez, makroelementy, skurcze mięśniowe, nadciśnienie tętnicze, insulinooporność, zaburzenia nastroju.

■ **Keywords:** magnesium, macronutrients, muscle cramps, hypertension, insulin resistance, mood disorders.

■ **Abstract:** Homeostasis is the ability of an organism to maintain a constant level of internal factors despite continuous changes in the external environment. This state is possible by providing essential nutrients to the body, which fulfill the building functions, but also participate in many metabolic processes and are cofactors of enzymes. One of the key macronutrients for the functioning of the body is magnesium. Its deficiency may be manifested by painful muscle cramps, eyelid twitching, tingling in the limbs, decreased quality of sleep, headaches and dizziness. Chronic magnesium deficiency may be associated with the development of insulin resistance, hypertension, depressive disorders, or arrhythmias. Many magnesium-containing preparations are available on the pharmaceutical market. Due to their good bioavailability, combinations of magnesium with lactate, citrate, or aspartate (organic salts) are particularly useful. Inorganic salts (magnesium carbonate, oxide, or chloride) are poorly absorbed from the gastrointestinal tract and are largely excreted from the body.

■ Wprowadzenie

Według encyklopedycznej definicji homeostaza (gr. *hómoios* – równy, jednakowy, *stásis* – stałość, stateczność) to stan zdolności organizmu do utrzymania względnie stałych parametrów środowiska wewnętrznego, np. temperatury, ciśnienia osmotycznego płynów ustrojowych czy stężenia glukozy lub elektrolitów w osoczu krwi, pomimo nieustannych zmian zachodzących w otoczeniu.

Jest to możliwe dzięki funkcjonowaniu licznych, złożonych mechanizmów regulacyjnych (głównie dzięki pętlom sprzężenia zwrotnego ujemnego). Aby organizmy, w tym organizm

człowieka, mogły funkcjonować w prawidłowy sposób i utrzymywać stan homeostazy, konieczne jest dostarczanie do ich ustrojów odpowiednich składników pokarmowych. Należą do nich węglowodany, tłuszcze, białka, a także niezbędne do funkcjonowania makro- i mikroelementy oraz witaminy [1-6].

Magnez (łac. *magnesium*) jest dwuwartościowym pierwiastkiem z grupy berylowców i jednym z najważniejszych jonów dla prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Ciało osoby dorosłej zawiera ok. 22–26 g wspomnianego pierwiastka, zaliczanego do grupy makroelementów. Zmagazynowany jest głównie w kościach (60%),

mięśniach (20%), innych tkankach miękkich, w tym w układzie nerwowym, wątrobie, nerkach (20%) oraz tylko w 1% w przestrzeni zewnątrzkomórkowej (m.in. w osoczu krwi). Magnez jest pierwiastkiem bardzo aktywnym w ustroju. **Aktywuje ok. 300 enzymów szlaków przemian białek, węglowodanów, lipidów oraz kwasów nukleinowych. Pełni także funkcję bułdulcową, stanowiąc m.in. element składowy kości i zębów.**

Dobowe zapotrzebowanie na magnez zależy od różnych czynników, w tym od wieku, płci oraz aktywności fizycznej. Mimo powszechnego występowania magnezu w pokarmach (w zbożach i produktach zbożowych, nasionach roślin strączkowych, orzechach, warzywach, owocach, rybach czy w czekoladzie), często dochodzi do jego niedoboru manifestującego się określonymi objawami klinicznymi [1-6].

W pracy omówiono rolę magnezu w organizmie człowieka, objawy niedoboru tego makroelementu, a także zasady prowadzenia farmakoterapii preparatami zawierającymi ten pierwiastek. Szczególną uwagę zwrócono na praktyczne, kliniczne aspekty omawianych zagadnień, które mogą być przydatne dla praktykujących lekarzy oraz farmaceutów.

■ Rola magnezu w organizmie człowieka

Magnez (Mg^{2+}) i potas (K^+) są dwoma najważniejszymi kationami wewnątrzkomórkowymi. Magnez uczestniczy w aktywacji enzymów odpowiedzialnych za reakcje przeniesienia grup fosforylowych (tworzy kompleks Mg^{2+} -ATP) oraz, jak wspomniano wcześniej, aktywuje kilkaset enzymów przemian cukrów, białek, tłuszczów i kwasów nukleinowych. W połączeniach z fosfolipidami, omawiany pierwiastek **stanowi element struktury błon komórkowych**, ale też błon wewnątrzkomórkowych i mitochondrialnych [7-14].

Istotnym faktem jest, że **magnez zmniejsza nadmierną pobudliwość nerwowo-mięśniową. Jony magnezu działają na komórki**

mięśnia sercowego (kardiomiocyty) antagonistycznie do jonów wapnia (zwiększających ich pobudliwość). Magnez powoduje więc spadek przewodnictwa i nadmiernej pobudliwości w obrębie serca. Dzięki temu jego suplementacja jest często wskazana u pacjentów ze schorzeniami kardiologicznymi, szczególnie leczonych diuretykami i z rozpoznanymi tachyarytmiami. Jeśli chodzi o układ sercowo-naczyniowy, to magnez wykazuje działanie protekcyjne wobec ścian naczyń krwionośnych. Przeciwstawia się nadmiarowi wapnia w ich ścianach i zmianom degeneracyjnym tkanki łącznej [7-14].

Magnez jest niezbędny do rozwoju i mineralizacji kości, wchodzi w ich skład. Ma także duży wpływ na układ rozrodczy.

U mężczyzn aktywuje działanie męskich gamet (spermatozoidów), u kobiet wykazuje działanie hamujące czynność skurczową macicy (efekt tokolityczny).

Omawiany pierwiastek ma niezwykle istotny wpływ na układ endokryny: **jest niezbędny do syntezy insuliny, magazynowania aminokatecholowych oraz uwalniania hormonu przytarczyc – parathormonu**. Oddziałuje na mechanizmy obronne organizmu: przeciwdziała efektom stresu, niedotlenienia, działa przeciwuczuleniu, przeciwzapalnie oraz aktywuje układ dopełniacza [7-14].

Ze wszystkich wymienionych wyżej względów niedobór magnezu może powodować występowanie wielu objawów klinicznych, a także wiązać się z częstszym ujawnianiem się chorób cywilizacyjnych, takich jak miażdżyca naczyń krwionośnych czy zaburzenia metabolizmu węglowodanów (insulinooporność, zespół metaboliczny) [7-14].

■ Objawy niedoboru magnezu

Do typowych objawów klinicznych niedoboru magnezu zalicza się:

- zwiększoną pobudliwość nerwowo-mięśniową;
- osłabienie i zwiększoną męczliwość, a także zaburzenia koncentracji uwagi;

- nieprawidłowości w pracy serca (np. zgłaszane uczucie „kołatania” serca);
- bolesne skurcze mięśni;
- wzmożone wypadanie włosów i zwiększoną łamliwość paznokci;
- zwiększoną potliwość w czasie snu;
- drżenia powiek i warg [7-16].

Badając działanie na układ sercowo-naczyniowy, wykazano, że **zmniejszona zawartość magnezu powoduje wzrost częstości występowania zaburzeń rytmu serca, szczególnie należących do tachyarytmii** (skurcze dodatkowe, migotanie przedsionków, częstoskurcze komorowe, w tym *torsade de pointes* i migotanie komór). Przeprowadzając badania na zwierzętach, stwierdzono, że dieta uboga w magnez może prowadzić do zmian w budowie ścian naczyń krwionośnych podobnych do tych występujących w hipercholesterolemii i hipertrójglicerydemii (czyli do zmian miażdżycowych). W badaniach epidemiologicznych wykazano zwiększone ryzyko wystąpienia nadciśnienia tętniczego w populacjach, gdzie było niskie spożycie magnezu [7-19].

Hipomagnezemia często występuje u chorych z cukrzycą typu 1 i 2. Jedną z jej przyczyn może być utrata magnezu poprzez nerki przy towarzyszącej tym schorzeniom glukozurii. Hipomagnezemia może zmniejszać wrażliwość na działanie insuliny (podnosić insulinoporność), ponieważ magnez jest kofaktorem enzymów uczestniczących w metabolizmie glukozy (kinazy tyrozynowej), a także jest niezbędny do syntezy insuliny [7-16,20,21].

Magnez może odgrywać rolę w patofizjologii powstawania kamieni nerkowych zbudowanych m.in. z soli wapnia. U wielu pacjentów z kamicą nerkową stwierdza się niskie stężenie magnezu w moczu. Suplementacja magnezem, oprócz innych działań profilaktycznych, w tym zwiększenia ilości przyjmowanych płynów i zmniejszenia ilości spożywanej soli kuchennej, może pomagać w zapobieganiu powtórnemu tworzeniu się kamieni w układzie moczowym [7-16,22,23].

Wykazano, że u pacjentów z niskim wewnątrz- i zewnątrzkomórkowym stężeniem magnezu częściej występują ataki bólów migrenowych niż u osób z wyższym stężeniem. **Stwierdzono, że podawanie dużych dawek magnezu (np. 600 mg dziennie) może zapobiegać występowaniu napadów migreny.** Jeśli chodzi o chorych z depresją, to u nich również często stwierdza się hipomagnezemię. Korzyści terapeutyczne dla układu nerwowego, wynikające ze stosowania omawianego pierwiastka, są tłumaczone jego działaniem antagonistycznym na receptory NMDA (N-metylo-D-asparaginowe) [7-16,24-27].

■ Wskazania do terapii preparatami magnezu

Stosowanie doustne magnezu

Magnez jest stosowany doustnie profilaktycznie, a także leczniczo w:

- stanach niedoboru lub zwiększonego zapotrzebowania,
- nasilonym przewlekłym stresie;
- bólach głowy (też migrenowych);
- w zaburzeniach snu;
- bólach mięśniowych;
- zapobieganiu nawrotom kamicy nerkowej ze złoгами zbudowanymi z soli wapnia;
- w okresie zwiększonego zapotrzebowania na ten pierwiastek (u dzieci w okresie intensywnego wzrostu, u kobiet w okresie ciąży i laktacji, u ludzi w podeszłym wieku, szczególnie przyjmujących leki odwadniające jak diuretyki pętlowe lub tiazydy).

Należy podkreślić, że pierwszą interwencją uzupełniania niedoborów magnezu powinno być **wprowadzenie zdrowej, bogatej w ten pierwiastek diety** [7-16].

Leczenie preparatami dożylnymi magnezu

Dożylnie preparaty magnezu stosuje się w przypadku:

suplement diety **Polomag**[®]

Regularnie badany
pod kątem jakości
i zawartości składników
aktywnych - Mg²⁺ i K⁺

NA ZMĘCZENIE
NA SKURCZE

NA
ZMĘCZENIE¹



NA
SKURCZE²



Magnez o prawidłowej przyswajalności

¹⁾ Magnez przyczynia się do zmniejszenia uczucia zmęczenia i znużenia

²⁾ Magnez i potas pomagają w prawidłowej pracy układu nerwowego i mięśni

- **Magnez w postaci cytrynianu - organicznej, dobrze przyswajalnej formie**
- W 1 tabletkę Polomagu B6 max aż 840 mg cytrynianu magnezu (100 mg jonów magnezu)
- W 2 tabletkach Polomagu K⁺ aż 1166 mg cytrynianu magnezu (140 mg jonów magnezu) oraz 834 mg cytrynianu potasu (300 mg jonów potasu)
- Gwarancja deklarowanej zawartości magnezu - oba produkty posiadają badania stabilności

- stwierdzonej istotnej hipomagnezemia,
- w tężycze utajonej;
- bardzo nasilonych skurczach mięśni szkieletowych, spowodowanych hipomagnezemią;
- w zapobieganiu przedwczesnemu porodowi;
- w stanie przedrzucawkowym i w rzucawce;
- zaburzeniach rytmu serca (np. w przypadku napadów migotania przedsionków lub częstoskurczu komorowego *torsade de pointes*);
- jako dodatek do żywienia pozajelitowego, jeśli nie zawiera ono magnezu, czy w stanach drgawkowych wywołanych jego niedoborami [7-16,28-31].

■ Zasady terapii preparatami magnezu

Magnez może być podawany w postaci doustnej oraz pozajelitowej (dożylniej lub domięśniowej). Po podaniu doustnym wchłania się powoli w jelicie cienkim. Absorpcja magnezu wzrasta na skutek działania kalcytriolu (aktywnej formy witaminy D₃) i witaminy B₆ (pirydoksyny). Prawidłowe stężenie magnezu we krwi wynosi 0,65–1,25 mmol/l, a w komórkach jest ok. 10 razy większe. We krwi ok. 55% magnezu znajduje się w postaci jonów (frakcja szczególnie aktywna biologicznie), 30% wiąże się z białkami, a 15% występuje w związkach kompleksowych z anionami. Magnez wydalany jest głównie z moczem i podlega częściowo wchłanianiu zwrotnemu. **Zapotrzebowanie na magnez wynosi ok. 270–350 mg dziennie** [7-16,32].

Dawkowanie danego preparatu zawierającego magnez zależy m.in. od tego, ile jonów omawianego makroelementu znajduje się w jednej tabletki oraz od rodzaju związku w określonym preparacie. Preparaty magnezu przyjmuje się zazwyczaj w 2 lub 3 dawkach na dobę, podczas posiłków; powinny być popijane dużą ilością wody.

Szczególnie korzystne jest przyjmowanie doustnych preparatów magnezu w postaci soli organicznych (cytrynianu, glukonianu, asparaginianu, mleczanu) ze

względu na ich większą przyswajalność niż soli nieorganicznych (chlorku, tlenku, siarczanu, węglanu).

Lepsze wchłanianie soli organicznych magnezu wynika z większej rozpuszczalności w wodzie niż związków nieorganicznych, a także z budowy bardziej zbliżonej do związków znajdujących się w pokarmie. Wchłanianie omawianego makroelementu zwiększa witamina B₆: o 20–40%. Z tego względu w wielu lekach i suplementach zawierających magnez znajduje się również ta substancja [7-16,32-35].

Po podaniu dożylnym działanie siarczanu magnezu rozpoczyna się natychmiast i trwa ok. 30 min. Po podaniu domięśniowym substancja wchłania się też szybko, działanie pojawia się po ok. 1 godzinie od iniekcji i trwa ok. 3–4 godziny. Pacjenci, którym podaje się magnez parenteralnie, powinni być uważnie obserwowani i wskazane jest oznaczanie stężenia tego pierwiastka w surowicy krwi. Leczenie parenteralne należy przerwać, kiedy poziom magnezu wróci do normy.

W napadowym częstoskurczu nadkomorowym podaje się 3–4 g siarczanu magnezu rozpuszczonego w glukozie dożylnie, w szybkim wlewie trwającym 30 sekund.

W zaburzeniach rytmu serca zagrażających życiu, np. częstoskurczu komorowym typu *torsade de pointes*, w przypadku nagłego zatrzymania krążenia podawane jest dożylnie 1–2 g preparatu rozcieńczonego w 10 ml 5% glukozy.

Gdy występuje częstoskurcz komorowy, ale tętno jest obecne, stosuje się 1–2 g siarczanu magnezu w 50–100 ml 5% glukozy w szybkim wlewie kroplowym, w ciągu kilku minut [7-16,32].

Przeciwwskazania do stosowania magnezu

Przeciwwskazania do stosowania magnezu obejmują:

- nadwrażliwość na substancję czynną lub na którąkolwiek substancję pomocniczą zawartą w danym preparacie;

- ciężką niewydolność nerek (gdy klirens kreatyniny < 30 ml/min);
- bloki przedsionkowo-komorowe lub
- stan hipermagnezemii.

Należy zachować szczególną ostrożność u pacjentów z umiarkowaną niewydolnością nerek ze względu na ryzyko wystąpienia u nich hipermagnezemii. Lek nie powinien być stosowany u dzieci w wieku < 6 lat [7-16,32].

U pacjentów z prawidłową czynnością nerek magnez stosowany doustnie jest bezpieczny. Działania niepożądane w przypadku leczenia doustnymi preparatami magnezu zazwyczaj rzadko występują i są łagodne. Mogą obejmować dolegliwości żołądkowo-jelitowe (ból brzucha, biegunki) oraz zaczerwienienie skóry. W przypadku znacznego przedawkowania tego makroelementu, np. na skutek podawania zbyt dużych ilości siarczanu magnezu dożylnie (szczególnie u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek), obserwuje się działania niepożądane, takie jak: obniżenie ciśnienia tętniczego krwi (hipotonię), spadek częstości akcji serca, zmniejszenie siły mięśniowej, częstości oddechów i zaburzenia świadomości.

Antidotum dla nadmiaru magnezu stanowią sole wapnia (glukonian lub chlorek) podawane dożylnie. Stosowane jest także leczenie objawowe, w tym nawadnianie, forsowanie diurezy przy wykorzystaniu diuretyków pętlowych i w razie konieczności wdrożenie sztucznej wentylacji płuc (respiratoroterapii) [7-16,32].

Podsumowanie

Magnez to jeden z najważniejszych pierwiastków potrzebnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Jest bardzo aktywny biologicznie i pełni szereg ważnych funkcji: aktywuje kilkaset enzymów, uczestniczy w syntezie białek, przewodzeniu impulsów nerwowych i w skurczu mięśni. Bierze udział w procesach regulacji ciśnienia tętniczego krwi, utrzymaniu prawidłowego rytmu serca oraz ma istotne znaczenie w gospodarce mineralnej kości.

Przewlekły niedobór magnezu może prowadzić do zaburzeń metabolicznych (insulinooporności), schorzeń układu sercowo-naczyniowego i nerwowego. Występowanie objawów takich jak nadmierna nerwowość, drażliwość, wahania nastroju, niepokój, uczucie nadmiernego zmęczenia, zaburzenia snu lub zgłaszane „kołatania” serca mogą świadczyć o niedoborze magnezu.

Magnez jest lepiej przyswajany z pokarmów niż z leków i suplementów, jednak jego uzupełnienie, uzyskiwane m.in. dzięki preparatom podawanym doustnie, bywa niezbędne do złagodzenia dokuczliwych objawów jego niedoboru.

W razie występowania szczególnych wskazań klinicznych, w tym groźnych dla życia zaburzeń rytmu serca, magnez można podawać pozajelitowo – dożylnie lub domięśniowo. © ®

lek., mgr zdr. publ. Jan W. Pęksa
janwpeksa@gmail.com
Nadesłano: 10-09-2021

Piśmiennictwo:

1. Homeostaza. Słownik języka polskiego PWN. <https://sjp.pwn.pl/sjp/homeostaza;2560706.html> [dostęp: 05.09.2021].
2. Homeostaza. Encyklopedia PWN. <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/homeostaza;4008465.html> [dostęp: 05.09.2021].
3. Dobosiewicz AM, Braun D, Kromnych K, et al. Mechanizmy adaptacyjne zaburzeń homeostazy. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(8):247-55.
4. Karmańska A, Stańczak A, Karwowski B. Magnez. Aktualny stan wiedzy. *Bromatologia i chemia toksykologiczna*. 2015;4:677-89.
5. Szymczyk H. Magnez – pierwiastek niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmu. *Farmacja współczesna*. 2016;9:217-23.
6. Razaque MS. Magnesium: Are We Consuming Enough? *Nutrients*. 2018;10(12):1863.
7. Magnez (magnesium). *Medycyna praktyczna. Indeks leków*. <https://indeks.mp.pl/desc.php?id=514&id=514> [dostęp: 05.09.2021].
8. Magnez (siarczan magnezu) (opis profesjonalny). *Medycyna praktyczna. Baza leków*. <https://www.mp.pl/pacjent/leki/subst.html?id=1742> [dostęp: 05.09.2021].
9. Banczerz B, Duś-Żuchowska M, Cichy W, et al. Wpływ magnezu na zdrowie człowieka. *Prz Gastroenterol*. 2012;7(6):359-66.
10. Bojarowicz H, Dźwigulska P. Suplementy diety. Część II. Wybrane składniki suplementów diety oraz ich przeznaczenie. *Hygeia Public Health*. 2012;47(4):433-41.
11. Iskra M, Krasieńska B, Tykarski A. Magnez – rola fizjologiczna, znaczenie kliniczne niedoboru w nadciśnieniu tętniczym i jego powikłaniach oraz możliwości uzupełniania w organizmie człowieka. *Arterial Hypertension*. 2013;17(6):447-59.
12. Al Alawi AM, Majoni SW, Falhammar H. Magnesium and Human Health: Perspectives and Research Directions. *Int J Endocrinol*. 2018;2018:9041694.
13. Schwalfenberg GK, Genius SJ. The Importance of Magnesium in Clinical Healthcare. *Scientifica (Cairo)*. 2017;2017:4179326.
14. Jahnen-Dechent W, Ketteler M. Magnesium basics. *Clin Kidney J*. 2012;5(Suppl 1):i3-i14.
15. Glasdam SM, Glasdam S, Peters GH. The Importance of Magnesium in the Human Body: A Systematic Literature Review. *Adv Clin Chem*. 2016;73:169-93.

16. DiNicolantonio JJ, O'Keefe JH, Wilson W. Subclinical magnesium deficiency: a principal driver of cardiovascular disease and a public health crisis. *Open Heart* 2018;5(1):e000668.
17. Misialek JR, Lopez FL, Lutsey PL, *et al.* Serum and dietary magnesium and incidence of atrial fibrillation in whites and in African Americans--Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Circ J.* 2013;77(2):323-9.
18. Khan AM, Lubitz SA, Sullivan LM, *et al.* Low serum magnesium and the development of atrial fibrillation in the community: the Framingham Heart Study. *Circulation.* 2013;127(1):33-8.
19. Han H, Fang X, Wei X, *et al.* Dose-response relationship between dietary magnesium intake, serum magnesium concentration and risk of hypertension: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutr J.* 2017;16(1):26.
20. Barbagallo M, Dominguez LJ. Magnesium and type 2 diabetes. *World J Diabetes.* 2015;6(10):1152-7.
21. Chaudhary DP, Sharma R, Bansal DD. Implications of magnesium deficiency in type 2 diabetes: a review. *Biol Trace Elem Res.* 2010;134(2):119-29.
22. Massey L. Magnesium therapy for nephrolithiasis. *Magnes Res.* 2005;18(2):123-6.
23. Reungjui S, Prasongwatana V, Premgamone A, *et al.* Magnesium status of patients with renal stones and its effect on urinary citrate excretion. *BJU Int.* 2002;90(7):635-9.
24. Dolati S, Rikhtegar R, Mehdizadeh A, *et al.* The Role of Magnesium in Pathophysiology and Migraine Treatment. *Biol Trace Elem Res.* 2020;196(2):375-83.
25. Mauskop A, Varughese J. Why all migraine patients should be treated with magnesium. *J Neural Transm (Vienna).* 2012;119(5):575-9.
26. Serefko A, Szopa A, Wlaż P, *et al.* Magnesium in depression. *Pharmacol Rep.* 2013;65(3):547-54.
27. Tarleton EK, Littenberg B, MacLean CD, *et al.* Role of magnesium supplementation in the treatment of depression: A randomized clinical trial. *PLoS One.* 2017;12(6):e0180067.
28. Ho KM, Sheridan DJ, Paterson T. Use of intravenous magnesium to treat acute onset atrial fibrillation: a meta-analysis. *Heart.* 2007;93(11):1433-40.
29. Abdelmalik PA, Politzer N, Carlen PL. Magnesium as an effective adjunct therapy for drug resistant seizures. *Can J Neurol Sci.* 2012;39(3):323-7.
30. Kew KM, Kirtchuk L, Michell CI. Intravenous magnesium sulfate for treating adults with acute asthma in the emergency department. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;(5):CD010909.
31. Xu F, Arakelyan A, Spitzberg A, *et al.* Experiences of an outpatient infusion center with intravenous magnesium therapy for status migrainosus. *Clin Neurol Neurosurg.* 2019;178:31-35.
32. Charakterystyki produktów leczniczych zawierających magnez [dostęp: 05.09.2021].
33. Pardo MR, Garicano Vilar E, San Mauro Martín I, *et al.* Bioavailability of magnesium food supplements: A systematic review. *Nutrition.* 2021;89:111294.
34. Schuchardt JP, Hahn A. Intestinal Absorption and Factors Influencing Bioavailability of Magnesium-An Update. *Curr Nutr Food Sci.* 2017;13(4):260-78.
35. Ostróżka-Cieślak A, Dolińska B, Ryszka F. Ocena dostępności farmaceutycznej magnezu z tabletek o niemodyfikowanej szybkości uwalniania. *Annales Academiae Medicae Silesiensis.* 2015;69:166-71.