

Magneesium ja selle

Magneesium on maakoos ja eluslooduses üks levinuim keemiline element, olles maakoos sisalduses lausa seitsmendal kohal. Magneesium on oma nime saanud Vana-Kreeka linna Magnesia järgi, kuna selle linna ümbruses paiknes rohkesti magneesiakivi lademeid.



Lilian Ruuben

meditsiinitehnilise hariduse
keskuse juhataja, õppejõud-
lektor

Tallinna Tervishoiu Kõrgkool



Laine Parts

farmatseudi õppekava
õppejõud-lektor
Tallinna Tervishoiu Kõrgkool

1618. aastal märkas Henry Wicker, et Suurbritannias Epsomi linnas asub kaev, mille vett loomad ei joo isegi mitte põua ajal, nimelt oli selle kaevu vesi mõru maitsega. Vee mõru maitse oli tingitud muuhulgas magneesiumsulfaadi suurest sisaldusest. Leiti, et sellel veel on hea toime inimeste tervisele ja seda soovitati kasutada parenteraalselt nii rahustava toime tõttu kesknärvisüsteemile kui ka peroraalselt lahtistava toime tõttu. Hiljem oli



e kasutamine tervise hüvanguks

Epsomi linn tuntud tervisekuurordina⁽¹⁾.

Epsomi linna järgi kannab magneesiumsulfaat nimetust Epsomi sool, mõrust maitsest tuleneb selle teine nimetus mõrusool. Samuti nimetatakse magneesiumsulfaati inglise soolaks. Magneesiumi avastajaks loetakse Joseph Blacki, kes 1755. aastal Edinburghis suutis eraldada lubjakivist magneesiumkarbonaadi⁽²⁾. Magneesiumi tööstuslik tootmine algas Prant-

susmaal 1857. aastal ja Inglismaal 1860. aastal.

Magneesiumi sisaldumine organismis ja päevane vajadus

Täiskasvanud inimese organismis leidub umbes 20–30 g magneesiumi, kusjuures raku sees on sisaldus ca 10 korda suurem, kui rakuvälises keskkonnas. 65% organismi magneesiumivarudest asub luudes, 20% lihastes. Inimese organism

reguleerib magneesiumi sisaldust soolestiku, luude ja neerude kaudu. Kui magneesiumi tarbimine on vähene, kahaneb selle eritus neerude kaudu ja ka vastupidi – liigtarbimisel eritumine intensiivistub⁽³⁾.

Eestis on võrreldes Põhjamaadega veidi suurem magneesiumi soovitus täiskasvanutele. Soovituse aluseks on vähene puu- ja köögiviljade ning täisteratoodete osakaal eestlaste menüüs, mitme krooniliste haiguse suurem esinemus ning



möödukast suurem kestev alkoholi tarvitamine. Täiskasvanud inimese päevane magneesiumivajadus on umbes 320 mg naistel (rasedatel ja imetavatel emadel 360 mg) ja 380 mg meestel⁽³⁾. Soovitusliku päevase magneesiumikoguse võib terve, tasakaalustatud ja eakohast toitu tarbiv tervislike eluviisidega inimene suuremate probleemideta toidust kätte saada. Siiski on magneesiumidefitsiit nii Eestis kui ka maailmas laialt levinud.

Magneesiumi ülesanded organismis

Magneesium on organismis seotud väga paljude ülesannetega. Organismi ainevahetuse tõrgeteta toimimisel on magneesiumi tähtsust raske alahinnata. Näiteks tagab see koensüümina umbes 300 ensüümi funktsionaalsuse⁽⁴⁾. Ensüümide tööst sõltub aga kogu ainevahetuse ning organismi kui terviku toimimine. Järgnevalt mõned näited magneesiumi ülesannetest organismis. Näiteks vajatakse magneesiumi glükoosi ainevahetuses, kus see on glükolüüsi protsessi ensüümi fosfopüruvaat hüdrataasi negatiivsete laengute stabiliseerija. Samuti läheb magneesiumi vaja organismi keskse antioksidantse süsteemi toimimiseks, nt seleeni sisaldava valgu selenotsüsteiini valmistamisel ensüümi selenofosfaadi süntaasi kofaktorina. Magneesiumi vajab organism ka pärilikkusaine DNA stabiliseerimisel. Sageli omab magneesium olulist rolli ka ensüümide aktiivsuse kontrollimisel.

Magneesium osaleb närviimpulsi ülekandes ja lihaste kontrakt-sioonis, võttes osa ionopumpade ja ionikanalite tööst ning osaledes seega ka signaaliülekandes. Närvi-talitluses ja lihaste lõõgastumiseks on vajalik magneesiumi koostöö ja tasakaal kaltsiumiga⁽⁴⁾. Seega on magneesiumil rahustav ja stressi maandav toime.

Magneesium on üks luukoe ja dentiini koostisosadest. Tavaliselt ollakse teadlikud kaltsiumi tähtsusest luukoe moodustamises, kuid

mõnevõrra vähem teatakse muid sama olulisi mineraale luukoe ehituses, nt magneesium või fosfor⁽⁵⁾.

Magneesiumil on oluline roll ka valkude kui keha tähtsaima ehitusmaterjali valmistamisel ribosoomides. Organismi ainevahetuse tõrgeteta toimimiseks on vajalik toota piisavalt keemilist energiat. Ka sellest protsessist võtab magneesium osa, olles vajalik rakkude „ jõuamade“ mitokondrite töös, rakkude tähtsaima energiaallika adenosüütrifosfaadi ehk ATP aktiveerimiseks. Magneesiumipuuduse puhul on takistatud ka insuliini toime⁽⁶⁾ ning organismis und reguleeriva hormooni melatoniini tootmine⁽⁷⁾. Eespool loetletu on vaid väike osa magneesiumi ülesannetest organismis.

Magneesiumi koostöö teiste toitainetega:

- Magneesium soodustab n-ö närvivitaminide ehk B-grupi vitaminide ning C- ja E-vitaminide omastamist ja kasutamist rakkude poolt.
- Magneesium tasakaalustab kaltsiumi ja kaaliumi taset rakus.
- D-vitamiin, kaltsium ja magneesium töötavad organismis koostöös, seega nende koosmanustamine on organismi seisukohast efektiivsem.
- B12-vitamiini tarvitamisel oleks mõistlik tarvitada ka kaltsiumi, kaaliumi ja magneesiumi.⁽⁴⁾

Magneesiumi allikad

Magneesiumi sisaldub kõigis rohelistes taimedes, sest see kuulub klorofüllil koostisesse. Aga mitte ainult taimsed toidud ei sisalda magneesiumi, ka loomse toidu seas on arvestatavaid allikaid.

Soovitusliku päevase magneesiumikoguse võib terve, tasakaalustatud ja eakohast toitu tarbiv tervislike eluviisidega inimene suuremate probleemideta toidust kätte saada.

Headeks magneesiumiallikeks on pähklid, seemned, kama, leib, spinat, kaunviljad, tatar, täisteratooted, sea-, veise- ja kanaliha, banaan, brokoli⁽⁸⁾. Siiski, arvestades Eestis tehtud toitumisstatistikat, ei pruugi väga paljude inimeste toitumisharjumused tagada vajalikku päevast magneesiumikogust. Kõige sagedasemateks magneesiumipuuduse põhjusteks on tasakaalustamata toitumine ja valed toitumisharjumused. Samuti võib magneesiumidefitsiit puudutada dieedipidajaid, kes kehtestavad endale rangeid toidupiiranguid või välistavad menüüst teatud toiduaineid või -grupe. Kasutades palju poest ostetud valmistoitu, vältides täisteratooted (nt täisteraleib, täisteramakaronid), pähkleid ja seemneid, alatarbides puu- ja köögivilju, ei saa tarbitavast toidust organismi jaoks vajalikku kogust tavaliselt kätte.

Magneesiumi imendumine ja seda takistavad tegurid

Toidus sisalduvast magneesiumist imendub umbes 20–60% peensoole alaosast ehk niudesoolest ja jämesoolest kahevalentsete katioonide kanalivalgu melastatiini abil või rakkudevahelise ehk paratsellulaarse passiivtranspordina. Imendumist soodustavad vitamiini-

Tabel 1. Magneesiumi sisaldus toiduainetes.

Toiduaine	Magneesiumi-sisaldus 100 g, mg
Kanepijahu	537
Linaseemned	389
Parapähklid	376
Tšiaseemned	335
Must ja punane kalamari	300
Nisuidud	293
India pähklid	292
Mandlid, kooritud	270
Hommikusöögihelbed, täistera	210
Maapähklid	180
Makaronid, tatrajahust, kuivaine	168
Kikerhernejahu	166
Kreeka pähklid	160
Sarapuupähklid	157
Müsli, pähklite ja marjadega	140
Makadaamiapähklid	130
Rukkileib, kanepiseemnete ja rukkiteradega	127
Pekanipähklid	121
Pistaatsiapähklid	121
Hirsijahu	119
Herned, kuivatatud	116
Vormileib, rukkijahust, rukkiterade ja seemnetega, Jassi, tüüp Eesti Pagar	116
Riis, täistera, kuivaine	115
Kamajahu	112
Riis, punane, kuivaine	106
Rosina-pähklisegu	104
Banaan, kuivatatud	90,0
Vormileib, täistera rukkijahust, kanepiseemnetega, kanepi-rukkileib, tüüp Fazer	86,2
Leib, keskmiselt	76,5
Aprikoos, kuivatatud	65,0
Tomat, päikesekuivatatud, õlis, nõrutatud	62,0
Oad, pruunid, keedetud	61,3
Lehtpeet	59,0
Spinat	59,0
Riis, täistera, keedetud	52,1
Parmesani juust, R 30%	51,0
Kitsejuust, R 30%, kõva	46,0
Kanaliha, filee, kuumtöödeldud	41,2
Puuviljad, segu, kuivatatud	39,0
Sealiha, välisfilee, kuumtöödeldud	35,9
Vasikaliha, praetükk, kuumtöödeldud	35,1
Sea sisefilee, küpsetatud	34,6
Lambaliha, praetükk, kondita, keedetud	32,2
Allikas: Nutridata andmebaas	



nid C ja B6, ning mineraalained kaalium, kaltsium ja fosfor. Imendumist segavad taimsetes toidulikes sisalduvad ained oblikhappe ja selle soolad ehk oksalaadid ning fütiinhappe soolad fütaadid. Magneesiumi imendumist takistab ka rasvhapete suur sisaldus soolestikus⁽⁴⁾. Seega ei pruugi taimses toidus sisalduv magneesium fütaatide sisaldumise tõttu omastatav olla ning liiga suur kiudainete sisaldus toidus võib pidurdada imendumist. Magneesiumi imendumist võib takistada ka imendumata rasvhapete suur sisaldus soolestikus. Ka kofeiinirikaste jookide, nt musta tee ja kohvi, aga ka koola jookide, kofeiini sisaldavate energijookide rohke joomine takistab magneesiumi imendumist. Samuti vähendab imendumist magneesiumi ja kaltsiumi üheaegne kasutamine. Ka paljud ravimid, sealhulgas antibiootikumid, kemoterapeutikumid, diureetikumid, prootonpumba inhibiitorid, AKE inhibiitorid ja lahtistid võivad segada magneesiumi omastamist ja olla seega hüpomagneemia põhjuseks⁽⁹⁾.

Magneesiumi defitsiit

Epidemioloogilised uuringud on näidanud võimalikku seost vähesel magneesiumi tarbimisel ja kardiovaskulaarhaiguste, kõrgvererõhktõve, insuldi, jämesoolekasvaja riski, rasvumuse ja 2. tüüpi diabeedi vahel. Siiski ei ole täpselt teada, kas seos on tulenevalt magneesiumist või mõnest muust magneesiumirikka toiduaine toidukomponendist⁽³⁾.

Magneesiumi defitsiit võib tekkida mitmesuguste haiguste korral, nt maksatsirroos, krooniline kõhulahtisus, diabeet, mitmesugused imendumist takistavad

sooltehaigused, pankreatiit. Magneesiumi defitsiidi põhjuseks võib olla nii haiguste põhjustatud kestev oksendamine, aga ka tahtlik toidu väljutamine anoreksia või bulimia korral. Magneesiumi imendumist võib segada ka süsivesikute rohke tarbimine, alkoholiga liialdamine ning metaboolne atsidoos. Defitsiit võib kaasa tuua neuro-

Headeks magneesiumiallikeks on pähklid, seemned, kama, leib, spinat, kaunviljad, tatar, täisteratooted, sea-, veise- ja kanaliha, banaan, brokoli.

muskulaarsed häired, tõsise magneesiumipuuduse füsioloogilised ilmingud on hüpokaleemia, hüperkaltseemia ja südame töö häired, nt arütmia. Defitsiidist võivad anda märku järgmised tunnused: nõrkus, treemor, krampid, silmalaugude tõmbumine, valud rinnus, küünte murdumine, unetus ja stress.

Seespidiselt kasutatavad magneesiumipreparaadid

Seespidiselt kasutatavaid magneesiumipreparaate võib leida nii käsimüügiravimite kui ka toidulisandite hulgast ning need on saadaval peamiselt kas tableti või kapsli vormis. Enamjaolt kasutatakse neid magneesiumivarude täiendamiseks ja suurendamiseks organismis, kuid anorgaanilisi ühendeid magneesiumoksiidi ja magneesiumsulfaati (mõrusool, inglise sool, Epsomi sool) ka lahtistina kõhukinnisuse korral. Lahtistav toime on tingitud soolest vedeliku imendumise takis-

tamisest osmootse mehhanismi tõttu. Kombineerituna kaltsiumiühenditega kasutatakse magneesiumiühendeid ülehappesuse vähendamiseks.

Seespidiselt kasutatavad preparaadid, mis on kasutuses magneesiumivarude täiendamiseks, võib jagada laias laastus kaheks – orgaanilised ja anorgaanilised magneesiumipreparaadid. Orgaanilistest preparaatidest kasutatakse näiteks magneesiumtsitraati, -glükonaati, -atsetaati, laktaati, -kelaati ja -aspartaati. Anorgaanilistest magneesiumoksiidi, -sulfaati, -kloriidi ja -karbonaati. See, kui hea on ühe või teise magneesiumiühendi imendumine, sõltub eelkõige sellest, kui hea on ühendi lahustuvus vees ning konkreetse patsiendi füsioloogilisest seisundist. Magneesium imendub seespidisel kasutamisel aeglaselt ja mittetäielikult peamiselt peensoolest, omastatavus preparaatidest jääb ligikaudu 30–60% piirimaile⁽¹⁰⁾. Magneesiumi päevase ohutu koguse ülempiir on 700 mg. Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli farmaatsia õppekaval analüüsiti aastatel 2016–2018 üliõpilastööde raames Eesti apteekides müüdavaid magneesiumi sisaldavaid toidulisandeid ning selgus, et need vastavad oma magneesiumisisalduselt tootjate esitatud kogustele.

Välispidiselt kasutatavad preparaadid

Seespidiselt tarvitatavad magneesiumipreparaadid on end ajas tõestanud ning nende toimivust on palju uuritud. Nii meedias kui ka erialases kirjanduses on järjest enam infot välispidiselt kasutatavate magneesiumipreparaatide efektiivsuse ja eeliste kohta suukaudsete toidulisandite ees. Siiski ei ole väiteid transdermaalsete preparaatide suuremast efektiivsusest leidnud usaldusväärset teaduslikku tõestamist.

Naha kui organismi suurima organi pindala on ligikaudu 1,8 ruutmeetrit, moodustades 10%

kehamassist, ning selle üks tähtsamat ülesandeid on luua kaitsebarjäär organismi ja väliskeskkonna vahel. See tähendab, et keemilistele elementidele on naha läbimine väga piiratud. Naha kaudu organismi pääsemiseks peab aine tungima epidermisesse või imenduma higinäärmetesse või karvafolliikulitesse. Sarvkiht on surnud rakkudest koosnev epidermise ehk marrasknaha pindmine kiht, mis moodustab vetthülgava kaitsebarjääri nakkuste, dehüdratsiooni, kemikaalide ja mehaaniliste vigastuste eest. Seda kihti suudavad arvestataval määral läbida üksnes lipofiilsed ehk rasvlahustuvad ained. Magneesiumkloriidi lahuses on magneesium ioniseeritud kujul ega suuda seetõttu tungida läbi lipofiilse kihi. Samuti on teada, et hüdraatunud magneesiumiiooni raadius on 400 korda suurem dehüdreerunud vormist, mis tähendab seda, et magneesiumiioonidel on praktiliselt võimatu läbida naharakkude membraane. Magneesiumi omastamine on seega tõenäoliselt võimalik ainult spetsiifiliste magneesiumitransporterite ja mitte difusiooni abil. Kuna sarvkiht selliseid transportereid ei sisalda, siis saab transdermaalne imendumine võimalik olla vaid higinäärmete või karvafolliikulite kaudu ja sedagi transporterite puudumise tõttu paratsellulaarsel teel. Karvafolliikulid moodustavad naha pinnast umbes 0,1–1% ja isegi kui imendumine toimuks, siis kogused oleks tõenäoliselt ikkagi äärmiselt väikesed ja ei omaks organismi seisukohast olulist tähtsust⁽⁹⁾. Pole teada arvestatavaid transdermaalseid omastamist käsitletud uuringuid, mis sisaldaksid informatsiooni imendunud koguste kohta, kogused oleksid organismi seisukohast märkimisväärsed või ei ole magneesiumisisalduse analüüsi tulemused representatiivsed, kuna organismi magneesiumisisalduse mõõtmine ei ole kuigi lihtne. Krampe leevendav efekt transdermaalsete

toodete kasutamisel on tingitud tõenäoliselt töödeldava piirkonna verevarustuse paranemisest kas temperatuuri tõusust (soe vann) või siis toote nahale kandmisega kaasnevast masseerimisest.

Magneesiumisisalduse määramine inimorganismis

Magneesiumisisalduse määramine inimese organismis on keeruline ning adekvaatset tulemust kogu organismi magneesiumisisalduse kohta ei ole võimalik saada ühe testiga. Magneesiumi saab organismist määrata mitme kliinilise laboratoorse testiga, kuid kõige enam kasutatakse meditsiinis magneesiumi määramiseks kogu vereseerumi magneesiumi kontsentratsiooni mõõtmist⁽¹¹⁾. Vereseerumist saadud tulemus ei peegelda aga kogu organismi magneesiumitaset. Vereseerumis asub kõigest 0,3% kogu kehas sisalduvast magneesiumist⁽¹²⁾. Kuna organism suudab vereseerumis hoida magneesiumitaset ühtlasena ka magneesiumipuuduse korral, võttes magneesiumi juurde luustikust, ei pruugi selline mõõtmisviis näidata organismi tegelikku magneesiumipuudust⁽¹³⁾.

Magneesiumi kontsentratsiooni on võimalik määrata ka uriinist, kuid tulemuse täpsust võivad muuta paljud neeru funktsioone mõjutavad tegurid⁽¹⁴⁾. Uriinist magneesiumi kontsentratsiooni määramine on keerulisem kui kogu vereseerumi kontsentratsiooni määramine, kuna vajab tulemuse saamiseks 24-tunnist ajavahemikku. Organismi ööpäevane rütm tagab magneesiumi eraldumise ning 24 tunni jooksul kogutakse

uriiniproovid. Selline mõõtmisviis annab informatsiooni aga eelkõige tarbitud ning neerudega eralduva magneesiumi hulga kohta, mitte ei peegelda kogu organismi magneesiumitaset⁽¹¹⁾.

Kas eelistada orgaanilisi või anorgaanilisi ühendeid?

Uuringud on kinnitanud orgaaniliste magneesiumiühendite, eelkõige amino-kelaadi, tsitraadi ja glükonaadi paremat imendumist^(15, 17). Olulisimaks aspektiks preparaatide imendumisel on toimeaine lahustuvus vees, mis orgaanilistel magneesiumi preparaatidel on mõningal määral parem. Siiski tuleb nentida, et magneesiumiväetiste ennetamiseks sobivad hästi nii anorgaanilised kui ka orgaanilised magneesiumiühendid, mida tõestab 2005. aastal Coudray jt tehtud uuring, kus analüüsiti 10 magneesiumiühendit: oksiid, kloriid, sulfaat, karbonaat, atsetaat, pidolaat, tsitraat, glükonaat, laktaat ja aspartaat. Lõpptulemusena leiti, et kõik kümme testitud ühendit on piisava biosaadavusega, ühenditest parima tulemuse andis magneesiumglükonaat⁽¹⁰⁾. Suurema biosaadavusega

Epidemioloogilised uuringud on näidanud võimalikku seost vähese magneesiumi tarbimise ja kardiovaskulaarhaiguste, kõrgvererõhktove, insuldi, jämesoolekasvaja riski, rasvumuse ja 2. tüüpi diabeedi vahel.

davusega magneesiumpreparaadi kasutamine võib osutuda oluliseks juba tekkinud magneesiumipuuduse korral, kuna see tagab kiirema magneesiumitaseme tõusu organismis. Kuna magneesiumitaseme määramine organismis on väga komplitseeritud, ning saada olevad uuringud küll pakuvad arvamusi erinevate vormide biosaadavuse kohta, ei ole siiski lõplikku selgust, kas need andmed ka tegelikkuses resulteerivad magneesiumitaseme mõjutamisel⁽¹⁵⁾.

Kokkuvõtteks

Magneesium on organismi jaoks oluline element, mis võtab organismi ainevahetuses osa väga paljudest protsessidest, magneesiumipuudus avaldub tõsiste häi-

retena organismi töös, mõjutades otseselt meie elukvaliteeti ja tervist. Magneesiumi omastamiseks parim viis organismi jaoks on selle saamine toiduga, mis ei ole magneesiumi laia leviku tõttu võimatu, kuid on saavutatav üksnes siis, kui inimese toitumine on hästi planeeritud ja tasakaalustatud ning elustiil tervist toetav. Seetõttu on magneesiumi defitsiit siiski suhteliselt laialt levinud. Kindlasti peame siinjuures arvestama krooniliste haiguste ja mõne ravimi kasutamise tagajärjel tekkinud muutustega magneesiumi omastamisel. Defitsiidi ennetamiseks ja raviks on saadaval lai valik käsimüügi-ravimeid ja toidulisandeid, mille puhul ei ole olulist erinevust, kas neid tarvitatakse orgaaniliste või

anorgaaniliste ühenditena. Kuigi viimastel aastatel on tänu laialdasele reklaamile populaarsust kogunud transdermaalsed preparaadid, ei ole nende kasutamise efektiivsust organismi magneesiumisalduse suurendamiseks tänini teaduslikult tõestatud, ning nende soovitamise ja propageerimise ei ole põhjendatud. Magneesiumi defitsiidi korral oleks mõistlik tarbida siiski suukaudseid tooteid.

Eestis ei ole uuringuid magneesiumi kohta väga palju tehtud, seega on üprisriku aktuaalne uurida magneesiumi tegelikku saamist toiduga, aga tuua ka rohkem selgust transdermaalsete preparaatide teemasse.

Kasutatud kirjandus

1. Karik, H. Leiutised ja avastused keemias. Tallinn, Ilo. 2009, 252–254.
2. Royal Society of Chemistry 2020. <https://www.rsc.org/periodic-table/element/12/magnesium->
3. Eesti toitumis- ja liikumissoovitused. Tervise Arengu Instituut 2017. https://intra.tai.ee/images/prints/documents/149019033869_eeesti%20toitumis-%20ja%20liikumissoovitused.pdf
4. Zilmer, M., Rehema, A., Soomets, U., Zilmer, K. Inimkeha põhilised biomolekulid. Inimorganismi metabolism, Tartu 2015.
5. Devlin, T. M. Textbook of Biochemistry with clinical correlations. 4th ed (1997). Wiley-Liss.
6. Barbagallo, M., Dominguez, L. J., Galioto, A., Ferlisi, A., Cani, C., Malfa, L., Pineo, A., Busardo, A., Paolisso, G. Role of magnesium in insulin action, diabetes and cardio-metabolic syndrome X. *Mol Aspects Med.* 2003 Feb-Jun; 24 (1–3): 39–52.
7. Rondanelli, M., Opizzi, A., Monteferrario, F., Antonello, N., Manni, R., Klersy, C. Effect of melatonin, magnesium, and zinc on primary insomnia in long-term care facility residents in Italy: a double-blind, placebo-controlled clinical trial. *J Am Geriatr Soc.* 2011 Jan; 59 (1): 82–90. doi: 10.1111/j.1532-5415.2010.03232.x
8. Tervisliku toitumise informatsioon, Tervise Arengu Instituut, www.toitumine.ee
9. Gröber, U., Werner, T., Vormann, J., Kisters, K. Myth or Reality-Transdermal Magnesium? *Nutrients.* 2017 Jul 28; 9 (8): 813. doi: 10.3390/nu9080813. PMID: 28788060; PMCID: PMC5579607.
10. Coudray, C., Rambeau, M., Feillet-Coudray, C., Gueux, E., Tressol, J. C., Mazur, A., Rayssiguier, Y. Study of magnesium bioavailability from ten organic and inorganic Mg salts in Mg-depleted rats using a stable isotope approach. *Magn Res.* 2005 Dec; 18 (4): 215–223. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16548135> (16.01.2020).
11. Elin, R. J. (2010). Assessment of magnesium status for diagnosis and therapy. *Magnesium Research,* 23 (4), S194–198. DOI: 10.1684/mrh.2010.0213 (09.11.2017).
12. Jahnhen-Dechent, W., Ketteler, M. (2012). Magnesium basics. *Clinical Kidney Journal,* 5 (Suppl 1), i3–i14. DOI: 10.1093/ndtplus/sfr163 (21.11.2017).
13. Del Gobbo, L. C., Elin, R. J., Poirier, P., Egeland, G. M. (2012). Serum magnesium: a biomarker of cardiovascular risk revisited? *Magnesium Research,* 25 (2), 49–53. DOI: 10.1684/mrh.2012.0309 (09.11.2017).
14. Witkowski, M., Hubert, J., Mazur, J. (2011). Methods of assessment of magnesium status in humans: a systematic review. *Magnesium Research,* 24(4), 163–180. DOI: 10.1684/mrh.2011.0292 (11.10.2017).
15. Walker, A. F., Marakis, G., Christie, S., Byng, M. (2003). Mg citrate found more bioavailable than other Mg preparations in a randomised, double-blind study. *Magnesium Research,* 16 (3): 183–91. http://www.jle.com/fr/revues/mrh/e-docs/mg_citrate_found_more_bioavailable_than_other_mg_preparations_in_a_randomised_doubleblind_study_260858/article.phtml (29.10.2017)
16. Bertinato, J., Plouffe, L. J., Laverne, C., Ly, C. Bioavailability of magnesium from inorganic and organic compounds is similar in rats fed a high phytic acid diet. *Magn Res.* 2014 Oct-Dec; 27 (4): 175–85. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25635418> (16.01.2019).
17. Kappeler, D., Heimbeck, I., Herpich, C., Naue, N., Höfler, J., Timmer, W., Michalke, B. Higher bioavailability of magnesium citrate as compared to magnesium oxide shown by evaluation of urinary excretion and serum levels after single-dose administration in a randomized cross-over study. *BMC Nutrition* 3, 7 (2017). <https://link.springer.com/article/10.1186/s40795-016-0121-3> (16.01.2019).