

Magnezyumun klinik önemi

Işık Z.Solak Görmüş, Neyhan Ergene

Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Konya

Amaç: Magnezyum (Mg), insan vücudunda bulunan miktar açısından dördüncü (70 kg'lık bir insanda 2000 mEq), intrasellüler alanda bulunan miktar açısından potasyumdan sonra ikinci sırada bulunan ve üçbinden fazla enzimin fonksiyon görmesi için gerekli olan bir esansiyel elementtir. Makalemizde bu elementin eksikliğinin ve fazlalığının neden olduğu çeşitli klinik durumların sunulması amaçlanmaktadır. **Ana bulgular:** Serum Mg konsantrasyonunun 1.6 mEq/l'nin (<1.9 mg/dl) altına düşmesiyle ortaya çıkan hipomagnezemi hemen hemen bütün sistemleri etkileyen klinik durumların sebebi olabilirken, 2.1 mEq/l'nin (>2.5 mg/dl) üzerine çıkmasıyla karakterize hipermagnezemi daha çok nörolojik ve kardiyak problemlere yol açabilir. **Sonuç:** Bugüne kadar hipomagnezemi en yetersiz teşhis edilen elektrolit anormalliği olarak tanımlanmasına rağmen modern aletlerin yakında fizyolojik açıdan aktif olan intrasellüler iyonize Mg hakkında daha doğru bilgiler verebileceği tahmin edilmektedir. Mg vücuttaki bütün sistemler için son derece koruyucu ve önemli bir elementtir.

Anahtar kelimeler: Magnezyum, hipomagnezemi, hipermagnezemi, klinik bulgular

The clinical significance of magnesium

Objective: Magnesium (Mg), an essential element which catalyzes more than three thousand enzyme reactions, can be found in the fourth sequence in human body and second after potassium in the intracellular area. Our article presents various circumstances of magnesium deficiency and excess. **Main results:** Hypomagnesemia which occurs by the decrease of serum Mg concentration under 1.6 mEq/l (<1.9 mg/dl) causes various clinical problems among all systems in human bodies. However, Mg concentrations more than 2.1 mEq/l (>2.5 mg/dl) cause hypermagnesemia which is mainly characterized by neurologic and cardiac problems. **Conclusion:** Although hypomagnesemia has been the most inadequately defined electrolyte abnormality yet, it is estimated that modern equipment will give better information about the physiologically active intracellular ionized magnesium levels soon. Mg is a protective and significant element for all systems in human body.

Key words: Magnesium, hypomagnesemia, hypermagnesemia, clinical findings

Genel Tıp Derg 2003;12(2):69-75

Magnezyum (Mg) 1808 yılında Sir Humphrey Davy tarafından bulunmuş, atom numarası 12, atom yığını 24.305 amu, kaynama noktası 1107 °C (1380.15 °K, 2024.6 °F), erime noktası 650 °C (923.15 °K, 1202 °F), proton ve elektron sayısı 12, nötron sayısı 12, dansitesi 1.738 g/cm³, elektriksel iletkenliği 224 IACS, ısı iletkenliği 38 kalori/cm²/cm/sn/°C, spesifik ısı kapasitesi 25 kalori/g/°C, toprak alkali metaller sınıfında, kristal yapısı hekzagonal olan, hayati önem taşıyan 11 mineralden birisi (Kalsiyum, fosfor,

sodyum, potasyum, demir, çinko, bakır, krom, iyot, selenyum, magnezyum), belki de en önemlisidir (1). Vücut kendi başına bu minerali üretmediği için magnezyumun besinler yoluyla alınması gerekir. Magnezyum toprakta ve deniz suyunda bulunur. Vücudumuzda da sürekli doldurulması gereken bir magnezyum rezervi vardır. Yani bu mineralin sayısız fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için vücutta sürekli olarak verilmesi gerekir. Yanlış beslenme veya toprakta bu mineralin giderek azalması magnezyumun vücut tarafından yeteri kadar alınmamasına neden olur. Fazla terleyen, laksatif veya diüretik ilaç kullanan kişilerde vücuttan daha fazla magnezyum atılır. Stres, gebelik, emzirme gibi durumlarda ise vücudun magnezyuma ihtiyacı artar.

Yazışma adresi: Dr.Işık Solak Görmüş, Selçuk Üniversitesi Meram Sağlık Merkezi 42040, Meram, Konya.

e-posta: ngormus@selcuk.edu.tr

Vücut bu minerali dışardan yeteri kadar alamadığı takdirde kemiklerde depolanmış olan magnezyumu tüketmeye başlar.

İnsan vücudundaki magnezyumun % 60'ı kemik ve dişlerdedir. Kalan % 40'ı kan, doku ve diğer vücut sıvılarında yer alır. Beyin ve kalpte diğer dokulardan daha yoğun bulunur.

Magnezyum, vücut ağırlığının % 0.05'i kadar bir miktarda bulunmasına karşın vücudumuzdaki yüzlerce enzim reaksiyonuna katılmaktadır.

Topraklardaki magnezyum bitkiler tarafından kullanılmaktadır. Magnezyum bitki dünyasının demiridir. İnsanlardaki demir-hemoglobin ilişkisine benzer şekilde, bitkilerde magnezyum klorofil yapısına girer.

Hayvansal gübrelerdeki potasyum ve fosforun bitkiler tarafından kullanımı magnezyumu tüketir ve bu da bitkilerin magnezyum alım kabiliyetini değiştirir. Yiyeceklerde bulunmayan magnezyum derin kuyu sularından sağlanır, fakat içme suyu kaynakları olan yüzey suları magnezyumdan fakirdir. Kızartma, kaynatma ve buğulama aşırı ısıya bağlı olarak sudaki magnezyumu azaltır. Yüksek karbonhidratlı ve yüksek yağlı diyet, tıpkı fiziksel ve mental strese olduğu gibi, magnezyum ihtiyacını artırır. Diüretik tedavileri ve insülin de vücut magnezyumunu tüketir. Yaş ilerledikçe magnezyum alımı, özellikle gastrointestinal hastalıkları olan bireylerde, emilimin de azalmasına bağlı olarak zayıflar. Bu dönemdeki beslenme zaten azalmış olan magnezyum alımını daha da azaltır (2). Geçmiş yıllara göre insanların bu minerali daha az miktarda almalarının sebebi, sert su tüketiminin azalması ve daha fazla işlenmiş gıdalla beslenmedir.

Magnezyum ihtiyacı yaşa ve yaşam tarzına göre değişir. Erişkin bir kadın günde 300 mg, erişkin bir erkek ise günde 350 mg magnezyum almalıdır. Gebelik ve emzirme gibi özel durumlarda bu miktar 450- 700 mg'ye kadar çıkabilir, aksi halde düşük veya erken doğum olabilir. İyileşme dönemlerinde magnezyum ihtiyacı artar. Bazı yaşam tarzlarında (diyet, spor, alkol, sigara gibi) daha fazla magnezyuma ihtiyaç vardır.

Günümüzde besinlerdeki magnezyum miktarı 50 yıl öncesine göre çok daha azdır, bitkilerin taşıdığı magnezyum miktarı hızla azalmaktadır, potasyumlu

gübreler ve asit yağmurları toprağın ve neticesinde bitkilerin magnezyum içeriğini azaltmaktadır.

Magnezyumun organizmadaki dağılımı ve görevleri

Magnezyum, bulunan miktar açısından insan vücudunda dördüncü (70 kg'lık bir insanda 2000 mEq), intrasellüler alanda ise potasyumdan sonra ikinci sırada bulunan elementtir. İnsan vücudunda yaklaşık 20- 28 g magnezyum vardır. Ana deposu kemikler olup % 60'ı burada kalsiyum ve fosfatla beraber bulunur. Ancak magnezyumun asıl fonksiyonu kemiklerde değil, % 40'ının bulunduğu kan ve kas sistemlerindedir. Kasların güçlenmesi, protein sentezi ve enzim sistemi aktivitesinde, hücrelerin büyümesinde ve yenilenmesinde önemli rol oynar. Magnezyum vücut tarafından kolaylıkla absorbe edilen bir madde olup, normal bir beslenme ile günlük magnezyum ihtiyacı rahatlıkla karşılanabilir. Besinlerdeki magnezyum miktarının yaklaşık % 40- 60'ı vücut tarafından kolay emilir. Dünya Sağlık Teşkilatının (WHO) ve Almanya Beslenme Enstitüsünün (DGE) belirlediğine göre, insan vücudunun günde ortalama 280-350 mg magnezyuma ihtiyacı vardır. Klorofilin temel maddesi olduğu için rengi koyu yeşil sebzeler, tahıl ürünleri, balık, badem, fındık, fıstık, ceviz, soya fasulyesi, kuşkonmaz, soğan, domates, havuç, kereviz, pırasa, gravyer peyniri, hurma, kara turp, ayçiçeği, kakao, muz, dil balığı ve sert sular magnezyumdan zengindir. Bazı sebzelerde ve tahıllarda bulunan oksalat ve fitat, demiri olduğu gibi, magnezyumu da bağlayarak emilmesini güçleştirir.

Magnezyum adenosin trifosfat ihtiva eden üçbinden fazla enzimin, özellikle de fosfat transferi yapan enzimlerin kofaktörü olarak görev alır (3). Magnezyum bağımlı enzim sistemlerinden bir tanesi, hücre membranları arasındaki elektriksel gradienti düzenleyen membran pompasıdır. Bu nedenle magnezyum, elektriksel olarak uyarılabilen dokuların aktivitesinde önemli rol oynar (1-4). Ayrıca, magnezyum kardiyak kontraktile ve periferik vasküler tonusun devamlılığının sağlanmasında önemli rolü olan düz kas hücrelerindeki kalsiyum hareketini de regüle eder (2). Sinirsel uyarıların transmisyonunda önemli rol oynayan tiamin pirofosfat kofaktör aktivitesi için magnezyum

gereklidir ve bu da makromoleküler yapıyı stabilize eder (5).

İnsan vücudunda magnezyumun dağılımı ve içeriği Tablo 1’de gösterilmiştir. Bir erişkinde ortalama 24 g magnezyum bulunur (1 mol veya 2000 mEq). Bunun % 1’inden azı plazmada, % 50’den biraz fazlası kemikte depolanmıştır ve plazmada bulunan magnezyuma dönüşmez. Magnezyumun geri kalanı intrasellüler alandır. Normal plazma değerleri 1.6-2.1 mEq/L (1.9-2.5 mg/dl) arasındadır. Plazmada bu kadar az bulunması, magnezyumun plazma miktarının, total vücut magnezyum depolarını gösteren bir indeks olarak kullanılmasını kısıtlamaktadır. Magnezyum eksikliği olan hastalarda, total magnezyum seviyeleri azalmasına rağmen plazma magnezyum seviyeleri normal olabilir. Ancak plazma magnezyum düzeyi, hipomagnezemi ileri derecede olanlarda, azalmış vücut magnezyum depolarını yansıtabilir (5,6).

Yapılan incelemelere göre, plazma magnezyum konsantrasyonunun devamlılığı büyük oranda diyetteki alım ile ve efektif renal ve intestinal atılımla ilgilidir ve muhtemelen parathormonun bir bölümü tarafından regüle edilir. Yedi gün boyunca alınan magnezyumdan fakir diyet ile renal ve fekal magnezyum atılımının herbiri yaklaşık olarak 1 mEq/24 saate düşer (7).

Serum magnezyumunun % 70’i ultrafiltrasyona uygundur; kalan kısmı proteine bağlıdır. Kalsiyum gibi proteine bağlanan magnezyum da pH’ya bağımlıdır (8).

Magnezyum, hormonların (insülin, tiroid hormonları, östrojen, testosteron, DHEA), nörotransmitterlerin (dopamin, katekolamin, serotonin, GABA), mineral ve elektrolitlerin iletilmesinde rol oynar (9). Hücre membran potansiyelini değiştirerek birçok hormonun, gıdanın ve nörotransmitterin alımını ve salınımını kontrol eder. Magnezyum, vücuttaki kalsiyum ve potasyumun akibetini belirler. Magnezyum eksikliğinde magnezyuma bağımlı bir enzim olan $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPaz}$ aktivitesi azalır ve hücrenin potasyum tutma kapasitesi düşer. Eğer Mg yetersiz ise potasyum ve kalsiyum idrarla kaybedilir ve kalsiyum yumuşak dokularda (böbrekler, arterler, eklemler, beyin) birikir. Paracellin-1 isimli bir gendeki mutasyonlar sonucu idrarla Mg^{++} ve Ca

Tablo 1. Erişkinde magnezyum dağılımı

Doku	Tam ağırlık (kg)	Magnezyum içeriği (mmol)	Total vücut magnezyumu (%)
Kemik	12	530	53
Kas	30	270	27
Yumuşak doku	23	193	19
Eritrosit	2	5	0,7
Plazma	3	3	0,3
Total	70 kg	1001 mmol	% 100

kaybedilir, çünkü paracellin-1 Ca^{++} ve Mg^{++} ,un böbreklerdeki pasif reabsorpsiyonunu düzenler. Magnezyum hücreyi alüminyum, nikel, kadmiyum, civa ve kurşundan korur.

Hipermagnezemi

Serum Mg konsantrasyonu 2.1 mEq/L’nin (> 2.5 mg/dl) üzerindedir. Semptomatik hipermagnezemiye magnezyum tuzları, antiasit veya purgatifler gibi Mg içeren ilaçlar alan ve renal rahatsızlığı olan hastalarda sıkça rastlanır. Hipermagnezemi nöromusküler bileşkedeki asetilkolin salınımının inhibisyonu sonucunda nöromusküler iletinin generalize bozukluğuna yol açar (10), membrana bağlı Ca^{++} ,un yer değiştirmesine neden olur, bu durumda asetil kolinin presinaptik salınımı inhibe edilir. Bunun sonucu olarak müsküler paralizi gelişir. Derin tendon refleksleri serum magnezyum seviyesi 10 mEq/L’ye ulaştığında kaybolur; hipotansiyon, respiratuar depresyon, uyuşma hipermagnezeminin ilerlemesi ile gelişir. 5-10 mEq/L serum konsantrasyonlarında EKG’de uzamış P-R intervali, genişlemiş QRS kompleksi ve artmış T dalgası amplitüdü görülür. Kan magnezyum düzeyi 12-15 mEq/L’yi (14.4–18.0 mg/dl) aşınca atrioventriküler ve intravetriküler iletim duraklamasına bağlı olarak kardiyak arrest oluşabilir (9).

Hipomagnezemi

Serum Mg konsantrasyonu 1.6 mEq/L’nin (< 1.9 mg/dl) altındadır. Şiddetli hipomagnezemi serum Mg konsantrasyonu, intrasellüler Mg konsantrasyonunu veya kemik Mg depolarının durumunu yansıtmayabilir. Mg eksikliği, genellikle

yetersiz alıma (az ve düzensiz yemek yeme alışkanlığı, dengesiz beslenme, rejimler ve hazır yiyeceklere yönelmenin dışında düşük miktarda magnezyum taşıyan suların içilmesi), artan gereksinime (büyüme, hamilelik, emzirme, yoğun zihinsel faaliyetler, fiziksel ve mental stres, alkol tüketimi, fosfatlarca zengin beslenme, yüksek tuzlu beslenme, magnezyum atılmasına neden olan ilaçların kullanılması), renal ve intestinal absorpsiyon bozukluğuna (kronik ishal, malabsorpsiyon durumları, incebarsak rezeksiyonu), artan atılma (kronik alkolizm, diabetes mellitus, poliüri, laksatif kullanımı) bağlıdır (11) (Tablo 2).

Hipomagnezemi; 1) Uzamış parenteral beslenme (genellikle gastrik emilme ve diareye bağlı vücut sıvı kaybı ile kombine) 2) Laktasyon (artmış Mg ihtiyacı) 3) Aldosteron, ADH veya tiroid hormonu hipersekresyonu, hiperkalsemi, diabetik asidozis, sisplatin veya diüretik tedavi tanımlar (12).

Magnezyum eksikliğine bağlı bozukluklar komplekstir ve genellikle çok yönlü metabolik ve nutrisyonel rahatsızlıklara eşlik ederler. Düşük Mg seviyelerinin beyinde ağır metallerin birikmesine neden olarak Parkinson, multipl skleroz ve Alzheimer hastalıklarına yol açtığına dair deliller vardır. Yine ağır metallere maruz kalan ve total vücut magnezyumu düşük olan çocuklarda ağır metal toksisitesi yaparak öğrenme bozukluklarının etyolojisinde rol alır (13,14).

Klinikte Mg eksikliği genel olarak; 1) Birçok sebepten kaynaklanan malabsorpsiyon sendromu; 2) Protein-kalori malnutrisyonu (örneğin Kwashiorkor) 3) Paratiroid hastalığı; paratiroid bezindeki tümörün çıkarılmasından sonra hipomagnezemi görülür; özellikle şiddetli osteitis fibrosa mevcutsa Mg hızla mineralize olan kemiğe transfer edilir. Mg eksikliği; hipoparatiroidli hastalarda vitamin D'nin tedavisinde görülen hipokalsemi rezistansını açıklayabilir 4) Kronik alkolizm; hipomagnezemi büyük bir ihtimalle hem yetersiz alım hem de aşırı renal salgıdan kaynaklanır. 5) Kronik diare (12-14).

Magnezyum eksikliğinin klinik belirtileri

Magnezyum eksikliğinin klinik belirtileri, deneysel Mg tüketimi ile gönüllüler üzerinde en güvenilir biçimde tanımlanmıştır. Bu ortamda; anoreksi,

Tablo 2. Total vücut magnezyumunu azaltan durumlar

Endokrin	İlaçlar	Diyet	Diğer
Diabet	Amfetaminler / kokain	Karbonhidratlar (Beyaz şeker, un)	Yanıklar Cerrahi müdahale
	Siklosporin	Kahve	Stres (Fiziksel ve mental)
	Diüretikler	Sodalar (kola tipi, diyet ve	Diare
	İnsülin	normal olanlar)	Kronik ağrı
	Fentermin / Fenfluramin	Sodyum Kalsiyum (Yüksek seviyede alımı Mg absorpsiyonunu bloke eder)	Terleme
		Alkol	

bulantı, kusma, letarji, zayıflık, kişilik değişimi, tetani (örneğin, pozitif Chvostek veya Trousseau belirtisi veya spontan karpopedal spazm), tremor ve kas fasikülasyonları olabilir (Tablo 3). Nörolojik belirtiler; özellikle tetani, hipokalsemi ve hipokalemi oluşumu ile bağlantılıdır. Kas potansiyellerinde bozuk dalgalar elektromiyografide bulunur. EKG'deki bazı değişiklikler de hipokalsemi veya hipokalemi ile uyumludur. Deneysel olarak gözlenirse de, şiddetli hipomagnezemi çocuklarda generalize tonik klonik nöbetler oluşturabilir. Açıklanamayan hipokalsemi ve hipokalemi magnezyum eksikliği olabileceğini akla getirmelidir (14).

Gebeliğe bağlı hipertansiyonu olanlardaki kalsiyum ve magnezyum bozukluklarından magnezyum eksikliğinin sorumlu olduğu bulunmuş, ve bu hastalarda magnezyum sülfat tedavisinin etkili olacağı tespit edilmiştir (15).

Magnezyum eksikliği ile ilgili hastalıklar

Magnezyum eksikliğinde insülin rezistansı sık karşılaşılan bir klinik problemdir. Kelly (16) magnezyum, kalsiyum, potasyum, çinko, krom, vanadyum gibi minerallerin insülin rezistansı ile ilgili olduğunu ve bunu önlemede kullanılabileceklerini rapor etmiştir.

Magnezyum eksikliği ile ilgili olduğu düşünülen hastalıklar; Alzheimer, anksiyete bozuklukları,

Tablo 3. Magnezyum eksikliğine yol açabilecek muhtemel nedenler ve klinik bulguları

Predispozan faktörler	Klinik bulgular
İlaç tedavileri	Elektrolit anormallikleri
Furosemid (% 50)	Hipokalemi (% 40)
Aminoglikozidler (% 30)	Hipofosfatemi (% 30)
Amfoterisin	Hiponatremi (% 27)
Digitaller (% 20)	Hipokalsemi (% 22)
Sisplatin, siklosporin	Kardiyak bulgular
Diare (sekretuar tip)	İskemi
Alkol	Aritmiler
Diabetes mellitus	Dijital toksisitesi
Akut MI	Hiperaktif SSS sendromu

*Parantez içindeki rakamlar eşlik eden hipomagnezemi oranlarını göstermektedir. MI: Miyokard infarktüsü, SSS: Santral sinir sistemi

anjina, aritmi, astım, bağırsak bozuklukları (peptik ülser, Crohn hastalığı, kolit, besin allerjisi), böbrek taşları, depresyon, fibromiyalji, hipertansiyon, hipoglisemi, insomnia, kalp hastalığı (ateroskleroz, yüksek kolesterol ve trigliserit), konjestif kalp yetmezliği, kas krampları, kas zayıflığı ve yorgunluğu, konstipasyon, kronik yorgunluk sendromu, Lou Gehrig hastalığı, migren, mitral valv prolapsusu, miyopi (Mg eksikliği olan anneden doğan çocuklarda), multipl skleroz, obezite, osteoartrit, osteoporoz, otizm, otoimmün bozukluklar, Parkinson hastalığı, primer pulmoner hipertansiyon, Raynaud hastalığı, romatoid artrit, sendrom X, serebral palsy (Mg eksikliği olan anneden doğan çocuklarda), serebrovasküler olay, tip 1-2 diyabet ve tiroid bozukluklarıdır (düşük, yüksek ve otoimmün; düşük Mg T4'ü azaltır).

Wistar albino ratlarda iskemi reperfüzyon grubunda kontrol grubu ile karşılaştırıldığında eritrosit Cu-Zn-SoD aktivitelerinin ve plazma Zn-Cu konsantrasyonlarının anlamlı derecede arttığı gözlemlenmiştir (p<0.001), fakat GPx aktivitesi ve plazma magnezyum konsantrasyonunda anlamlı bir yükselme olmamıştır (p>0.05). Katalaz aktivitesinde ise belirgin bir düşme gözlemlenmiştir (17).

Hem Mg eksikliği hem de oksidatif stres, yaşlanmada ve yaşla ilgili hastalıklarda patojenik faktörler olarak saptanmıştır. Bu iki faktör arasındaki bağlantı insanlarda çok açık olmamasına rağmen, deney hayvanlarında şiddetli Mg eksikliğinin oksidatif stresi artırdığı gösterilmiştir (18).

Melatonin ve düşük Mg düzeyleri, insan temporal loblarındaki epileptiform aktivitenin eşik değerini düşürmektedir (19). Yapılan elektrofizyolojik çalışmalarda Mg eksikliğinde epileptiform bölge potansiyellerinin ortaya çıktığı görülmüştür (19). Bu potansiyellerin görülme sıklığı her vakada melatonin uygulanması sonucunda (10-100 nmol/L) ilk değerinden 0.5 nmol/L azalmıştır.

Çocuklarda ve yeni doğanlarda hipomagnezeminin klinik etkileri araştırıldığında yeni doğanlarda sıklıkla rastlanan klinik bulgular diare 41 (% 21.8), prematüre doğumlar 24 (% 12.8), neonatal hepatitler 20 (% 10.6), respiratuar distres sendromu 5 (% 2.7); çocuklarda ise nöbet 30 (% 16), renal hastalıklar 26 (% 13.8), metabolik asidoz 18 (% 9.6), idiyopatik apne 14 (% 7.4), taşikardi 10 (% 5.3) olarak tespit edilmiştir (20).

Mg iyon seviyeleri beyaz hipertansiflerde normotansiflerden daha düşük olarak belirlenirken siyah hipertansiflerde normotansiflere göre önemli fark bulunmamıştır (21).

Diyetteki Mg eksikliğine bağlı kardiyomiyopati geliştiği gösterilen bir çalışmada (22) Mg eksikliği olan hayvanların doğal bir antioksidan olan alfa tokoferol ile tedavisi yapılmış, lezyonların sayısında ve ölçüsünde belirgin azalma olmuştur. Bu bulgulara göre, kronik hipomagnezemi serbest radikallerin aşırı yapımına bağlı proinflatuvar bir durumla sonuçlanmış, sonradan dokunun antioksidan kapasitesi yok olmuş ve oksidatif doku yıkımı meydana gelmiştir.

Oksidatif hasar ve Mg eksikliği kardiyovasküler hastalıklara eşlik etmektedir. Mg eksikliğinin oksidatif hasarı destekleyip desteklemediği araştırılan akut miyokard infarktüsülü hastalarda Mg düzeyinde, total glutatyon ve E vitamini seviyelerinde azalma ve serum malondialdehid düzeyinde artış gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, Mg eksikliğinin oksidatif hasarı postiskemik miyokardiyuma dönüştürdüğü ve antioksidanların Mg eksikliğinin prooksidan etkilerine karşı rolü olabileceği ortaya konmuştur (23).

Sudaki sertlik ile kardiyovasküler hastalık mortalitesi arasında bir ilişki kurulmuştur. Magnezyum ve kalsiyumdan fakir su içenlerde kardiyovasküler hastalığa yakalanma oranı daha fazladır. Amerika Ulusal Bilimler Akademisinin ülke çapında yaptığı

bir araştırmada (24) suya eklenen kalsiyum ve magnezyumun kardiyovasküler ölüm oranını azaltabileceği tespit edilmiştir.

İskemik kalp hastalarında, kardiyak aritmi teşhisi konulan hastalarda, diabetes mellituslu hastalarda, esansiyel hipertansiyonu olan hastalarda, hiperkolesterolemisi bulunan serum total magnezyum konsantrasyonu benzer düzeylerde olmasına rağmen, diabetiklerde ve aritmisi olanlarda iyonize Mg seviyeleri düşük bulunmuştur. Esansiyel hipertansiyonu olanlarda ise sağlıklı bireylere göre intra-eritrositer Mg seviyesinin anlamlı ölçüde yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum esansiyel hipertansiyon saptanan hastalarda ileri sürülen Mg eksikliği teorisini desteklemektedir (25).

Hücre içi magnezyum eksikliğinin nörolojik disfonksiyonu ve sıçanlarda beyin hasarının ardından ölüm oranını artırdığı ortaya konmuştur. Mg hem kalsiyum kanal blokeri hem de NMDA reseptör antagonisti olarak görev almaktadır. MgSO₄'ın iskemik ve travma nedeniyle oluşan nöronal hasarı önlediği gösterilmiştir (26,27). Deneysel omurilik iskemisinden sonra da Mg tedavisi nörolojik disfonksiyonu iyileştirmiştir. Mg'un nöroprotektif etkisi kan akımının artışı vazodilatasyon yaparak sağlaması ile, hücre içi Ca birikimini önleyerek hücre ölümünü önlemesi ile ve hiperglisemik etkisiyle nöronları koruması ile açıklanmaktadır (26,27). Deneysel çalışmalar, hücre yoğunluğunda ortalama % 16'lık artış sağlayan magnezyumun, glutamatın neden olduğu glial hücre ölümünü tam olarak önleyememekle birlikte olayı etkileyen çok sayıda faktörden biri olabileceğini ortaya koymaktadır (28).

Egzersiz de kan magnezyum seviyesini azaltabilir. Bu durum potansiyel stres etkisine, egzersiz sırasındaki terlemeye ve idrar ile atılımına bağlıdır. Mg eksikliğinin fiziksel performansı düşürebileceği gösterilmiştir (29). Bu amaçla, son zamanlarda sporcuların performansını artırmak için Mg verilmesi önerilmektedir (29).

Sonuç

Hipomagnezemi hastane popülasyonlarında da şaşırtıcı olarak yaygındır ve akut vakalarda kronik olanlara göre daha fazla rastlanır (30,31). Fakat sıklıkla fark edilmez ya da gözden kaçır. Eksiklik hipokalemi veya hipokalsemi ile sonuçlanabilir.

Miyokardiyal Mg kaybı mitokondride miyokardiyal hücre ölümüne yol açan sodyum ve kalsiyum akımı ile sonuçlanabilir. Dolayısı ile düşük Mg konsantrasyonu çok çeşitli klinik durumların sebebi olabilir (32).

Magnezyum seviyeleri arttığında glikojenolizi ve laktat oluşumunu bloke eder. Ayrıca yüksek enerjili fosfat bileşiklerinin yıkımını azaltarak adenozin difosfat, adenozin monofosfat ve inorganik fosfat artışını da engeller. Magnezyum voltaj kanallarına da etki ederek hücre içine kalsiyum girişini bloke eder. Magnezyumun nöral iske mi üzerinde koruyucu etkileri olduğu gösterilmiştir (33).

Mg kaybına her zaman hipomagnezemi eşlik edemeyebileceği için Mg kaybı hipomagnezemi incelemelerinde gösterilenlerden daha yüksektir ve son tıbbi uygulamalar arasında en yetersiz teşhis edilmiş elektrolit anormalliği olarak tanımlanır. Ama yine de Mg vücuttaki bütün sistemler için son derece koruyucu ve önemli bir elementtir

Sonuç olarak, magnezyum sinir sisteminin ve kasların gevşemesini sağladığı için "Anti-stres minerali" olarak da bilinir. Bu hayati mineral vücudumuzun vitamin C, kalsiyum, fosfor, sodyum ve potasyumu daha etkili bir şekilde kullanabilmesi için gereklidir. Kalp damarlarının esnekliğini sağlayarak kalp krizlerini önleyici etki gösterirken, damar genişletici özelliği kan basıncını azaltır. Düşük magnezyumlu diyet, fazla tuz alımı, alkol ve tiazid grubu diüretiklerin kullanımı magnezyumun idrarla atılımını artırarak bu elementin vücuttaki miktarını düşürür (34).

Kaynaklar

1. Elin RJ. Magnesium metabolism in health and disease. Dis Mon 1988;34:161-219.
2. White RE, Hartzell HO. Magnesium ions in cardiac function. Biochem Pharmacol 1989;38:859-67.
3. McLean RM. Magnesium and its therapeutic uses: A review. Am J Med 1994;96:63-76.
4. Marino PL. Calcium and magnesium in critical illness: A practical approach. In: Sivak ED, Higgins TL, Seiver A, eds. The high risk patient: Management of the critically ill. Baltimore: Williams and Wilkins, 1995;1183-95.
5. Reinhart RA. Magnesium metabolism: A review with a special reference to the relationship between intracellular content and serum levels. Arch Intern Med 1988;148:2415-20.
6. Elin RJ. Assessment of magnesium status. Clin Chem 1987;33:1965-70.

7. Anast CS, Winnacker JL, Forte LR. Impaired release of parathyroid hormone in magnesium deficiency. *J Clin Endocrinol Metab* 1976;42:707-17.
8. Kroll MH, Elin RJ. Relationship between magnesium and protein concentrations in serum. *Clin Chem* 1985;31:244-6.
9. Alvarez-Lefmans FJ, Giraldez F, Gamino SM. Intracellular free magnesium in excitable cells: Its measurement and its biologic significance. *Can J Physiol Pharmacol* 1987;65:915-25.
10. Whang R, Ryder KW. Frequency of hipomagnesemi and hypermagnesemi: Requested vs routine. *JAMA* 1990;263:3063-4.
11. Reinhart RA. Magnesium deficiency: Recognition and treatment in emergency medicine setting. *Am J Emerg Med* 1992;10:78-83.
12. Ryzen E, Wagers PW, Singer FR, Rude RK. Magnesium deficiency in a medical ICU population. *Crit Care Med* 1985;13:19-21.
13. Whang R. Magnesium deficiency: Pathogenesis, prevalence, and clinical implications. *Am J Med* 1987;82:24-9.
14. Sawka MN, Montain SJ. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *Am J Clin Nutr* 2000;72:564-72.
15. Huang Y, Zhang W, Wang L. Study of magnesium and calcium levels of plasma and within erythrocyte before and after magnesium sulfate treatment in patients with pregnancy induced hypertension. *Chung Hua Fu Chan Ko Tsa Chih* 1998;33:325-7.
16. Kelly GS. Insulin resistance: Lifestyle and nutritional interventions. *Altern Med Rev* 2000;5:109-32.
17. Akçil E, Tug T, Döşeyen Z. Antioxidant enzyme activities and trace element concentrations in ischemia-reperfusion. *Biol Trace Elem Res* 2000;76:13-7.
18. Manuel Y, Keenoy B, Moorkens G, Vertommen J, Noe M, Neve J, De Leeuw I. Magnesium status and parameters of the oxidant-antioxidant balance in patients with chronic fatigue: Effects of supplementation with magnesium. *J Am Coll Nutr* 2000;19:374-82.
19. Fauteck JD, Mockmann J, Bockers TM, Wittkowski W, Kohling R, Lucke A, et al. Melatonin reduces low-Mg epileptiform activity in human temporal slices. *Exp Brain Res* 1995;107:321-5.
20. Ahsan SK, al-Swoyan S, Hanif M, Ahmad M. Hipomagnesemia and clinical implications in children and neonates. *Indian J Med Sci* 1998;52:541-7.
21. Resnick LM, Bardicef O, Altura BT, Alderman MH, Altura BM. Serum ionized magnesium: relation to blood pressure and racial factors. *Am J Hypertens* 1997;10:1420-4.
22. Weglicki WB, Bloom S, Cassidy MM, Freedman AM, Atrakchi AH, Dickens BF. Antioxidants and the cardiomyopathy of Mg-deficiency. *Am J Cardiovasc Pathol* 1992;4:210-5.
23. Kharb S, Singh V. Magnesium deficiency potentiates free radical production associated with myocardial infarction. *J Assoc Physicians India* 2000;48:484-5.
24. Shah GM, Kirschenbaum MA. Renal magnesium wasting associated with therapeutic agents. *Miner Electrolyte Metab* 1991;17:58-64.
25. Sasaki S, Oshima T, Matsuura H, Ozono R, Higashi Y, Sasaki N, et al. Abnormal magnesium status in patients with cardiovascular diseases. *Clin Sci (Colch)* 2000 Feb;98:175-81.
26. Marinov MB, Harbaugh KS, Hoopes PJ, Pikus HJ, Harbaugh RE. Neuroprotective effects of preischemia intraarterial magnesium sulfate irreversible focal cerebral ischemia. *J Neurosurg* 1996;85:117-24.
27. Lee EJ, Ayoub IA, Harris FB, Hassan M, Ogilvy CS, Maynard KI. Mexiletine and magnesium independently, but not combined, protect against permanent focal cerebral ischemia in Wistar rats. *J Neurosci Res* 1999;58:442-48.
28. Kabadere S, Öztopçu P, Uyar R. Glutamat toksisitesi oluşturulmuş glioma hücre dizilerinde magnezyum sülfat ve lazaroid U-83836E'nin hücre yaşamı oranına etkisi. 1. Ulusal Sinirbilimleri Kongresi, 16-20 Mart 2002, Eskişehir.
29. Bohl CH, Volpe SL. Magnesium and exercise. *Critical Rev Food Sci Nutr* 2002;42:533-63.
30. Martin BJ, Black J, McLelland AS. Hipomagnesemi in elderly hospital admissions: A study of clinical significance. *Q J Med* 1991;78:177-84.
31. Rubeiz GJ, Thill-Baharozian M, Hardie D, Carlson RW. Association of hipomagnesemi with mortality in acutely ill medical patients. *Crit Care Med* 1993;21:203-9.
32. Salem M, Munoz R, Chernow B. Hipomagnesemia in critical illness. *Crit Care Clin* 1991;7:225-52.
33. Ravn HB. Pharmacological effects of magnesium on arterial thrombosis-mechanisms of action. *Magnes Res* 1999;12:191-9.