

Magnesium, ein wichtiger Nährstoff

A. Berthelot

Einleitung

Magnesium ist ein Ion, das von Wissenschaftlern und Therapeuten lange Zeit nicht beachtet wurde, dessen biologische Bedeutung jedoch heute durch zahlreiche Publikationen belegt wird. Der volle Umfang seiner Beteiligung an physiologischen Vorgängen ist wahrscheinlich noch immer nicht bekannt. Da Magnesium allgegenwärtig ist, beeinflusst ein Mangel zahlreiche Stoffwechselvorgänge, ausserdem kann als Begleiterscheinung vieler Krankheitszustände eine Störung des Magnesium-Stoffwechsels auftreten, die ihrerseits als erschwerender Faktor wirken kann.

Die tägliche Magnesium-Aufnahme wurde durch die moderne Ernährung verändert, und Umfragen über die Ernährungsgewohnheiten haben gezeigt, dass sie heute bei einem Teil der Bevölkerung der Industrieländer unterhalb der empfohlenen Richtwerte liegt.

Biologische Eigenschaften von Magnesium

Magnesium wird für alle enzymatischen Reaktionen benötigt, deren Substrat aus Nucleotiden besteht. Im allgemeinen reagiert es leicht mit Phosphatgruppen. Die Phosphatgruppen der Nucleotide sind energiereiche Verbindungen, welche diese Energie freigeben, wenn sie aufgebrochen werden. Dadurch erklärt sich der Zusammenhang zwischen Magnesium und den Energie verbrauchenden Stoffwechselvorgängen, also dem Zucker-, Fett- und Protein-Stoffwechsel. Ausserdem trägt Magnesium durch seine Bindung an die Phosphatgruppen zur Erhaltung der Struktur von DNA und RNA bei.

Magnesium ist auch an der Aktivierung zahlreicher (über 300) Enzyme beteiligt. Es ist auch und vor allem ein Kalziumantagonist. Tatsächlich gibt es zahlreiche physiologische Interaktionen zwischen Magnesium und Kalzium. Dieser Antagonismus beeinflusst sowohl die Bewegungen von Kalzium als auch seine Proteinbindungen. Ein Überschuss an Magnesium hemmt die transmembranöse Kalziumbewegung, ein Mangel dagegen verstärkt sie. Magnesium moduliert ganz allgemein den transmembranösen Austausch von Ionen, wie Natrium, Chlor, Kalium.

Der Magnesium-Stoffwechsel

Magnesium kommt vorwiegend intrazellulär vor, nur etwa 1% des gesamten im Organismus vorhandenen Magnesiums befindet sich im Extrazellulärraum. Der Körper eines erwachsenen Menschen enthält ungefähr 25 g Magnesium (1025 mmol). 55 bis 60% davon befinden sich in den Knochen, der Rest in den Weichteilen, wovon etwa die Hälfte in der quergestreiften Skelettmuskulatur. Die Plasmaspiegel liegen bei ungefähr 0,8 mmol/l. 55% des Magnesiums liegen in ionisierter Form vor. Da die Menge des im Plasma vorhandenen Magnesiums sehr gering ist, sagt sie nur wenig aus über die total im Körper vorhandene Menge Magnesium. Biologisch spielt sie jedoch eine wesentliche Rolle, weil von hier aus der Austausch mit den Zellen stattfindet. Die Bioverfügbarkeit von Magnesium ist schwierig zu ermitteln, da es zum grössten Teil nicht messbar ist. Die Verwendung radioaktiver oder stabiler Isotope hat gezeigt, dass etwa 15% des im Körper vorhandenen Magnesiums für einen raschen Austausch verfügbar sind und dass dieser Austausch in verschiedenen Organen unterschiedlich verläuft (im Gehirn geht der Austausch nur langsam vor sich).

Die intestinale Absorption beträgt bei normalen Ernährungsbedingungen zwischen 30 und 50%. Magnesium wird auf der gesamten Länge des Darmes absorbiert, vom Duodenum bis zum Kolon, vor allem jedoch im distalen Bereich. Es werden zwei Absorptionsmechanismen beschrieben: ein passiver Mechanismus sowie ein aktiver, bei dem eine Sättigung möglich ist. Der letztere kommt offenbar nur bei geringer Magnesium-Zufuhr zum Zug. Je besser löslich es ist und je geringer seine Konzentration im Darmlumen, desto besser wird Magnesium absorbiert. Kalzium vermindert die Absorption von Magnesium nur dann, wenn es in grossen Mengen von mehr als 2 Gramm aufgenommen wird.

Abgesehen von sehr starkem Schwitzen, welches zu einem messbaren Magnesium-Verlust führen kann, wird Magnesium hauptsächlich über die Niere ausgeschieden. Bei einem Magnesium-Mangel wird die renale Magnesium-Rückresorption verstärkt, bei einer zu hohen Zufuhr dagegen wird die Ausscheidung vermehrt. Im allgemeinen werden 95% des im Glomerulum filtrierten Magnesiums entlang des Nephrons rückresorbiert. Diese Regulie-

rung der Homöostase durch die Niere scheint von keinem Faktor und auch von keinem Hormon abhängig zu sein. Die Ausscheidung von Magnesium im Harn scheint einzig durch die Magnesiämie als Hauptfaktor reguliert zu werden.

Magnesium und Ernährung

Die empfohlene Tagesmenge für die französische Bevölkerung beträgt etwa 6 mg pro kg Körpergewicht. Bei Adoleszenten, Schwangeren und Stillenden ist der Tagesbedarf erhöht. Anhand einer kürzlich bei mehr als 5000 Personen in Frankreich durchgeführten Ernährungsumfrage (S.U.V.I.M.A.X.) wurde die mit der Nahrung aufgenommene Tagesmenge von Magnesium ermittelt. Bei 75% der Männer und 77% der Frauen lag die Zufuhr unterhalb der empfohlenen Tagesmenge. Ein Magnesium-Mangel aufgrund eines zu geringen Magnesium-Gehaltes der Ernährung liegt also vermutlich häufig vor.

Die Ursache der ungenügenden Magnesium-Zufuhr liegt in der Veränderung der Lebensweise und der Ernährungsgewohnheiten: Energiereiche Nahrungsmittel, die häufig auch reich an Magnesium sind, werden vom Speisezettel verbannt. Auch der Verzehr von pflanzlichen Nahrungsmitteln mit hohem Magnesium-Gehalt nimmt tendenziell ab. Insgesamt sind schwerwiegende Mangelzustände zwar selten, verkappte oder marginale Mangelzustände dagegen sind häufig und können langfristig gesehen den Gesundheitszustand der Betroffenen beeinträchtigen.

Zusätzlich zu diesen primären Mangelzuständen ist auch ein sekundärer Mangel aufgrund von enteralen oder renalen Verlusten oder von endokrin-metabolischen Dysregulationen möglich.

Magnesium-Mangel und kardiovaskuläre Pathologie

Ein Magnesium-Mangel kann bei der Entwicklung multifaktorieller Pathologien beteiligt sein. Epidemiologische Studien und Ernährungsuntersuchungen haben einen Zusammenhang zwischen Magnesium-Aufnahme, kardialen Erkrankungen und arterieller Hypertonie festgestellt. Zahlreiche epidemiologische Studien haben eine umgekehrt proportionale Beziehung zwischen der Wasserhärte (das heisst, dem Vorhandensein von Kalzium und Magnesium) und kardiovaskulären Erkrankungen festgestellt. Obwohl nicht alle Studien übereinstimmen, bestätigt doch die Mehrzahl diese umgekehrte Beziehung. Die ARIC-Studie (The Arteriosclerosis Risk in Communities Study) hat gezeigt, dass eine geringe Magnesium-Zufuhr einen Risikofaktor für Koronarerkrankungen darstellt. In einer kürzlich durchgeführten randomisierten Studie haben Klevay et al. festgestellt, dass bei einer Diät mit einem Magnesium-Gehalt von 130 mg/Tag (5,33 mmol) der Magnesium-Gehalt im Serum und in den Erythrozyten abnimmt und die Häufigkeit ventrikulärer und supraventrikulärer Extrasystolen signifikant zunimmt.

Zahlreiche, bezüglich Alter und Zahl der Versuchspersonen sowie der verwendeten Magnesium-Dosierung (von 10 bis 402 mmol/Tag) sehr heterogene Studien haben den Einfluss einer Supplementierung bei arterieller Hypertonie untersucht. Jee et al. haben in einer Meta-Analyse randomisierter Studien den Einfluss einer Magnesium-Supplementierung auf den arteriellen Blutdruck analysiert. Die Autoren kommen zum Schluss, dass eine dosisabhängige Wirkung auf den arteriellen Blutdruck vorhanden ist. Je höher die Magnesium-Zufuhr, desto niedriger ist der arterielle Blutdruck.

Magnesium kann auf unterschiedliche Weise an den physiopathologischen Vorgängen beteiligt sein. Es kann beispielsweise die Proliferation und die Migration von Endothelzellen bei der Angiogenese beeinflussen. Ein tiefer extrazellulärer Magnesiumspiegel hemmt die Migration, während höhere als normale Werte diese verstärken. Die antagonistische Wirkung von Magnesium gegenüber Kalzium schützt die Myokardzelle vor einer Kalzium-Überlastung bei ischämischen Perfusionsstörungen. Ausserdem ist es dank dieser Eigenschaft an der Regulierung des Muskeltonus beteiligt. Es ist daher nicht überraschend, dass jede Veränderung des Magnesium-Gehaltes sowohl im Plasma als auch auf intrazellulärem Niveau Veränderungen des Gefässtonus und damit des arteriellen Blutdrucks zur Folge hat. Experimentell konnte gezeigt werden, dass der Magnesium-Mangel Dyslipidämien begünstigt und die Peroxydierbarkeit der Lipoproteine

Quintessenz

- Magnesium, ein vorwiegend intrazelluläres Ion, wird für alle enzymatischen Reaktionen, deren Substrat aus Nucleotiden besteht, zwingend benötigt und ist an der Aktivierung von mehr als 300 Enzymen beteiligt.
- Die Magnesiämie sagt nur wenig über das gesamte im Körper gespeicherte Magnesium aus.
- Die Zufuhr von Magnesium mit der Nahrung ist vermutlich bei einem grossen Teil der Bevölkerung (gemäss einer neueren Untersuchung etwa 75%) ungenügend.
- Ein Magnesium-Mangel zeigt sich klinisch vorwiegend im kardiovaskulären Bereich: arterielle Hypertonie, Koronaropathie und Herzrhythmusstörungen.

verstärkt. Ausserdem wirkt Magnesium als Membranstabilisator, es gleicht das zelluläre Membranpotential aus und hat dadurch antiarrhythmische Eigenschaften. Eine Hypo-

magnesiämie kann deshalb die Digitalistoxizität verschlimmern und die proarrhythmogene Wirkung einer Hypokaliämie verstärken.

Literatur

- 1 Flatman PW. The role of magnesium in regulating ion transport. In: Birch NJ, ed. Magnesium and the Cell. Academic Press;1993. p.137-55.
- 2 Galan P, Presiosi P, Durlach V, Valeix P, Ribas L, Bouzid D, et al. Dietary magnesium intake in a french adult population. *Mag Res* 1997;10:321-8.
- 3 Jee SH, Miller ER 3rd, Guallar E, Singh VK, Appel LJ, Klag MJ. The effect of magnesium supplementation on blood pressure: meta-analysis of randomized clinical trials. *Am J Hypertens* 2002;8:691-6.
- 4 Klevay LM, Milne DB. Low dietary magnesium increases supraventricular ectopy. *Am J Clin Nut* 2002;75:550-4.
- 5 Liao F, Folsom AR, Brancati FL. Is low magnesium concentration a risk for coronary heart disease? The Arteriosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *Am Heart J* 1998;136:480-90.
- 6 Rayssiguier Y, Boirie Y, Durlach J. In: Apports nutritionnels conseillés pour la population française. 3^e éd. CNERNA - CNRS. Edition Tec & doc Lavoisier; 2001. p.146-9.
- 7 Rubenowitz E, Molin I, Axelsson G, Rylander R. Magnesium in drinking water in relation to morbidity and mortality from acute myocardial infarction. *Epidemiology* 2000;11:416-21.

Übersetzung: Dr. G. Egli