

Resorption von Magnesium und Calcium aus Mineralwässern mit unterschiedlichen Anionen

P. Grimm, S. Nowitzki-Grimm

Zusammenfassung

Die nutritive Versorgung mit Calcium (Ca) ist in Deutschland unbefriedigend, mit Magnesium (Mg) zumindest marginal. Bei beiden Mineralstoffen ist aus gesundheitsprophylaktischen Gründen eine Optimierung der Zufuhr anzustreben. Bei steigendem Konsum von Mineralwässern können diese – rein rechnerisch – einen großen Teil des täglichen Ca- und Mg-Bedarfs decken. In einer cross-over-Studie mit 14 Probanden konnte gezeigt werden, daß Mg und Ca aus Mineralwässern – unabhängig vom Anion – resorbiert werden. Die neu angewandte Methode – Einmaldosis in großer Flüssigkeitsmenge („water loading“) und 6h-Urin-Sammelperiode – stellt zumindest für Mg eine praktikable, bis dato jedoch nicht validierte Methode zur vergleichenden Überprüfung der Bioverfügbarkeit dar. Sulfat-reiche Mineralwässer mit hohem Ca- und Mg-Gehalt (z.B. Ensinger Mineralquellen, Ensingen) können damit – entgegen weit verbreiteter Vorurteile – einen wichtigen Beitrag zur Versorgung mit diesen Mineralstoffen leisten.

Summary

In Germany the dietary supply with Calcium (Ca) is insufficient, with magnesium (Mg) marginal. It is generally accepted that an optimal supply with both minerals could prevent future disorders. The consumption of mineral waters has clearly increased during the last years. Therefore they could provide considerable amounts of Ca and Mg. Using a cross-over-design with 14 healthy males we demonstrated that Ca and Mg are absorbed from mineral waters independent of the corresponding anion. The new study design consists of a bolus with water loading followed by 6-hour urine sampling period. This design is practicable to test the bioequivalence of different formulas especially for Mg, but the method needs further validation. Against common, but not proven prejudices, mineral waters even rich in sulfate with a high Ca and Mg content can make an important contribution to the supply with these minerals.

Dr. Grimm, Med.-Wiss.-Dokumentation, Forschung – Lehre – Publizistik, Schorndorf

Einleitung

Die Versorgung mit den Mineralstoffen Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) ist in weiten Teilen der Bevölkerung marginal bis unzureichend. Bei rückläufigem Konsum von Milch- und Milchprodukten sind vor allem Jugendliche von einem Ca-Mangel betroffen. Der jüngste Ernährungsbericht der DGE gibt für die Gruppe der 15–19-jährigen weiblichen Personen eine Bedarfsdeckung von nur 56 % an. Auch in allen anderen Altersklassen werden die Empfehlungen für die Ca-Zufuhr nicht erreicht [2]. Bei unzureichendem Ca-Depot in den Knochen besteht ein erhöhtes Risiko für vorzeitig auftretende Osteoporose. Bei der weiterhin vorherrschenden einseitigen und fettbetonten Ernährung ist ein relativer Mg-Mangel wahrscheinlich. Zwar weist der Ernährungsbericht für die meisten Altersklassen eine nahezu ausreichende Versorgung aus [2], jedoch steht dies in Widerspruch zu neueren Forschungsergebnissen. Die üblicherweise praktizierte Ernährungserhebung scheint bei Mg nicht valide zu sein, da die angewandten Nährwerttabellen zu hohe Mg-Gehalte in den Lebensmitteln angeben [1]. Studien, die den tatsächlichen Mg-Gehalt der aufgenommenen Nahrung durch Analyse bestimmten, fanden eine weitaus schlechtere Mg-Versorgung [3]. Ein entsprechendes Bild ergibt sich für die Mg-Zufuhr von Risikogruppen: So wurde z.B. bei Kindern mit funktionellen Beschwerden [5] und bei älteren Menschen [7] gehäuft ein schlechter Mg-Status festgestellt. Mg und Ca werden vorwiegend über feste Nah-

rungsmittel aufgenommen. Der Beitrag über das Trinkwasser ist schwer kalkulierbar, da er sowohl von der Wasserqualität als auch von den individuellen Konsumgewohnheiten abhängt. Im Mittel dürfte die Zufuhr über Trinkwasser gering sein. Immer größere Bedeutung gewinnen dagegen die Mineral-, Quell- und Tafelwässer. Während diese bis zu den 50er Jahren nahezu vernachlässigbar waren, erleben sie seit Beginn der 80er Jahre einen Boom, der heute noch nicht abgeschlossen scheint: Allein von 1991 bis 1997 stieg der Pro-Kopf-Verbrauch in Deutschland von 79 l pro Jahr auf nahezu 102 l [6] – ein Plus von fast 30 % in einer Zeit, in der der Verbrauch anderer mengenmäßig wichtiger Getränke wie Kaffee, Milch oder auch Bier rückläufig war. Gerade die Mineralwässer werden im Hinblick auf die Versorgung mit essentiellen Mineralstoffen immer wichtiger. Ein Wasser, welches 500 mg Ca/l und 150 mg Mg/l enthält, kann bei Aufnahme von 1 Liter/Tag zumindest rein rechnerisch ca. 50 % des Tagesbedarfes an diesen Mineralstoffen decken. Gerade bei jüngeren, sportlich ambitionierten und gesundheitsbewußten Menschen stellen Mineralwässer heute einen Großteil der aufgenommenen Flüssigkeit, so daß diese Ca- und Mg-Quelle an Bedeutung gewinnt. In Fachkreisen ist jedoch weit verbreitet, daß Mineralstoffe aus Mineralwässern „schlecht verfügbar“ wären. Einzig mögliche Begründung hierfür wären die enthaltenen Anionen. Vor allem das oft enthaltene Sulfat soll zu schlechteren Resorptionsquoten führen. Aller-

Resorption von Magnesium und Calcium aus Mineralwässern mit unterschiedlichen Anionen

dings lassen sich für diese Behauptung in der Literatur keine stichhaltigen Beweise finden. Versuche aus der Pharmakologie, bei denen z.B. Mg-Sulfat dem Futter von Nagern in hoher Dosierung beigelegt wurde, zeigten – aufgrund der schlechteren Löslichkeit der Sulfatverbindungen – eine verminderte Resorptionsquote. Dies läßt sich jedoch nicht auf die Situation beim Konsum von Mineralwasser übertragen, da hier die Sulfatverbindungen vollständig gelöst vorliegen und gleichzeitig eine große Menge an Wasser zugeführt wird.

Die Bioverfügbarkeit von Ca und Mg aus Mineralwässern kann daher nicht aus bekannten Studien mit Ca-/Mg-Präparaten abgeleitet werden. Zusätzlich ist das üblicherweise angewandte Verfahren – Messung der 24h-Urin-Ausscheidung nach einmaliger, oraler Gabe – bei Studien zur alimentären Versorgung ungeeignet. Die 24stündige Sammelperiode setzt einen stationären Aufenthalt voraus, weshalb schon früher nach Ersatzmethoden gesucht wurde. Im Tierversuch konnte gezeigt werden, daß nach einer oralen Beladung mit Wasser eine 6stündige Urin-Sammelperiode zur Beurteilung des Mg-Status ausreicht [4]. Folglich liegt es nahe, bei Bioverfügbarkeitsstudien die Einmaldosis in großer Menge Wasser zu applizieren – eine Konstellation, die im Falle von Mineralwasser automatisch vorliegt. Bei der Beurteilung der Bioverfügbarkeit von Mineralstoffen ergeben sich auch Probleme aus der Unkenntnis über den Füllungsstatus individueller Körperpools. Mittels eines cross-over-Designs mit ausreichender Zeit zur Regenerierung der körpereigenen Kompartimente läßt sich diese Unabwägbarkeit jedoch umgehen. Die vorliegende Studie sollte daher den Fragen nachgehen:

- Sind Ca und Mg aus Mineralwässern verfügbar?
- Besteht ein Einfluß des Anions, speziell Sulfat?
- Ist die 6h-Urin-Sammelperiode eine praktikable Methode zur Untersuchung der Bioverfügbarkeit von Ca und Mg?

Probanden, Material und Methoden

Die 14 freiwilligen, gesunden Probanden waren Schüler (männlich, Alter: 22-32 Jahre) der Medizinisch-Technischen Akademie in Esslingen/Neckar, die keine klinischen Zeichen für einen Ca- bzw. Mg-Mangel aufwiesen. Der Versuch wurde immer mittwochs während des Unterrichts unter Aufsicht durchgeführt. Der Versuch begann morgens um 8⁰⁰ Uhr mit entleerter Blase, aber nicht nüchtern. Bis 9⁰⁰ Uhr mußten 2 Flaschen (= 1,4 l) eines Mineralwassers getrunken werden. Urin wurde bis 14⁰⁰ Uhr gesammelt. In diesen 6 Stunden (8 bis 14 Uhr) erfolgte keine weitere Nahrungs- bzw. Flüssigkeitsaufnahme. Die Probanden erhielten das Wasser in neutralen Flaschen, so daß Einfach-Blind-Bedingungen vorlagen. Das Frühstück am Morgen vor dem Versuch wurde erfaßt, diente allerdings nur zur Kontrolle evtl. vorhandener Unregelmäßigkeiten. Als Versuchstag wurde der Mittwoch gewählt, da dieser für die Schüler ein „Regeltag“ ohne vorherige Ereignisse (Feste o.ä.) war. Dies bedeutete auch für das Frühstück keine Besonderheiten, es bewegte sich im in Deutschland üblichen Rahmen und wurde daher nicht in die Auswertung einbezogen. An jedem Versuchstag erfolgte die Zuordnung der Probanden randomisiert zu einer der drei Gruppen:

Sulfat-arm:

Das Mineralwasser „Gerolsteiner Sprudel, still“ enthält 36 mg Sulfat/l bei 108 mg Mg/l und 347 mg Ca/l (alle Angaben laut Herstelleretikett). Wichtigstes Anion ist Hydrogencarbonat (1817 mg/l).

Kontrolle:

„Bad Liebenzeller, still“ enthält 7 mg Mg/l und 44 mg Ca/l. Diese Werte liegen im Bereich von Trinkwasser und stellen daher keine zusätzliche Ca-/Mg-Versorgung dar.

Sulfat-reich:

„Emsinger Sport, still“ ist eines der Ca- und Mg-reichsten Mineralwässer im

Süden Deutschlands (501 mg/l bzw. 155 mg/l). Sein Sulfatgehalt ist mit 1550 mg/l relativ hoch.

Zwischen den drei Versuchstagen wurde ein 2wöchiger Abstand eingehalten, um durch den Versuch beeinflusste Körperspeicher wieder auf Ausgangsniveau zu bringen.

Ein Aliquot des Sammelurins wurde bei -20 °C tiefgefroren und später mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS, Perkin Elmer 1100) analysiert. Die statistische Prüfung der erhaltenen Einzelwerte erfolgte mittels t-Test nach Student für gepaarte (=abhängige) Daten. Als unterstes Signifikanzniveau wurde $p < 0,05$ angesetzt.

Ergebnisse

Durch die 1,4 l Mineralwasser wurden beim Sulfat-armen Wasser 151 mg Mg bzw. 485 mg Ca, bei der Kontrolle 10 mg Mg bzw. 62 mg Ca und beim Sulfat-reichen Wasser 217 mg Mg bzw. 701 mg Ca aufgenommen. Dadurch ergab sich ein Unterschied in der Aufnahme zwischen den Versuchgruppen (Sulfat-arm = 100 %) von 43 % bei Mg bzw. 44 % bei Ca.

Die absolute Ca-Ausscheidung war bei Sulfat-armem (1,46 mmol/6h) bzw. Sulfat-reichem (1,66 mmol/6h) Wasser gegenüber dem Kontrollwasser (1,31 mmol/6h) zwar erhöht (Abb. 1),

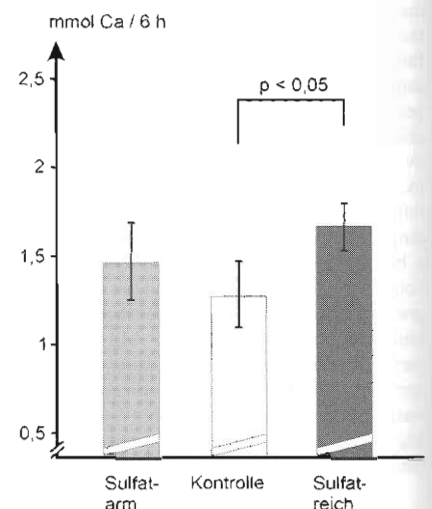


Abb. 1: Die 6h-Ca-Ausscheidung (MW +/- SEM).

Resorption von Magnesium und Calcium aus Mineralwässern mit unterschiedlichen Anionen

das Ergebnis war jedoch nur für das Sulfat-reiche Wasser signifikant ($p < 0,05$). Der Unterschied zwischen den Versuchsgruppen betrug 14 % (Sulfat-arm = 100 %) und war nicht signifikant.

Deutlicher fiel das Ergebnis bei Mg aus (Abb. 2). Beim Sulfat-reichen Wasser war die Mg-Ausscheidung (1,19 mmol/6h) signifikant höher, sowohl gegenüber dem Kontrollwasser (0,81 mmol/6 h, $p < 0,001$) als auch gegenüber dem Sulfat-armen Wasser (0,99 mmol/6h, $p < 0,05$). Die höhere Mg-Ausscheidung nach Sulfat-armem Wasser war nicht signifikant. Der Unterschied zwischen den Versuchsgruppen betrug 20 %.

Diskussion

Durch die 1,4 l Mineralwasser wurden rund 13–17 mmol Ca und rund 6–8 mmol Mg aufgenommen. Die erhöhte Ausscheidung gegenüber dem Mineralstoff-armen Kontrollwasser betrug in der 6h-Sammelperiode maximal rund 1 mmol Ca und 0,7 mmol Mg. Da nach gängiger Lehrmeinung reines Wasser den Magen sehr schnell passiert, dürfte die Resorption nach 6 h weitgehend abgeschlossen gewesen sein. Hieraus kann jedoch nicht gefolgert werden, daß aus Mineralwasser nur unter 10 % der Mineralstoffe

Ca und Mg resorbiert werden. Vielmehr wurden wahrscheinlich verschiedene Körperkompartimente aufgefüllt, z.B. Plasma, Knochen oder intrazelluläre Speicher. Es wäre sicher vorteilhafter gewesen, durch Nüchternbedingungen die Einflüsse des Frühstückstücks zu eliminieren. Dies war jedoch aufgrund der äußeren Bedingungen (z.T. lange Anfahrtszeiten u.a.) den Probanden nicht zuzumuten.

Auf die absoluten Resorptionsquoten kann daher aus dieser Versuchsanordnung nicht geschlossen werden. Jedoch lassen sich durch das „crossover-design“ mit 2wöchiger „wash-out-Phase“ durchaus Vergleiche zwischen den verschiedenen Mineralwässern feststellen. Sowohl das Sulfat-arme als auch das Sulfat-reiche Wasser führten zu erhöhter Ca- und Mg-Ausscheidung – beide Mineralstoffe wurden daher aus dem Wasser resorbiert. Aus dem Sulfat-reichen Wasser wurde mehr Ca und Mg resorbiert als aus dem Hydrogencarbonat-Wasser. Allerdings ist zu beachten, daß die Elektrolytgehalte der Wässer nicht identisch waren: Das Sulfat-reiche Wasser enthielt 44% mehr Ca und 43 % mehr Mg (Sulfat-arm = 100 %). Die Differenzen bzgl. der Resorption betrugen 14 % bzw. 20 %, so daß die höheren Resorptionsquoten beim Sulfat-reichen Wasser ein Effekt der höheren Mg- bzw. Ca-Gehalte sind. Es bleibt jedoch festzuhalten, daß sich durch das Anion Sulfat keine signifikant schlechtere Resorption ergab. In der Praxis lassen sich naturgemäß Mineralwässer mit exakt identischen Mineralstoffgehalten nicht finden. Eine Kompensation der unterschiedlichen Gehalte durch Variation der Trinkmenge bietet sich an, ist aber ungeeignet: Beim hier gezeigten Studiendesign – kurze Trinkperiode und anschließende 6h-Urinsammelperiode – dürfte wahrscheinlich die Resorption, sicher jedoch die Ausscheidung via Urin von der Menge der aufgenommenen Flüssigkeit abhängen.

Das Anion Sulfat hat hier keinen negativen Einfluß auf die Resorption von Ca und Mg aus Mineralwässern ge-

zeigt. Dies gilt jedoch nur für Mineralwässer, da aus einer Vielzahl von Studien mit pharmazeutischen Präparaten bekannt ist, daß z.B. organische Mg-/Ca-Verbindungen wie z.B. das Magnesium-Aspartat-Hydrochlorid gegenüber Mg-/Ca-Sulfat eine wesentlich bessere Resorption zeigen.

Fazit

Eine 6h-Urinsammelperiode unter den hier gezeigten Bedingungen (Bolus in sehr großer, standardisierter Flüssigkeitsmenge) ist zur vergleichenden Untersuchung der Bioverfügbarkeit von Mg geeignet, bedarf jedoch zur routinemäßigen Anwendung der weiteren Validierung. Ca und Mg sind aus Mineralwässern verfügbar, das Vorurteil der „Hemmung der Resorption durch Sulfat“ ließ sich in diesem Versuch nicht belegen. Sulfat-reiche Mineralwässer mit hohem Gehalt an Ca und Mg (z.B. Ensinger Mineralquellen, Ensingen) können damit einen wichtigen Beitrag zur Versorgung mit diesen Mineralstoffen leisten.

Literatur

- [1] Classen, H.G.; Schimatschek, H.F.; Classen, U.G.: Magnesiumtherapie bei Koronarerkrankungen. VitaMinSpur 13 (1998) 184-188.
- [2] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.: Ernährungsbericht. DGE, Frankfurt/Main, 1996.
- [3] Gleis, M.; Anke, M.: Der Magnesiumgehalt der Lebensmittel und Getränke und die Magnesiumaufnahme Erwachsener in Deutschland. Mg.-Bull. 17 (1995) 22-28.
- [4] Nowitzki-Grimm, S.; Grimm, P.; Classen, H.G.: Furosemide-stimulated six-hour urine magnesium. In: Lasserre, B.; Durlach, J. (Hrsg.): Magnesium – a relevant ion. John Libbey, London 1991; pp. 251-256.
- [5] Schimatschek, H.F.; Classen, H.G.: Epidemiological studies on the frequency of hypomagnesiemia and hypocalcemia in children with functional disorders and neurasthenia. Mg.-Bull. 15 (1993) 85-104.
- [6] Stemmer, A.B.: Die wirtschaftliche Bedeutung des Alkohols. In: Alkohol in der Ernährung – wieviel? DGE, Frankfurt/Main 1999; pp. 19-28.
- [7] Wörwag, M.; Classen, H.G.: Magnesium and zinc deficient nutrition of nursing home residents in Stuttgart? Mg.-Bull. 1999: in press.

Korrespondenz an:

P. Grimm,

Schurwaldstr. 37, D-73614 Schorndorf

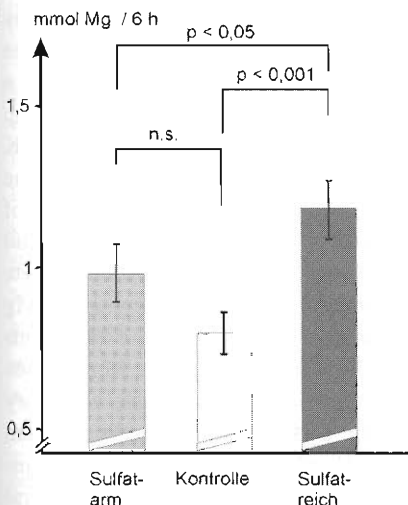


Abb. 2: Die 6h-Mg-Ausscheidung (MW +/- SEM).