

Einfluss der Proteine auf die Kalzium-Bilanz

Caroline Weberhofer
dipl. Ernährungsberaterin
Ernährungswissenschaftlerin MSc
Basel.

Nur wenige Interaktionen von Nährstoffen sind so gut und übereinstimmend dokumentiert wie der Effekt von Protein auf die Kalzium-Bilanz. Der Urin-Kalzium-Gehalt steigt, wenn die Proteinaufnahme über den Proteinbedarf ansteigt. Dieser Effekt wurde in unzähligen Studien in den letzten 70 Jahren dokumentiert. ^{1,2,3} Wenn die Proteinaufnahme verdoppelt wird, steigt die Urin-Kalzium-Ausscheidung um etwa das Doppelte.

Kalzium-Bilanz

Kalzium erfüllt nicht nur wichtige Strukturfunktionen zur Festigkeit des Knochens, sondern ist in kleinen Mengen als zweiwertiges Kation der wichtigste Regulator zahlreicher Zellfunktionen. Weil letztere lebensnotwendig sind, wird bei ungenügender Zufuhr, Absorption oder vermehrter Ausscheidung von Kalzium auf das Skelettdepot zurückgegriffen (siehe Schaubild bei den Charts).

Von 1000 mg Nahrungskalzium werden etwa 30% absorbiert. Mit den Verdauungssäften gelangen etwa 150 mg in den Darm, so dass 850 mg im Faeces ausgeschieden werden. Im Knochen hält sich beim gesunden Erwachsenen der Auf- und Abbau die Balance und so wird der Überschuss von 150 mg im Urin ausgeschieden. Eine negative Kalzium-Bilanz entsteht, wenn entweder zu wenig Kalzium eingenommen, absorbiert oder zu viel Kalzium ausgeschieden wird. Sinkt in der Folge die Blutkalzium-Konzentration, wird weniger Kalzium ausgeschieden und gleichzeitig Kalzium aus dem Knochen freigesetzt. Der obligatorische Verlust von Kalzium beträgt ca. 100 mg (4 mmol) pro Tag.³

Einfluss der Proteine auf die Kalzium-Bilanz

Ein hoher Proteinkonsum erhöht die Kalzium-Ausscheidung im Urin. Tierische Proteine scheinen die endogene Säureproduktion und Urin-Kalziumverluste stärker zu beeinflussen als pflanzliche Proteine. Dies könnte durch den höheren Gehalt an den schwefelhaltigen Aminosäuren (Methionin und Cystin) aus tierischen Proteinen oder vermehrten basischen Stoffen in der vegetarischen Ernährung verursacht sein.⁵

Der physiologische Effekt einer erhöhten Proteinaufnahme auf die Kalzium-Ausscheidung ist komplex.^{3,5} Wird ein hoher Anteil der Aminosäuren zur Energiegewinnung herangezogen, so fallen bei den hierzu notwendigen Umbauprozessen vermehrt Säuren an. Diese Ansäuerung des Urins sowie der vermehrte Anfall des anionischen Sulfates führen zu einer erhöhten Ausscheidung des kationischen Kalziums. Die höhere Menge an Stoffwechsel-Endprodukten des Proteinabbaus führt zu einem Anstieg der glomerulären Filtrationsrate. Hierdurch steigt die Menge an Kalzium an, die in den Primärharn gelangt, was zu einem höheren Verlust von Kalzium im Urin führt. Sowohl tierexperimentell als auch beim Menschen wurde gezeigt, dass ein chronisch hoher Proteinkonsum eine Nierenhypertrophie induziert.⁶ Aus noch weitgehend unbekanntem Gründen kommt es zu einer gesteigerten Kalzitriolproduktion. Dies fördert zwar

die Kalzium-Absorption, erhöht aber gleichzeitig – durch Reduktion des Parathormones – die Urin-Kalzium-Ausscheidung. In Bilanzstudien bei gesunden postmenopausalen Frauen wurde bei einer Erhöhung der Proteineinnahme von 40 auf 80 g Protein ein Anstieg der Kalzium-Ausscheidung um 40 mg gemessen.³ Bei einer Erhöhung der Proteinaufnahme von 46 g auf 123 g kam es zu einer Zunahme der Urin-Ausscheidung von 113 auf 212 mg Kalzium und ein Proteinkonsum von 44 g bzw. 102 g führte zu einer Kalzium-Ausscheidung von 96 mg bzw. 186 mg.^{2,7}

Einfluss von Phosphor und Natrium

Diese Erkenntnisse wurden mehrheitlich aus Bilanz-Studien gewonnen, die mit isolierten Proteinzulagen durchgeführt wurden. Damit wird gewährleistet, dass andere Nährstoffe – insbesondere Phosphat, Magnesium und Kalzium – , welche ebenfalls einen Einfluss auf die Kalziumbilanz haben, nicht verändert werden.

In der täglichen Ernährung nehmen wir jedoch keine Konzentrate, sondern Proteine aus Nahrungsmitteln zu uns. Dadurch wird der Einfluss einer proteinreichen Ernährung auf die Kalzium-Bilanz noch etwas komplexer.

Protein, welches in Fleisch, Milchprodukten, Getreide oder Hülsenfrüchten vorkommt, enthält immer auch Phosphat. Eine proteinreiche Ernährung ist deshalb meist auch phosphatreich. Zusätzliche Phosphatquellen in der westlichen Ernährung sind Zusatzstoffe, Emulgatoren (Lecitin) und Cola-Getränke (E 338). Dazwischen dem Kalzium- und dem Phosphor-Stoffwechsel eine enge Beziehung besteht, muss dieser Aspekt ebenfalls berücksichtigt werden.⁸

Bei hoher Phosphat-Zufuhr wird die Verfügbarkeit von Kalzium im Dünndarm reduziert. Kalzium kann mit Phosphat-Ionen unlösliche Komplexe bilden, dadurch steigt die Kalzium-Ausscheidung im Faeces. Dies gilt hauptsächlich für anorganisches Phosphat, aber nicht für proteingebundenen Phosphor. Andererseits vermag Phosphor die Kalzium-Ausscheidung in der Niere zu reduzieren. Gesamthaft verhält sich Phosphor also bezüglich Kalzium-Ausscheidung weitgehend neutral. Bei einer länger andauernden hohen Phosphor-Aufnahme wird jedoch die Parathormon-Sekretion stimuliert, was die Freisetzung von Kalzium aus dem Knochen fördert.

Berücksichtigt werden muss bei der Beurteilung der Phosphor-Aufnahme mit der Nahrung aber weniger die absolute Menge als das Verhältnis zur Kalzium-Aufnahme. Nach Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr der Deutschen Gesellschaft für Ernährung aus dem Jahre 1992 sollte das Kalzium-Phosphor-Verhältnis 1 : 1,0 – 1,2 betragen.⁹ Erfahrungsgemäss geht erhöhter Fleischkonsum zumeist auch mit vermehrtem Konsum von Kochsalz (Natrium) einher. Natrium konkurriert mit Kalzium um die Rückresorption im Nierentubulus und erhöht damit ebenfalls den renalen Kalziumverlust.⁶ Der Verzehr von zusätzlich 2300 mg (100 mmol) Natrium bewirkt eine Erhöhung des Verlustes um 40 – 80 mg (1 – 2mmol).^{3,10} Bei einer hohen Kalzium-Einnahme ist der Effekt von Protein und Natrium auf die vermehrte Ausscheidung von geringer Bedeutung.

Bei geringer Kalzium-Aufnahme führt die proteinreiche Ernährung hingegen zu einer negativen Kalzium-Bilanz. Ungünstig wirkt sich demzufolge eine Ernährung aus, welche reich an Fleischprotein und arm an Kalzium ist. Wenn eine proteinreiche Ernährung durch Milch und Milchprodukte zustande kommt, ist dies vorteilhafter, weil diese Produkte ein günstigeres Kalzium-Protein-Verhältnis aufweisen.

Kalzium : Protein-Verhältnis	(mg : g)
DGE	15 – 19 : 1
Kuhmilch	36 : 1
Emmentaler	38 : 1
Camembert	27 : 1
Fleisch	0,5 : 1
Kichererbsen	6 : 1

In der Praxis ist es deshalb sinnvoll, das Verhältnis von Kalzium zu Protein in der Ernährung zu betrachten. ⁸ Gemäss den Empfehlungen zur Nährstoffzufuhr der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) beträgt der Proteinbedarf 0,8 g pro kg Normalgewicht und 900 mg Kalzium. Somit ergibt sich für eine Frau von 60 kg mit einem Bedarf von 48 g Protein ein Verhältnis von Kalzium zu Protein (mg : g) von 19 : 1 oder für einen Mann mit 75 kg ein Verhältnis von 15 : 1. Gemäss dem 4. Schweizerischen Ernährungsbericht beträgt der durchschnittliche Verbrauch von Protein 99 g und von Kalzium 1110 mg und liegt damit bei 11 : 1. Dieses ungünstige Verhältnis kommt also nicht infolge einer ungenügenden Kalzium-Zufuhr, sondern aufgrund einer hohen Proteineinnahme zustande.

Protein und Osteoporose

Verschiedene Studien fanden einen Zusammenhang zwischen der Proteinzufuhr und der Knochenmineraldichte oder dem Frakturrisiko. Sowohl geringe als auch exzessive Eiweissaufnahme beeinflussen die Knochenqualität negativ. Der Zusammenhang von proteinreicher Ernährung und Osteoporose auf die Entstehung von Osteoporose wird ebenso kontrovers diskutiert wie der Einfluss kalziumarmer Ernährung. In 34 Studien aus 16 Ländern fand sich eine starke positive Assoziation zwischen tierischem Protein und der Frakturrate bei Frauen.¹¹ In verschiedenen weiteren Untersuchungen wurde nur dann ein erhöhtes Frakturrisiko gefunden, wenn eine proteinreiche Ernährung zugleich kalziumarm war.^{12,13} Der oftmals nicht berücksichtigte Einfluss von Protein und Natrium auf die Kalzium-Bilanz erklärt wahrscheinlich auch die geringe Korrelation von Kalzium-Einnahme und Osteoporose.

Proteinarme Ernährung

Eine proteinarme Ernährung bewirkt im Wachstum eine ungenügende Knochenmatrixbildung, bei älteren Menschen einen verstärkten Verlust der Knochendichte sowie geringere Muskelmasse und Muskelkraft.¹⁴ Es wurde wiederholt gezeigt, dass eine Proteinsupplementierung bei mangelernährten Patientinnen mit Schenkelhalsfrakturen günstige Effekte auf Knochenmasse und Komplikationen hat.^{15,16,17}

Referenzen

1. Heaney P. J Am Diet Ass
1993; 93:1259-60
2. Lutz J. Am J Clin Nutr
1984;39:281-8
3. Nordin C. Nutrition
1997; 13:664-86
4. Gassmann B.
Ernährungs-Umschau 1996;
43:300 - 2
5. Feskanich D, Willett W,
Stampfer M, Colditz G.
Am J Epidemiol; 1996:
143:472-9
6. Hess B. Schweiz Med
Wochenschr 1995;
125:2460-70
7. Hengsted M, Linkswiler.
J Nutr 1981:244-51
8. Heaney P. Annu Rev Nutr
1993;13:287-316
9. Zittermann A.
Ernährungs-Umschau
1997;44:51-7
10. Massey L, Whiting J.
Nutr Reviews 1995;
53:131-4
11. Abelow B, Holford T,
Insogna K. Calcif Tissue Int
1992; 50:14-8
12. Recker R, Davies M,
Hinders S et al.
JAMA, 1992; 268:2403-8
13. Metz J, Anderson J,
Gallagher P. Am J Clin Nutr.
1993; 58:537-42
14. Rizzoli R, Bonjour J.
Z Gerontol Geriat 1999;
32:S31-7
15. Tkatch L, Rapin C,
Rizzoli R et al. J Am Coll
Nutr 1992; 11:519-25
16. Delmi M, Rapin C,
Bengoa J et al. Lancet
1990; 335:1013-6
17. Geinoz G, Rapin C,
Rizzoli R et al.
Osteoporosis Int 1993;
3:242-8