

Wichtige Nährstoffe für starke Knochen

Dr. med. Volker Schmiedel

Zusammenfassung

Essentielle Nährstoffe (z.B. Vitamine, Mineralstoffe, Fettsäuren) sind unabdingbar für die Funktion und die Struktur unserer Organe. Auch der Knochen bedarf einiger Nährstoffe, um eine gute Dichte und Frakturbeständigkeit aufzuweisen. Hierbei kommt es insbesondere auf Kalzium, Magnesium, Vitamin D, Vitamin K2 und Omega-3-Fettsäuren an.

Hintergrund

Der Knochen unterliegt als Organ einem ständigen Umbau. Osteoklasten sorgen für einen Abbau von Knochensubstanz, während Osteoblasten diese wieder neu bilden. Somit bleibt die Knochendichte nur dann konstant, wenn beide miteinander im Gleichgewicht sind. Überwiegt die Aktivität der Osteoklasten hingegen, kommt es zu einem Verlust von Knochenmasse. Gefördert wird dies durch Bewegungsmangel, bestimmte hormonelle Störungen aber auch durch Übersäuerung und systemische Entzündungen. In diesem Artikel soll die Rolle der wichtigsten Nährstoffe bei diesem Geschehen beleuchtet werden.

Kalzium – das Knochenmineral

Der menschliche Körper enthält ca. 1 kg Kalzium, welches damit mengenmäßig an Platz 1 der Mineralien in unserem Organismus steht. 99 % davon befinden sich in Knochen und Zähnen, was die Bedeutung von Kalzium für diese Strukturen unterstreicht. Zu beachten ist, dass die Kalzium-Spiegel im Blut nichts mit dem Kalziumbestand im Körper zu tun haben. Aufgrund mehrerer Homöostase-Mechanismen gelingt es dem Körper, den Blutspiegel auch bei einem Kalziummangel lange im Normbereich zu halten. Nur bei schwerem Vitamin D-Mangel, Störungen des Parathormons, extremen Kalziumverlusten und einigen seltenen Krankheiten sehen wir eine Hypokalzämie. Der Versorgungsstatus mit Calcium sollte daher auf Basis der Zufuhr bewertet werden.

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt allen Erwachsenen, Schwangeren und Stillenden eine tägliche Zufuhr von 1.000 mg Kalzium. Jugendliche von 13-19 Jahren sollten sogar 1.200 mg zu sich nehmen (1). Gute Kalziumquellen sind Milchprodukte (besonders Hartkäse), Nüsse, Samen, Gemüse (besonders Kohlsorten) und kalziumreiches Mineralwasser (> 100 mg/L). Nach der Nationalen Verzehrsstudie II liegt der Median der Kalziumversorgung bei Männern bei 1.052 mg und bei Frauen bei 962 mg (2). Das erscheint auf den ersten Blick ausreichend, bedeutet aber auch, dass etwa die Hälfte der Bevölkerung unterhalb der Zufuhrempfehlung liegt. Es gibt im Internet Kalzium-Rechner, anhand derer der Laie/Patient die tägliche Zufuhr von Kalzium leicht ausrechnen kann. Bei einer diätetischen Einnahme von weniger als 1.000 mg sollten kalziumreiche Lebensmittel oder ggf. auch Supplemente gewählt werden.

Eine zu hohe Kalziumaufnahme könnte sich wiederum als nachteilig erweisen. So fand eine Meta-Analyse bei postmenopausalen Frauen einen signifikanten Anstieg von KHK um 15 %, wenn Kalzium als Nahrungsergänzung eingenommen wurde (3). Leider fehlte in dieser Meta-Analyse eine Subgruppen-Analyse, welche Risiken bei unterschiedlich hoher Kalzium-Zufuhr berechnete. Es könnte sein, dass eine Zufuhr deutlich über 1.000 mg das KHK-Risiko erhöht. Dies ist leicht möglich, wenn etwa über die Nahrung 800 mg und über ein handelsübliches Supplement 1.000 mg zusätzlich eingenommen werden.

Magnesium – das Anti-Stress-Mineral

Die entspannende Wirkung von Magnesium auf Muskeln (Wadenkrämpfe) und Psyche sind unbestritten. Als wichtiges Mineral für den Knochen haben es Therapeuten und Patienten nach meiner Erfahrung jedoch noch nicht ausreichend auf dem Schirm. Der Körper verfügt über 20-25 g Magnesium. Davon befinden sich ca. 60 % im Knochen, was die Bedeutung von Magnesium als zweitem wichtigen Knochen-Mineral verdeutlicht. Die Messung des Magnesiumspiegels – das gilt für Serum und für Vollblut – hat keine Korrelation zum Magnesiumbestand oder zu Mangelsymptomen und ist daher unnötig.

Die Zufuhrempfehlung der DGE liegt bei Erwachsenen bei 300 mg bei Frauen bzw. 350 mg bei Männern (4). Die Nationale Verzehrsstudie II gibt eine mediane Zufuhr von 361 mg bei Frauen bzw. 432 mg bei Männern an (2), was gar nicht schlecht zu sein scheint. Trotzdem erreicht etwa ein Viertel der Bevölkerung (29 % der Frauen und 26 % der Männer) die Zufuhrempfehlung nicht.

Magnesiumreich sind viele Gemüse und Früchte, Nüsse und Samen, kakaohaltige Produkte und magnesiumreiches Mineralwasser. Im Zweifel sollte zur Vorbeugung bzw. ergänzend zur Therapie von Osteoporose auch ein Supplement eingenommen werden, wobei Dosierungen zwischen 100 und 600 mg zu wählen sind. Wegen des beruhigenden Effektes empfehle ich die Einnahme von Magnesium vor dem Zubettgehen. Bei Dosierungen ab 300 mg sollte die Einnahme aber auf verschiedene Zeitpunkte am Tag aufgeteilt werden. Sollte unter der Einnahme ein dünner Stuhl auftreten, müssten noch kleinere Dosen zu verschiedenen Zeitpunkten gewählt oder aber die Gesamtdosis reduziert werden.

Eine wichtige Besonderheit zu Kalzium und Magnesium: Die beiden Mineralstoffe sollten nicht zusammen eingenommen werden, da sie die gleichen Transport-Carrier in der Darmschleimhaut nutzen und somit um die Resorption konkurrieren – jedenfalls bei größeren Mengen ab 100 mg pro Nährstoff.

Vitamin D – das Knochen-Vitamin

Vitamin D₃, oder Cholecalciferol, wird in der Haut bei UV B-Strahlung ab einer bestimmten Intensität gebildet oder über die Nahrung sowie Supplemente aufgenommen. In der Leber wird es in die Speicherform Calcidiol umgewandelt (dieses wird im Serum als 25(OH) Vitamin D bestimmt) und in der Niere weiter in das eigentlich knochen-aktive Calcitriol. Es fördert u.a. die Aufnahme von Kalzium über den Darm sowie den Einbau in den Knochen und weist auch zahlreiche Effekte auf, die nicht direkt den Knochen betreffen wie z.B. die Modulation des Immunsystems.

Die DGE empfiehlt bei fehlender Sonnenstrahlung für Kinder bis zum 1. Geburtstag die tägliche Aufnahme über die Nahrung von 400 IE Vitamin D und für alle anderen Altersgruppen, Schwangere und Stillende 800 IE (5). Viele Vitamin D-Protagonisten äussern hieran erhebliche Kritik. Wenn ein Säugling mit wenigen Kilogramm Körpergewicht 400 IE benötigt, kann ein Erwachsener mit 70 kg oder gar Schwangere und Stillende nicht mit 800 IE auskommen. Ausserdem kommt es nach Meinung der Kritiker nicht so sehr auf die Dosis, sondern vielmehr auf den Spiegel im Blut an. Mit 800 IE erreichen zwar viele Erwachsene den Normwert vieler Labore, der bei 20 ng/mL bzw. 50 nmol/L liegt. Für einen gesunden Knochen wird aber von Experten ein Spiegel von mindestens 37,5 ng/mL bzw. 75 nmol/L angestrebt (6, 7). Viele Vitamin D-Protagonisten fordern sogar einen optimalen Spiegel von 40-60 ng oder 100-150 nmol/L. Dies ist mit 800 IE am Tag praktisch nie zu erreichen, wenn nicht eine intensive Sonnenbestrahlung erfolgt. Hinzu kommt noch, dass 800 IE mit der Nahrung praktisch nicht zu erreichen sind. Um diese Menge zu decken, müsste man 400 g fetten Seefisch (z.B. Makrele), 4 kg Schnitzel, 20 Eier, 20 l Vollmilch, 10 kg Leber oder 10 kg Käse verzehren – Tag für Tag! Da auch bei den Kindern die Vitamin D-Aufnahme über die Nahrung nicht zu gewährleisten ist, wird in der Leitlinie zur Rachitis-Prophylaxe eine Vitamin D Substitution mit mindestens 500 I.E. im 1. Lebensjahr empfohlen (8).

Mindestens von Oktober bis März – wenn in unseren Breiten keine Vitamin D-Bildung über die Haut stattfindet - müsste also eine Substitution erfolgen. Um die oben angegebenen, optimalen Vitamin D-Spiegel zu erreichen, bräuchten die

meisten Erwachsenen etwa 5.000 IE am Tag. Aus den Daten der Nationalen Verzehrsstudie II geht nicht hervor, wie viele Menschen mit der Nahrung auf 800 IE kommen, da zum Zeitpunkt der Studie noch eine Zufuhrempfehlung von 200 IE galt. Selbst diese insuffiziente Menge wurde von vielen nicht erreicht. Eine Dosis von 800 IE oder gar von 5.000 IE allein mit der Nahrung erreichen zu wollen, kann als illusorisch bezeichnet werden.

Viele Therapeuten sehen Vitamin D als wichtigste Substanz für den Erhalt eines stabilen Knochens an. Umso mehr erstaunt, dass immer wieder Studien oder sogar Meta-Analysen publiziert werden, die dem Vitamin D keinen Nutzen in der Frakturverhinderung bescheinigen. Dafür gibt es einige Gründe:

Bei epidemiologischen Studien - in denen Probanden nach Ihrer Vitamin D-Supplementation gefragt werden und teilweise sogar höhere (!) Frakturraten bei den Menschen mit einer Supplementation beobachtet werden - ist es denkbar, dass im Sinne einer Selbstselektion gerade diejenigen zu Vitamin D-Supplementen greifen, die ein besonders hohes Risiko aufweisen, welches dann durch Vitamin D-Einnahme nicht kompensiert wird.

Diese Gefahr besteht bei Meta-Analysen mit randomisierten Doppelblindstudien nicht. Doch auch hier sind die Ergebnisse nicht selten „enttäuschend“, wie folgende Meta-Analyse aufzeigt (9): Bei über 31.000 Probanden aus 11 Studien wurde praktisch keine Verminderung der Frakturrate in den Vitamin D-Gruppen gefunden. Die Erklärung findet man erst, wenn man eine Subgruppen-Analyse nach den verwendeten Dosierungen durchführt (s. Abb. 1). Bei Dosen bis knapp 800 IE findet sich überhaupt kein protektiver Effekt. Erst bei Dosierungen von ca. 800 bis 2.000 IE wird das Risiko für Hüftfrakturen um 30 % und für nicht-vertebrale Frakturen um 14 % reduziert. Besonders interessant wäre aus meiner Sicht eine weitere Subgruppe mit 2.000-5.000 IE gewesen.

Andere Studien finden jedoch auch bei solchen Dosen keine Effekte. Ein möglicher Grund ist hier, dass die Ausgangsspiegel der Probanden schon in einem für den Knochen protektiven Bereich um die 75 nmol/L lagen und eine weitere Steigerung keinen zusätzlichen Nutzen zeigte. Häufig werden jedoch keine

Analysis	No. of Participants	Hip Fracture			Any Nonvertebral Fracture		
		No. of Fractures	Relative Risk (95% CI)	P Value	No. of Fractures	Relative Risk (95% CI)	P Value
Actual-intake analysis‡							
Control	15,495	586	1.00		1948	1.00	
0-360 IU/day	3,935	100	1.00 (0.79-1.26)	0.99	425	0.96 (0.86-1.07)	0.44
361-637 IU/day	3,836	110	1.03 (0.83-1.29)	0.78	520	1.01 (0.91-1.12)	0.85
638-791 IU/day	3,790	164	1.01 (0.83-1.23)	0.92	419	0.90 (0.80-1.01)	0.08
792-2000 IU/day	3,966	151	0.70 (0.58-0.86)	<0.001	458	0.86 (0.76-0.96)	0.007

Abb. 1: Relatives Risiko für Hüftfrakturen und nicht-vertebrale Frakturen unter Vitamin D im Vergleich zu Placebo (9)

Ausgangs- und Endwerte beim Vitamin D-Spiegel erhoben, sodass nicht bekannt ist, wie viele wirklich einen Mangel hatten und durch die Intervention in einen optimalen Bereich gelangten.

Auch die VITAL Studie zeigte keine Reduktion von Frakturen (10). Die Vitamin D Dosis war mit 2.000 IE nicht besonders hoch. Dazu kommt im wahrsten Sinne des Wortes erschwerend hinzu, dass der durchschnittliche BMI mit > 28,1 recht hoch war. Nach meiner Erfahrung benötigen normalgewichtige Erwachsene für das Erreichen eines guten Vitamin D-Spiegels in der Regel 5.000 IE Vitamin D täglich – Übergewichtige aber teilweise noch erheblich mehr. Die Spiegel wurden leider nicht gemessen, sodass unklar ist welche Effekte mit der Dosierung erreicht wurden. Darüber hinaus durften die Placebo-Probanden ihr vorher eingenommenes Vitamin D weiternehmen, was zu deutlichen Verwässerungseffekten geführt haben dürfte. Eine solche Methodik ist für mich schlichtweg nicht nachvollziehbar!

Eine weitere Fehlerquelle für eine erfolglose Vitamin D Substitution kann die falsche Einnahme sein. Ich habe bisher im Methodik-Kapitel keiner einzigen Studie gefunden, zu welchem Zeitpunkt die Vitamin D-Einnahme erfolgte. Wir dürfen davon ausgehen, dass die meisten Präparate - wie in vielen Studien mit anderen Substanzen auch - direkt am Morgen genommen werden. Als fettlösliches Vitamin muss es jedoch zusammen mit einer fetthaltigen Mahlzeit verzehrt werden, um eine gute Resorption zu garantieren. Aus eigener Erfahrung mit zahlreichen Patienten weiß ich, dass dieses Wissen keineswegs hinreichend bekannt ist. Viele Menschen – möglicherweise auch in den Studien – nehmen das Vitamin D nüchtern eine halbe Stunde vor dem Frühstück, sodass es praktisch nicht aufgenommen wird. Vitamin D sollte – genauso wie Vitamin K2 oder Omega-3-Fettsäuren – immer zur fettreichsten Mahlzeit (in der Regel ist dies das Mittag- oder Abendessen) eingenommen werden. Erst wenn mindestens 8 g oder 1 EL Fett oder Öl im Essen enthalten sind, werden Gallensäuren aus der Leber bzw. Lipasen aus dem Pankreas genügend mobilisiert, um eine gute Fettdigestion und -absorption zu garantieren.

Ich fordere daher gute Vitamin D-Studien, bei denen Menschen mit einem nachgewiesenen Mangel (am besten < 50 nmol/L) eingeschlossen werden, die eine suffiziente Vitamin D-Dosierung, idealerweise spiegelkontrolliert, zu einem für die Resorption optimalen Zeitpunkt erhalten.

Vitamin K2 – Der Vitamin D-Synergist

Während sich das K des fettlöslichen Vitamins K2 von „Koagulation“ ableitet, wird es auch als Menachinon bezeichnet und spielt eine wichtige Rolle für den Knochen, indem es die Umwandlung von uncarboxyliertem Osteocalcin (ucOC) zu Osteocalcin fördert. 2 % der extrazellulären Knochenmatrix bestehen aus Osteocalcin, welches Kalzium im Knochen bindet. Im Labor wird daher häufig das ucOC als funktioneller Marker eines Vitamin K2-Mangels genutzt. Bei einem Mangel „staut“ sich das ucOC, weil es nicht ausreichend in Osteocalcin umgewandelt wird. Hohe Werte von ucOC zeigen somit indirekt einen Vitamin K2-Mangel an.

Eine aktuelle Meta-Analyse (11) mit 16 randomisierten, kontrollierten Studien zur K2 Supplementierung fand eine signifikante Verbesserung der Knochendichte und des Quotienten ucOC/OC. Entscheidend ist aber der harte klinische Endpunkt der Knochenfrakturen. Nachdem eine Studie wegen großer Heterogenität ausgeschlossen wurde, ergaben die Studien mit Vitamin K2 ein relatives Risiko für Frakturen von nur 0,38 – Knochenbrüche wurden also um fast 2/3 reduziert. Die Studien mit der Kombination Vitamin D+K2 ergaben ein relatives Risiko von 0,25 – und somit eine Reduktion um 3/4. Beide Reduktionen waren statistisch hoch signifikant (s. Abb. 2). Mit dem Medikament Biphosphonat Zolendronat wurden bei post- menopausalen Frauen mit relativen Risiken für verschiedene Frakturarten von 0,45-0,73 auch keine besseren Ergebnisse erzielt (12).

Vitamin K2 befindet sich in hoher Dosierung in dem fermentierten japanischen Soja-Produkt Natto, welches geschmacklich für den Mitteleuropäer etwas gewöhnungsbedürftig sein soll. Tierische Produkte wie Eigelb, Butter oder Fleisch enthalten ebenfalls Vitamin K2. Veganer/Vegetarier können somit vermehrt von einem Mangel betroffen sein. Im Zweifel sollte das ucOC gemessen werden. Wird dies aus Kostengründen nicht gewünscht, macht der Osteoporose-Patient mit einer Vitamin K2- Dosis von 100-200 µg nichts falsch. Zu beachten ist jedoch, dass bei Einnahme von Antikoagulantien vom Cumarin-Typ (z.B. Marcumar®) die Vitamin K2-Einnahme ärztlich abgesprochen werden muss.

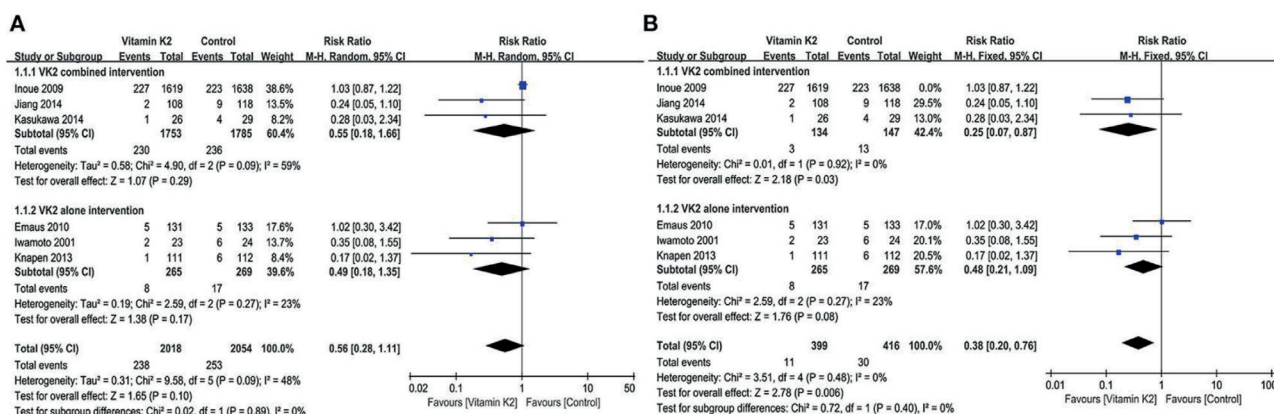


Abb. 2: Frakturen unter Vitamin D+K2 (oben) bzw. Vitamin K2 allein (unten) (11)

Omega-3-Fettsäuren – die richtigen Fette für einen starken Knochen

Omega-3-Fettsäuren, insbesondere die marinen, Eicosa-pentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA), tragen durch ihre entzündungshemmenden und knochen-metabolischen Wirkungen zur Prävention und Therapie von Osteoporose bei und können insbesondere in Kombination mit den bereits erwähnten Nährstoffen ihre synergistische Wirkung entfalten:

Entzündungshemmende Wirkung

- Omega-3 hemmt die Produktion proinflammatorischer Zytokine (z. B. TNF- α , IL-1, IL-6), die die Osteoklasten-aktivität fördern und so den Knochenabbau steigern.
- Omega-3 fördert die Bildung entzündungshemmender Mediatoren wie Resolvine und Protektine.

Regulation der Osteoklasten und Osteoblastenaktivität

- Omega-3 reduziert die Aktivität der knochenab-bauenden Osteoklasten.
- Omega-3 fördert die knochenaufbauenden Osteoblasten.

Verbesserung der Kalziumaufnahme und -verwertung

- Omega-3 verbessert die intestinale Kalziumaufnahme
- Omega-3 verbessert die Einlagerung von Kalzium in den Knochen.

Die schon beim Vitamin D erwähnte VITAL-Studie (10) fand keinen Einfluss von Omega-3 auf die Frakturrate, wobei angemerkt werden muss, dass nur 1 g eines Fischöl-konzentrates (mit nur ca. 800 mg EPA/DHA als Ethylester) bei einer im Durchschnitt deutliche übergewichtigen Population

verwendet wurde. Der normal- gewichtige Erwachsene sollte für das Erreichen guter Spiegel (Omega-3-Index in der Voll-blutanalyse 8-11 %) 2.000 mg EPA+DHA einnehmen, was 1 EL Fischöl bzw. 1 TL Algenöl entspricht. Die Spiegel wurden in der Studie leider nicht erhoben. In einer weiteren Studie erhielten 65 Frauen im durchschnittlichen Alter von knapp 80 Jahren 600 mg Kalzium plus Gamma-Linolensäure und EPA. Bei den Verum-Patientinnen kam es im Untersuchungszeitraum von nur 18 Monaten zu einem Anstieg der Knochendichte am Ober-schenkel um 1,3 %, während es in der Placebo-Gruppe (nur Kalzium) zu einem Abfall um 2,1 % kam (13). Dies zeigt, dass auch in hohem Lebensalter noch relevante Anstiege der Knochendichte möglich sind, insbesondere wenn essenzielle Nährstoffe kombiniert werden. Eine Meta-Analyse mit 10 Studien fand eine Effektstärke von diätetischer Omega-3 -Zufuhr in Form von EPA auf die Vermeidung von Hüftfrakturen von 0,88 (0,25 entspricht einer geringen Effektstärke, 0,5 ist mässig und alles über 1 eine deutliche Effektstärke) (14). Für die pflanzliche Omega-3-Fettsäure Alpha-Linolensäure (ALA) konnten hingegen keine knochen-protektiven Effekte ge-funden werden (15).

Fazit

Nährstoffe spielen eine entscheidende Rolle für Knochendichte und Frakturrate. Eine rationale Osteoporose-Prävention und -Therapie sollte diese Erkenntnisse berücksichtigen und eine optimale Nährstoffdiagnostik und -supplementation mit in das Therapieregime einbeziehen – entweder allein oder komple-mentär zu anderen Osteoporose-Medikamenten.

Tägliche Zufuhrempfehlung bei manifester Osteoporose oder hohem Risiko

Kalzium	1.000 mg über Nahrung und Supplemente
Magnesium	100-600 mg nach Verträglichkeit (Stuhlfrequenz und -konsistenz!)
Vitamin D	5.000 IE für den normalgewichtigen Erwachsenen mit durchschnittlicher Ernährung
Vitamin K	100-200 μ g
Omega-3	2.000 mg EPA/DHA für den normalgewichtigen Erwachsenen mit durchschnittlicher Ernährung (= 1 EL Fisch- bzw. 1 TL Algenöl)



Autor
Dr. med. Volker Schmiedel
Baar, Schweiz
www.dr-schmiedel.de

Die Literaturangaben finden Sie online unter:
www.dr-schmiedel.de/wichtige-naehrstoffe-fuer-starke-knochen

Bücher
Schmiedel, V.: Omega-3 – Öl des Lebens. FONA-Verlag Lenzburg, 2. Auflage 2023
Schmiedel, V.: Nährstofftherapie. Thieme-Verlag Stuttgart, 5. Auflage 2022