

Zuivel,

## een goede bron van calcium voor sterke botten

**Een adequate voedings- en calciuminname zijn essentieel voor een optimale botontwikkeling bij kinderen en jongeren en een goed onderhoud ervan op volwassen en oudere leeftijd. Melk en zuivelproducten zijn de voornaamste bron van calcium in het Westerse voedingspatroon. Aanvullend kunnen ook andere calciumrijke voedingsmiddelen worden gebruikt. Genetische aanleg, voldoende lichaamsbeweging en andere factoren zoals vitamine D, eiwitten en fosfor zijn eveneens van invloed op de botgezondheid.**



Foto: Gettyimages

**C**alcium is het belangrijkste mineraal in onze botten. Een adequate calciuminname is dan ook noodzakelijk voor de opbouw en het onderhoud van een sterk en gezond skelet. Meer dan 99 % van de hoeveelheid calcium aanwezig in het lichaam zit in het skelet en de tanden, waar het bijdraagt tot de hardheid en de sterkte ervan. De overblijvende 1 % speelt een niet minder vitale rol in de regulatie van een aantal essentiële functies zoals de zenuwgeleiding, de spiercontractie en de activiteit van verschillende enzymen. Wie onvoldoende calcium

binnenkrijgt voor de normale regulatie van deze lichaamsfuncties haalt calcium uit zijn bot, dat als reserve fungeert (34). Dat kan op termijn de botsterkte verminderen en osteoporose in de hand werken.

### *Het bot leeft*

Bot bestaat grotendeels uit eiwitten, calcium, fosfor en andere mineralen. Calcium is het meest voorkomende mineraal in de botten en staat samen met vooral fosfor in voor de nodige sterkte en hardheid ervan. Bot is dynamisch weefsel. Het wordt voortdurend aangemaakt

(botformatie) en afgebroken (botresorptie). Gespecialiseerde botcellen zijn hierin betrokken: osteoblasten maken nieuw botweefsel aan, osteoclasten breken het af. De botformatie en -resorptie vinden plaats onder invloed van verschillende factoren zoals de nutritionele en hormonale status, het gehalte aan het parathyroïd hormoon en vitamine D (figuur 1) (35,36).

Ongeveer 50 % van de piekbotmassa of de maximale totale botmassa wordt opgebouwd tijdens de groeiperiode en vooral tijdens de puberteit. Ongeveer



90 % van de totale botmassa is gevormd bij 18 jaar, 99 % op 22 jaar. De botdensiteit groeit nog traag aan tot de leeftijd van ongeveer 30 jaar. Dan is de piekbotmassa bereikt (38).

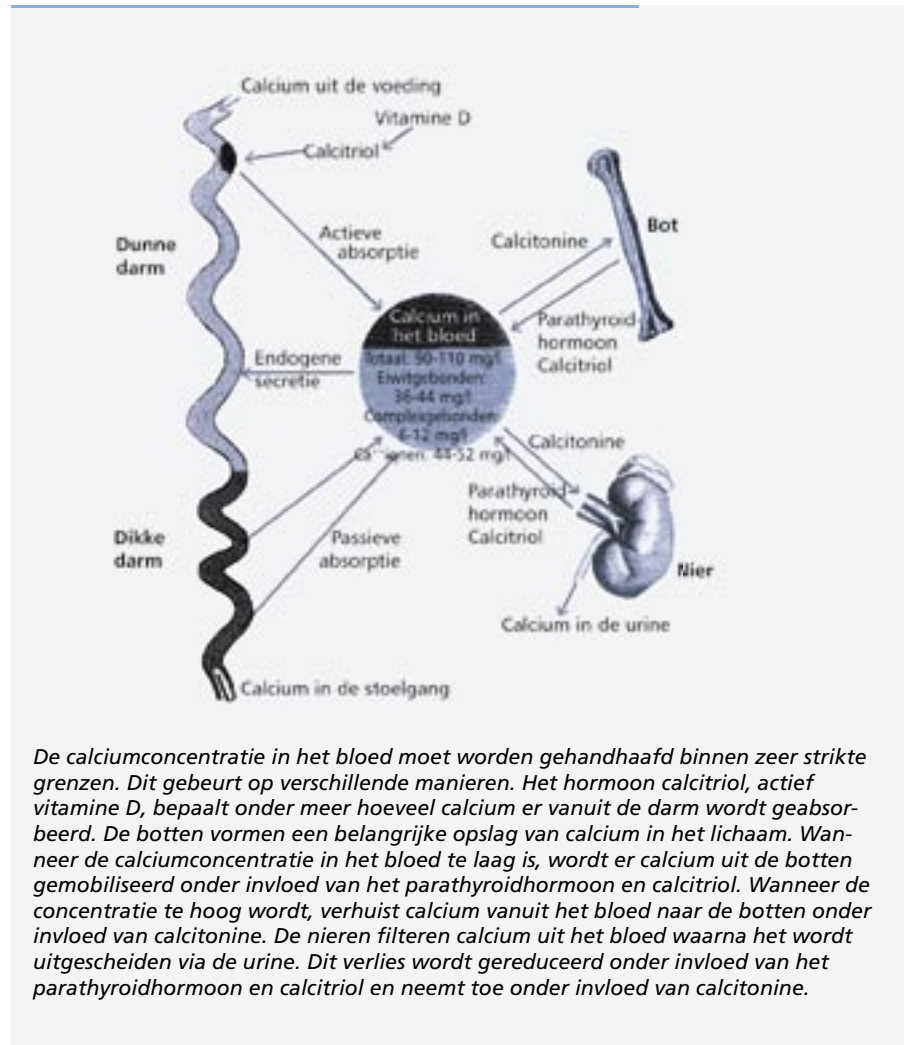
Gezien de botvorming en de mineraalafzetting maximaal plaatsgrijpen tijdens de adolescentie is het cruciaal dat jongeren voldoende bouwstoffen opnemen. Alleen zo kunnen zij een optimale piekbotmassa realiseren, die later ook de beste bescherming biedt tegen osteoporose. Wie tijdens de adolescentie onvoldoende botmassa aanmaakt, kan dat nadien niet meer goedmaken. Voedingstekorten tijdens de groeiperiode kunnen de algemene ontwikkeling verstoren, maar ook een normale botgroei in de weg staan (35).

Op volwassen leeftijd is er min of meer een evenwicht tussen de botaanmaak en de botafbraak. De hoeveelheid botmassa blijft dan relatief constant. Vanaf de leeftijd van ongeveer 45 jaar neemt de botafbraak de overhand. Toenemende leeftijd en hormonale veranderingen - een tekort aan oestrogenen bij de vrouw en aan testosteron bij de man - gaan bovendien gepaard met een verminderde calciumabsorptie uit de darm en een verhoogde calciumuitscheiding via de nieren (39). Vandaar dat ouderen en vrouwen na de menopauze meer calcium nodig hebben om hun calciumbalans in evenwicht te houden en het toenemende botverlies enigszins te beperken. Om de botten sterk te maken én te houden, is het op elke leeftijd uitermate belangrijk om iedere dag voldoende bouwstoffen, waaronder ook calcium, binnen te krijgen. Naast een goede voeding rijk aan calcium vereist een goede botgezondheid eveneens voldoende fysieke activiteit en in het bijzonder gewichtdragende oefeningen zoals trappenlopen, joggen, dansen, tennis, fitness enz.

### Osteoporose, een multifactoriële aandoening

Osteoporose is een complexe multifactoriële aandoening die wordt gekenmerkt door een lage botmineralisatie en een aantasting van de botstructuur wat het risico op invaliderende botfracturen verhoogt. De belangrijkste osteoporotische fracturen zijn die van de pols, de wervels en de heup. Een vermindering van de botdensiteit is eigen aan het

**Figuur 1: Regeling van het calciumgehalte in het bloed en de weefsels (37).**



*De calciumconcentratie in het bloed moet worden gehandhaafd binnen zeer strikte grenzen. Dit gebeurt op verschillende manieren. Het hormoon calcitriol, actief vitamine D, bepaalt onder meer hoeveel calcium er vanuit de darm wordt geabsorbeerd. De botten vormen een belangrijke opslag van calcium in het lichaam. Wanneer de calciumconcentratie in het bloed te laag is, wordt er calcium uit de botten gemobiliseerd onder invloed van het parathyroidhormoon en calcitriol. Wanneer de concentratie te hoog wordt, verhuist calcium vanuit het bloed naar de botten onder invloed van calcitonine. De nieren filteren calcium uit het bloed waarna het wordt uitgescheiden via de urine. Dit verlies wordt gereduceerd onder invloed van het parathyroidhormoon en calcitriol en neemt toe onder invloed van calcitonine.*

verouderingsproces. Het ontstaan van osteoporose is doorgaans het gevolg van een versneld botverlies tijdens het ouder worden gecombineerd met het feit dat men op jonge leeftijd maar een relatief lage piekbotmassa heeft bereikt (40). Daarnaast spelen ook nog andere factoren mee zoals genetische aanleg (sommige etnische groepen hebben in het algemeen sterkere botten dan andere), de voeding, alcoholgebruik, de blootstelling aan zonlicht (vitamine D), rookgedrag, fysieke activiteit en het gebruik van bepaalde geneesmiddelen (bv. corticosteroiden) (41). Recente onderzoeken hebben een opmerkelijk verband vastgesteld tussen verhoogde plasmahomocysteïnewaarden en een verhoogd risico op osteoporotische botfracturen. Een te lage inname van foliumzuur en een lage vitamine B12-status zijn mogelijke verklaringen maar deze moeten verder worden onderzocht (42,43). Aanwijzingen dat een hoge dosis vitamine A (retinol)

het risico op heupfracturen verhoogt, vragen eveneens meer onderzoek (44).

De prevalentie van osteoporose stijgt sterk met de leeftijd. Vrouwen worden in het algemeen op jongere leeftijd getroffen door osteoporose dan mannen omwille van hun sterk dalende oestrogeenspiegels na de menopauze. Als gevolg hiervan verliezen zij vooral drie tot vijf jaren na de menopauze beduidend meer bot dan voordien. Mannen beschikken doorgaans over meer botmassa en dus over een grotere botreserve in vergelijking met vrouwen. Osteoporose treft één vrouw op drie na de menopauze en één man op vijf na de leeftijd van 50 jaar (45). Dat aantal zal nog verder toenemen door de stijgende levensverwachting en het groeiend aantal ouderen. De incidentie van osteoporose neemt echter sterker toe dan op basis van de veroudering van de bevolking mag worden verwacht. De ver-

klaring moet waarschijnlijk worden gezocht in de afnemende lichamelijke activiteit en verkeerde voedingsgewoonten (35). Preventie via een aangepaste levensstijl blijft dan ook een belangrijk aandachtspunt. Om het risico van osteoporose te verkleinen is het cruciaal om in de jeugd een zo hoog mogelijke botmassa op te bouwen en het botverlies op oudere leeftijd zoveel mogelijk te beperken. Calcium of melk alleen kan het risico niet op nul brengen maar het kan wel een gunstige bijdrage leveren in het terugdringen van het risico.

### Calcium voor sterke botten

Het belang van calcium voor een goede botgezondheid is duidelijk aangetoond. Tientallen gecontroleerde interventiestudies hebben vastgesteld dat een hogere calciuminname resulteert in een betere botbalans, dat het de botontwikkeling tijdens de groei bevordert, het botverlies bij ouderen beperkt of het risico op fracturen vermindert (35). Een adequate calciumaanbreng via de voeding is essentieel voor jong en oud om een permanente botsynthese mogelijk te maken. De voedingsaanbevelingen houden hier rekening mee (tabel 4). Hoewel de aanbevolen hoeveelheid calcium gemakkelijk uit een evenwichtige en gevarieerde voeding kan worden gehaald, blijft de reële inname nog vaak onder de aanbevelingen, in het bijzonder bij adolescente meisjes en bij vrouwen (zie het artikel "Zuivel, van nature een unieke combinatie van voedingsstoffen"). Vaak is dit te wijten aan het feit dat men minder of geen zuivelproducten meer gebruikt. Krijgt het bot onvoldoende bouw- en onderhoudsmaterialen aangeboden en moet er te vaak calcium aan worden onttrokken om de bloedspiegel ter zake op peil te houden, dan wordt het broos.

### Calcium in de voeding

Er kan op verschillende manieren worden voldaan aan de calciumbehoefte: via voedingsmiddelen die van nature rijk zijn aan calcium, via calciumverrijkte voedingsmiddelen en dranken, via supplementen of via een combinatie. Een goede voeding van nature rijk aan calcium krijgt de voor-



**Men zegt**  
*"Zuivel bevordert osteoporose in plaats van het te voorkomen?"*

### Wat zegt de wetenschap?

Er is geen bewijs voor een positieve correlatie tussen het gebruik van melk en het risico op fracturen. De "International Osteoporosis Foundation" (IOF) heeft het volgende standpunt gepubliceerd over melkproducten en osteoporose (74): "Specialisten ter zake zijn het erover eens dat een tekort aan calcium in de voeding en vitamine D3 bijdraagt tot de ontwikkeling van osteoporose bij de verouderende populatie. Melk en zuivelproducten zijn een waardevolle bron van calcium en worden daarom aanbevolen om osteoporose te helpen voorkomen."

#### Loze beweringen

Groeperingen die zich tegen het gebruik van melk en zuivelproducten kanten, baseren deze loze beweringen onder meer op de vaststelling dat osteoporose vaker zou voorkomen in westerse landen waar melkproducten worden geconsumeerd. Landen zoals Centraal-Afrika en grote delen van Azië, waar slechts uitzonderlijk zuivel wordt gebruikt, zouden geen osteoporose kennen.

De gemiddelde levensverwachting in Centraal-Afrika is 40 tot 50 jaar. De risicopopulatie voor osteoporose, dat zich doorgaans pas op oudere leeftijd manifesteert, is er dus zeer klein. Bovendien ontbreken daar vaak de mogelijkheden om osteoporose vast te stellen. Ten slotte speelt een genetische factor mee: het botmetabolisme van zwarten lijkt meer effectief dan dat van blanken waardoor zij minder snel osteoporose ontwikkelen. Dat heeft niets te maken met de voeding. Gezien de hoge prevalentie van lactose-intolerantie in veel Aziatische landen zijn zuivelproducten er evenmin gebruikelijk als bron van calcium. Men waarschuwt er echter voor een toenemend aantal gevallen van osteoporose. Moderne Aziaten hebben een lagere botmassa, zij nemen een meer zittende levensstijl aan en het voedingspatroon van vooral kinderen voorziet in te weinig calcium (75).

#### Een samenspel van verschillende factoren

Een lage botmassa is de beste voorbode van osteoporose. De botmassa is afhankelijk van een samenspel van verschillende factoren zoals genetische aanleg, calcium en andere nutritionele factoren, fysieke activiteit, blootstelling aan zonlicht, leeftijd en bepaalde medicatie. De verklaring van de paradox dat er meer fracturen zouden zijn in landen met een hoge calciuminname dan in ontwikkelingslanden waar de calciuminname laag is, moet worden gezocht in variërende interacties tussen deze verschillende determinanten. De aanbevelingen voor calcium en andere raadgevingen ter preventie van osteoporose moeten dan ook rekening houden met verschillen in genetische factoren, geografische omstandigheden, voedingspatronen, leefstijl en cultuur.

keur omdat zo tegelijkertijd nog andere voedingsstoffen worden opgenomen die ook een gunstige bijdrage kunnen leveren aan de botgezondheid.

Bij de samenstelling van de voeding moet ook rekening worden gehouden met voedingsbestanddelen die de calciumabsorptie uit de darm en de calciumexcretie via de nieren kunnen beïnvloeden. Calciumbronnen moeten daarom worden geëvalueerd op basis van enerzijds hun calciuminhoud en

anderzijds de biobeschikbaarheid van het aanwezige calcium (6). De biologische beschikbaarheid van een nutriënt wordt gedefinieerd als het deel van de totale hoeveelheid aanwezig in een voedingsmiddel, maaltijd of dagvoeding dat wordt gebruikt voor de metabole functies. In het geval van calcium betreft het de hoeveelheid die in de darm wordt geabsorbeerd en kan worden gebruikt voor fysiologische processen, waaronder ook de botmineralisatie (46).



**Tabel 4: Aanbeveling voor calcium <sup>(1)</sup> en de vertaling naar praktische aanbevelingen voor melk en melkproducten <sup>(2)</sup>.**

Leeftijd	Aanbeveling voor calcium <sup>(1)</sup>	Vertaling naar de praktijk door het VIG <sup>(2)</sup>		
		melk of melkproduct (*) (1 bekertje = 125 ml) (1 glas = 150 ml)	en	kaas (1 sneetje kaas = 20 g)
Peuters (1,5 – 3 jaar)	800 mg/dag	4 bekertjes (in totaal 500 ml) (volle melk)	en	½ sneetje
Kleuters (3 – 6 jaar)	800 mg/dag	4 bekertjes (in totaal 500 ml) (volle melk tot 3 à 4 jaar)	en	½-1 sneetje
Kinderen (7 – 10 jaar)	800 mg/dag	2-3 glazen	en	1 sneetje
Jongeren (11-14 jaar)	1000 mg/dag	3 glazen	en	1-2 sneetjes
Jongeren (15-18 jaar)	1200 mg/dag	3-4 glazen	en	2 sneetjes
Volwassenen	900 mg/dag	3 glazen	en	1-2 sneetjes
60-plussers en vrouwen na de menopauze	1200 mg/dag	4 glazen	en	1-2 sneetjes
Zwangerschap	1200 mg/dag	3-4 glazen	en	2 sneetjes
Borstvoeding	1200 mg/dag	3-4 glazen	en	2 sneetjes

(\*) 1 glas melk (± 150 ml) kan worden vervangen door (bevat ongeveer evenveel calcium)

- 1 potje yoghurt (bv. natuur, met fruit)
- 1 glas drinkyoghurt
- 1 glas karnemelk (bv. natuur, met fruit)
- 1 glas chocolademelk
- 1 schaalte platte kaas
- 1 schaalte pudding

Melk en melkproducten kunnen ook op zeer veel verschillende manieren worden verwerkt in de voeding en goed dienst doen als gezonde tussendoortjes: bv. milkshake (kan ook zonder ijs), ontbijtgranen met melk of yoghurt, bechamelsaus of kaassaus, melk in puree, een scheutje melk in de soep.

(1) Hoge Gezondheidsraad. Voedingsaanbevelingen voor België. Herziene versie 2003 (14)  
 (2) VIG. De voedingsdriehoek: een praktische voedingsgids. 2003 (www.vig.be > thema voeding) (15)



**Men zegt**  
*“Suiker is slecht voor de botten.”*

**Wat zegt de wetenschap?**

Er is geen bewijs dat suiker een rechtstreeks fysiologisch effect heeft op de botgezondheid (59). Er wordt wel geopperd dat een voeding rijk aan suiker (sucrose) de botgezondheid onrechtstreeks kan aantasten als calciumrijke voedingsmiddelen en dranken al te vaak worden vervangen door calciumarme zoetigheden, snacks en frisdranken. De calciumvoorziening die nodig is voor een goede botgezondheid kan zo in het gedrang komen. Het vermoeden dat fosforzuur in bepaalde frisdranken de urinaire calciumexcretie verhoogt, is evenmin bewezen (77).

**Matig met suiker**

In overeenstemming met de algemene voedingsaanbevelingen en met het oog op een goede gezondheid is het raadzaam de inname van suiker (sucrose) en producten met toegevoegde suikers te matigen. Behalve energie brengt suiker immers geen essentiële voedingsstoffen aan zoals vitaminen en mineralen. Bovendien verhoogt het frequente gebruik van suiker en suikerrijke producten het risico op tandbederf. Ongezoete producten, ook ongezoete zuivelproducten, krijgen de voorkeur. Vanuit nutritioneel standpunt is een gezoete drinkyoghurt of andere melkdrink evenwel te verkiezen boven een drank of snack met weinig voedingswaarde.

**Calciumgehalte van voedingsmiddelen**

Melk en zuivelproducten zijn van nature rijk aan calcium. Magere melk en afgeleiden bevatten ongeveer evenveel calcium als de volle en halfvolle soorten. Het calciumgehalte in kaas varieert naar gelang het type. Hardere kaassoorten bevatten doorgaans meer calcium. Brood, groenten, peulvruchten, gedroogde vruchten, noten, vis met graten (bv. sardines) en calciumrijk mineraalwater bevatten eveneens calcium, zij het in mindere mate dan zuivel (tabel 5). Men moet er doorgaans veel meer van eten om dezelfde hoeveelheid calcium binnen te krijgen als via bijvoorbeeld een glas melk.

**Calciumabsorptie**

Ongeveer 30 tot 35 % van de hoeveelheid calcium in een westerse voeding wordt opgenomen, de rest gaat verloren via de stoelgang. Hiermee is bij het opstellen van de algemene voedingsaanbevelingen rekening gehouden.

**Table 5: Het calciumgehalte van diverse voedingsmiddelen (per portie) <sup>(1,5)</sup> (87).**

Zuivelproducten (per portie)	Calcium
50 g mozzarella	346 mg
1 sneetje harde kaas light (30 g)	279 mg
1 sneetje Belgische Gouda (30 g)	256 mg
1 potje yoghurt (gemiddeld) (125 g)	178 mg
1 glas drinkyoghurt (magere) (150 ml)	176 mg
1 glas melk (gemiddeld) (150 ml) <sup>(2)</sup>	175 mg
1 glas karnemelk (150 ml)	173 mg
1 glas chocolademelk (gemiddeld) (150 ml)	165 mg
30 g Belgische brie	135 mg
100 g platte kaas	116 mg
1 hoekje magere smeerkaas (20 g)	87 mg
<b>Niet-zuivelproducten (per portie) <sup>(3)</sup></b>	
200 g postelein (4 eetlepels, gekookt)	250 mg
200 g Chinese kool (5 eetlepels, gekookt)	250 mg
1 glas calciumverrijkt fruitsap (150 ml)	219 mg
200 g broccoli (5 eetlepels)	200 mg
1 glas calciumverrijkte sojadrink (150 ml)	165 mg
1 eetlepel tahin sesampasta (15 g)	134 mg
1 blik zalm (85 g)	130 mg
150 g gekookte sojabonen (50 g gedroogd)	112 mg
200 g groene kool (gekookt)	106 mg
1 eetlepel sesamzaadjes (12 g)	94 mg
1 plakje tempeh (75 g)	83 mg
2 gedroogde vijgen (40 g)	77 mg
1 blik sardines (95 g)	70 mg
150 g gekookte kikkererwten	69 mg
een handje amandelen (25 g)	63 mg
200 g groenten voor hutsepot	54 mg
1 plakje tofu (75 g)	51 mg
150 g gekookte witte bonen	46 mg
1 portie waterkers (25 g)	45 mg
1 glas kokosnootsap (150 ml)	36 mg
een handje pistachenoten (25 g)	34 mg
100 g rauwkost (gemiddeld)	31 mg
150 g gekookte linzen	29 mg
10 g tuinkers (als garnituur)	25 mg
een handje walnoten (25 g)	21 mg
1 glas sojadrink natuur (niet calciumverrijkt) (150 ml)	17 mg
1 eetlepel zonnebloempitten (15 g)	15 mg
1 schaalje verse fruitmengeling (125 g)	15 mg
2 eetlepels havervlokken (30 g)	12 mg
1 glas rijstdrank <sup>(4)</sup> (150 ml)	9 mg
1 sneede volkorenbrood (30 g)	9 mg

(1) Bij de keuze van de calciumbron moet rekening worden gehouden met zowel de aanwezige hoeveelheid calcium als met de biobeschikbaarheid ervan (tabel 6).  
Er zijn tal van calciumverrijkte voedingsmiddelen beschikbaar (zie het etiket). Het percentage calcium dat effectief uit deze producten wordt geabsorbeerd, is niet altijd duidelijk. De opname kan variëren naargelang de hoeveelheid toegevoegd calcium, de vorm waarin calcium is toegevoegd en de verdeling van het toegevoegde calcium over het product.

(2) Volle, halfvolle en magere melk leveren ongeveer evenveel calcium. Idem dito voor yoghurt en andere vloeibare melkproducten.

(3) Melk en zuivelproducten brengen van nature naast calcium nog andere essentiële voedingsstoffen aan zoals hoogwaardige eiwitten, zink, vitamine B2 en B12. Deze voedingsstoffen worden slechts in mindere mate (of niet in het geval van vitamine B12) van nature door plantaardige voedingsmiddelen aangebracht.

(4) Calciumverrijkte rijstdranken, amandeldranken e.d. kunnen melk niet vervangen omdat zij te weinig eiwitten bevatten die trouwens van een ondergeschikte kwaliteit zijn in vergelijking met melkeiwitten en sojaeiwitten.

(5) Belgische voedingsmiddelentabel, NUBEL, vierde uitgave, juni 2004.

De calciumabsorptie uit melk is vergelijkbaar met de absorptie uit andere zuivelproducten zoals yoghurt en kaas (32 %) (tabel 6). Vetten aanwezig in volle melkproducten en kaas hebben geen invloed op de calciumabsorptie. Een eventuele binding met calcium tot onoplosbare zepen vindt niet plaats in het deel van de dunne darm waar calcium grotendeels wordt opgenomen, maar pas verder in de darm (vanaf het ileum) (46).

Groenten arm aan oxalaten zoals broccoli en groene kool leveren calcium met een hoge biobeschikbaarheid (49 tot 61 %) (tabel 6). Calcium wordt daarentegen slecht opgenomen uit voedingsmiddelen zoals spinazie (5 %), rabarber (9 %), zoete aardappelen (22 %) en walnoten die rijk zijn aan oxalaten. Oxalaten vormen met calcium onoplosbare complexen wat de calciumopname verhindert. Ook fytaten aanwezig in volkoren granen, gedroogde bonen en zaden beperken de calciumabsorptie door complexvorming. Wanneer de voeding onevenwichtig is samengesteld (bv. een zeer vezelrijke veganistische voeding zonder zuivel en met weinig andere calciumbronnen) zou dit nefast kunnen zijn voor de calciumbalans (6). Brood bereid van gerezen gistdeeg bevat het enzym fytase dat fytaten afbreekt en zo de ongewenste werking ervan beperkt (47).

De absorptie van calcium uit calciumverrijkte sojadrinks lijkt lager dan uit koemelk en zou vergelijkbaar zijn met deze uit sesamzaadjes, amandelen en rode en witte bonen (21 tot 24 %) (48). Volgens onderzoek van Heaney en collega's bedraagt de opname van calcium uit calciumverrijkte sojadrinks slechts 75 % van de opname uit koemelk. Dat kan liggen aan de oplosbaarheid van het toegevoegde calcium dat mogelijk deels bezinkt. Volgens Heaney zou een sojadrink 60 % meer calcium moeten bevatten dan dezelfde portie melk om een vergelijkbare calciumopname te bekomen. De biobeschikbaarheid van calcium kan echter variëren naargelang de vorm en de hoeveelheid waarin calcium is toegevoegd. Idem dito voor andere calciumverrijkte dranken en voedingsmiddelen. Producenten moeten erop toezien dat het toegevoegde calcium zich goed



Foto: VLAM

verdeelt over het product en dat er geen deel bezinkt. Zoniet kunnen consumenten worden misleid over de werkelijke calciumaanbreng van het product en uiteindelijk minder calcium binnenkrijgen dan gedacht (49).

Behalve de voeding bepalen ook nog andere factoren de calciumabsorptie.

**Tabel 6: De fractionele calciumabsorptie van diverse calciumbronnen (6).**

	Fractionele absorptie (%)
Melk	32,1
Rode bonen	24,4
Witte bonen	21,8
Paksoi	53,8
Broccoli	61,3
Cheddar kaas	32,1
Chinese kool (bladeren)	39,6
Groene kool	49,3
Spinazie	5,1
Zoete aardappelen	22,2
Rabarber	8,54
Tofu met calcium verrijkt	31,0
Yoghurt	32,1

De opname van calcium doorheen de darmwand in de bloedstroom gebeurt zowel passief via diffusie als actief onder invloed van het hormoon calcitriol (1,25-dihydroxycholecalciferol of actief vitamine D) (46). Voldoende vitamine D is onontbeerlijk voor een goede calciumabsorptie. Vitamine D zit in onze voeding maar wordt ook aangemaakt in de huid onder invloed van zonlicht. De calciumabsorptie is efficiënter naarmate de calciuminname lager is en de fysiologische behoefte hoger (bv. tijdens de adolescentie en de zwangerschap). Het actieve transport van calcium is echter verzadigbaar. Boven een zeker calciuminname en bij voldoening aan de calciumbehoefte neemt het lichaam geen bijkomend calcium meer op. Naarmate men ouder wordt, vermindert de calciumabsorptie.

### Calciumexcretie

Enmaal opgenomen in de bloedstroom vinden de belangrijkste verliezen van calcium uit het lichaam plaats via de urine. Slechts kleine hoeveelheden gaan verloren via het haar, de huid en zweet. Hoeveel calcium men uiteindelijk via de urine verliest, kan sterk variëren. De calciumexcretie vermindert bijvoorbeeld op hoge leeftijd, is groter bij mannen dan bij vrouwen en groter bij vrouwen in de menopauze. Ook de samenstelling van de voeding is van invloed op de calcium-

excretie (6). Voedingsbestanddelen zoals zout, cafeïne en eiwitten verhogen de urinaire calciumexcretie en kunnen zo mogelijk van invloed zijn op de calciumbalans en de botgezondheid.

Over de precieze impact van natrium (zout) en cafeïne op de botgezondheid op lange termijn is meer onderzoek nodig. Intussen gelden de algemene voedingsaanbevelingen om matig te zijn met zout (in totaal max. 6 g zout per dag) en het gebruik van koffie en andere cafeïnehoudende dranken te beperken. Een hoge groente- en fruitinname zou de calciumexcretie verlagen en zo een gunstig effect hebben op de botgezondheid (50,51).

### Eiwitten en de botgezondheid

Eiwitten in de voeding verhogen de calciumexcretie of het verlies van calcium via de urine: elke extra ingenomen gram eiwitten gaat gepaard met een verhoging van de calciumexcretie via de urine met 1 tot 1,5 mg (52). De vraag is of dit ook een negatief effect heeft op de botgezondheid. Eiwitten zijn immers ook essentiële bouwstoffen voor de aanmaak en het onderhoud van gezonde botten. Een inadequate eiwitinname, ongeacht de leeftijd, is schadelijk voor de botten (53). Bij ouderen gaat een algemeen slechte nutritionele status vaak gepaard met een te lage eiwitinname (minder dan 34 g per dag). Uit onderzoek blijkt dat zij meer kans hebben op een versneld botverlies en op fracturen (54). Ondervoede ouderlingen wiens eiwitinname opnieuw werd genormaliseerd, herstelden beter na een heupfractuur (55). Een adequate voeding met voldoende eiwitten heeft op oudere leeftijd tevens een positief effect op het onderhoud van het spierstelsel wat vallen kan tegengaan.

Het werkelijke effect van eiwitten op de calciumexcretie is afhankelijk van diverse factoren. De calciumexcretie zou vooral plaatsvinden onder invloed van zwavelbevattende aminozuren (cysteïne, methionine) die vooral in dierlijke maar ook in plantaardige eiwitten voorkomen (tabel 7). Een plantaardige voeding waarbij de eiwitten worden aangebracht via bijvoorbeeld graanproducten en peulvruchten kunnen evenveel sulfaten per gram eiwitten genereren als een voeding waarvan de eiwitten voor een

**Tabel 7: Gehalte aan zwavelbevattende aminozuren in verschillende eiwitbronnen (115).**

	Zwavelbevattende aminozuren (mg/g eiwit)
Peulvruchten	25
Fruit	38
Granen	28
Dierlijke voedingsmiddelen	39
Noten en zaden	46

groot deel worden geleverd door bijvoorbeeld vlees (56). Vegetariërs en in het bijzonder veganisten nemen doorgaans minder eiwitten in dan omnivoren hoewel het verschil niet altijd significant is. De inname van zwavelbevattende aminozuren blijkt bovendien vergelijkbaar (6). Na afbraak geven de zwavelbevattende aminozuren zwavel vrij in de vorm van sulfaat. Dit veroorzaakt een matige acidose wat de calciumexcretie verhoogt. Naast eiwitten rijk aan zwavelbevattende aminozuren kunnen ook andere bronnen rijk aan zwavel, zoals bepaalde mineraalwaters, het cal-

ciumverlies bevorderen. Een verhoogde zuurbelasting binnen bepaalde grenzen van een normale westerse voeding heeft mogelijk geen relevant effect op de calciumhomeostase (46).

Het functionele effect van een verhoogde calciumexcretie als gevolg van eiwitten hangt tevens af van de calciuminname. De bezorgdheid van een potentieel negatief effect van eiwitten op de urinaire calciumexcretie zou pas spelen wanneer de calciuminname te laag is en de geabsorbeerde hoeveelheid calcium het verlies niet kan goedmaken. Wie meer eiwitten inneemt, moet dus ook meer calcium innemen. Uit onderzoek van Heaney blijkt dat een calcium-eiwitratio van 20 mg calcium per gram eiwit voorziet in een adequate botbescherming (57). Deze ratio zou in het algemeen groter en dus gunstiger zijn bij lacto-ovovegetariërs (melk heeft een calcium-eiwitratio van 35) dan bij de doorsnee bevolking waar de ratio zich nu vaak maar op de helft situeert, en dit vooral als gevolg van een te lage calciuminname (6). Veganisten menen dat zij minder calcium nodig hebben omdat hun voeding minder eiwitten zou bevatten. Dat is echter niet altijd het geval zoals eerder is aangegeven. Hun calcium-eiwitratio blijkt bovendien vergelijkbaar

of lager dan deze van de doorsnee bevolking (6). Een ongunstige calcium-eiwitratio bij veganisten is meestal te wijten aan een te lage calciuminname en een hogere inname van fytaaten en oxalaten die de calciumopname beperkt. Ten slotte kan een veganistisch samengestelde voeding evenveel zout en cafeïne bevatten als een omnivore voeding wat tevens de calciumexcretie kan bevorderen. Strikt vegetarische of veganistische voedingen zonder zuivel kunnen de botmineralisatie in het gedrang brengen indien zij niet in een adequate calciuminname voorzien via calciumverrijkte producten of calciumsupplementen. Indien zij ervoor opteren de ratio bij te sturen door de eiwitinname te beperken (bv. minder noten, zaden en granen), kan dit ten koste gaan van de variatie in hun voeding en het risico op voedingstekorten verhogen. Een evenwichtig samengestelde voeding met zuivel lijkt de beste benadering met het oog op het minimaliseren van het eiwitgeïnduceerde calciumverlies en het maximaliseren van de calciumbalans.

### Zuivel voor sterke botten

Hoewel de meeste onderzoekers het effect van calcium op de botgezondheid hebben onderzocht aan de hand van



**Men zegt**  
*“Calcium uit zuivelproducten wordt niet opgenomen in ons lichaam en onze botten.”*

### Wat zegt de wetenschap?

De fractionele absorptie van calcium uit melk bedraagt ongeveer 32 % en is vergelijkbaar met de gemiddelde absorptie uit andere bronnen. Melk heeft het voordeel dat het daarnaast ook rijk is aan calcium. Weinig voedingsmiddelen brengen per portie van nature zoveel calcium aan. Het mogelijke nadeel van een verhoogde calciumexcretie onder invloed van melkeiwitten wordt gecompenseerd door de voordelen die calcium, fosfor, vitamine D en mogelijk nog andere componenten in zuivel voor de botgezondheid hebben.

#### Calcium-eiwitratio als maatstaf

De calcium-eiwitratio is een betere maatstaf om een adequate calciuminname te beoordelen dan alleen het eiwitgehalte. Een calcium-eiwitratio van 20 mg calcium per gram eiwit voorziet in een adequate botbescherming (57). Melk heeft een calcium-eiwitratio van 35. Strikt vegetarische

of veganistische voedingen zonder zuivel resulteren vaak in een lage calcium-eiwitratio wat de botmineralisatie in het gedrang kan brengen. Wie geen zuivel gebruikt, moet beroep doen op calciumverrijkte producten of calciumsupplementen. In tegenstelling tot wat veganistische groeperingen vaak declameren, is er geen bewijs dat eiwitten in het algemeen en dierlijke eiwitten in het bijzonder gekaderd in een evenwichtige voeding schade berokkenen aan onze botten. Integendeel, een adequate inname van 10 tot 15 energieprocent eiwitten, zoals voorgeschreven door de algemene voedingaanbevelingen, is essentieel voor een stel gezonde botten. Eiwitten zijn nodig voor de botsynthese. Een tekort aan eiwitten kan schadelijk zijn. Het gebruik van te veel eiwitten (meer dan 20-25 energieprocent) is in het algemeen af te raden omdat dat de nieren kan aantasten.



calciumsupplementen, hebben sommigen ook zuivel gebruikt als calciumbron. Ook zij vonden een positieve relatie tussen zuivel en het botmineraalgehalte (35,58). Zuivelproducten zijn de belangrijkste bron van calcium in het Westerse voedingspatroon. Zij voorzien in ongeveer twee derden van de dagelijkse calciuminname.

Voor de meeste Westerlingen is het gebruik van de aanbevolen hoeveelheid melkproducten per dag de meest eenvoudige en minst beperkende manier om de calciumbehoefte te dekken (tabel 4). Zuivel bevat geen oxalaten en fyfaten die de calciumabsorptie belemmeren. Melk heeft bovendien een gunstige calcium-eiwitratio van ongeveer 35 mg calcium per gram eiwit. Wie als eiwitbron zuivel kiest, neemt tegelijkertijd voldoende calcium in om de verhoogde calciumexcretie onder invloed van de eiwitten te compenseren (6). Met de aanbevolen hoeveelheden zuivel krijgt men naast calcium nog andere essentiële voedingsstoffen binnen die kunnen bijdragen tot een goede algemene nutritionele status en daarmee ook tot een goede botgezondheid (zie het artikel "Zuivel, van nature een unieke combinatie van voedingsstoffen"). Dankzij de combinatie van voedingsstoffen in melk heeft zuivel mogelijk meer effect op het verhogen van de botintegriteit dan een calciumsupplement of een calciumverrijkt niet-zuivelproduct (20).

Wie geen zuivel gebruikt, moet deze calciumbron door andere voedingsmiddelen vervangen om in een voldoende aanbreng van de dagelijks benodigde hoeveelheid calcium te blijven voorzien.

Dat vraagt de nodige aandacht en een aanpassing van het dagdagelijkse menu met producten zoals zaden, noten en gedroogde vruchten. De porties die nodig zijn om voldoende calcium binnen te krijgen via uitsluitend plantaardige voedingsmiddelen zijn voor de meesten niet haalbaar, tenzij zij beroep doen op verrijkte voedingsmiddelen of supplementen. Tevens moet worden gewaarschuwd voor het feit dat wie minder of geen melk gebruikt, doorgaans ook minder magnesium, zink, kalium en vitamine B2 opneemt (2,3,4). Bij veganisten kan ook vitamine B12 in het gedrang komen. Behalve calcium moet ook de aanbreng van deze voedingsstoffen met een aangepaste voeding worden opgevangen. Terwijl de vervanging van zuivel door een plantaardig voedingsaanbod theoretisch mogelijk is, is het in de praktijk minder evident rekening houdend met onze eet- en leefcultuur. Wie zomaar ineens beslist zuivel te mijden, vervangt zuivel dikwijls onvoldoende door andere calciumrijke voedingsmiddelen en loopt meer risico op een negatieve calciumbalans.

### **Een goede voeding voor sterke botten**

Bij het opstellen van de algemene voedingsaanbevelingen is ook rekening gehouden met de botgezondheid. Een evenwichtige en gevarieerde voeding, inclusief de aanbevolen hoeveelheden zuivel, is de beste bron van calcium. Naast calcium brengt deze voeding nog andere voedingsstoffen aan die een rol spelen in de vorming en het onderhoud van onze botten, bijvoorbeeld fosfor, magnesium, fluoride, zink, vitamine C, D, K en eiwitten (59). Een hoge inname

van groenten en fruit lijkt eveneens een gunstig effect te hebben op de botgezondheid (51). Zodra er zich voedingsstekorten voordoen, kan dit zijn weerslag hebben op de botgezondheid. Vandaar het belang van een goede globale voeding. Het gebruik van calciumverrijkte voedingsmiddelen of supplementen kan een ongezond voedingspatroon niet goedmaken.

Sommige voedingspatronen houden meer risico in voor een inadequate inname van voedingsstoffen die nodig zijn voor een goede botopbouw: maaltijden overslaan (bv. het ontbijt), een zeer laag calorisch dieet volgen, onvoldoende calciumrijke voedingsmiddelen, groenten, fruit en volkoren producten nemen, een hoogcalorische voeding met een lage nutriëntendensiteit, een restrictieve vegetarische of alternatieve voeding (60). De voeding van diegenen die weinig of geen melk en melkproducten verdragen als gevolg van een voedselovergevoeligheid vereist eveneens de nodige aandacht om voedingsstekorten in het algemeen en van calcium in het bijzonder te voorkomen (61).

Naast een adequate voeding rijk aan calcium blijven ten slotte ook voldoende fysieke activiteit en een adequate voorziening van vitamine D essentieel.

### **Vitamine D wint aan belang**

Over de relatie tussen vitamine D en een goede botgezondheid is er algemene consensus. De intestinale absorptie van calcium en fosfor en de afzetting ervan in het bot is afhankelijk van vitamine D. Bij gebrek aan vitamine D wordt onvoldoende calcium opgenomen uit de darm. Bij een langdurig en ernstig tekort wordt nieuw gevormd botweefsel (osteoid) onvoldoende gemineraliseerd. Te weinig mineralisatie resulteert in "zacht" bot. Bij kinderen ontstaat dan rachitis (wat de laatste jaren weer vaker wordt vastgesteld), bij volwassenen osteomalacie. Door een tekort aan vitamine D en een daarmee gepaard gaande verstoorde calciumabsorptie vindt tevens een verhoogde bottenomzet en botafbraak plaats om de calciumstofwisseling op peil te houden wat osteoporose in de hand werkt. Een te lage algemene calciuminname versterkt deze effecten. Vitamine D is vetoplosbaar en zit in vetrijke voedingsmiddelen zoals vette vis,

## **Voordelen van zuivelproducten als calciumbron (46)**

- Zij bevatten van nature veruit het meeste calcium per portie.
- Het eiwit- en zoutgehalte in zuivelproducten heeft geen negatieve invloed op de voordelen die calcium, fosfor, eiwitten en vitamine D (in volle of vitamine D-verrijkte zuivel) in zuivel voor de botgezondheid hebben.
- Lactose, melkeiwitten en fosfopeptiden bevorderen de calciumabsorptie.
- Zuivelproducten bevatten geen componenten die de calciumabsorptie remmen, zoals fyfaten en oxalaten.
- Zuivelproducten leveren naast calcium ook nog andere essentiële voedingsstoffen die eveneens bijdragen tot een goede botgezondheid.

eidooiers, boter, kaas en margarine en minarine verrijkt met vitamine D. Het benodigde vitamine D wordt onder normale omstandigheden ook aangemaakt in de huid onder invloed van zonlicht. De vorming van het actieve vitamine D of calcitriol is verminderd bij sterk gepigmenteerde huid, bij een bedekte huid en bij gebruik van te veel zonnebrandcrèmes. Onvoldoende in de buitenlucht komen (minder dan een kwartier per dag) kan ook een rol spelen. Met de leeftijd daalt de vitamine D-status makkelijker door een verminderde capaciteit van de huid om cholecalciferol aan te maken, door een verminderde mogelijkheid van de lever of de nieren om vita-

mine D te hydroxyleren tot zijn metabool actieve vorm, of door een verminderde absorptie van vitamine D uit de darm. Als gevolg hiervan is de behoefte aan vitamine D via de voeding bij ouderen verhoogd. Gezien het gebruik van meer vet om meer vitamine D binnen te krijgen niet altijd is aangewezen, kan naast een voldoende calciumname een vitamine D-supplement of vitamine D-verrijkte voeding nodig zijn om het bot gezond te helpen houden. Dat gebeurt best in overleg met de arts.

Studies naar de effecten van vitamine D en/of calciumsuppletie op de incidentie van botbreuken laten verschillende

resultaten zien. Een recente meta-analyse concludeert dat vitamine D-suppletie de incidentie van vertebrale en mogelijk ook van niet-vertebrale botbreuken kan verminderen. Ook calciumsuppletie laat een gering positief effect zien op de botdensiteit en tendeert vooral naar een vermindering van de incidentie van vertebrale en in mindere mate van niet-vertebrale fracturen. Vitamine D in combinatie met calciumsuppletie kan mogelijk ook het valrisico verminderen (62,63,64).



## Men zegt "Melk is alleen voor baby's"

### Wat zegt de wetenschap?

Volwassenen moeten ongeveer evenveel melk blijven drinken als opgroeiende kinderen (tabel 4). Melk mag ook worden vervangen door melkproducten zoals yoghurt en karnemelk. Om de botten sterk te maken en nadien ook sterk en gezond te houden, heeft men op elke leeftijd de vereiste hoeveelheden bouwstoffen, waaronder ook calcium, nodig. Melk en zuivelproducten zijn de belangrijkste bron van calcium in de westerse voeding. Daarnaast brengen ze ook andere voedingsstoffen aan die bijdragen tot een goede gezondheid. Een adequate voeding zonder melk en zuivelproducten is moeilijk samen te stellen (zie het artikel "Zuivel, van nature een unieke combinatie van voedingsstoffen").

#### Gewone melk vanaf 18 maanden

Gewone koemelk is niet geschikt voor baby's jonger dan 12 maanden. Pediaters raden bovendien vaker aan om een aangepaste opvolgvoeding of tweedeleeftijdsmelk te blijven aanbieden tot de leeftijd van 18 maanden en soms zelfs tot 24 maanden (114). Gewone melk bevat te veel eiwitten en mineralen wat een te hoge belasting voor de nog onrijpe nieren en verteringsorganen met zich kan meebrengen. Daarnaast biedt het kleine kinderen ook te weinig vitaminen en essentiële vetzuren. Dat geldt tevens voor de melk van andere diersoorten zoals schapen-, geiten- en paardenmelk. Alleen moedermelk of een aangepaste zuigelingenvoeding kan optimaal in alle voedingsbehoeften van de zuigeling voorzien tot de leeftijd van ongeveer 6 maanden (65). Na zes maanden is er naast borst- of zuigelingenvoeding een aangepaste bijvoeding nodig zoals groente- en fruitpap om in de toenemende behoefte aan onder meer ijzer en vitamine C te kunnen voorzien. Vanaf de leeftijd van ongeveer 1 jaar mag het kind met de evenwichtig en gevarieerd samengestelde gezinspot mee-eten. Tot de leeftijd van

18 maanden blijft een tweedeleeftijdsmelk aangeraden. Daarna zijn ook gewone melk en melkproducten toegestaan.

Melk en melkproducten, tot 18 maanden in een aangepaste vorm, zijn een goede bron van verschillende essentiële voedingsstoffen en dragen in de juiste hoeveelheden bij tot een optimale ontwikkeling en groei van het kind. Het jonge kind kan de benodigde hoeveelheid energie, mineralen, zoals calcium, en B-vitaminen quasi niet uit een voeding zonder zuivel halen. Een peuter op een veganistisch dieet is niet in staat de porties plantaardige voedingsmiddelen, nodig om zijn voedingsbehoefte te dekken, op te eten. Verrijkte voedingsmiddelen of supplementen zijn dan nodig. Omwille van de hoge energiebehoefte is tot de leeftijd van drie tot vier jaar volle melk te verkiezen. Nadien kan men geleidelijk overschakelen naar halfvolle melk en magere melkproducten (66,67).

#### De juiste hoeveelheid

Melk en melkproducten leveren een belangrijke bijdrage tot een goede voeding maar ook hier moet men zich hoeden voor overdaad. Per dag volstaan in totaal ongeveer 500 ml melk en melkproducten en 1 tot 2 sneetjes kaas in het kader van een goede voeding die onder meer ook voldoende volkoren producten, groenten en fruit moet bevatten.

Er wordt aangeraden niet meer dan 2500 mg calcium per dag in te nemen. Meer calcium kan een hypercalciëmie en het risico op nierstenen en nierfunctiestoornissen verhogen (14). Dit kan quasi enkel worden bereikt door een nonchalant gebruik van allerlei calciumverrijkte voedingsmiddelen en calciumsupplementen, en moeilijk via een normale voeding.