

Voeding levert de brand- en bouwstoffen voor alle processen in ons lichaam, zo ook voor krachttrainingsadaptaties, zoals een toename in spiermassa en spierkracht. In een eerder tweeluik^{1,2} in *Sportgericht* beschreven we het veronderstelde fysiologische mechanisme achter spierhypertrofie en de meest effectieve protocollen voor het opbouwen van spiermassa door krachttraining. In aanvulling daarop beschrijven we in dit volgende tweeluik de rol van voeding bij het optimaliseren van krachttrainingsadaptaties.

Krachtvoer

Deel 1: Optimaliseren van krachttrainingsadaptaties met voeding

Luuk Hilkens, Rob van der Werf, Nick Iedema & Tjieu Maas

Veel voedingsrichtlijnen en -adviezen voor krachtporters zijn gericht op eiwitinname en zijn veelal gebaseerd op onderzoek naar het effect van de hoeveelheid eiwit, het soort eiwit en de timing van de inname op de spiereiwitsynthese.³⁻⁵ Ook andere voedingsfactoren spelen echter een niet te verwaarlozen rol bij het optimaliseren van krachttrainingsadaptaties. Daarom zal ook aandacht worden besteed aan de totale energie-, koolhydraat- en vetinname, aan mogelijk ergogene supplementen en aan veel voorkomende speciale voedingspatronen.

Energie

Zelfs wanneer er geen krachttraining wordt gedaan, heeft een positieve energiebalans (de energie-inname is groter dan het energiegebruik) een anabool effect.⁶ Krachttraining versterkt dit anabole effect op de spiermassa.^{7,8} Het is echter onduidelijk hoe groot het verschil tussen de inname en het gebruik van energie (het zogeheten calorische of energetische surplus) moet zijn om bij krachtporters spierhypertrofie te maximaliseren en de toename van vetmassa te minimaliseren.

Bij *ongetrainde* personen die een krachttrainingsprogramma volgden, resulteerde een energie-inname van 2000 kcal boven de dagelijkse energiebehoefte (in jargon ook wel bulk genoemd) in een gewichtstoename die geheel op het conto kwam van een toename van de vetvrije massa.⁸ Bij *getrainde* individuen is het echter onverstendig om zulke agressieve bulkstrategieën toe te passen. Het calorische surplus zal bij hen niet alleen leiden tot een toename van de spiermassa, maar ook van de vetmassa. Zo blijkt uit een studie van Garthe et al.⁹ dat een energetisch surplus van 600 kcal/



Foto: Shutterstock

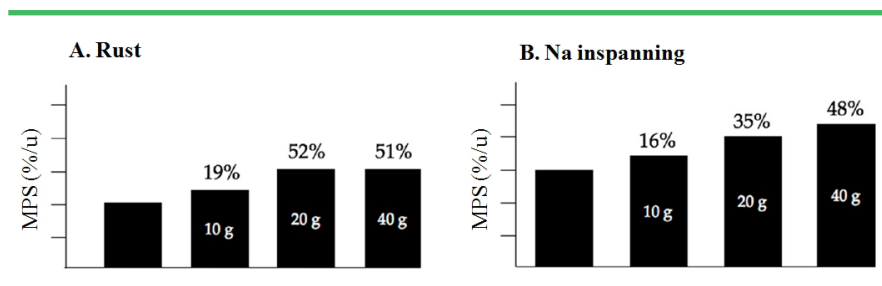
dag bij een groep krachtporters niet leidt tot een grotere toename van de vetvrije massa in vergelijking met een groep krachtporters die in energiebalans waren. In de eerstgenoemde groep nam echter wel de vetmassa toe. Voor krachtporters lijkt het daarom verstandig om tijdens een bulkfase niet meer dan 200-300 kcal/dag boven de geschatte energiebehoefte te consumeren.¹⁰ Het maandelijks monitoren van het lichaamsgewicht en het vetpercentage kan duidelijk maken of de bulkfase mogelijk te agressief verloopt en resulteert in een te grote toename van de vetmassa. Is de maandelijkse gewichtstoename groter dan twee kilogram, dan is het verstandig om de energie-inname te temperen.

Eiwit

Nederlandse sporters consumeren gemiddeld 1,2 gram eiwit per kilogram lichaamsgewicht.¹¹ Het verhogen van deze inname met voeding of suppletie is in veel gevallen effectief voor een verdere toename van spiermassa en spierkracht door krachttraining.¹² Er is veel onderzoek gedaan naar de hoeveelheid eiwit, de eiwitbron en het moment waarop men het eiwit moet nuttigen om de spiereiwitsynthese te stimuleren.

Hoeveelheid eiwit na een krachttraining

In een inmiddels klassieke studie van Moore et al.¹³ werd bij aanvankelijk nuchtere proefpersonen, die na een krachttraining (leg extensions) respectievelijk 0, 5, 10, 20 of 40 gram eiwit innamen, een aantal uren de spiereiwitsynthese gemeten. Tot een hoeveelheid van 20 gram veroorzaakte een hogere eiwitinname een grotere spiereiwitsynthese. Een inname van 40 gram had echter geen significant groter effect dan inname van 20 gram (zie figuur 1). Een nadeel van deze studie is dat er tijdens de krachttraining maar een beperkte hoeveelheid spiermassa werd gerekruteerd. Blijkens een studie van Macnaughton et al.¹⁴ leidt inname van 40 in plaats van 20 gram wei-eiwit wel tot meer spiereiwitsynthese als er



Figuur 1 | Relatieve toename (y-as, ten opzichte van baseline) van de spiereiwitsynthese (MPS: muscle protein synthesis) in rust (A) en na inspanning (B) bij inname van verschillende hoeveelheden eiwit (x-as). Overgenomen uit: Stokes et al.³.

meer spiermassa wordt gerekruteerd, bijvoorbeeld door het uitvoeren van een full body trainingsprogramma. Deze resultaten dienen echter nog gereproduceerd te worden. Ook is alleen het effect van 20 versus 40 gram wei-eiwit bestudeerd. Het is dus onbekend of inname van een tussenliggende hoeveelheid (bijvoorbeeld 30 gram) hetzelfde effect zou hebben als 40 gram, of dat meer dan 40 gram wellicht een nog grotere spiereiwitsynthese zou geven. In beide studies^{13,14} is het geïsoleerde effect van eiwitinname op de spiereiwitsynthese bestudeerd; een fysiologisch interessante, maar toch vooral academische situatie, die niet de praktijk van een (kracht)sporter nabootst. Het blijft dus nog onduidelijk of inname van 40 gram eiwit na de training nodig is wanneer er bij alle maaltijdmomenten op een dag 20-25 gram wordt geconsumeerd. In dezelfde studie van Macnaughton et al.¹⁴ werden de proefpersonen onderverdeeld naar hoeveelheid vetvrije massa: een groep met een lagere vetvrije massa (< 65 kg) en een groep met een hogere vetvrije massa (> 70 kg). De onderzoekers konden tussen deze twee groepen geen verschillen vinden in de spiereiwitsynthese na inname van 20 of 40 gram eiwit. Hieruit concludeerden zij dat de totale hoeveelheid spiermassa die een individu heeft minder relevant is dan eerder werd aangenomen.

Op basis van dit en vergelijkbaar onderzoek lijkt het optimaal om na een krachttraining 20-25 gram eiwit te nuttigen als een beperkte hoeveelheid

spiermassa wordt gerekruteerd. Wordt echter een full body training uitgevoerd, dan lijkt inname van 40 gram eiwit optimaal.

Verdeling van eiwitrijke maaltijdmomenten over de dag

Naast de hoeveelheid eiwit wordt ook de verdeling (distributie) van de eiwitinname over de dag gezien als een belangrijke factor om spierhypertrofie te optimaliseren. Onder andere een door Areta et al.¹⁵ uitgevoerde studie staat aan de basis van deze timing filosofie. Deze onderzoekers bestudeerden het effect van de inname van wei-eiwit op de spiereiwitsynthese na vier sets leg extension bij drie verschillende innameschema's:

- acht keer om de 1,5 uur 10 gram eiwit;
 - vier keer om de 3 uur 20 gram eiwit;
 - twee keer om de 6 uur 40 gram eiwit.
- Bij alle drie de schema's werd er in totaal 80 gram eiwit ingenomen. Het beste effect op de spiereiwitsynthese had het tweede schema, waarin dus om de 3 uur 20 gram wei-eiwit werd geconsumeerd.

Timing rondom training

Naast de verdeling over de dag is ook het timen van de eiwitinname rondom de training een factor die in de belangstelling staat van sporters en trainers. Het belang ervan is de laatste jaren echter betwijfeld. Tipton et al.¹⁶ konden geen verschil vinden in spieropbouw wanneer eiwitten voor, dan wel na de training werden geconsumeerd. Een belangrijk argument tegen het

obsessief timen van de eiwitinname is het gegeven dat spieren tot wel 24 uur na een krachttraining een hogere eiwitsynthese laten zien (en dus gevoelig zijn voor aminozuren uit de voeding), mits er voldoende aminozuren voorhanden zijn.¹⁷

De bovengenoemde bevindingen zijn afkomstig uit zogeheten acute studies, waarin alleen naar de respons van de spier in de uren na een inspanning en/of inname van voeding wordt gekeken. De proefpersonen zijn nuchter voordat zij starten met het trainingsprotocol en de effecten van een snel opneembaar eiwit (zoals wei-eiwit) worden onderzocht. In de praktijk nuttigen sporters echter dagelijks drie maaltijden en een aantal verantwoorde snacks, die naast eiwitten ook koolhydraten en vetten bevatten. Het is dus belangrijk om niet alleen af te gaan op de resultaten van acute studies, maar ook naar de langetermijneffecten van eiwittiming op spierhypertrofie te kijken.

Om deze langetermijneffecten van een bepaalde voedings- of trainingsstrategie op spierhypertrofie te bestuderen, worden vaak de vetvrije massa (gemeten met een DXA-scan), de spierdikte (gemeten met echografie, CT-scan of MRI) en de individuele spiervezeldikte als uitkomstmaten gebruikt. Uit dit type onderzoek blijkt dat het consumeren van dezelfde hoeveelheid eiwitten voor of na een training hetzelfde effect op de spierdikte heeft.¹⁸ Een in 2013 uitgevoerde meta-analyse¹⁹ bevestigt het te verwaarlozen effect van het timen van de eiwitinname rondom de training op spierhypertrofie. In die studie leek eiwittiming aanvankelijk een positief effect te hebben op de toename van spiervezeldikte en vetvrije massa, maar dit effect verdween toen er werd gecorrigeerd voor totale eiwitinname.

Eiwitinname voor het slapen gaan

Aangaande het aspect timing is er de laatste jaren ook aandacht voor het innemen van eiwit voor het slapen gaan. Het lijkt logisch om dit te doen,

aangezien er gedurende de nacht een lange periode van vasten volgt. Maastrichts onderzoek heeft laten zien dat eiwit gedurende de nacht wordt verteerd en opgenomen. Dit stimuleert de eiwitsynthese en zorgt voor meer spiermassa en spierkracht, mits gecombineerd met een 12 weken durend krachttrainingsprogramma. Een dosis van 30-40 gram langzaam verteerbaar eiwit (caseïne of een gemixte maaltijd) lijkt nodig voor het optimaal stimuleren van de eiwitsynthese gedurende de nacht. Daarnaast zorgt krachttraining tijdens de voorgaande dag er voor dat meer van het ingenomen eiwit gebruikt zal worden voor spierhypertrofie.²¹ Het is echter onbekend in hoeverre de grotere adaptaties komen door het specifiek innemen van eiwit voor het slapen gaan, of doordat simpelweg de totale dagelijkse eiwitconsumptie wordt verhoogd. In dit perspectief heeft een kleinschalige studie²² bij mannen die deelnamen aan een tien weken durend krachttrainingsprogramma laten zien, dat wanneer 1) de totale eiwitinname hetzelfde blijft en 2) langzame eiwitten vlak voor het slapen gaan dan wel vlak na het ontwaken worden genuttigd, de toename in spierkracht en spiermassa hetzelfde is. Puur wetenschappelijk bekeken is het dus onduidelijk of je eiwit nu specifiek voor het slapen gaan moet innemen, of dat ieder ander moment op de dag ook goed is. Veel sporters zullen in de avond echter nog een maaltijd of snack willen nuttigen en het lijkt uit praktische overwegingen aan te bevelen om deze dan (vooral) uit eiwit te laten bestaan.

Samenvattend lijkt het er voorlopig op, dat er geen duidelijke fysiologische basis of wetenschappelijke evidentie is voor het timen van de eiwitinname. Voor het herstel direct na een training blijven de 3 R's (Rehydrate, Refuel carbohydrates, Repair muscle) echter een zinvolle en pragmatische boodschap om aan sporters door te geven. Daarnaast volgt het eetpatroon vaak al een ritme van ontbijt, lunch en diner, met daar tussendoor verantwoorde

snacks. Wanneer deze maaltijden voldoende eiwitten bevatten, zijn er over het algemeen op elk moment van de dag voldoende aminozuren aanwezig in het bloed om spierhypertrofie te ondersteunen.

Type eiwit

Naast de hoeveelheid eiwit en de timing van de inname is ook de eiwitbron nog een relevante factor om te bespreken. In principe wordt plantaardig eiwit gezien als kwalitatief inferieur ten opzichte van dierlijk eiwit, vooral door:

- een slechtere vertering;
 - een groter gebruik van plantaardige aminozuren in het maag-darmstelsel (er lijkt minder eiwit in het bloed beschikbaar te komen, omdat de maag en darm meer van dit type eiwit onttrekken voor eigen gebruik);
 - een lager gehalte aan essentiële aminozuren, waaronder leucine.
- Leucine is een bestanddeel van spiereiwit en stimuleert daarnaast de anabole machinerie van de spier. Inname van drie gram leucine in combinatie met een beperkte eiwitinname (6,25 gram) stimuleert de spiereiwitsynthese namelijk in vergelijkbare mate als consumptie van 25 gram hoogwaardig eiwit.²³ Dit gegeven is vooral van belang wanneer niet met elke maaltijd voldoende eiwit geconsumeerd kan worden, of wanneer de eiwitkwaliteit laag is. Een verdere beschouwing van de invloed van het type eiwit volgt later in dit artikel, als we ingaan op speciale voedingspatronen.

Totale eiwitinname

Alhoewel hoeveelheid, timing en type het effect van eiwitinname op de spiereiwitsynthese kunnen beïnvloeden (zie boven), is het actuele inzicht dat vooral de totale dagelijkse eiwitinname belangrijk is voor krachttrainingsadaptaties, zoals een toename in spiermassa en spierkracht.³ De meeste recente meta-analyse²⁴ laat zien dat de totale eiwitinname rond de 1,6 gram per kg lichaamsgewicht moet komen voor het maximalise-

ren van krachttrainingsadaptaties. Deze inname kan door verschillende distributiestrategieën gerealiseerd worden. De Nederlandse eetgewoonten meenemend lijkt een inname van 20-25 gram eiwit per maaltijdmoment (ontbijt, lunch, diner) met daarnaast enkele snacks (tussen de maaltijden door, na de training, voor het slapen gaan) prima haalbaar en meer dan voldoende voor het ondersteunen van krachttrainingsadaptaties (zie ook tabel 1).

Koolhydraten

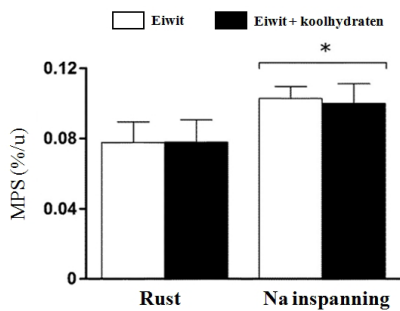
Koolhydraten zijn nodig om intensief te kunnen trainen. Bij krachttraining voorziet de anaerobe glycolyse in 80% van de totale ATP-productie van de spier.²⁵ Spierglycoeen is dan ook een belangrijk substraat tijdens krachttraining, vooral als er met veel herhalingen op ongeveer 70% van het 1RM wordt gewerkt.²⁶ Verder leidt glycoegeendepletie tot het eerder optreden van spierversmoedigheid, waardoor minder herhalingen gemaakt kunnen worden en een minder hoog trainingsvolume kan worden gehaald.²⁷ Het innemen van koolhydraten tijdens de krachttraining is niet nodig, maar inname na de training zorgt voor noodzakelijke aanvulling van de glycoegeenvoorraad, waardoor herhaaldelijk zwaar getraind kan worden.

Koolhydraten hebben geen direct effect op de eiwitsynthese wanneer er voldoende eiwitten (20-25 gram) worden ingenomen (zie figuur 2). Dit is wel ooit het idee geweest, omdat insuline de eiwitsynthese laat toenemen. De hiervoor benodigde hoeveelheid insuline is echter relatief laag en wordt al verkregen door de inname van eiwit alleen.⁴ Ook lijkt glycoegeendepletie op de korte termijn (uren) niet te leiden tot een lagere spiereiwitsynthese.²⁸ Wanneer we echter naar de effecten op langere termijn (weken) van een lage koolhydraatbeschikbaarheid kijken, dan blijkt dat bodybuilders die een koolhydraatarm dieet volgen wel spiermassa verliezen, ondanks dat hun

		eiwit (gram)		
		totaal	plantaardig	dierlijk
ontbijt				
halfvolle yoghurt	2 schaaltjes (= 300 g)	12,6	0,0	12,6
muesli	8 eetlepels (= 80 g)	7,2	7,2	0,0
noten, gemengd, ongezoeten	1 handje (= 25 g)	5,3	5,3	0,0
bosbessen	1 schaaltje (= 100 g)	0,6	0,6	0,0
subtotaal		25,7	13,1	12,6
tussendoor				
kwark, mager	250 gram	21,2	0,0	21,2
mandarijn	2 stuks (= 110 g)	0,8	0,8	0,0
subtotaal		22,0	0,8	21,2
lunch				
boterham, volkoren	5 sneden (= 175 g)	19,4	19,4	0,0
halvarine	5 * voor 1 snee (= 25 g)	0,0	0,0	0,0
rookvlees	1 voor 1 snee (= 10 g)	2,2	0,0	2,2
kalkoenfilet, bereid	1 voor 1 snee (= 15 g)	4,6	0,0	4,6
48+ kaas	1 voor 1 snee (= 20 g)	4,6	0,0	4,6
hummus naturel	20 g	1,5	1,5	0,0
pindakaas	1 voor 1 snee (= 15 g)	3,4	3,4	0,0
subtotaal		35,7	24,3	11,4
tussendoor				
boterham, volkoren	3 sneden (= 105 g)	11,7	11,7	0,0
halvarine	3 * voor 1 snee (= 15 g)	0,0	0,0	0,0
appelstroop	1 voor 1 snee (= 15 g)	0,3	0,3	0,0
rauwe ham	1 voor 1 snee (= 10 g)	2,5	0,0	2,5
kipfilet	1 voor 1 snee (= 15 g)	4,6	0,0	4,6
subtotaal		19,1	12,0	7,1
diner				
aardappel Eigenheimer, gekookt	300 gram	5,4	5,4	0,0
sperziebonen, gekookt	250 gram	4,5	4,5	0,0
biefstuk, bereid	1 stukje (= 80 g)	23,4	0,0	23,4
bak en braad vloeibaar	10 gram	0,0	0,0	0,0
subtotaal		33,3	9,9	23,4
avond				
frambozen	1 schaaltje (= 100 g)	1,4	1,4	0,0
muesli	25 gram	2,2	2,2	0,0
kwark, mager	400 gram	34,0	0,0	34,0
subtotaal		37,6	3,6	34,0
totaal		173,4	63,7	109,7
ADH		59,0		

Tabel 1 | Voorbeelddagmenu dat voorziet in de eiwitbehoefte van een sporter die adaptaties als gevolg van krachttraining wil versterken (gebaseerd op Nevo Online 2016 5.0; niet alle waarden zijn bekend, het (sub)totaal zou hoger kunnen zijn).

Een mannelijke sporter van 80 kg heeft met dit voorbeelddagmenu een totale inname van circa 2,2 gram per kg lichaamsgewicht. Dit is (veel) hoger dan de aanbevolen (gemiddelde) hoeveelheid van 1,6 gram per kg lichaamsgewicht. In de praktijk zal het voedingspatroon echter ook (primair) moeten voorzien in de energiebehoefte van een sporter. De volledige voeding bevat dan uiteraard ook plantaardige eiwitten, die de totale eiwitinname omhoog stuwten. Desondanks wordt getracht om bij elk maaltijdmoment ongeveer 20 gram dierlijk eiwit te nuttigen, waarbij het diner vrijwel altijd meer bevat, omdat de gemiddelde Nederlander dan vlees of vis nuttigt.



Figuur 2 | Koolhydraten zorgen niet voor een verdere stimulatie van de spiereiwitsynthese wanneer al voldoende eiwit (20 gram) wordt ingenomen (overgenomen uit: Staples et al.³²).

spierkracht behouden blijft.^{29,30} Een adequate koolhydraatinname lijkt dus indirect nodig te zijn voor spierhypertrofie, met name omdat koolhydraten energie leveren tijdens hoogintensieve inspanning. Een extreem hoge koolhydraatinname is echter onnodig. De minimale koolhydraatinname om adaptaties bij krachttraining te ondersteunen lijkt ergens tussen de 3 en 5 gram per kg lichaamsgewicht per dag te liggen.³¹

Vet

Hoewel sporters in het algemeen (en esthetische sporters in het bijzonder) hun vetinname beperken, is vet onmisbaar voor het lichaam. Niet alleen levert vet essentiële bouwstoffen voor cellen en cholesterolachtige hormonen als testosteron, het is ook een oplosmiddel voor de vitamines A, D, E en K. Vitamine D is essentieel voor de calciumhuishouding en zodoende onder andere betrokken bij de bothomeostase. Vitamine D en calcium zijn ook nodig voor een normale spiercontractie. Hoewel er dus een duidelijke fysiologische rationale is voor een verband tussen vetinname en spierhypertrofie, is deze rol vooral indirect door het ondersteunen van fysiologische processen.

Hoewel krachttraining zwaar leunt op de anaerobe energiesystemen, dragen intramusculaire triglyceriden aanzien-

lijk bij aan de totale energieproductie tijdens inspanning.³³ Hoewel de rol van testosteron bij spierhypertrofie bescheiden lijkt¹, leidt een beperking van de vetinname tot een daling van de testosteronspiegels.³⁴ Uit de vorige paragraaf bleek al dat een sterke koolhydraatbeperking tot spiermassaverlies leidt. Om spierhypertrofie te ondersteunen, is een matige vetinname dus gerechtvaardigd. Concreet betekent dit een inname van ongeveer 20-35 energieprocent, oftewel 0,5 tot 1,5 gram vet per kg lichaamsgewicht per dag.

Supplementen

Een optimale basisvoeding (zie figuur 3) levert alle voedingsstoffen in de juiste hoeveelheden en verhoudingen om spieradaptaties na krachttraining mogelijk te maken. In de dagelijkse praktijk zal een sporter dus gewezen moeten worden op het belang van een goede basisvoeding, omdat hiermee immers de grootste effecten worden verkregen. Veel sporters voelen zich echter aangetrokken tot allerlei supplementen, als vermeende 'quick fix' of 'shortcut' naar betere prestaties. Volgens onderzoek van HAN Sport & Bewegen en de WUR³⁵ leidt deze aantrekkingskracht tot een aanzienlijk gebruik: 84,7% van de Nederlandse topsporters gaf aan in de afgelopen vier weken een of meer supplementen te hebben gebruikt. De meest gebruikte voedingssupplementen waren multivitaminen en vitamine D, de meest gebruikte sportvoedingssupplementen waren hersteldranken, eiwitpoeder en isotone sportdranken en de meest gebruikte ergogene supplementen waren cafeïne, creatine, branched-chain amino acids (BCAA) en bèta-alanine. Daarnaast worden er door topsporters, maar zeker ook door sporters in het sportschoolcircuit, veel supplementen gebruikt die niet effectief zijn (of waarvan het effect onbekend is) en die de gezondheid kunnen schaden (zie: www.eigenkracht.nl). Een bekende uitspraak van professor Ron Maughan van de University of St.

Andrews (Verenigd Koninkrijk) is dan ook: *'If it works, it's probably banned. If it's not banned, then it probably doesn't work. There are some exceptions.'*

In dit kader is het voor een sportdiëtist of sportvoedingskundige altijd belangrijk om te controleren of een supplement is gecontroleerd op de aanwezigheid van verboden stoffen. Dit kan via het Nederlands Zekerheidssysteem Voedingssupplementen Topsport (NZVT), *Informed Sport* of de *Kölner Liste* (zie: www.dopingautoriteit.nl).

De positieve en negatieve effecten van supplementen zijn vaak zeer individueel en gekoppeld aan het type en de duur van de inspanning die moet worden geleverd. Supplementen lijken alleen geïndiceerd wanneer de basisvoeding op orde is en wanneer kleine, maar significante ergogene effecten van supplementen tot prestatiewinst kunnen leiden. In de sportvoedingspraktijk betekent dit dat supplementen alleen relevant lijken voor topsporters binnen een bepaalde context. Voor het ondersteunen van krachttraining zijn er enkele relevante supplementen die de potentie hebben om krachttrainingsadaptaties te versterken³⁶ en die in overleg met een sportdiëtist geperiodiseerd gebruikt kunnen worden. In het volgende deel van dit tweeluik reeks komen achtereenvolgens aan bod: creatine, cafeïne, bèta-alanine, natriumbicarbonaat, omega 3, HMB, collageen en citrulline.

Speciale voedingspatronen

In de sportpraktijk is het gangbaar om, conform de sportvoedingsrichtlijnen van de laatste jaren, evenredig verdeeld over de dag meerdere verantwoordelijke maaltijden en snacks te nuttigen. De basis van deze adviezen wordt enerzijds gevormd door de Westerse eetcultuur en anderzijds door wetenschappelijke inzichten. De wetenschap heeft enorm veel inzicht gebracht in de rol van koolhydraatbeschikbaarheid bij het leveren van inspanning en het herstel na afloop. Ook heeft de sportvoedingswetenschap van de laatste

20 jaar onze kennis vergroot over de kwaliteit, de hoeveelheid en de timing van eiwitname voor een optimale stimulatie van de spiereiwitsynthese. Toch is er een aanzienlijke kans dat een coach of sportdiëtist te maken krijgt met een sporter die afwijkt van dit aanbevolen reguliere eetpatroon en 1) vegetarisch, 2) veganistisch of 3) volgens de inzichten van het recent zeer populaire periodieke vasten (*intermittent fasting*) wil eten. Hieronder zullen we deze voedingspatronen bespreken in het licht van hun effect op krachttrainingsadaptaties.

Vegetarisch en veganistisch dieet

Dierlijke eiwitten hebben een hoge eiwitkwaliteit en hebben een hoog leucinegehalte. Leucine lijkt een sleutelrol te vervullen bij het stimuleren van de spiereiwitsynthese.⁴ In het algemeen lijken plantaardige eiwitten minder essentiële aminozuren te bevatten, waaronder leucine.³⁷ Daarnaast

lijken factoren als een lagere verteringssnelheid en een hogere incorporatie van plantaardige aminozuren in de eigen cellen van de maag en de lever een negatief effect te hebben op de anabole potentie van plantaardige eiwitten.³⁷ In theorie lijkt het er dus op dat plantaardige eiwitten op basis van hun aminozuurprofiel tot een minder grote spiereiwitsynthese leiden in vergelijking met dierlijke eiwitten. Dit gegeven wordt door meerdere studies bevestigd. Zo leidt inname van soja-eiwit tot een lagere spiereiwitsynthese dan inname van een zelfde hoeveelheid dierlijk eiwit.³⁷

Om tot een zelfde spiereiwitsynthese te komen als met dierlijk eiwit kan men echter eenvoudigweg meer plantaardig eiwit innemen, of verschillende eiwitrijke plantaardige producten met elkaar combineren.

Lange termijn studies naar het effect van krachttraining in combinatie met plantaardig eiwit lijken te bevestigen dat het verhogen van de hoeveelheid

plantaardig eiwit voor evenveel spierhypertrofie zorgt als wei-eiwit.³⁸⁻⁴⁰

Wanneer vrouwen met een veganistisch dieet tijdens een krachttrainingsprogramma soja-eiwit gesuppleerd kregen, bouwden ze evenveel spiermassa en spierkracht op als vrouwen met een omnivoor dieet, die wei-eiwit gesuppleerd kregen.⁴¹ Daarnaast zijn er ook plantaardige eiwitten met een hoge leucineconcentratie, zoals mais-, rijst- en erwteiwit, waardoor in theorie gecompenseerd kan worden voor het lage leucinegehalte van andere plantaardige eiwitbronnen.

Overleg met een sportdiëtist is aan te bevelen voor sporters die een veganistisch of vegetarisch dieet willen volgen. De sportdiëtist kan bekijken of er extra eiwit nodig is en kan adviseren omtrent ijzer-, calcium-, vitamine D- en vitamine B12-suppletie.

Vasten

Vormen van periodiek vasten (*intermittent fasting*) of alleen binnen een bepaald tijdvenster eten (time restricted feeding) hebben de laatste jaren onder sporters aan populariteit gewonnen.⁴² Een eerste bekende vorm is *alternate day fasting*, waarbij dagen dat er zeer weinig caloriehoudend voedsel wordt geconsumeerd om en om worden afgewisseld met dagen met een normaal voedingspatroon. Op de calorie-arme dagen is de inname slechts 25% van de normale dagelijkse inname. Ten tweede is er het '5:2 vasten', waarbij er op vijf van de zeven dagen van de week een normaal voedingspatroon wordt aangehouden en er op de twee resterende dagen geen caloriehoudend voedsel wordt geconsumeerd. De derde bekende vorm is het '16:8 vasten', waarbij de calorie-inname beperkt wordt tot een eetvenster van acht uren per dag (vaak 12.00-20.00 uur).

Omdat er bij *alternate day fasting* en 5:2 vasten dagen zijn waarop er niet of nauwelijks gegeten wordt, lijken deze voedingspatronen bij voorbaat ongeschikt voor sporters, omdat ze niet kunnen voldoen aan de dagelijkse



Figuur 3 | De sportvoedingspiramide (overgenomen van: Vereniging Sportdiëtetiek Nederland (VSN), www.sportdiëtetiek.nl).

Variabele	Advies
Energie	Een calorisch overschot van ongeveer 200-300 kcal lijkt nodig om spierhypertrofie te maximaliseren.
Eiwitten	Totale eiwitinname is het belangrijkste en lijkt bij ervaren sporters optimaal bij een inname van ~1,6 gram per kilogram lichaamsgewicht. Een evenwichtige basisvoeding kan prima in de totale eiwitbehoefte voorzien. Eiwitshakes en -repen kunnen een praktische oplossing bieden om in de eiwitbehoefte te voorzien.
Koolhydraten	Een koolhydraatinname tussen de 3 en 5 gram per kilogram lichaamsgewicht wordt aangeraden om intensief te kunnen trainen.
Vetten	Een vetarme voeding wordt ontraden, aangezien vet een oplosmiddel is voor de vitamines A, D, E en K en daarnaast ook energie levert tijdens krachttraining. Een dagelijkse vetinname tussen de 0,5 en 1,5 gram per kilogram lichaamsgewicht wordt aanbevolen.
Vegetariërs / veganisten	Het wordt aanbevolen om de totale eiwitinname van veganisten en vegetariërs te verhogen tot ~2,0 gram eiwit per kilogram lichaamsgewicht. Extra aandacht is nodig voor ijzer-, calcium-, vitamine D- en vitamine B12-inname.
Periodiek vasten	Periodiek vasten in de vorm van een beperkt dagelijks eetvenster lijkt in vergelijking met een gangbaar eetpatroon geen nadelige effecten op de spiermassa te hebben. Het totale bewijs is echter nog onvoldoende om dergelijke eetpatronen te adviseren aan sporters.

Tabel 2 | Samenvatting van voedingsrichtlijnen voor het optimaliseren van krachttrainingsadaptaties.

eiwitbehoefte en nadelig zijn voor de spiermassa.

Met betrekking tot de 16:8 variant zijn er bij respectievelijk mannen⁴³ en vrouwen⁴⁴ twee vergelijkbare studies uitgevoerd naar het effect op de spiermassa- en spierkrachttoename gedurende een acht weken durend krachttrainingsprogramma. De mannen in de eerste studie⁴³ waren bij aanvang van het onderzoek al gewend om krachttraining te doen en gingen daar tijdens de studie drie keer per week mee door. Eén groep nuttigde maaltijden om 13.00 uur, 16.00 uur en 18.00 uur en bleef de rest van de dag gevast (16:8 conditie). De andere groep nuttigde eveneens drie maaltijden, maar in een regulier patroon (om 08.00 uur, 13.00 uur en 20.00 uur). Na acht weken vonden de onderzoekers dat de vetvrije massa (DXA) in beide groepen gelijk was gebleven en dat de spierkracht (1RM) eveneens een gelijke toename liet zien. De studie bij de vrouwen⁴⁴ liet vergelijkbare resultaten zien. Op zichzelf zijn

dit interessante bevindingen, maar gezien de nog beperkte hoeveelheid wetenschappelijke informatie en het ontbreken van studies bij topsporters, lijkt het vooralsnog te vroeg om een

dergelijke eetpatroon te adviseren aan (top)sporters.

Conclusie

Sporters die krachttrainingsadaptaties willen optimaliseren, zijn het meest gebaat bij een optimale basisvoeding, waarin eiwit bijzondere, maar geen overdreven aandacht verdient. Het is vooral de totale hoeveelheid eiwit die belangrijk is. In een topsportsetting kunnen het eiwittype en de timing van de inname krachttrainingsadaptaties mogelijk verder maximaliseren, maar die rol is beperkt in vergelijking met de rol van de totale eiwitinname. Een evenwichtige basisvoeding kan de dagelijkse eiwitbehoefte (ruim) voldoende dekken, maar uit praktische overwegingen (bijvoorbeeld tijd, een andere hygiënestandaard in het buitenland en reisschema's) kunnen eiwitrijke shakes of repen een eventueel tekort aan eiwitten compenseren. Hoewel een vegetarisch of veganistisch voedingspatroon voor dezelfde krachttrainingsadaptaties kan zorgen als een eetpatroon met dierlijke producten, zullen vegetarische en veganistische sporters meer aandacht moeten schenken aan hun voedingsinname om hun eiwitbehoefte te dekken.

Wetenschap versus praktijk

Dit artikel beschrijft de huidige stand van de wetenschappelijke kennis over voeding voor het optimaliseren van krachttrainingsadaptaties. Een van de belangrijkste prestatiebepalende adaptaties voor een sporter die aan krachttraining doet, is een toename van spierkracht en vermogen. Dit zijn lange termijn adaptaties, terwijl in het meeste onderzoek dat in dit artikel is besproken 'slechts' acute fysiologische parameters worden gebruikt, zoals bijvoorbeeld de spiereiwitssynthese. Zoals we in ons eerdere tweeluik¹ al aangaven, is deze spiereiwitssynthese een zeer bruikbaar fysiologisch mechanisme achter spierremodellering, maar moeten we enige voorzichtigheid in acht nemen om dit direct te vertalen naar adaptaties, zoals een toename in spiermassa, spierkracht en vermogen. Het is voor een sportdiëtist, sportvoedingskundige en coach belangrijk om dit te beseffen en te weten, dat lange termijn studies (die dus wel adaptaties meten) vrijwel geen verschil laten zien voor wat betreft timing van de eiwitinname, de eiwitbron of het gebruik van vrijwel alle supplementen. Tenslotte dient in de voedingsadvisering aan sporters de meeste aandacht uit te gaan naar een evenwichtig voedingspatroon dat voldoende eiwit, maar zeker ook voldoende energie, koolhydraten, vetten en micronutriënten levert. Implementatie van timing strategieën voor voedingsinname, voedingssupplementen en ergogene supplementen zijn te overwegen wanneer de basisvoeding op orde is.

Intermittent fasting volgens het 16:8 systeem lijkt vooralsnog geen negatief effect te hebben op krachttrainings-adaptaties, maar er zijn nog maar weinig studies gedaan en studies met topsporters ontbreken.

Overleg tussen sporter, coach en sportdiëtist is aan te bevelen om de effectiviteit en veiligheid van voeding- en supplementinname te garanderen.

Zie Tabel 1 en 2 voor een overzicht voor voedingsrichtlijnen, vanuit een praktisch perspectief, voor sporters

die krachttrainingsadaptaties willen optimaliseren.

Over de auteurs

Alle auteurs zijn bewegingswetenschapper en/of sportdiëtist en als docent en/of onderzoeker werkzaam bij het expertiseteam Sports & Exercise Nutrition van HAN Sport & Bewegen. Tevens zijn Nick en Rob werkzaam als high performance expert nutrition bij TeamNL.

- Hilkens L, Wassink H & Maas T (2019). Krachttraining voor meer spiermassa. Deel 1: Functies van spierweefsel en mechanismen van hypertrofie. *Sportgericht*, 73 (5), 42-48.
- Hilkens L, Wassink H & Maas T (2019). Krachttraining voor meer spiermassa. Deel 2: Kritische beschouwing van trainingsvariabelen. *Sportgericht*, 73 (6), 2-9.
- Stokes T et al. (2018). Recent perspectives regarding the role of dietary protein for the promotion of muscle hypertrophy with resistance exercise training. *Nutrients*, 10 (2), 180.
- Morton RW, McGlory C & Phillips SM (2015). Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Frontiers in Physiology*, 6, 245.
- Trommelen J, Betz MW & Loon LJC van (2019). The muscle protein synthetic response to meal ingestion following resistance-type exercise. *Sports Medicine*, 49 (2), 185-197.
- Forbes GB et al. (1986). Deliberate overfeeding in women and men: energy cost and composition of the weight gain. *British Journal of Nutrition*, 56 (1), 1-9.
- Kreider RB et al. (1996). Effects of ingesting supplements designed to promote lean tissue accretion on body composition during resistance training. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 6 (3), 234-246.
- Rozenek R et al. (2002). Effects of high-calorie supplements on body composition and muscular strength following resistance training. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42 (3), 340-347.
- Garthe I et al. (2013). Effect of nutritional intervention on body composition and performance in elite athletes. *European Journal of Sport Science*, 13 (3), 295-303.
- Slater GJ et al. (2019). Is an energy surplus required to maximize skeletal muscle hypertrophy associated with resistance training. *Frontiers in Nutrition*, 6, 131.
- Wardenaar F et al. (2017). Macronutrient intakes in 553 Dutch elite and sub-elite endurance, team, and strength athletes: does intake differ between sport disciplines? *Nutrients*, 9 (2), 119.
- Cermak NM et al. (2012). Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96 (6), 1454-1464.
- Moore DR et al. (2009). Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89 (1), 161-168.
- Macnaughton LS et al. (2016). The response of muscle protein synthesis following whole-body resistance exercise is greater following 40 g than 20 g of ingested whey protein. *Physiological Reports*, 4 (15), e12893.
- Areta JL et al. (2013). Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *The Journal of Physiology*, 591 (9), 2319-2331.
- Tipton KD et al. (2007). Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 292 (1), E71-E76.
- Burd NA et al. (2011). Enhanced amino acid sensitivity of myofibrillar protein synthesis persists for up to 24 h after resistance exercise in young men. *Journal of Nutrition*, 141 (4), 568-573.
- Schoenfeld BJ et al. (2017). Pre- versus post-exercise protein intake has similar effects on muscular adaptations. *PeerJ*, 5, e2825.
- Schoenfeld BJ, Aragon AA & Krieger JW (2013). The effect of protein timing on muscle strength and hypertrophy: a meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10 (1), 53.
- Snijders T et al. (2019). The impact of pre-sleep protein ingestion on the skeletal muscle adaptive response to exercise in humans: an update. *Frontiers in Nutrition*, 6, 17.
- Trommelen J & Loon LJ van (2016). Pre-sleep protein ingestion to improve the skeletal muscle adaptive response to exercise training. *Nutrients*, 8, 12.
- Joy JM et al. (2018). Daytime and nighttime casein supplements similarly increase muscle size and strength in response to resistance training earlier in the day: a preliminary investigation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15 (1), 24.
- Churchward-Venne TA et al. (2014). Leucine supplementation of a low-protein mixed macronutrient beverage enhances myofibrillar protein synthesis in young men: a double-blind, randomized trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 99 (2), 276-286.
- Morton RW et al. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, 52 (6), 376-384.
- Macdougall JD et al. (1999). Muscle substrate utilization and lactate production during weightlifting. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 24 (3), 209-215.
- Pascoe DD et al. (1993). Glycogen resynthesis in skeletal muscle following resistive exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25 (3), 349-354.
- Leveritt M & Abernethy PJ (1999). Effects of carbohydrate restriction on strength performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13 (1), 52-57.
- Knuiman P, Hopman MTE & Mensink M (2015). Glycogen availability and skeletal muscle adaptations with endurance and resistance exercise. *Nutrition & Metabolism*, 12, 59.
- Vargas S et al. (2018). Efficacy of ketogenic diet on body composition during resistance training in trained men: a randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15 (1), 31.
- Kephart WC et al. (2018). The three-month effects of a ketogenic diet on body composition, blood parameters, and performance metrics in crossfit trainees: a pilot study. *Sports*, 6 (1), 1.
- Thomas DT, Erdman KA & Burke LM (2016). American College of Sports Medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48 (3), 543-568.
- Staples AW et al. (2011). Carbohydrate does not augment exercise-induced protein accretion versus protein alone. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43 (7), 1154-1161.
- Koopman R et al. (2006). Intramyocellular lipid and glycogen content are reduced following resistance exercise in untrained healthy males. *European Journal of Applied Physiology*, 96 (5), 525-534.
- Wang C et al. (2005). Low-fat high-fiber diet decreased serum and urine androgens in men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90 (6), 3550-3559.
- Wardenaar FC et al. (2017). Nutritional supplement use by Dutch elite and sub-elite athletes: does receiving dietary counseling make a difference? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27 (1), 32-42.
- Maughan RJ et al. (2018). IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28 (2), 104-125.
- Vliet S van, Burd NA & Loon LJ van (2015). The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. *Journal of Nutrition*, 145 (9), 1981-1991.
- Babault N et al. (2015). Pea proteins oral supplementation promotes muscle thickness gains during resistance training: a double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial vs. whey protein. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12 (1), 3.
- Brown EC et al. (2004). Soy versus whey protein bars: effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status. *Nutrition Journal*, 3, 22.
- Joy JM et al. (2013). The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutrition Journal*, 12, 86.
- Hevia-Larain V et al. (2019). Does exclusive consumption of plant-based dietary protein impair resistance training-induced muscle adaptations? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51 (6), 790.
- Di Francesco A et al. (2018). A time to fast. *Science*, 362 (6416), 770-775.
- Moro T et al. (2016). Effects of eight weeks of time-restricted feeding (16/8) on basal metabolism, maximal strength, body composition, inflammation, and cardiovascular risk factors in resistance-trained males. *Journal of Translational Medicine*, 14 (1), 290.
- Tinsley GM et al. (2019). Time-restricted feeding plus resistance training in active females: a randomized trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 110 (3), 628-640.