



SPIEREN IN ZES VRAGEN
Fenomenaal vermogen tot herstel

1.

Wat zijn er voor soorten spieren?
De grootste spiermassa in het menselijk lichaam bestaat uit skeletspieren. Dat zijn zogeheten dwarsgestreepte spiercellen, zo genoemd vanwege het streepjespatroon dat myofibrillen (functionele eenheden van spiereiwitten) vormen. Bij intensieve activiteit raken deze spiercellen uiteindelijk uitgeput. In organen en in de wanden van bloedvaten zitten zogeheten gladde spiercellen. Deze zijn niet bewust te sturen en kunnen zonder vermoeid te raken actief blijven. In het hart bestaat ten slotte nog een derde type, de hartspiercellen. Die zijn ook dwarsgestreept, maar in tegenstelling tot skeletspieren staan ze niet onder bewuste controle en raken ze niet vermoeid.

2.

Wat is het effect van trainen op spieren?
Door herhaalde oefeningen worden de spieren krachtiger. Dat gebeurt in eerste instantie door zogeheten neuromusculaire adaptatie. Dat houdt in dat er meer zenuwuitlopers ontstaan op de individuele spiervezels, en dat spiergroepen een betere onderlinge coördinatie krijgen, waardoor de beweging efficiënter wordt. De souplesse neemt verder toe doordat de natuurlijke remming op de activiteit van motorneuronen afneemt. Pas na aanhoudend trainen groeien de spieren zelf. Door een verhoogde aanmaak van spiereiwitten komen er meer myofibrillen per spiercel. Het aantal mitochondriën in de cel neemt toe evenals de opslagcapaciteit van glycogeen, waardoor er meer energie vrijgemaakt kan worden. Ook de doorbloeding van de spierbundels neemt toe.

3.

Wat is spierpijn, spierstijfheid en spierkramp?
Tijdens intensieve activiteit kan pijn in de spieren optreden. Tot voor kort werd dat toegeschreven aan de ophoping van melkzuur, maar wetenschappers denken daar nu anders over aangezien melkzuur zelf een uitstekende brandstof is voor spiercellen, beter dan glucose. In plaats daarvan wordt de 'verzuring' waarschijnlijk veroorzaakt door andere afbraakproducten zoals pyrudivenzuur en ammoniak. Maar dat is niet het hele verhaal, want ook de elektrolytenbalans in de cel heeft een rol. Vertraagde spierpijn die gepaard gaat met stijve spieren treedt pas 8 tot 24 uur na de inspanning op en kan nog dagen aanhouden. Dit is het gevolg van overbelasting waardoor er kleine beschadigingen aan de spiercel zijn ontstaan. In reactie daarop ontstaat een ontstekingsreactie waarbij de cellen weer gerepareerd worden. Theoretisch zijn de spieren na dat herstel beter aangepast aan de activiteit. Bij spierkramp trekt een spier zich krachtig en pijnlijk samen. Die kan optreden tijdens of na intensief gebruik van de spier, en vermindert door rekken.

4.

Kan iemand, eenmaal volwassen, nog nieuwe spiercellen aanmaken?
Ja. In de spieren zitten gespecialiseerde stamcellen – 'satellietcellen' – die wanneer ze zich delen een nieuwe spierkern en een nieuwe satellietcel opleveren. De nieuwe spierkernen helpen beschadigd spierweefsel regenereren en maken spiergroei door training mogelijk. Er zijn aanwijzingen dat de satellietcellen bij het ouder worden steeds minder zorgvuldig delen, waardoor hun aantal afneemt en het regeneratievermogen van spieren ook afneemt.

5.

Waarom verliest iemand op latere leeftijd zijn kracht in de spieren?
Volwassenen verliezen elke tien jaar gemiddeld 3 tot 8 procent van hun spiermassa – waarschijnlijk door een vicieuze cirkel. Mensen worden door spierverlies langzaam slechter ter been, waardoor zij nog minder gaan lopen. Onderzoek van het team van spierfysioloog Luc van Loon heeft echter laten zien dat spieropbouw bij jongeren en ouderen even snel verloopt als zij dezelfde voeding en training krijgen. Het verlies aan spierkracht bij ouderen is waarschijnlijk het gevolg van een suboptimale voeding in combinatie met te weinig beweging.

6.

Hoe komen eiwitten in de spieren?
Voordat eiwitten uit de voeding benut kunnen worden, moeten ze eerst afgebroken worden tot aminozuren. Het lichaam gebruikt deze aminozuren vervolgens om nieuwe eiwitten op te bouwen. Het lichaam kan overigens ook zelf aminozuren maken, maar niet alle twintig soorten die nodig zijn voor het maken van eiwitten. Acht aminozuren zijn 'essentieel', wat wil zeggen dat het lichaam ze niet zelf kan maken en dat de voeding dus de enige bron is. In de maag breekt het enzym pepsine onder invloed van maagzuur al lange eiwitketens af. In de twaalfvingerige darm komen daar alvleeskliersappen bij waarin enzymen zitten die de stukje eiwit verder opknippen. Enzymen uit de darmwand doen het laatste knipwerk zodat eiwitten uiteindelijk tot losse aminozuren kunnen worden verteerd. Die worden vanuit de dunne darm vervolgens opgenomen in het lichaam.

Even rondje rennen voor het avondeten

Fysiologie Voor gezonde spieren moet je eiwitten eten én veel bewegen – om die eiwitten goed te laten bouwen. Dus laat een bedlegerige zieke naar de eettafel 'sukkelen', wandel voor de maaltijd en train voor een operatie.

Door **Sander Voormolen**

Acht bieftukken. Spierfysioloog Luc van Loon laat op zijn werkkamer in Maastricht een dia zien van anderhalve kilo rundvlees op een snijplank. „Dat is het gewicht aan spiermassa dat gezonde mensen verliezen als ze een week verplicht bedrust moeten houden”, zegt Van Loon. „Dat is puur het effect van niet bewegen.”

De hoogleraar Fysiologie van inspanning aan het Maastricht UMC+ wil benadrukken hoe makkelijk en snel spiermassa verdwijnt en jonge ontzettend veel moeite het kost om het weer terug op te bouwen. Aanvankelijk richtte het onderzoek van Van Loon zich op de spierfysiologie van topsporters, hoe kun je prestaties verhogen door een uitgekende combinatie van training en voeding?

Maar nu heeft Van Loon zijn focus verlegd naar de gezondheid van zieken en ouderen. Juist deze groepen kampen vaak met spierverlies. Dat is een sterk onderbelicht probleem, vindt Van Loon. De inzichten uit de sportfysiologie blijken ook van toepassing op lichamelijk zwakkere personen.

Stilzitten is er niet bij voor medewerkers en bezoekers van Luc van Loon. Rond de borsthoogte vergadertafel staan zes fietskrukken. Besprekingen en interviews doet Van Loon fietsend. „Bewegen is de makkelijkste manier om gezond te blijven”, zegt hij. „Dat geldt voor iedereen, van jong tot oud.”

In gips slinkt been snel

Dagelijks wordt in ons lichaam 1 tot 2 procent van alle spierweefsel afgebroken en weer opgebouwd, vertelt Van Loon. „Dat betekent dat de arm waarmee je nu schrijft over twee of drie maanden geheel vervangen is. En dat gebeurt bij iedereen, of je nu 16 bent of 86. Het is wel heel apart dat je er niets van merkt. Je krijgt het pas in de gaten als het misgaat. Want voor het continu opbouwen van spiereiwit is fysieke inspanning nodig.”

Een gipspoot bij een gebroken been laat dit mooi zien, zegt Van Loon. „Eerst denk je: wat zit dat gips strak en ik heb zo'n jeuk daaronder, maar ik kan er niet bij. Maar drie dagen later is het gips al zo ruim dat je je hand ertussen kan steken. Nee, het gips is niet opgerekt, het zijn de spieren die

verdwijnen!”

Het team van Van Loon heeft het experiment twee jaar geleden gedaan. Vierentwintig gezonde jonge mannen kregen vijf dagen of twee weken lang één been in het gips (*Acta Physiologica*, maart 2014). Ze mochten verder wel gewoon (met krukken) rondlopen. Na vijf dagen in het gips bleken zij 150 gram spiermassa te hebben verloren en hadden zij tien procent minder spierkracht in dat been. Na twee weken was dat opgelopen tot 350 gram minder spiermassa en een krachtsverlies van soms wel 25 procent.

Bevrijd van het gips hebben de jonge vrijwilligers de verloren spiermassa in zes weken weer opgebouwd, en konden ze weer normaal lopen. Bij ouderen lijkt dat herstel minder makkelijk te gaan, en zij lopen dus het risico blijvend verzwakt te zijn na een operatie of periode van ziekte.

„Beweging en voeding zijn continu nodig om de spiermassa in stand te houden”, zegt Van Loon. „Komt daar iets tussen, dan zie je al snel de gevolgen: cachexie bij kankerpatiënten, astronauten die bij terugkeer op aarde na een langdurig verblijf in de ruimte niet meer kunnen lopen. Dat komt voornamelijk door het verlies van spierweefsel. Hetzelfde gebeurt als je stopt met eten.”

Van Loon heeft naar het voorbeeld van Franse onderzoekers een methode ontwikkeld om het lot van de eiwitten uit de voeding in het menselijk lichaam te kunnen volgen. Hij gebruikt aminozuren die zijn voorzien van niet-radioactieve zware isotopen. De moleculen zijn gelijk aan de natuurlijke, maar ze zijn iets zwaarder door het ingebouwde zwaardere atoom. Dat maakt ze achteraf te herkennen, bijvoorbeeld in het bloed of in spierbiopsien.

Gehakt in plaats van bieftuk

De kunst was om die 'zware' aminozuren in eiwitten te krijgen, zodat die de normale weg van vertering zouden afleggen. „Vervolgens hebben we een koe met een flinke hoeveelheid van zo'n 'tracer molecuul' ingespoten, in de hoop dat haar lichaam deze aminozuren zou inbouwen in de melkeiwitten.” Dat

lukte: „Veertig procent van de fenylalanine in de melkeiwitten was het gelabelde aminozuur. Die koemelk konden we vervolgens voor onze voedingsproeven gebruiken.”

Van Loon liet de koe ook slachten voor voor fysiologisch onderzoek. „In het vlees hebben we een belangrijk deel van de aminozuren met zware isotopen kunnen terugvinden.”

Uit een voedingsexperiment met mannen van begin zeventig (*American Journal of Clinical Nutrition*, 2013) bleek dat zij eiwitten uit rundvlees sneller verteren als het wordt geconsumeerd als gehakt in plaats van als bieftuk. De aminozuren werden dan sneller opgenomen, maar Van Loon en zijn mensen konden niet vaststellen dat dit ook leidde tot een verhoogde aanmaak van spiereiwitten. Waarschijnlijk gebeurde dit wel, maar het kon niet worden gemeten in deze proef.

Een heel basaal experiment dat promovendus Bart Groen uit de groep van Van Loon kort geleden uitvoerde, leverde nieuw inzicht op hoe snel en efficiënt eiwit in de voeding omgezet kan worden in spiereiwit (*PLOS ONE*, 10 november 2015). Twaalf gezonde vrijwilligers namen 's ochtends vroeg op de nuchtere maag een hap gelabeld melkeiwit. Van die 20 gram blijkt ruim de helft in de bloedsomloop te belanden. De rest wordt waarschijnlijk gebruikt door de darmen en de lever. De aminozuren in het bloed zijn beschikbaar voor de aanmaak van nieuw spiereiwit. Vijf uur later blijkt omgerekend 2,2 gram van het gegeten eiwit te zijn ingebouwd in de spieren. Van Loon: „In één zin komt het hierop neer: je bent letterlijk wat je zojuist gegeten hebt.”

Voeding bepaalt voor een groot deel wat het lichaam doet, benadrukt Van Loon, maar het hangt af van iemands lichamelijke inspanning hoe dat uitwerkt. Sommige aminozuren die vrijkomen bij de eiwitvertering, met name leucine, werken op de spiercellen als signaalmoleculen. Spiercellen reageren door de aanmaak van eiwitten te verhogen. Het zorgt ervoor dat een eiwitrijke maaltijd ook daadwerkelijk benut wordt voor de spiergroei. Van Loon: „Het is alsof de bakstenen die arriveren op de bouwplaats zelf de bouwvakker bellen om in de muur gemetseld te worden.”

Eiwitvertering stimuleert daarnaast ook de afgifte van insuline en dat op zijn beurt remt de eiwitafbraak in de spieren. Inspanning onderdrukt de eiwitsynthese in spieren tijdelijk, maar die prikkel leidt ertoe dat de aanmaak achteraf juist extra gestimuleerd wordt.

Op hoge leeftijd worden mensen steeds minder gevoelig voor de signaalfunctie van aminozuren die de spieropbouw stimuleert. Dat heet anabole resistentie. Hoe anabole resistentie precies ontstaat, is niet bekend, maar Van Loon denkt wel dat een gebrek aan lichaamsbeweging daar een sleutelrol in speelt. Met fysieke training zou de respons dus weer kunnen verbeteren.

Er is geen enkele oudere te vinden die géén baat heeft bij extra spiertraining, schrijft Van Loon met Wageningse collega's in het *Journal of the American Medical Directors Association*, mei 2015. De bijna honderd oudere mannen en vrouwen die meededen aan een oefenprogramma van drie maanden of een half jaar bleken allemaal in conditie, spiermassa en spierkracht vooruit gegaan.

Maar zonder goede voeding blijft het effect beperkt. Voor ouderen is het vaak een hele opgave om voldoende te eten. Uit onderzoek van Van Loon bleek dat ongeveer tien procent van de zelfstandig wonende ouderen in Nederland en tot 35 procent van de ouderen in een verzorgingshuis dagelijks te weinig eiwit binnenkrijgen. En dat terwijl juist ouderen meer eiwit in hun voeding nodig hebben. (*European Journal of Nutrition*, 2012) Met name meer eiwit bij het ontbijt zou deze mensen kunnen helpen.

Trainen vóór operatie

Iedere maaltijd zou idealiter 20 tot 25 gram eiwit moeten bevatten, maar de ouderen in het onderzoek kwamen daar lang niet aan, vooral niet bij het ontbijt. Gemiddeld zaten zij onder de 12 gram eiwitname in de morgen. Iedere ochtend een eitje erbij (6 gram eiwit) zou hen dan al kunnen helpen.

De combinatie met meer beweging is het beste, zegt Van Loon. Door fysieke inspanning voor het eten, gaat de synthese van nieuwe spiereiwitten langer door. In plaats van 1,5 uur houdt de spieropbouw tot meer dan 24 uur aan. „Dat effect is niet te onderschatten”, zegt Van Loon. „Een beetje inspanning na het eten leidt er al toe dat er twintig procent meer eiwit wordt gemaakt in de spieren.”

Bewegen is juist essentieel voor mensen die ziek zijn. Het verbetert behalve hun spierkracht ook hun basale stofwisseling. Uiteindelijk herstellen patiënten sneller. Ik denk dat mensen zouden moeten trainen voordat zij een operatie ondergaan, kankerpatiënten zouden baat hebben bij extra trainen voorafgaand of tijdens een chemokuur.

Bewegen maakt dat het lichaam de voedingsstoffen ook benut. Dat besef is nog nauwelijks doorgedrongen bij verplegers van zieken en ouderen, zegt Van Loon. „Daarom is mijn stelling: voedt nooit iemand die in bed ligt! Dat is een grote fout in ziekenhuizen. Laat een patiënt naar een tafel lopen om daar te eten, ook al moet die schuifelen. Sukkelen is beter dan niets. Laat mensen in een verzorgingshuis helpen met tafeldekken, afwassen of koken.”

Anders worden mensen alleen maar zieker en zwakker, zegt Van Loon: „Ik heb zo vaak gezien dat een opa zijn heup had gebroken, en dat zijn familie hem bij het ophalen uit het ziekenhuis triomfantelijk vertelde dat ze zijn bed beneden in de huiskamer hadden gezet. Dan dacht ik: nee! Zo komt die man nooit meer in beweging en is het een aflopende zaak.”

