

VOEDING

en sport



INFO-REEKS



Vragen en antwoorden
op een rij gezet door TNO

VOEDING

en sport

Eerste druk mei 1987
Tweede druk augustus 1987

© 1987 TNO, Den Haag
ISBN 90 330 1505 6 / CIP
NUGI 468

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form by print, photo-print, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Zetwerk en lithografie: Migg bv, Sneek
Omslag: Wim de Vries, Leeuwarden
Druk: Tulp bv, Zwolle

VOEDING

en sport

Vragen en antwoorden
op een rij gezet
door TNO

auteur:

Henk Hage

Friese Pers Boekerij bv

DRACHTEN / LEEUWARDEN



In deze reeks zijn reeds verschenen:

- Straling en radioactiviteit
- Kanker, je moet er meer van weten
- Gif in de grond
- Voeding en sport

'Het menselijk organisme is niet eenvoudig een machine, niet louter een kachel waar je brandstof in stopt, niet een gewone voorraadkast waarin je van boven aanvult wat er van onderen uitloopt. Het is een levend iets, een levende constructie van 30 biljoen cellen, waarin voortdurend energieën stromen en in elkaar overgaan, energieën waarvan de bronnen zich niet alleen in het lichaam bevinden, maar ook in de wereld daarbuiten.'

Dr. H. Balzli, Kunst und Wissenschaft des Essens (1928)

Inhoud

	Pagina
<i>Inleiding</i>	13
1. <i>Het lichaam, een machine</i>	19
2. <i>Van maaltijd tot nutriënt</i>	22
3. <i>Machine in beweging</i>	25
– Waar komt de energie vandaan die nodig is om een spier aan het werk te zetten, zich te laten samentrekken?	25
– Wat kunnen we met deze energie doen?	25
– Wat doet ATP in de spier?	27
– Hoeveel ATP hebben we in voorraad en wat gebeurt er als die voorraad opdraakt?	27
– Hoe maakt de spier z'n keuze uit de drie energie-leverende systemen?	29
– Wat is de invloed van trainingsarbeid op het verloop van deze processen?	29
– Hoe ontstaat het gevoel van vermoeide spieren?	31
– Welke bestanddelen van het voedsel spelen een rol bij de energievoorziening?	31
4. <i>Koolhydraten</i>	34
– Wat zijn koolhydraten?	34
– Waar komen koolhydraten vandaan?	34
– Wat voor soorten koolhydraten zijn er?	34
– Is er een wezenlijk verschil tussen eenvoudige en samengestelde koolhydraten?	35
– Wat hebben koolhydraten met de energievoorziening te maken?	35

– Hoe groot is het aandeel van koolhydraten in onze energievoorziening?	36
– Wat is glycogeen?	36
– Wat betekent dit concreet voor de keuze van de voeding?	36
– Wat is hypoglykemie?	36
– Hoe wordt het aandeel van koolhydraten in de energievoorziening bepaald?	37
– Wat kunnen we eraan doen om het moment van overschakeling op vetverbranding uit te stellen?	38
– Wat is een koolhydraatrijke voeding?	38
5. Vetten	40
– Wat zijn vetten?	40
– Wat zijn verzadigde en onverzadigde vetten?	40
– Wat is het belang van het onderscheid tussen verzadigde en onverzadigde vetten?	41
– Wat is de functie van vetten in het lichaam?	41
– Wat betekenen vetten voor de energievoorziening?	42
– Waardoor wordt het aandeel van vetten in de energievoorziening bepaald?	42
– Hoeveel vet moeten we met de voeding binnenkrijgen?	42
– Hoe gaat de omzetting van vetten tot energiebron in haar werk?	43
6. Eiwitten	44
– Wat zijn eiwitten, is er een verband met het wit van een ei?	44
– Waar komen eiwitten in voor?	44
– Waarvoor hebben we eiwitten nodig?	44
– Hoe gebruikt het lichaam de ingenomen eiwitten?	45
– Bestaan er verschillende soorten eiwitten?	45

– Wat voor rol spelen eiwitten bij de energie-voorziening?	45
– Maakt de mate van getraindheid nog iets uit voor de vraag, of eiwitten worden aangesproken voor de levering van energie?	46
– Kunnen eiwitten blessures voorkomen?	46
– Als eiwitten zo'n belangrijk deel uitmaken van de spieren, wil dat dan zeggen dat bij krachtsport het opnemen van extra eiwitten kan worden aanbevolen?	47
– Wat is de aanbevolen hoeveelheid eiwit?	47
– Wat betekent dit concreet in het Nederlandse voedingspatroon?	47
– Heeft het zin om voor de zekerheid eiwitpreparaten als aanvulling op de voeding te nemen?	48
– Wat bedoelt men met een hoogwaardig eiwit?	48
– Maakt het nog wat uit, of we onze eiwitten uit dierlijke of plantaardige produkten halen?	48
– De hele eiwitstofwisseling is tamelijk ingewikkeld. In hoeverre is de samenstelling van onze voeding hierop afgestemd?	49
7. Vitamines	50
– Wat verstaan we onder vitamines?	50
– Wat voor soort vitamines zijn er?	50
– Is er een verband tussen het leveren van een lichamelijke inspanning en de behoefte aan bepaalde vitamines?	51
– Welke vitamines spelen een rol bij de energiestofwisseling?	51
– Maakt het voor de vitaminebehoefte nog uit wat voor soort sport men beoefent?	52
– Is er een aanwijsbaar verband tussen het prestatievermogen en de vitaminesstatus van het lichaam?	54

– Kan het prestatievermogen ook worden vergroot door meer vitamines te nemen dan de aanbevolen hoeveelheden?	54
– Kan het kwaad om enorme hoeveelheden vitamines in te nemen naast de aanbevolen doses?	55
– Waar zitten bepaalde vitamines in en hoeveel hebben we daarvan dagelijks nodig?	55
8. Mineralen	56
– Wat zijn mineralen?	56
– Welke mineralen heeft het lichaam nodig?	56
– In welke hoeveelheden hebben we mineralen nodig?	56
– Wat voor taak hebben mineralen in het lichaam?	57
– Waarvoor heeft ons skelet aanvoer van mineralen nodig?	57
– Wat voor rol speelt het element ijzer, vooral in relatie tot de energievoorziening?	58
– Speelt ijzergebrek in de sportwereld een grote rol?	59
– Hoe komt het dat ijzergebrek het prestatievermogen aantast?	59
– Hoeveel ijzer hebben we dagelijks nodig?	60
– Hebben mineralen nog andere functies?	60
9. Vocht	62
– Wat is de betekenis van vocht voor het lichaam?	62
– Waar zit het vocht in het lichaam?	62
– Hoe krijgen we vocht binnen?	62
– Wat gebeurt er met het vocht dat we innemen?	62
– Wat zijn de belangrijkste taken van het water in ons lichaam?	63
– Hoeveel water moeten we dagelijks opnemen?	63
– Waarom transpireren we?	65

– Wat kunnen de gevolgen zijn als het verloren vocht niet in voldoende mate of niet snel genoeg wordt aangevuld?	65
– Is dorst een betrouwbaar waarschuwingssignaal?	66
– Moeten we drinken tijdens een langdurige inspanning?	67
– Aan wat voor voorwaarden moet het vocht dat we als aanvulling nemen, voldoen?	67
– Wat zijn elektrolyten en wat doen ze?	68
– Kunnen we mineralen die bij het transpireren verloren gaan, al drinkend aanvullen?	69
 10. <i>Mentaliteit, motivatie en bijgeloof</i>	 71
<i>Geraadpleegde en ter lezing aanbevolen bronnen</i>	74
<i>Trefwoordenregister</i>	76



foto Stokvis, Hans Kouwenhoven

Inleiding

Eten moet. Daar kan niemand onderuit. Welk voedsel we kiezen, verschilt per individu, per gezin, per provincie, per land, per cultuur. De keuze kan te maken hebben met traditie, beschikbare voedselsoorten, economische motieven, en in een enkel geval met kennis over wat het lichaam nodig heeft aan voedingsstoffen.

Eten moet. Wie een maaltijd overslaat, zal al snel door een knorrende maag op dat verzuim worden geattendeerd. Echte honger komt in ons deel van de wereld nauwelijks meer voor. We hebben trek, eetlust. Daarmee is ook het lekker zijn van dat eten belangrijker geworden. Trek maakt rauwe bonen nu eenmaal niet zo zoet als honger.

Eten moet. Menig huisvrouw, belast met de zorg voor het organiseren en bereiden van enkele maaltijden per dag, heeft al eens verzucht dat ze daar iets op zouden moeten vinden. Een pil of zo.

Daarmee zou het huishoudelijk werk ongetwijfeld worden verlicht, maar de maaltijd zou er zijn charme mee verliezen.

Eten moet, gewoon omdat het lichaam niet zonder kan. Maar een maaltijd kan ook een sociale of psychologische functie hebben: als ontmoetingspunt in het gezin, als decor voor een zakelijk treffen of als het begin van een romance.

Waar het 'verworden' van de maaltijd tot pil toe kan leiden, is al een beetje te zien in Amerika. Eten ziet de gemiddelde Amerikaan vooral als een hoeveelheid gezonde voedingsstoffen. De smaak ervan komt op de tweede plaats. Vitaminepillen zijn in dat land een goudmijn.

Bij ons is een goed Frans restaurant een goudmijn. Bij ons moet eten in de eerste plaats lekker zijn, en ook een beetje leuk aangekleed. Of, om de Leidse hoogleraar Groen te citeren:

‘De voeding staat niet alleen in dienst van biologische behoeften, doch functioneert ook als bron van smaakbevredestiging.’

Daarmee is het hier in ieder geval een stuk gezelliger. Maar ook minder gezond. We eten te veel, te zoet en vooral ook te vet. Want suiker en vet maken eten lekker. En samen maken ze wel 60 procent uit van de calorieën die we binnenkrijgen.

Daar komt nog bij dat we sinds de industriële revolutie ook niet meer door ons werk worden gedwongen tot lichaamsbeweging. En rust roest, ook in het lichaam. Een alarmerend verschijnsel daarvan is de toename van het aantal hart- en vaatziekten, een rechtstreeks gevolg van een lui leven en te veel eten. Ook andere ziekten worden met deze leefwijze in verband gebracht. Men noemt ze daarom wel beschavings- of welvaartsziekten. Prof. Groen hierover: ‘Iedere cultuur heeft de voeding die bij haar past, en deze heeft, zoals alle andere gedragspatronen, haar voor- en nadelen, haar biologische en culturele waarden en gevaren.’

De onaangename gevolgen hebben ons met de neus op de feiten gedrukt. En we zijn er iets aan gaan doen. Sport werd voor steeds meer mensen een geliefde en nuttige vrijetijdsbesteding. We noemden dat trimmen of joggen. We gingen het ‘roestproces’ te lijf.

Het zijn met name deze sportmensen die wat bewuster zijn gaan kijken naar de samenstelling van hun voeding. Eenvoudig omdat ze bezig zijn met hun lichamelijk welzijn, maar vaak komt ook de prestatiedrang om de hoek kijken. Hoe recreatief men ook trimt, het wordt pas echt leuk als dat bosloopje een keer in een paar minuten minder kan worden gedaan. Daarvoor moet je trainen, maar ook verantwoord eten zou wel eens kunnen helpen.

Wat is verantwoord eten? De wetenschappelijke bestudering van voedsel is nu zo’n honderd jaar oud. Sinds een jaar of vijftig worden er wetenschappelijke uitspraken gedaan over wenselijk geachte hoeveelheden van bepaalde voedingsstof-

fen. In Nederland kunnen we daarvoor bijvoorbeeld de Voedingsmiddelentabel raadplegen, samengesteld door het Voorlichtingsbureau voor de Voeding. Deze tak van wetenschap, de voedingsleer, is nog volop in beweging, de adviezen worden regelmatig aangepast aan veranderende inzichten. Dacht men vijftig jaar geleden nog dat we vooral moesten zorgen voor voldoende calorieën, aangevuld met wat eiwitten, mineralen en vocht, nu weten we dat het allemaal een stuk ingewikkelder is. We weten bijvoorbeeld dat het niet om de eiwitten gaat, maar om de aminozuren waaruit ze zijn opgebouwd. We ontdekten de vitamines en wat hun functie is. Er bleken naast mineralen ook nog spoelementen te zijn. We weten nu dat bepaalde stoffen in de juiste hoeveelheden en verhoudingen in het voedsel moeten zitten. Dit zijn de nutriënten, die het lichaam zelf niet kan maken, 13 vitamines, 8 aminozuren, 2 vetzuren en zo'n 20 mineralen en spoelementen.

Het groeiende leger trimmers is een aantrekkelijke afzetmarkt, bijvoorbeeld voor fabrikanten van sportschoenen. Maar ook speciale sportvoeding en -drinkjes gaan erin als koek. In advertenties en folders begeleidt men die met wervende, maar niet altijd even goed onderbouwde teksten. Omdat wetenschap zich ook een beetje laat leiden door wat de markt vraagt – men spreekt dan van maatschappelijke relevantie – ontstond binnen de voedingsleer een nieuw specialisme: dat van de sportvoeding. Het is een nog jonge loot aan de ook al niet zo oude stam, en er komen nog wel eens tegenstrijdige geluiden uit. Maar er zijn ook onderzoeksresultaten waar de gemiddelde trimmer z'n voordeel mee kan doen. Daarvoor moeten die resultaten wel voor hem bereikbaar zijn, en dat is het streven van dit boekje. Het beantwoordt de meest gestelde vragen op het gebied van sportvoeding. De antwoorden zijn deels gebaseerd op recente publikaties op dit gebied, deels bevatten ze gewoon de fundamentele kennis die nodig is om de nodige verbanden te kunnen leggen.



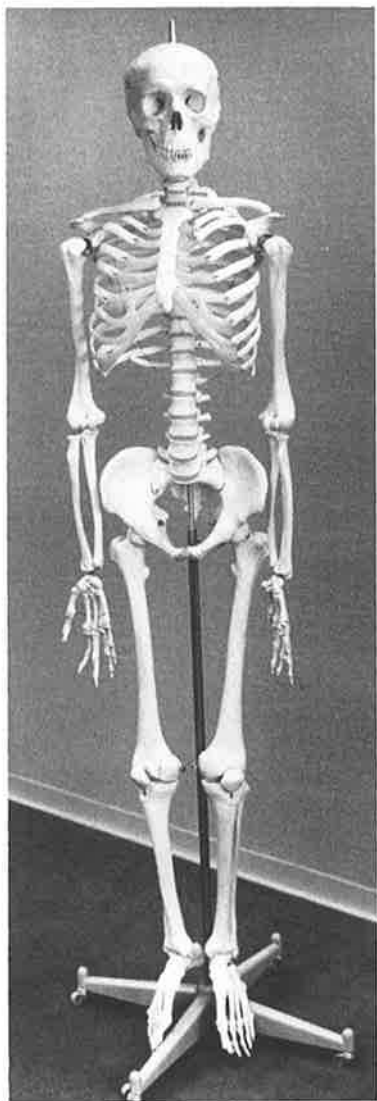
foto ANP

Daarom wordt in de eerste hoofdstukken gekeken naar het menselijk lichaam als bewegingsapparaat en naar het mechanisme waar we onze energie uit putten.

Voor die energie is voeding nodig, bestaande uit rechtstreeks energie leverende stoffen (brandstoffen), bouwstoffen en regulerende stoffen. Brandstoffen zijn koolhydraten, vetten en eiwitten, als bouwstoffen dienen water, eiwitten, sommige vetachtige stoffen en mineralen en tot de regelende stoffen behoren hormonen, vitamines en mineralen. Om al die stoffen, als ze met het voedsel worden aangevoerd, bruikbaar te maken voor hun functies, ondergaan ze een reeks bewerkingen gedurende de spijsvertering. Daarover en over de verschillende groepen van stoffen afzonderlijk gaan de andere hoofdstukken.

Aan het eind vragen we ons af of er bij het leveren van prestaties ook wetenschappelijk minder grijpbare factoren in het geding zijn, zoals de suggestieve effecten van sportpreparaten.

Met dank aan de TNO-onderzoekers dr. W. van Dokkum en E.J. van der Beek voor hun kritisch commentaar.



*foto Stokvis,
Hans Kouwenhoven*

1. Het lichaam, een machine

Machinebouwers kunnen met afgunst kijken naar de wijze waarop ons lichaam als bewegingsapparaat functioneert. De vergelijking is wat gewaagd, maar voor het gemak kunnen we ons lichaam beschouwen als een machine, waarbij het skelet het chassis is waaraan meer dan 600 skeletspieren zijn bevestigd.

Geen enkele door mensenhanden vervaardigde machine bereikt de beweeglijkheid van dat skelet, dat naar alle kanten kan draaien en buigen, een beweeglijkheid die nog eens wordt geperfectioneerd door zeer gevoelige schokbrekers en een perfect doorsmeersysteem.

Laten we om te beginnen even kijken naar dat skelet. De beenderen dragen het gewicht van ons lichaam, vormen de voor beweging noodzakelijke hefbomen en beschermen de organen. Het been of bot is een levend, steeds veranderend materiaal. Het heeft een inwendige structuur van stevige eiwitvezels, het collageen. Kalk en minerale zouten zorgen voor de hardheid en stevigheid. Elk bot heeft een speciale taak, en is daar ook op gebouwd. Botvolume en -dichtheid kunnen toenemen door lichamelijke activiteit. Bij gebrek aan beweging kan ook het omgekeerde gebeuren.

Nu we toch eenmaal de vergelijking met een machine hebben gemaakt, kunnen we de spieren zien als de motoren van onze lichaamsmachine. Spieren, de hoofdrolspelers bij sportbeoefening, zetten chemische energie om in warmte en mechanische arbeid. Hoe dat in z'n werk gaat, komt in een volgend hoofdstuk ter sprake.

Spieren maken 40 procent van ons lichaamsgewicht uit. Ze bestaan voor 80 procent uit water, en 80 procent van de rest is eiwit. Een klein deel van de spier bestaat uit vet, suikers, mineralen en andere stoffen. Die hebben allemaal iets te maken met

de chemische veranderingen die optreden bij beweging. Dat bewegen is mogelijk doordat een spier zich, indien daartoe geprikkeld, langs z'n lengte-as samentrekt en ontspant. Dat samentrekken, waarbij de door de spier verbonden delen dichter bij elkaar komen, kan betekenen dat zo'n spier bijna de helft korter wordt.

Dit mechanisme betekent dat iedere beweging een trekkracht is, ook als we ergens tegen duwen.

We hebben drie verschillende soorten spieren:

- de dwarsgestreepte spieren, waartoe de skeletspieren behoren, en die als eigenschap hebben dat we ze via prikkels vanuit het centrale zenuwstelsel bewust kunnen beïnvloeden;
- gladde spieren, die onwillekeurig werken, zoals de spieren die de ademhaling regelen;
- de hartspier, bestaande uit een netwerk van vezels die tegelijk samentrekken.

Als we een spier wat meer van dichtbij bekijken, zien we draadachtige structuren, de myofibrillen. Die bestaan voornamelijk uit de eiwitten actine en myosine. De myofibrillen grijpen als een soort kammen in elkaar. Bij het samentrekken komen de tanden van die kammen dichter bij elkaar, waardoor de spier korter wordt. Vervolgens ontspannen de myofibrillen zich weer. Bij een volgende impuls wordt het samentrekken herhaald. Dit kan niet eindeloos worden herhaald, het hangt van onze conditie af hoe lang we ermee kunnen doorgaan. Maar bij onvoldoende rust houdt elke spier er op een gegeven moment mee op. Via training kan dit moment worden uitgesteld. Omgekeerd geldt dat een spier die weinig of niet wordt gebruikt, op den duur in volume afneemt.

De samentrekkingseigenschappen van de dwarsgestreepte spieren kunnen onderling sterk verschillen. Sommige trekken snel samen, andere langzaam. Sommige kunnen gedurende korte tijd een grote kracht ontwikkelen, andere hebben een minder grote kracht, maar houden het langer vol. Bepalend voor de kracht van een spier is het aantal fibrillen per vierkante

centimeter.

Belangrijk in het bewegingsapparaat zijn verder de ligamenten, het bindweefsel dat been met been verbindt, kraakbeen bedekt en de voor beweging zo belangrijke gewrichtsvlakken steunt. Waar twee beenderen bij elkaar komen, is een gewricht. Om wrijving te voorkomen worden die gewrichten gesmeerd door een stroperig vocht, synovia. Dit is nodig omdat de draagvlakken van de gewrichten bekleed zijn met kraakbeen, dat slecht tegen wrijving kan.

En dan zijn er nog onze pezen, vezelachtige, niet-elastische kabels die de spieren verbinden met de hefbomen die ze in beweging moeten zetten.

2. Van maaltijd tot nutriënt

Het eten dat we nuttigen, is samengesteld uit een groot aantal stoffen. Voordat die in het lichaam hun uiteindelijke bestemming vinden, hun taak kunnen verrichten, ondergaan ze een reeks mechanische en chemische bewerkingen. Daarvoor zorgt onze spijsvertering.

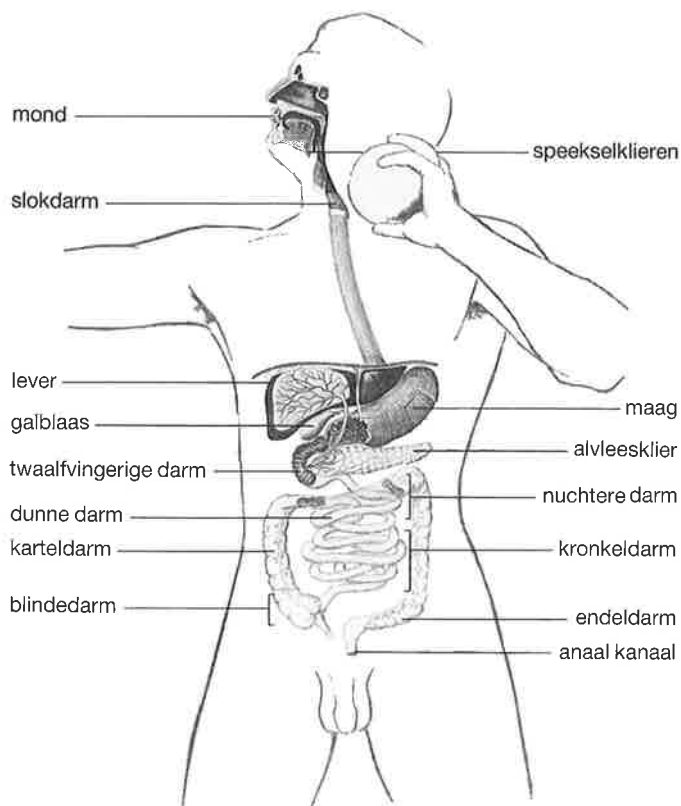
De eerste bewerking, althans bij vast voedsel, is het kauwen. Belangrijkste doel daarvan is vergroting van het oppervlak van het voedsel, waardoor de spijsverteringssappen er beter op kunnen inwerken. Al tijdens het kauwen vindt vermenging plaats met slijm en speeksel. Daarin zit onder andere een koolhydraat-splitsend enzym.

Via de keel gaat de aldus vervaardigde spijsbal of voedselbolus naar de slokdarm, en vandaar in enkele seconden naar de maag. Daar voegt het maagsap, bestaande uit enzymen en zoutzuur, zich erbij. Na een paar uur bewerking gaat de inmiddels vloeibaar geworden brij (chymus) bij beetje tegelijk de maag uit en de dunne darm in. De snelheid waarmee het proces in de maag verloopt, hangt af van de samenstelling van het voedsel. Vetrijk voedsel blijft er het langst in.

Ook in de dunne darm worden sappen toegevoegd, namelijk gal uit de lever, pancreas-sap uit de alvleesklier en darmsap uit de darmklieren. Het gal heeft een vet-emulgerende werking. Pancreas-sap en darmsap splitsen koolhydraten in mono- en disachariden, vetten in monoglyceriden, glycerol en vetzuren en eiwitten in oligopeptiden en aminozuren. Deze afbraak tot eenvoudige bouwstenen is nodig, omdat alleen die de darmwand kunnen passeren.

Na deze bewerking kan de absorptie plaatsvinden, de opname in de bloedbaan en de lymfbaan, de twee vervoerskanalen waarlangs de uiteindelijke aflevering gebeurt.

Die absorptie gebeurt in de darmvlokken, uitstulpingen van



het darmslijmvlies. Daarin bevinden zich onder andere haarvaten (capillairen) die de eiwitten, koolhydraten, glycerine, vetzuren en vitamines opnemen. De niet opgeloste vetten worden via de lymfbaan vervoerd.

Het geabsorbeerde voedsel gaat naar de lever, waar weer de nodige bewerkingen worden gepleegd. De lever dient ook als opslagplaats voor glycogeen, ijzer, een aantal vitamines en bloed.

Daarmee heeft het procédé z'n eindfase bereikt. De voedingsstoffen gaan naar de cellen, waar ze als bouw- en brandstof worden aangeboden. Uit de diverse bouwstenen worden nieuwe verbindingen gevormd waar ons organisme wat mee kan doen.

We moeten nog even terug naar de dunne darm. Het deel van de spijsbrij dat daar niet werd verteerd, gaat naar de dikke darm. Daar doen colibacillen er nog iets mee, er wordt vocht aan onttrokken en via de einddarm en de anus kan de ontlasting eruit.

Hierboven hadden we het al even over de snelheid van maagontlediging, die afhankelijk is van de samenstelling van het voedsel. Die snelheid wordt waarschijnlijk ook beïnvloed door lichamelijke inspanning. Er vindt dan een herverdeling plaats van de lichaamsdoorbloeding. De arbeid verrichtende weefsels (skeletspieren, hart en longen) worden beter doorbloed. Dat gaat ten koste van de doorbloeding van het maagdarmkanaal. Het is mogelijk dat ook de hier werkende hormonen door lichamelijke activiteit hun functie minder goed verrichten. Dit alles zou een verklaring kunnen zijn voor de buik- en maag-darm-klachten die bij intensieve arbeid van lange duur vaak optreden.

3. Machine in beweging

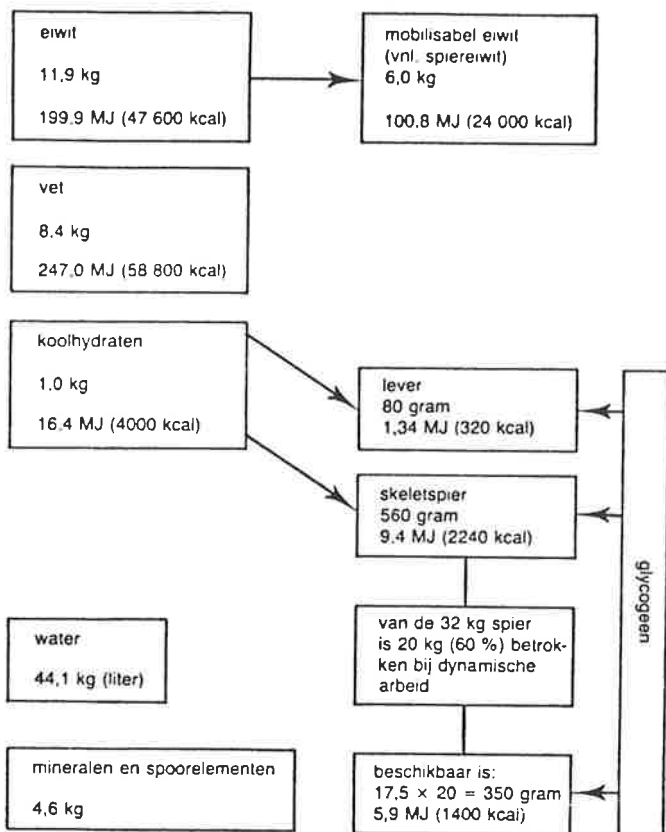
WAAR KOMT DE ENERGIE VANDAAN DIE
NODIG IS OM EEN SPIER AAN HET WERK
TE ZETTEN, ZICH TE LATEN
SAMENTREKKEN?

Alle energie bevindt zich in het voedsel dat we opnemen, en wordt daaruit door oxydatie vrijgemaakt. Dat voedsel moet daartoe worden verteerd en geassimileerd (gelijkgemaakt). De vertering maakt de voedingsstoffen vervoerbaar, de assimilatie geeft ze een voor de cel bruikbare vorm. Dit proces beschreven we in het vorige hoofdstuk.

Bijna alle suikers uit onze voeding worden omgezet in glucose. Die wordt weer omgezet in glycogeen, ketens van glucosemoleculen, en opgeslagen in de lever en de spieren. Op dezelfde wijze wordt het vet uit de voeding omgezet in glycerol (dat weer kan worden omgezet in glucose) en vrije vetzuren (de vorm waarin vet als brandstof wordt afgezet in het bloed). De glucose- en vetzuurmoleculen worden door de cellen stapsgewijs afgebroken, en bij elke stap komt energie vrij. Die wordt in de cel opgeslagen in de stof adenosine-trifosfaat (ATP). Als dit ATP een van z'n drie fosfaatgroepen afstoot, ontstaat adenosine-difosfaat (ADP) en komt energie beschikbaar. ATP is de enige stof die in staat is energie ter beschikking te stellen van celprocessen, zoals het samentrekken van een spier.

WAT KUNNEN WE MET DEZE ENERGIE
DOEN?

Die energie kunnen we gebruiken voor een aantal vormen van biologische arbeid: mechanische arbeid, chemische arbeid en arbeid voor transport van stoffen. De belangrijkste



Voorraden beschikbare energie bij een man van 70 kg met 12% vet.

(Bron: Voeding in de praktijk.)

vorm van mechanische arbeid wordt uitgevoerd bij het samentrekken van spieren. In de spier wordt chemische bindings-energie omgezet in mechanische energie.

WAT DOET ATP IN DE SPIER?

De moleculen ATP bevinden zich in het plasma (het waterig deel van het bloed) van de spiervezel (het sarcoplasma) en komen op een gegeven moment terecht bij de samentrekkende elementen daarvan (de myofibrillen). Als een spiervezel wordt geprikkeld tot samentrekking, zien we een verandering optreden in de positie van de twee ketens van eiwitmoleculen actine en myosine waaruit de myofibrillen zijn opgebouwd. De daarvoor benodigde energie wordt onttrokken aan de langskomende ATP-moleculen. Overigens is het mechanisme van deze energie-overdracht nog niet helemaal bekend.

HOVEEL ATP HEBBEN WE IN VOORRAAD EN WAT GEBEURT ER ALS DIE VOORRAAD OPRAAKT?

In het spierweefsel bevindt zich maar een kleine voorraad ATP, genoeg voor enkele seconden maximale arbeid (gewichtheffen). Dit betekent dat er voor het voortduren van spierarbeid steeds nieuwe ATP moet worden gemaakt. Daarvoor beschikken we over drie systemen. In het spierweefsel bevindt zich nog een andere energierijke fosfaatverbinding, creatinefosfaat (CP). Deze kan onder invloed van het enzym creatinekinase zijn fosfaatgroep overdragen op het ADP, dat immers was overgebleven toen ATP energie ging leveren en dat hiermee weer ATP wordt. Dit gaat zeer snel, en de voorraad ATP en CP kan samen gezien worden als onze direct beschikbare energie, goed voor circa 15 seconden maximale arbeid (100 meter sprint). Voor dit proces is geen zuurstof nodig, we noemen het een anaëroob proces.

Een tweede, ook nog redelijk snelle manier om ATP bij te maken, is de anaërobe glycolyse. Dit is de omzetting van glycogeen en glucose in melkzuur. De ATP-opbrengst is een stuk groter dan bij de hierboven beschreven reactie. In spierweefsel zit een bepaalde hoeveelheid glycogeen, en verder kan de spier glucose uit het bloed halen. De snelheid van deze glycolyse kan de spier aanpassen aan de voor ATP-behoefte voor arbeid. Dit anaëroob afbreken van koolhydraten bereikt z'n hoogtepunt na ongeveer 45 seconden (400 meter hardlopen).



foto ANP

Na dit tijdstip wordt de spier gedwongen over te gaan op de citroenzuurcyclus en de oxydatieve fosforylering. Hierbij wordt ATP gevormd door oxydatie van koolhydraten (glucose, glycogeen), vetzuren en eventueel aminozuren tot kooldioxyde en water. Omdat hier zuurstof bij nodig is (het is dus een aëroob proces) gaat het een stuk langzamer. Een andere beperkende factor is de snelheid waarmee de benodigde vrije vetzuren kunnen worden aangeleverd. Het gaat in ieder geval te langzaam om er op den duur maximaal op te kunnen blijven functioneren.

	tijd	energieverbruik
marathon (42,195 km)	3 uur en 10 minuten	12,0 MJ (2.850 kcal)
wielrennen (ca. 320 km, rondje IJsselmeer)	12 uur	43,6 MJ (10.400 kcal)
triathlon (3,8 km zwemmen, 180 km wielrennen en 42,2 km hardlopen)	11 uur en 45 minuten	46,2 MJ (11.000 kcal)

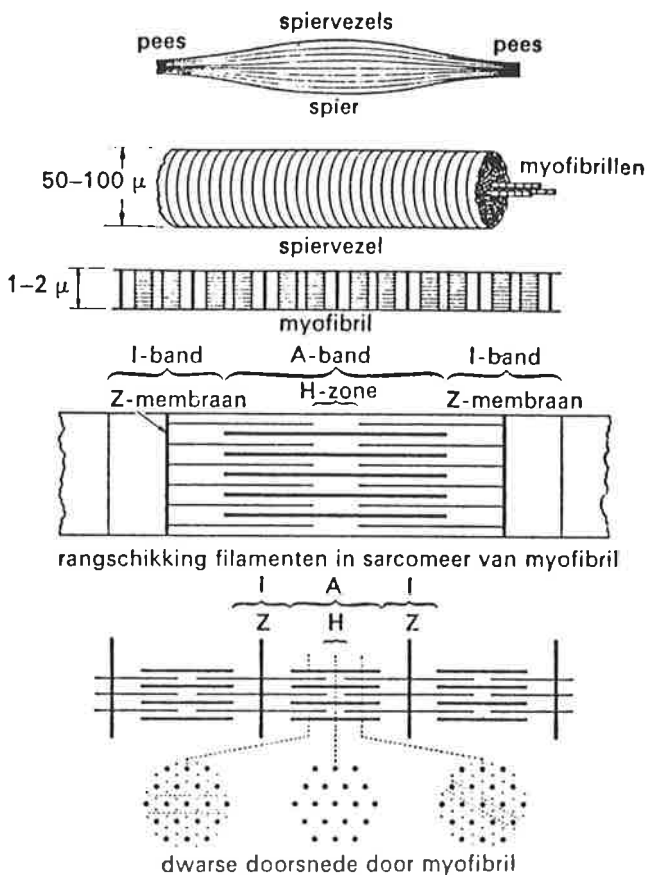
*Energieverbruik tijdens een aantal vormen van duursport.
(Bron: Voeding in de praktijk.)*

HOE MAAKT DE SPIER Z'N KEUZE UIT DE DRIE ENERGIE-LEVERENDE SYSTEMEN?

De keuze hangt af van de intensiteit van de te verrichten arbeid. In rust en bij gematigde arbeid komt er voldoende zuurstof bij de spier en verloopt de energielevering aëroob. Bij toenemende intensiteit van de inspanning wordt de anaërobe glycolyse op gang gebracht, en op een gegeven moment is er te weinig zuurstof. Daarbij wordt dan melkzuur gevormd. We noemen dit de anaërobe drempel. Als de zuurstofopneming op een maximaal niveau is gekomen, wordt alle benodigde extra energie anaëroob geleverd. De anaërobe voorraden raken hierdoor uitgeput.

WAT IS DE INVLOED VAN TRAININGSARBEID OP HET VERLOOP VAN DEZE PROCESSEN?

Over het algemeen is het proces bij langer durende inspanningen aëroob. Het anaërobe proces wordt belangrijker naar-



Structuur van een skeletspier en de rangschikking van de dikke en dunne filamenten in een sarcomeer (volgens H.E. Huxley en Hanson).

mate we de inspanning intensiveren. Training kan erop gericht zijn meer enzymen te vormen die de anaërobe glycolyse mogelijk maken. Dat geldt ook voor de stoffen en andere enzymen die de invloed van de melkzuurvorming opheffen en het melkzuur uit het bloed verwijderen. Er zijn ook nog andere vormen van training. Zo wil krachttraining de spierkracht vergroten. Er is ook een trainingsvorm die zich richt op het aërobe uithoudingsvermogen. Deze wil de aërobe levering van energie verbeteren, en daarnaast de zuurstoflevering via ademhaling en bloedsomloop.

HOE ONTSTAAT HET GEVOEL VAN VERMOEIDE SPIEREN?

Bij de hierboven genoemde vorming van melkzuur worden ook waterstof-ionen gevormd. Een deel van het melkzuur en de waterstof-ionen wordt afgestaan aan het bloed. Het grootste deel wordt opgeslagen in de spieren zelf. Dit veroorzaakt lokale spierversmoeidheid, doordat de waterstof-ionen remmend werken op de enzymen die betrokken zijn bij de glycolyse. Ook is er een negatieve invloed op de zich in de spiervezel samentrekkende eiwitten.

WELKE BESTANDDELEN VAN HET VOEDSEL SPELEN EEN ROL BIJ DE ENERGIEVOORZIENING?

De belangrijkste energieleverende bestanddelen zijn koolhydraten (suikers), vetten en eiwitten. Bij afbraak van deze verbindingen in de cel komt energie vrij. Een indirecte rol spelen vitamines en mineralen. In de volgende hoofdstukken gaan we wat dieper in op de specifieke taken der diverse voedingsstoffen.

In voedsel zit ook altijd een hoeveelheid vocht, om een aantal redenen minstens zo onmisbaar als de hierboven genoemde



foto Cor Vos

stoffen. Ook daarover meer in een volgend hoofdstuk. Als we de beschikbare energie vanaf de opname met het voedsel volgen, dan zien we om te beginnen 5 procent als warmte verloren gaan. De energie uit de geabsorbeerde voedingsstoffen wordt vervolgens omgezet in ATP en CP (zie boven), waarbij 50 tot 60 procent als warmte verloren gaat. Het rendement is dus 40 tot 50 procent. Van de energie uit ATP gaat ook nog eens 50 tot 60 procent in warmte over. De rest van de energie uit ATP is beschikbaar voor spierarbeid. Het uiteindelijke rendement van de met voedsel opgenomen energie voor spierarbeid is dus 25 procent.

4. Koolhydraten

WAT ZIJN KOOLHYDRATEN?

Koolhydraten zijn verbindingen tussen koolstof, waterstof en zuurstof. Hun algemene scheikundige formule is $C_x(H_2O)_y$. Waterstof en zuurstof zijn er dus steeds in dezelfde verhouding in aanwezig als in water. Daarom hebben deze verbindingen uit koolstof en water (hydraten) de naam koolhydraten gekregen.

WAAR KOMEN KOOLHYDRATEN VANDAAN?

Koolhydraten worden door planten opgebouwd uit kooldioxyde (CO_2) en water. De hiervoor benodigde energie wordt geleverd door de zon. Via het bladgroen komt die energie in de plant beschikbaar. Dit proces heet fotosynthese. Op deze wijze worden de organische stoffen opgebouwd waaruit de belangrijkste delen van de planten bestaan en die voedsel leveren voor mensen en dieren. Doordat het lichaam de koolhydraten weer splitst in kooldioxyde en water, komt de erin gebonden zonne-energie vrij. Daardoor worden allerlei levensprocessen mogelijk gemaakt.

WAT VOOR SOORTEN KOOLHYDRATEN ZIJN ER?

Volgens bovengenoemde algemene formule voor koolhydraten zijn nogal wat stoffen opgebouwd die in structuur wezenlijk van elkaar verschillen. We verdelen ze in enkelvoudige en samengestelde koolhydraten. Enkelvoudige (monosachariden) zijn druivesuiker (glucose) en vruchtesuiker (fructose).

Verschillende enkelvoudige suikers kunnen zich met elkaar verbinden tot meervoudige of samengestelde. Zo is rietsuiker een tweevoudig suiker (disacharide), terwijl zetmeel, dextrine en cellulose behoren tot de meervoudige suikers (polysachariden of oligosachariden).

Verder bevat de voeding ook nog onverteerbare koolhydraten, zoals cellulose.

IS ER EEN WEZENLIJK VERSCHIL TUSSEN ENKELVOUDIGE EN SAMENGESTELDE KOOLHYDRATEN?

Alleen enkelvoudige koolhydraten kunnen in het bloed worden opgenomen. Samengestelde koolhydraten moeten daartoe eerst worden afgebroken tot enkelvoudige. Dat gebeurt in het maag-darmkanaal.

WAT HEBBEN KOOLHYDRATEN MET DE ENERGIEVOORZIENING TE MAKEN?

Levering van energie is de functie van koolhydraten. Zo is ons centrale zenuwstelsel voor zijn energievoorziening volledig afhankelijk van de via het bloed aangevoerde glucose. Daarom moet er een evenwicht zijn tussen de glucose-leverende en -verbruikende processen: de bloedsuikerspiegel. De bloedsuikerconcentratie wordt door een hormonaal regelsysteem constant gehouden. In de cel worden de enkelvoudige suikers, waarvan glucose de belangrijkste is, in twee fasen afgebroken. De eerste fase is de omzetting van een molecuul glucose in twee moleculen pyrodruivezuur. De serie reacties die hiervoor nodig is, noemen we glycolyse. Bij deze reacties wordt energie overgedragen zonder opname van zuurstof, het zijn anaërobe reacties. In de tweede fase wordt het pyrodruivezuur afgebroken tot kooldioxyde en water via de zogenaamde citroenzuurcyclus. Dit is een aëroob proces, ofwel er wordt

wel zuurstof bij verbruikt. (Zie ook het hoofdstuk 'Machine in beweging'.)

HOE GROOT IS HET AANDEEL VAN KOOLHYDRATEN IN ONZE ENERGIEVOORZIENING?

In de gemiddelde Nederlandse voeding leveren koolhydraten 45 procent van de energie. Bij sportbeoefening wordt een groter aandeel aanbevolen. Dit is van belang omdat het koolhydraatgehalte van de voeding onze glycogeenvorraden bepaalt.

WAT IS GLYCOGEEN?

Glycogeen is met glucose het belangrijkste koolhydraat in ons lichaam. Het is een aaneenschakeling van talloze glucose-moleculen. Glycogeen wordt als een voorraad opgeslagen in de lever en in de spieren. Die voorraad kan 300 tot 400 gram zijn, normaal voldoende voor een uur flinke activiteit. Leverglycogeen dient om het glucosegehalte van het bloed op peil te houden en ook de spieren van energie te voorzien. Spierglycogeen voorziet de spieren van direct bruikbare energie. Dat laatste betekent dat de totale hoeveelheid spierglycogeen een maatstaf is voor ons duurprestatievermogen.

WAT BETEKENT DIT CONCREET VOOR DE KEUZE VAN DE VOEDING?

Voor duursporten wordt een basisvoeding geadviseerd met 50 tot 60 energieprocenten koolhydraten en voor snelkrachtsporten met 45 tot 50 energieprocenten.

WAT IS HYPOGLYKEMIE?

De glucose-opname van de vet- en spiercellen wordt bevorderd door insuline. Die wordt afgegeven door de alvleesklier. Die afgifte wordt gestimuleerd als we na het eten een gestegen glucoseconcentratie in het bloed hebben.

Tijdens een lichamelijke inspanning wordt onder invloed van een aantal hormonen extra glucose, afkomstig uit de lever, aan het bloed afgegeven. Dit is mogelijk doordat de insulinespiegel daalt.

In dit regelmechanisme zit een zekere traagheid: de hoogste concentratie insuline wordt bereikt als de concentratie bloedglucose alweer omlaag gaat. Als men zich op zo'n moment gaat inspannen, daalt de concentratie glucose extra snel, omdat de spieren onder invloed van de insuline veel glucose uit het bloed halen.

Dat gaat zo snel, dat de hormonen die de glucose-afgifte door de lever moeten bevorderen, het niet kunnen bijbenen. Het bloed raakt meer glucose kwijt dan het krijgt aangevoerd. Zo kan het gebeuren dat de bloedsuikerconcentratie tot abnormaal lage waarden daalt, en dat heet hypoglykemie. De symptomen hiervan zijn krachtverlies, verminderd coördinatievermogen, duizeligheid en soms een verminderd bewustzijn. Men kan hier het slachtoffer van worden door een maaltijd te nuttigen te kort (20 tot 50 minuten) voor een inspanning.

HOE WORDT HET AANDEEL VAN KOOLHYDRATEN IN DE ENERGIEVOORZIENING BEPAALD?

De procentuele bijdrage van koolhydraten en vetten aan de energielevering is afhankelijk van de intensiteit van de inspanning, bij atletiek bijvoorbeeld van de snelheid van lopen. Hoe groter de snelheid, hoe groter de bijdrage der koolhydraten. Als de voorraad glycogeen opraakt, begint de spiercel over te

schakelen op vetverbranding, en in mindere mate op de verbranding van eiwitten. Dit gaat gepaard met een vermindering van het vermogen, met een afnemen van de snelheid ('hitting the wall'). Ook omdat vetverbranding meer zuurstof vraagt, is het zaak dit moment zolang mogelijk uit te stellen.

WAT KUNNEN WE ERAAN DOEN OM HET MOMENT VAN OVERSCHAKELING OP VETVERBRANDING UIT TE STELLEN?

In de eerste plaats kan die grens worden verlegd door trainingsarbeid. Daardoor vindt een grotere vetzuuroxydatie plaats, zodat glycogeen wordt gespaard. Ook cafeïne bevordert de vetzuuroxydatie, zodat het drinken van een kop sterke koffie een uur voor de inspanning de prestatie positief zou kunnen beïnvloeden.

Verder kan men ernaar streven de glycogeenvoorraad zo groot mogelijk te maken. We weten al heel lang dat een koolhydraatrijke voeding in de dagen voorafgaand aan een grote inspanning, tot een groter uithoudingsvermogen leidt. Er is een methode om die opslag extra groot te maken: het supercompensatiedieet, ofwel het glycogeen stapelen. Dit wordt bereikt door eerst de aanwezige voorraden koolhydraten op te maken door een uitputtende inspanning, begeleid met vet- en eiwitrijke voeding. Vervolgens wordt overgeschakeld op koolhydraatrijke voeding, terwijl tegelijk weinig of niet wordt getraind.

Overigens is niet iedereen even gelukkig met deze methode. In de eerste periode loopt men vaker blessures op, terwijl er ook andere geestelijke en lichamelijke bezwaren worden gehoord. Marathonlopers, die gebaat zijn bij hoge glycogeenvoorraden, proberen dit ook wel te bereiken door geleidelijk verminderende trainingsarbeid in de week voor de marathon, in combinatie met veel koolhydraten in de voeding de drie dagen voor de marathon ('tapering off').

WAT IS EEN KOOLHYDRAATRIJKE VOEDING?

Die kunnen we samenstellen uit een combinatie van brood, aardappelen en deegwaren, aangevuld met fruit, magere melkprodukten, mager vlees, vis en gevogelte. De laatste kleine koolhydraatrijke maaltijd moet drie tot vijf uur voor de start worden genomen.

5. Vetten

WAT ZIJN VETTEN?

We hebben eenvoudige vetten, die alleen zijn opgebouwd uit koolstof-, waterstof- en zuurstofatomen, en complexe vetten die ook nog een ander molecuul (bijvoorbeeld een eiwit) bevatten. Chemisch gezien zijn vetten glycerine-esters: verbindingen tussen alcohol en zuren. Vetten zijn namelijk verbindingen tussen de alcohol glycerine en verschillende vetzuren, zoals palmitinezuur, oliezuur en linolzuur. Sommige vetten zijn vloeibaar (olie), andere min of meer vast (boter).

WAT ZIJN VERZADIGDE EN ONVERZADIGDE VETTEN?

Het verschil tussen die twee zit 'm in de chemische structuur. Om te weten of we met een verzadigd of een onverzadigd vet te maken hebben, moeten we in de verbinding kijken naar het vetzuur. Als die het maximaal mogelijke aantal waterstofatomen bevatten, heten ze verzadigd. Zitten er twee waterstofatomen minder in, dan heten ze enkelvoudig onverzadigd, zijn het er vier tot acht minder, dan zijn ze meervoudig onverzadigd.

Overigens is het ook 'aan de buitenkant' vast te stellen met wat voor vet we te maken hebben. Verzadigde vetten zijn vast en bijna altijd van dierlijke oorsprong (roomboter, rundvet), onverzadigde zijn smeug of vloeibaar (olijfolie).

WAT IS HET BELANG VAN HET ONDERSCHEID TUSSEN VERZADIGDE EN ONVERZADIGDE VETTEN?

Van belang is vooral dat het lichaam verzadigde en enkelvoudig onverzadigde vetzuren zelf kan maken uit andere voedingsstoffen. Een aantal meervoudig onverzadigde vetzuren, die onmisbaar zijn, moeten we met de voeding binnen krijgen. Dit noemen we daarom de essentiële vetzuren, vroeger werden ze ook wel vitamine F genoemd.

Een functioneel verschil is dat onverzadigde vetzuren gemakkelijker door het lichaam kunnen worden omgezet voor gebruik als brandstof.

WAT IS DE FUNCTIE VAN VETTEN IN HET LICHAAM?

Vetten hebben een aantal taken. Om te beginnen is er die van leverancier van energie, waar we straks nog op terugkomen. Verder leveren ze dus de hierboven al genoemde essentiële vetzuren, die onder meer kunnen dienen voor het verlagen van de cholesterolspiegel in ons bloed, wat weer de kans op het ontstaan van arteriosclerose (slagaderverkalking) vermindert. Hoewel onze eigenlijke behoefte aan vetten in de voeding niet zo groot is (we hebben grote reserves in ons lichaam), zijn ze onmisbaar bij het opnemen van de in vet oplosbare vitamines A, D, E en K.

Complexe vetten leveren bouwstenen voor de celmembranen. Eenvoudige vetten zitten in het vetweefsel, de huid en om organen. Op verschillende plaatsen hebben ze een beschermende rol: tegen mechanische invloeden (organen) en kou, terwijl het huidvet ook een waterafstotende werking heeft.

WAT BETEKENEN VETTEN VOOR DE ENERGIEVOORZIENING?

Vet levert veel energie, ruim tweemaal zoveel als koolhydraten. Vet levert 9 kcal per gram, koolhydraten 4 kcal. Als energiebron kunnen vetten en koolhydraten elkaar vervangen, met dien verstande dat voor elke gram vet twee gram koolhydraten in de plaats moet komen. In verband met de hierboven genoemde andere functies van vetten, zou het niet verstandig zijn ze allemaal door koolhydraten te vervangen. Voor sportbeoefening is wel van belang te weten dat de vertering van vetten veel langer duurt dan die van koolhydraten en eiwitten. Een vetrijke maaltijd remt de lediging van de maag, waardoor het voedsel uren in de maag blijft.

WAARDOOR WORDT HET AANDEEL VAN VETTEN IN DE ENERGIEVOORZIENING BEPAALD?

Deze wordt bepaald door de intensiteit van de verrichte arbeid. Vet levert 50 tot 60 procent van de energie bij een lichte tot matig zware inspanning. Tijdens langdurige duurarbeid loopt dit percentage op tot 70. Aan het eind van een marathon wordt 95 tot 98 procent van de energie door vetverbranding geleverd.

HOEVEEL VET MOETEN WE MET DE VOEDING BINNENKRIJGEN?

Bij een evenwichtige voeding wordt ongeveer een derde van de energiebehoefte door vetten geleverd. Bij een zittend leven is 70 tot 80 gram vet in de voeding per dag voldoende. Naarmate we ons meer lichamelijk inspannen, kunnen we meer vet gebruiken. Over het algemeen krijgen we met de westerse voeding te veel vet binnen. Vet maakt eten smakelijker, terwijl er

ook nogal wat 'verborgen vetten' in ons voedsel zitten (vlees, volle melkprodukten, gebak).

HOE GAAT DE OMZETTING VAN VETTEN TOT ENERGIEBRON IN HAAR WERK?

Ons grootste energiedepot vormen de triglyceriden, opgeslagen in de vetcellen en voor een deel tussen de spiervezels. Om als brandstof te kunnen fungeren moet het triglyceride worden omgezet in glycerol en vrije vetzuren. De vrije vetzuren worden afgestaan aan het bloed, en, gebonden aan albumine, naar de cellen getransporteerd. De vrijmaking van vrije vetzuren uit vetweefsel staat onder invloed van verschillende hormonen, zoals adrenaline, noradrenaline en groeihormoon.

6. Eiwitten

WAT ZIJN EIWITTEN, IS ER EEN VERBAND MET HET WIT VAN EEN EI?

De naam 'eiwit' is inderdaad afkomstig van het wit van een ei. Er is een grote overeenkomst in scheikundige samenstelling tussen dit ei-wit en de groep stoffen die we eiwitten of ook wel proteïnen noemen. Chemisch gezien zijn eiwitten erg grote moleculen, opgebouwd uit aminozuren en uiteindelijk geconstrueerd uit koolstof, stikstof, waterstof en zuurstof, en vaak ook nog wat fosfor, zwavel, ijzer of andere mineralen. De stikstof is erg belangrijk, omdat we die uit de lucht die we inademen, voor ons lichaam niet kunnen benutten.

WAAR KOMEN EIWITTEN IN VOOR?

We vinden eiwitten zowel in plantaardige als in dierlijke voedingsstoffen. Ook bevinden ze zich in elke cel van het menselijk lichaam.

WAARVOOR HEBBEN WE EIWITTEN NODIG?

Van het droog gewicht van ons lichaam, dus alles in ons lichaam zonder het water (dat 64 procent van dat lichaam uitmaakt) vormen de eiwitten de helft. Een volwassen mens heeft bijvoorbeeld 30 kilo spieren, en die bestaan voor 80 procent uit eiwit (ook op basis van droog gewicht). Ook in de lever, nieren en hersenen vinden we eiwitten. Verder vormen eiwitten een essentieel deel van allerlei enzymen (verbindingen die chemische omzettingen in ons lichaam de noodzakelijke snelheid geven) en hormonen (een groep stoffen, gemaakt door hor-

moon-producerende klieren, die via de bloedbaan worden getransporteerd om elders in het lichaam belangrijke functies te verrichten).

Eiwitten zijn onmisbaar voor de instandhouding van alle lichaamsprocessen. Ze bepalen waartoe dat lichaam in staat is, zowel bij het leveren van fysieke prestaties als bijvoorbeeld in het weerstand bieden tegen ziekten.

HOE GEBRUIKT HET LICHAAM DE INGENOMEN EIWITTEN?

Om de eiwitten in het bloed te laten opnemen, moeten ze eerst worden afgebroken tot hun samenstellende componenten, de peptiden en aminozuren. Dat afbreken gebeurt bij de spijsvertering, in het maagdarmkanaal. Door de aminozuren te hergroeperen kan het lichaam dan weer naar behoefte eiwitten opbouwen.

BESTAAN ER VERSCHILLENDE SOORTEN EIWITTEN?

We kennen ongeveer 20 aminozuren. Daarvan bestaan ontzettend veel combinaties, ofwel eiwitten. De volgorde van de aminozuren bepaalt de eigenschappen van het eiwit. Dat houdt tevens in dat de stofwisseling van de eiwitten gekenmerkt wordt door een veelheid aan processen. Ook vinden veel interacties plaats met andere voedingsstoffen.

WAT VOOR ROL SPELEN EIWITTEN BIJ DE ENERGIEVOORZIENING?

Hoewel de belangrijkste functie van voedingseiwitten het leveren van aminozuren voor anabolische processen is (dit is voor de opbouw van eiwitten), kunnen ze ook worden afgebroken onder levering van energie. Men heeft lang gedacht dat bij een

voldoende energie-opname uit koolhydraten en vetten, eiwitten daar niet voor werden benut. Inmiddels weten we dat in bepaalde takken van sport, met name duursporten, eiwit wel degelijk een aandeel levert in de energievoorziening. Gebleken is dat bij het lopen van een marathon 10 tot 15 procent van de energie wordt geleverd door eiwit.

MAAKT DE MATE VAN GETRAINDEHEID NOG IETS UIT VOOR DE VRAAG OF EIWITTEN WORDEN AANGESPROKEN VOOR DE LEVERING VAN ENERGIE?

Het idee dat getrainde sportmensen hun koolhydraten en vetten beter benutten dan ongetrainde, en dat ze voor hun energievoorziening dus minder eiwitten nodig hebben, is onjuist gebleken. Amerikaans onderzoek wees uit dat bij het opvoeren van de trainingsarbeid het eiwit-aandeel in de energievoorziening juist stijgt. Men denkt dat trainingsarbeid bepaalde enzymatische veranderingen teweegbrengt die de eiwit-omzetting stimuleren. En dat zou weer komen doordat eiwit ook een rol speelt bij het herstel van spierbeschadigingen en waarschijnlijk ook bij het voorkomen ervan.

KUNNEN EIWITTEN BLESSURES VOORKOMEN?

Men heeft vastgesteld dat beschadiging van spierweefsel twee tot vier dagen na het leveren van een zware inspanning voortduurt. De indruk bestaat zelfs dat die beschadigingen achteraf ernstiger zijn dan tijdens het leveren van de inspanning. Door het opnemen van voldoende eiwitten in de voeding zou die schade achteraf grotendeels kunnen worden voorkomen. In ieder geval zou het herstel erdoor worden bevorderd.

ALS EIWITTEN ZO'N BELANGRIJK DEEL
UITMAKEN VAN DE SPIEREN, WIL DAT
DAN ZEGGEN DAT BIJ KRACHTSPORT HET
OPNEMEN VAN EXTRA EIWITTEN KAN
WORDEN AANBEVOLEN?

Door training neemt de spiermassa toe als gevolg van toename van de hoeveelheid spiereiwit. Bij een hoog aanbod van aminozuren of eiwit wordt meer eiwit in de spier ingebouwd. Dit, gevoegd bij de constatering dat ook om andere redenen eiwitten voor de sportbeoefenaar van belang zijn, suggereert dat een grote lichamelijke inspanning vraagt om meer eiwitten.

Extra eiwit-inneming is waarschijnlijk alleen van belang tijdens de beginfase van de training. Na verloop van tijd past het lichaam zich aan aan een normale inneming van eiwit, vooropgesteld dat de voeding die men nuttigt de gewenste hoeveelheid bevat.

WAT IS DE AANBEVOLEN HOEVEELHEID
EIWIT?

De aanbevelingen hieromtrent verschillen nogal. De meeste westerse deskundigen noemen hoeveelheden van 1 tot 2 gram eiwit per kilogram lichaamsgewicht per dag. In het Oostblok is men wat scheutiger met die hoeveelheden.

WAT BETEKENT DIT CONCREET IN HET
NEDERLANDSE VOEDINGSPATROON?

In onze voeding zit gemiddeld 93 gram eiwit per persoon per dag bij een gemiddelde energievoorziening van 3100 kcal. Dat betekent dat het binnen het Nederlandse menu, zeker bij een hogere energetische opname, goed mogelijk is om aan de voor sportmensen aanbevolen hoeveelheden eiwit te komen. Dat geldt ook voor mensen die aan krachtsport doen.

HEEFT HET ZIN OM VOOR DE ZEKERHEID EIWITPREPARATEN ALS AANVULLING OP DE VOEDING TE NEMEN?

Gezien het bovenstaande is dat overbodig. Het is bovendien zonde van het geld. Er zit zelfs nog een risico aan: men waarschuwt voor leverkwalen en een verstoorde nierfunctie.

WAT BEDOELT MEN MET EEN HOOGWAARDIG EIWIT?

Van de aminozuren die we kennen moeten er 8 à 10 beslist met de voeding worden opgenomen. Het lichaam kan deze aminozuren niet zelf maken. Men noemt dit de essentiële aminozuren. Een eiwit waar veel van deze essentiële aminozuren in zitten, noemt men een hoogwaardig eiwit of een eiwit met een hoge biologische waarde. Die biologische waarde wordt soms uitgedrukt in procenten, waarbij wordt uitgegaan van kippe-eiwit als zijnde 100 procent. In dit percentage drukt men eigenlijk uit in hoeverre de voedingseiwitten bruikbaar zijn voor de opbouw van de cel.

MAAKT HET NOG WAT UIT, OF WE ONZE EIWITTEN UIT DIERLIJKE OF PLANTAARDIGE PRODUCTEN HALEN?

In het algemeen maakt dat niet uit, door het hoge niveau van onze totale eiwitconsumptie. Dierlijk eiwit bevat meer essentiële aminozuren en in een betere verhouding dan plantaardig eiwit. Het is ook beter verteerbaar. De meeste eiwitten zijn van dierlijke oorsprong, zoals die uit vlees, kaas, melk, eieren en vis. De biologische waarde van deze eiwitten loopt niet zo veel uiteen. Veel dierlijke eiwitrijke voedingsmiddelen hebben het nadeel dat ze meer vet bevatten dan plantaardige. Bovendien verminderen de voedings-

vezels in plantaardige produkten de kans op aandoeningen van de dikke darm. Daarom wordt geadviseerd minstens de helft van de benodigde eiwitten uit plantaardige voeding te halen (graan, bonen, aardappelen, rogge), ook al is hun biologische waarde minder.

DE HELE EIWITSTOFWISSELING IS TAMELIJK INGEWIKKELD. IN HOEVERRE IS DE SAMENSTELLING VAN ONZE VOEDING HIEROP AFGESTEMD?

Het is voor de opbouw van de eigen lichaamseiwitten van belang dat alle benodigde aminozuren binnen een bepaald tijdsbestek (bijvoorbeeld een uur) en zoveel mogelijk in de juiste onderlinge verhouding worden aangevoerd. Eiwitten worden alleen optimaal benut bij een uitgebalanceerde voeding. Verschillende eiwitten vullen elkaar goed aan. Het ene heeft een overschot aan aminozuren die het andere juist tekort komt. Melk en graanprodukten vullen elkaar goed aan, evenals aardappelen en melk, graanprodukten en vlees, tarwe en gist, maïs en melk, peulvruchten en graanprodukten en peulvruchten en ei. Een slechte combinatie is bijvoorbeeld brood plus groente.

Voor de opbouw van lichaamsweefsel zijn ook energie, vitaminen en mineralen nodig. Daarom is een dieet van eiwitten zinloos.

7. Vitamines

WAT VERSTAAN WE ONDER VITAMINES?

Vitamines zijn stoffen die we niet kunnen missen voor de groei en instandhouding van ons lichaam. Kleine tot zeer kleine hoeveelheden ervan zijn al voldoende voor de gewenste werking. Het lichaam kan ze niet zelf vervaardigen, of in ieder geval niet in voldoende mate. Een tekort aan een bepaalde vitamine gaat gepaard met specifieke symptomen. Die symptomen verminderen of verdwijnen als de ontbrekende vitamine wordt aangevuld. Vitamines leveren zelf geen energie, hun taak is vooral het regelen van de stofwisseling. Het hangt verder een beetje van de definiëring van het begrip af welke stoffen we eronder rekenen.

WAT VOOR SOORT VITAMINES ZIJN ER?

Vitamines worden op twee manieren aangeduid. Het oudst is de aanduiding met letters (vitamine A, etc.), die voortkomt uit de volgorde waarin men ze heeft ontdekt. Later, toen men meer kennis kreeg over hun chemische samenstelling, kregen ze 'echte' wetenschappelijke namen (retinol, etc.). Er kan een verdeling worden gemaakt in vitamines die in water oplosbaar zijn en andere die in vet oplossen. Onder de eerste groep vallen de B-vitamines en vitamine C. De overige (vitamines A, D, E en K) zijn in vet oplosbaar. Van vitamine A, D, E en K kunnen we een voorraadjie aanleggen, waardoor we er niet gauw een tekort aan zullen hebben. De vitamines B en C daarentegen verdwijnen uit ons lichaam met de urine. Dat betekent dat die dagelijks via de voeding moeten worden aangevuld.

IS ER EEN VERBAND TUSSEN HET LEVEREN VAN EEN LICHAMELIJKE INSPANNING EN DE BEHOEFTE AAN BEPAALTE VITAMINES?

Er zijn aanwijzingen dat mensen die aan sport doen, daardoor een verhoogde behoefte aan vitamines hebben. Daarbij speelt een aantal factoren een rol. Ze hebben een groter energieverbruik, en dat geldt dan vooral voor duursporten, waardoor de vitamines die bij de energiestofwisseling betrokken zijn, in grotere hoeveelheden nodig zijn. Zo hangt de behoefte aan vitamine B1 nauw samen met het energieverbruik. Bovendien wordt deze beïnvloed door de hoeveelheid koolhydraten die we innemen.

Verder worden door de stijging van de lichaamstemperatuur alle stofwisselingsprocessen in het lichaam versneld, wat kan leiden tot een grotere behoefte aan de zogenaamde co-enzymen of cofactoren, zonder welke de enzymen hun functie niet kunnen vervullen. Enzymen zijn eiwitconstructies die een activerende rol spelen bij biochemische verrichtingen in het lichaam. Sommige vitamines werken als co-enzym. Een erg drukke 'baan' op dat gebied heeft bijvoorbeeld vitamine B6, die voor meer dan 50 enzymen de rol van co-enzym speelt. Sommige auteurs wijzen ook op het verlies aan vitamines via de transpiratie, maar dat zijn zeer geringe hoeveelheden.

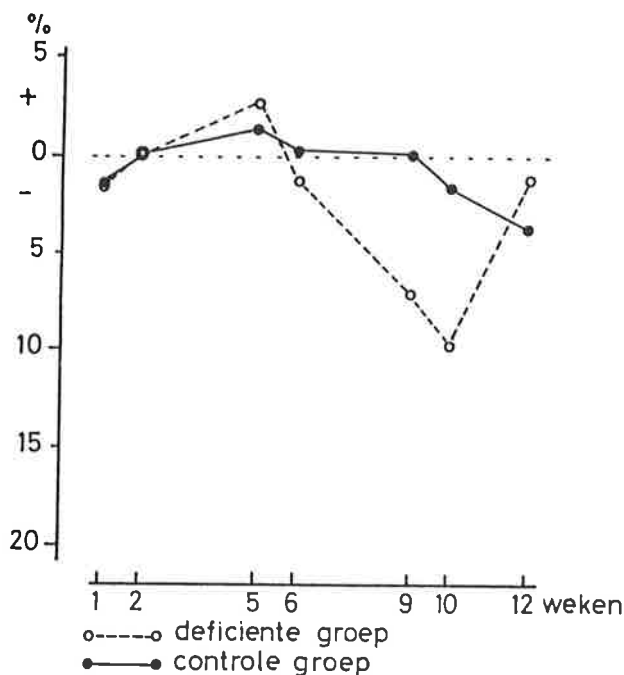
WELKE VITAMINES SPELEN EEN ROL BIJ DE ENERGIESTOFWISSELING?

Dat zijn in eerste instantie de B-vitamines thiamine, riboflavine en niacine. Daarnaast spelen ook andere B-vitamines als pantotheenzuur en biotine er een rol bij. Bij krachtsporten worden veel eiwitten verbruikt, zodat daar een vergrote behoefte bestaat aan vitamines die betrokken zijn bij de aminozuur-stofwisseling (zie ook het hoofdstuk 'Eiwitten'). Dat

geldt dan voor vitamine B6 en foliumzuur, ook wel vitamine M
geheten.

MAAKT HET VOOR DE VITAMINEBEHOEFTE NOG UIT WAT VOOR SOORT SPORT MEN BEOEFENT?

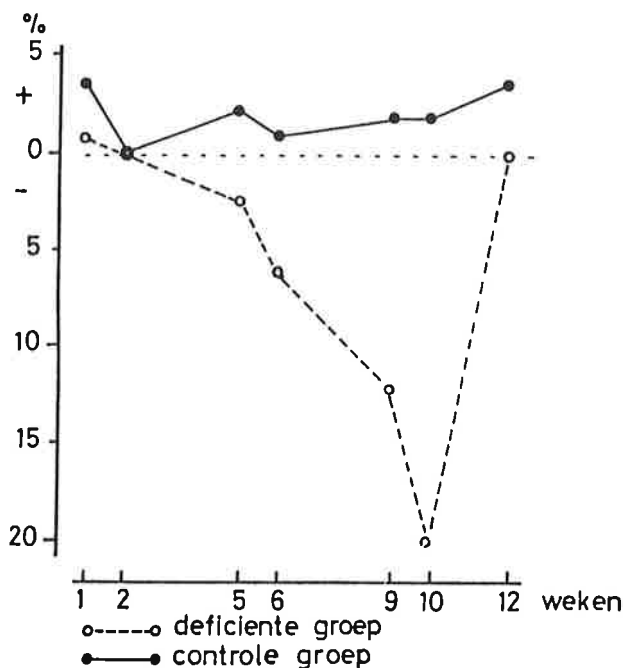
Duursporters met hun grote energieverbruik moeten er
vooral voor zorgen dat ze voldoende vitamine B1, B2 en C bin-



Aerobe capaciteit (VO_2max) van de proefpersonen in het onderzoek marginale vitaminetekorten en prestatievermogen (% verandering in tijd, vergeleken met de 2e week).

nenkrijgen. Vitamine C speelt onder andere een essentiële rol bij de stofwisselings- en weefselvormingsprocessen, zoals de koolhydraat- en aminozuurstofwisseling (zie de hoofdstukken 'Koolhydraten' en 'Eiwitten'), de vorming van hormonen en die van collageen (hoofdbestanddeel van ons bindweefsel). Ook zijn er onderzoeken die wijzen op een beter verlopende glycogeenopslag (zie ook het hoofdstuk 'Machine in beweging') bij een optimale vitamine C-voorziening.

Bij de takken van sport die het meer van explosieve inspannin-



Anaerobe drempel van de proefpersonen in het onderzoek marginale vitaminetekorten en prestatievermogen (% verandering in tijd, vergeleken met de 2e week).

gen moeten hebben, spelen vitamine B6 en foliumzuur een grotere rol.

IS ER EEN AANWIJSBAAR VERBAND TUSSEN HET PRESTATIEVERMOGEN EN DE VITAMINESTATUS VAN HET LICHAAM?

Over het algemeen kunnen we zeggen dat een tekort aan vitamines het prestatievermogen nadelig beïnvloedt. Dat is onder meer gebleken uit onderzoek bij TNO. Bij het verstrekken van voeding die ten hoogste een derde van de aanbevolen hoeveelheden vitamine B1, B2, B6 en C bevatte, bleek het lichamelijk functioneren binnen enkele weken achteruit te gaan. En zodra de vitaminetoevoer werd verbeterd, ging ook het prestatievermogen vooruit. Uit ander onderzoek bleek dat een tekort aan vitamine B1 het zuurstofopnamevermogen vermindert en de anaërobe drempel verlaagt. (Zie daarvoor ook het hoofdstuk 'Machine in beweging'.)

KAN HET PRESTATIEVERMOGEN OOK WORDEN VERGROOT DOOR MEER VITAMINES TE NEMEN DAN DE AANBEVOLEN HOEVEELHEDEN?

Extra vitamines hebben alleen zin als er sprake is van een tekort. Omdat een sportbeoefenaar meer energie verbruikt, moet hij ook meer vitamines consumeren. Maar omdat hij normaal gesproken ook meer eet, zal er niet gauw sprake zijn van een tekort. Voorwaarde daartoe is wel dat het genoten voedsel die vitamines bevat. Indien 'lege calorieën' worden geconsumeerd (bijvoorbeeld energierijke dranken) kan vitamine-aanvulling wel van belang zijn.

Bij het al genoemde TNO-onderzoek is geprobeerd of het prestatievermogen nog kon worden vergroot door naast de aanbevolen voeding nog een multivitamine- en ijzerpreparaat

toe te dienen. Dit leverde geen effect op.

KAN HET KWAAD OM ENORME HOEVEELHEDEN VITAMINES IN TE NEMEN NAAST DE AANBEVOLEN DOSES?

We weten al lang dat dit zeker kwaad kan bij de in vet oplosbare vitamines A en D. Er ontstaan dan vergiftigingsverschijnselen. Aanvankelijk dacht men dat grote doses, en dan hebben we het over hoeveelheden van 100 mg tot 5 g per dag, van de in water oplosbare vitamines niet gevaarlijk waren, omdat het overschot via de urine het lichaam uit kan. Het blijkt echter dat een verstoring van de onderlinge verhouding van de benodigde vitamines een negatieve invloed kan hebben op de werking en/of opname van de andere vitamines. Ook kan het regelmatig innemen van grote doses leiden tot een bepaalde afhankelijkheid hiervan, ofwel tot onthoudingsverschijnselen zodra de inname wordt gestopt. Een ander gevaar is dat door deze grote hoeveelheden vitamines bepaalde ziekten, die wel degelijk aanwezig zijn, worden gemaskeerd. Verder bestaat het risico van ongewenste interacties met medicijnen. Een overmatig gebruik van vitamine C bevordert de vorming van nierstenen. Te veel vitamine B12 en B6 kan leiden tot neurologische ziektebeelden.

WAAR ZITTEN BEPAALDE VITAMINES IN EN HOEVEEL HEBBEN WE DAARVAN DAGELIJKS NODIG?

Voor een compleet overzicht daarvan, trouwens van de complete samenstelling van allerlei voedingsmiddelen, verwijzen we naar de Voedingsmiddelentabel van de Voedingsraad. (De grafieken op pag. 52 en 53 komen voort uit TNO-onderzoek naar het verband tussen vitaminedoorsnede en prestatievermogen; bron: tijdschrift 'Voeding'.)

8. Mineralen

WAT ZIJN MINERALEN?

Mineralen zijn anorganische (dode) stoffen of verbindingen daarvan, waarvan er een aantal onmisbaar is voor alle vormen van leven. We moeten ze van buitenaf, via de voeding dus, tot ons nemen. Het lichaam kan zelf geen mineralen maken.

WELKE MINERALEN HEEFT HET LICHAAM NODIG?

Tenminste zeventien mineralen zijn onmisbaar voor het menselijk leven. We verdelen ze, naar de hoeveelheid waarin ze in het lichaam aanwezig zijn en waarin ze moeten worden aangevoerd, in macro- en micro-elementen of spoorelementen. Onmisbare macro-elementen zijn calcium, fosfor, magnesium, zwavel, kalium en natrium. Onmisbare spoorelementen zijn ijzer, koper, jodium, fluor, kobalt, mangaan, zink, chroom, molybdeen, selenium, vanadium en waarschijnlijk ook arseen, nikkel, silicium en tin.

IN WELKE HOEVEELHEDEN HEBBEN WE MINERALEN NODIG?

Samen vormen mineralen vijf procent van 't lichaamsgegewicht, nogal wat minder dan de vetten en eiwitten. De hoofdmoot wordt gevormd door calcium (twee procent). De hoeveelheden die we van de diverse mineralen moeten opnemen, lopen sterk uiteen. Zo hebben we van calcium elke dag 800 tot 1200 mg nodig, en van chroom 0,2 mg. Het is overigens niet zo dat mineralen waarvan we maar weinig nodig hebben, daarmee ook een ondergeschikte rol in ons lichaam spelen.

WAT VOOR TAAK HEBBEN MINERALEN IN HET LICHAAM?

Globaal kunnen we zeggen dat ze dienen als bouwstoffen, bouwstenen en als regelaars. Verschillende mineralen hebben taken waardoor ze in meer groepen kunnen worden ondergebracht.

Als bouwstof dienen calcium, fosfor en magnesium vooral voor de vorming en instandhouding van ons skelet. Als bouwstenen maken sommige elementen in kleine hoeveelheden deel uit van enzymen en hormonen of zijn ze betrokken bij verbindingen als rode bloedkleurstof (ijzer), vitamine B12 (kobalt), andere B-vitamines (fosfor), insuline (zink).

En dan zijn er dus de regulerende mineralen, die bijvoorbeeld als zouten opgelost in de lichaamsvocht, de waterhuishouding regelen, of zorgen voor een juiste drukverhouding tussen de vloeistoffen binnen en buiten de cellen. Daarbij werken kalium, magnesium en fosfaten binnen de cellen en natrium, calcium en chloor buiten de cellen. Mineralen maken ook deel uit van de systemen die de zuur-base-verhouding controleren, ofwel verhinderen dat bloed en weefsels verzuren. De regulerende taken worden steeds uitgevoerd door een aantal mineralen samen.

WAARVOOR HEEFT ONS SKELET AANVOER VAN MINERALEN NODIG?

Calcium, fosfor en magnesium vormen belangrijke bestanddelen van onze beenderen, die 12 tot 15 procent van ons lichaamsgewicht uitmaken. De aanvoer daarvan is vooral in de groeiperiode van belang. Maar ook bij volwassenen is het skelet geen dood weefsel: er vindt een stofwisseling plaats, er wordt voortdurend calcium afgebroken en opgebouwd. Met urine en ontlasting gaat het calcium het lichaam uit, en daarom moet het ook, met de voeding, weer worden aangevuld. Cal-

cium-bronnen zijn vooral melkprodukten. In de fosforbehoefte wordt voorzien bij gebruik van voldoende dierlijke eiwitten. Magnesium zit vooral in noten, graanprodukten, peulvruchten en groenten. Dat magnesium is trouwens ook een essentieel deel van de enzymen die een rol spelen bij het verwerken van koolhydraten en eiwitten.

WAT VOOR ROL SPEELT HET ELEMENT IJZER VOORAL IN RELATIE TOT DE ENERGIEVOORZIENING?

Ijzer is essentieel voor de zuurstofbinding. Het is daartoe ingebouwd in de hemoglobine, de rode bloedkleurstof, de transporteur van zuurstof in ons bloed. Zonder ijzer bindt hemoglobine geen zuurstof, verliest het dus zijn functie. Het is ook zo dat er bij ijzergebrek minder hemoglobine wordt aangemaakt. In totaal heeft een volwassen mens drie tot vijf gram ijzer in zijn lichaam. Twee derde daarvan is functioneel of essentieel ijzer en dat bevindt zich in de al genoemde hemoglobine, in de myoglobine (stof die de spieren rood kleurt en die zorgt voor een zuurstofvoorraadje in de spier), in de cytochromen (enzymen die een rol spelen in de oxydatieve energievoorziening van de spier) en in andere enzymen. De rest van ons ijzer is opgeslagen in lever, beenmerg en milt.

In de lever en de bloedvormende organen wordt ijzer opgeslagen gebonden aan het eiwit ferritine. Als het nodig is, laat dit ferritine het ijzer los, waarna het wordt ingebouwd in de rode bloedlichaampjes.

In de spieren vinden we ijzer in de myoglobine en in de cytochromen. Zonder deze enzymen, of als het ijzer op is, moet de spier eerder overschakelen op anaërobe stofwisseling.

SPEELT IJZERGEBREK IN DE SPORTWERELD EEN GROTE ROL?

Uitgeputte ijzervoorraden komen regelmatig voor bij langeafstandslopers. Symptomen hiervan zijn teruglopende prestaties, kortademigheid, hoofdpijn en slecht slapen. Men neemt aan dat dit ijzerverlies ontstaat door verlies via het zweet, plus verlies via de ontlasting en verlies aan bloedkleurstof via de urine. In de urine van sportmensen worden regelmatig rode bloedcellen aangetroffen. Gaat het om sporten met veel lichaamscontact, dan zou dit kunnen komen door nierbeschadiging. Bij duursport denkt men dat de nierfunctie verandert door de lichamelijke inspanning. Het is ook nog mogelijk dat een verminderde ijzervoorraad een adaptatieverschijnsel is, ofwel bij sportmensen als normaal moet worden beschouwd.

HOE KOMT HET DAT IJZERGEBREK HET PRESTATIEVERMOGEN AANTAST?

We noemden hierboven al de rol van hemoglobine bij het transport van zuurstof. Als we inademen, moet in de longblaasjes zuurstof van de longlucht naar het bloed gaan. Daarvoor moeten enkele barrières worden gepasseerd, zoals de wand van de longblaasjes, de wand van het haarvaatje, het bloedplasma (het waterig deel van het bloed) en de celwand van het rode bloedlichaampje. Water kan maar een beperkte hoeveelheid zuurstof bevatten (anders gezegd: zuurstof is slecht oplosbaar in water), dus kan ons bloedplasma in onvoldoende mate zuurstof transporteren. Ons totaalbloed (plasma met bloedcellen) kan dat veel beter dank zij de aanwezigheid van het eiwit hemoglobine.

Bij gebrek aan hemoglobine, als gevolg van ijzergebrek, zal dus minder zuurstof aan de spieren worden afgegeven. Daar komt nog bij dat hemoglobine ook een belangrijke rol speelt bij de afvoer van stofwisselingsprodukten (melkzuur) uit de spier,

onder andere naar de long.

Een ander gevolg van ijzergebrek is dat in de spiercel minder zuurstof kan worden gebonden door de daling van het gehalte myoglobine. En door de verminderde hoeveelheid en activiteit der cytochromen is het vermogen om langs oxydatieve weg substraten (het deel van een molecuul waar een enzym op inwerkt) af te breken, afgenomen.

HOEVEEL IJZER HEBBEN WE DAGELIJKS NODIG?

Ons lichaam springt zuinig met zijn ijzer om. Een volwassen man verliest per dag een milligram. De aanbevolen dagdosis is 10 tot 15 mg. In de voeding vinden we het vooral in orgaanvlees (lever, nier), peulvruchten, noten, volkorenbrood en wild. IJzergebrek is meestal niet met gewone voeding te herstellen, omdat het slechts in geringe mate door de darmcellen wordt opgenomen. Vooral bij plantaardige voedingsmiddelen gaat dat moeizaam. Aanvulling in de vorm van staalpillen, bij voorkeur in combinatie met vitamine C, is een oplossing. Daarbij moet worden gewaarschuwd dat een te grote aanvulling tot leverbeschadiging kan leiden.

HEBBEN MINERALEN NOG ANDERE FUNCTIES?

Sommige zijn nodig voor het doorgeven van zenuwprikkels en bij het samentrekken van de spieren. Calcium, magnesium, kalium en natrium zijn betrokken bij de regeling van de prikkelbaarheid van spieren en zenuwen en de overbrenging van zenuwimpulsen. Het komt daarbij erg aan op de juiste verhoudingen der diverse mineralen. Zo leidt een gebrek aan calcium tot zenuwtrekkingen, slecht gecoördineerde bewegingen en slappe spieren. Te weinig magnesium leidt tot krampen en stuiptrekkingen.

Keukenzout, opgebouwd uit natrium en chloor, is nodig voor onze waterhuishouding (zie het hoofdstuk 'Vocht'), terwijl chloor niet kan worden gemist bij de maagsapbereiding. Koper is nodig bij de bloedvorming, en bevordert even als nikkel de opneming van ijzer. Zink speelt een rol bij zo'n tachtig enzymen, onder andere bij de ontleding van koolzuur in het bloed tot koolzuurgas.

Chroom is als co-factor van insuline betrokken bij de glucosestofwisseling en bij de regeling en controle van het cholesterolgehalte in ons bloed.

Fosfor, al genoemd bij de skeletvorming, speelt ook een rol bij de energie-overdracht in de cel, bij de vorming van enzymen en de constructie van eiwitten en bij de opneming van B-vitamines.

Mangaan vormt een essentieel deel van de botvorming en van de groei van enzymen. Molybdeen is betrokken bij een enzym dat fungeert in de ijzerkringloop. Selenium is betrokken bij de stofwisseling van vitamine E. Het helpt mee bij de ontgifting van toxische stoffen. Silicium is betrokken bij groei en botvorming en essentieel bij de vorming van versterkingen in bindweefsel. Zwavel tenslotte is een onderdeel van alle eiwitten en geeft die stabiliteit.

9. Vocht

WAT IS DE BETEKENIS VAN VOCHT VOOR HET LICHAAM?

Ons lichaam bestaat voor 65 à 75 procent uit water. Dagelijks verliezen we vocht via urine en ontlasting, via de huid en via de longen. Die verliezen moeten worden aangevuld, anders zou het lichaam snel uitdrogen. Een daling tot 55 procent is al levensgevaarlijk. Een tekort aan vocht verdragen we heel wat slechter dan een tekort aan voeding.

WAAR ZIT HET VOCHT IN HET LICHAAM?

Het lichaamsvocht is verdeeld over drie gebieden: in de cellen (intracellulair) en buiten de cellen (extracellulair), waarbij we het extracellulaire vocht weer onderverdelen in vloeistoffen in de bloed- en lymfevaten (intervasaal) en die in de ruimte tussen de cellen (interstitieel).

HOE KRIJGEN WE VOCHT BINNEN?

Om te beginnen krijgen we natuurlijk vocht binnen via dranken en vloeibaar voedsel, maar verder zit het ook in vaste en halfvaste voedingsmiddelen. Een andere bron van vocht is de verbranding van de opgenomen voedingsmiddelen tot kooldioxyde en water.

WAT GEBEURT ER MET HET VOCHT DAT WE INNEMEN?

De door het darmkanaal opgenomen vloeistof komt in de bloedbaan, komt vandaar in de ruimte tussen de cellen en ver-



foto ANP

volgens via de celwand in de cel. Door nieren, longen en huid stroomt bloedplasma. Voor het verrichten van hun uitscheidingsfunctie nemen zij uit het bloed de noodzakelijke vloeistof op.

WAT ZIJN DE BELANGRIJKSTE TAKEN VAN HET WATER IN ONS LICHAAM?

Het water dient als bouw materiaal, als transportmiddel voor opgeloste voedingsstoffen, mineralen en stofwisselingsprodukten en heeft ook een taak bij onze uitscheidingsfuncties. Verder is het onmisbaar bij een aantal regulerende processen, zoals de handhaving van de lichaamstemperatuur.

HOEVEEL WATER MOETEN WE DAGELIJKS OPNEMEN?

Gemiddeld hebben we per dag twee tot drie liter aanvullend water nodig. Die hoeveelheid neemt toe als we ten ge-

	elektrolyten (mmol/liter)				osmolaliteit (mosmol/kg)
	Na ⁻	K ⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	
zweet	45	5	0,3	58	112
serum	142	4,3	0,6	104	295

Elektrolytenconcentratie en osmolaliteit van zweet en serum. De osmolaliteit is benaderd met de voorhanden zijnde gegevens (aangenomen is dat zweetureumconcentratie 10,7 mmol/l, de serumureumconcentratie 5,4 mmol/l en de serumglucoseconcentratie 5,6 mmol/l bedragen). (Bron: Voeding in de praktijk.)

volge van lichamelijke inspanning veel transpireren. Een marathonloper kan tijdens zo'n wedstrijd meer dan zes liter zweet produceren, wat neerkomt op 13 procent van z'n totale hoeveelheid lichaamswater.



foto Cor Vos

WAAROM TRANSPIREREN WE?

Bij de afbraak van brandstoffen in ons lichaam komt energie vrij. Die wordt maar voor een kwart gebruikt voor de samen-trekking van spieren. De rest komt vrij als warmte, die onze li-chaamstemperatuur onrustbarend zou doen stijgen als ze niet werd afgevoerd. De levensprocessen lopen gevaar als de tem-peratuur van het lichaam te hoog wordt. Verschillende hormo-nen en enzymen verrichten hun werk optimaal bij 37° C.

Het eerste symptoom van een verhoogde lichaamstempora-tuur is een rode huid, als gevolg van verhevigde doorbloeding. Warmte-afgifte aan de omgeving gebeurt aan het lichaamsop-pervlak, aanvankelijk via geleiding, stroming en straling. Blijft de produktie van warmte toch nog groter dan de afgifte via ge-noemde factoren, dan wordt het mechanisme van de transpira-tie ingeschakeld. Het bloed dat de huid bereikt, zet de afschei-ding van zweet in werking. Hiervoor bevinden zich zweetkli-eren in de lederhuid, die dit zweet onttrekken aan het bloed. De warmte van het bloed wordt zo afgegeven aan de huid, die ver-volgens door verdamping van het zweet wordt gekoeld. Dit verloopt zo goed dank zij de eigenschappen van water: er is geen andere vloeistof waaraan bij verdamping zo veel warmte wordt onttrokken. Het uiteindelijke effect is dat het bloed de huid koeler verlaat dan het er bij aankomst was.

WAT KUNNEN DE GEVOLGEN ZIJN ALS HET VERLOREN VOCHT NIET IN VOLDOENDE MATE OF NIET SNEL GENOEG WORDT AANGEVULD?

Reeds een geringe uitdroging (dehydratie), bijvoorbeeld twee procent van het lichaamsgewicht, kan tot daling van het prestatievermogen leiden. De belangrijkste oorzaak daarvan is het verlies aan bloedvloeistof, waardoor de transportcapaciteit terugloopt. Bij een groter vochtverlies gaat ook het verloren

	weersomstandigheden	
	warm/vochtig	koel/droog
zweetproduktie	3,7 liter	2,8 liter (-)
vrijkomen van aan glycogeen gebonden water	1,0 liter	1,0 liter (+)
gewichtsverlies	2,7 kilogram	1,8 kilogram
% van begin gewicht	3,9	2,6
bij vochtopname van	1,5 liter	1,5 liter (-)
gewichtsverlies	1,2 kilogram	0,3 kilogram
% van begingewicht	1,7	0,4

Vochtbalans van een 70 kilogram wegende marathonloper (tijd 3 uur en 10 minuten). (Bron: Voeding in de praktijk.)

gaan van mineralen en spoor-elementen een rol spelen. Zweet bevat bijvoorbeeld 1 à 2 gram zout per liter.

De transpiratie loopt terug als we meer dan enkele liters zijn kwijtgeraakt. Dat heeft tot gevolg dat de lichaamstemperatuur gaat stijgen, wat uiteindelijk kan leiden tot hyperthermie, een soort hoge koorts. In combinatie met dehydratie kan dit een gestoorde bloedsomloop en een gestoord functioneren van het zenuwstelsel tot gevolg hebben.

IS DORST EEN BETROUWBAAR WAARSCHUWINGSSIGNAAL?

Dorst is in feite een teken dat de dehydratie al begonnen is. Met name bij het verrichten van grote inspanningen is het beter om dat stadium voor te zijn, dus tijdig met drinken te beginnen. Dat betekent dat we aan zo'n inspanning moeten beginnen met een behoorlijke vochtvoorraad.

MOETEN WE DRINKEN TIJDENS EEN LANGDURIGE INSPANNING?

Tijdens inspanningen die langer duren dan 50 à 60 minuten, moet worden gedronken. Bij een sport als wielrennen gaat dat vrij gemakkelijk, maar bij het lopen wordt het vaak als lastig ervaren. Door de schokkende bewegingen van het lichaam is drinken uit een bekertje moeilijk, terwijl ook de ademfrequentie door dit drinken wordt verstoord. Men doet er verstandig aan om vanaf het begin, als men nog fris is, kleine beetjes (porties van 100 tot 400 ml) te drinken.

AAN WAT VOOR VOORWAARDEN MOET HET VOCHT DAT WE ALS AANVULLING NEMEN, VOLDOEN?

Van belang is dat het maagdarmkanaal zo weinig mogelijk wordt belast en dat de verliezen aan water en die aan mineralen, elektrolyten en spoor-elementen zo snel mogelijk worden aangevuld. Het maagdarmkanaal hoeft het minst met het aan-gevoerde vocht te doen, als het dezelfde dichtheid van deeltjes heeft als het bloedplasma. De drank is dan isotoon. Bij hypotone dranken is die dichtheid lager, en bij hypertone dranken hoger dan die van het bloedplasma. De maagontledigingssnelheid is het hoogst voor hypotone en isotone vloeistoffen. Hypertone vloeistoffen (zoals de meeste frisdranken) blijven veel langer in de maag, met als gevolg dat ze tijdens een inspanning gaan klotsen en krampen veroorzaken.

Dit heeft te maken met het verschijnsel osmose, ofwel in hoe-verre een oplossing door een halfdoorlaatbare wand (bijvoorbeeld een celwand) kan dringen. De mate waarin dit plaats kan vinden, hangt af van de uitgeoefende osmotische druk. En de mate waarin een opgeloste stof die druk kan veroorzaken, is maatstaf voor de osmolaliteit van die stof. Behalve osmolaliteit hebben ook hoeveelheid en temperatuur van de opgenomen

soort drank	osmolaliteit (mosmol/kg H ₂ O)
leidingwater (Zeist)	4
Spa rood	35
'sportdrank'	315
Spa groen	435
Coca Cola	465
Seven up	465
bier	1005

Osmolaliteit van enige dranken. (Bron: Voeding in de praktijk.)

vloeistof invloed op de ontledigingssnelheid van de maag: een lage temperatuur en een grote hoeveelheid vergroten die snelheid.

Overigens is het moeilijk bij dit alles algemene adviezen te geven, de wijze waarop we reageren op bepaalde dranken en manieren van drinken is erg persoonsgebonden. Men kan het best in de praktijk zelf proberen uit te vinden waar het lichaam het gunstigst op reageert.

WAT ZIJN ELEKTROLYTEN EN WAT DOEN ZE?

Elektrolyten zijn stoffen die in een waterige oplossing elektrische stroom geleiden en daarbij in ionen worden gesplitst. In ons lichaamsvocht zijn allerlei stoffen opgelost, waarvan deze elektrolyten het belangrijkste zijn. Dit zijn elektrisch geladen mineralen. Deze minerale substanties moeten zorgen voor de elektrische processen in de cellen en het in stand houden van de verdeling van de vloeistoffen in het lichaam. De water- en elektrolytenhuishouding staan in nauw verband met ons prestatievermogen, bovendien zijn ze onverbrekkelijk met elkaar verbonden.

KUNNEN WE MINERALEN DIE BIJ HET TRANSPIREREN VERLOREN GAAN, AL DRINKEND AANVULLEN?

Er zijn verschillende dorstlessers in de handel waar deze elektrolyten in zitten, en vaak ook koolhydraten. Maar waarschijnlijk is water met wat glucose net zo goed. Het is in ieder geval goedkoper. De mineralen vullen we dan later met de voeding wel weer aan.

SUPER FLASH ... de superpraktische eiw

Super Flash is een eiwitpoeder dat u helpt om uw eiwitbehoefte te dekken. Het is een zeer praktische manier om eiwit te nemen. Het is ook een goede manier om uw eiwitbehoefte te dekken. Het is een zeer praktische manier om eiwit te nemen. Het is ook een goede manier om uw eiwitbehoefte te dekken.



NIEUW! Isostar De snelle, isotone



Isostar is een isotone sportdrank die u helpt om uw eiwitbehoefte te dekken. Het is een zeer praktische manier om eiwit te nemen. Het is ook een goede manier om uw eiwitbehoefte te dekken.

Isostar is een isotone sportdrank die u helpt om uw eiwitbehoefte te dekken. Het is een zeer praktische manier om eiwit te nemen. Het is ook een goede manier om uw eiwitbehoefte te dekken.

Isostar is een isotone sportdrank die u helpt om uw eiwitbehoefte te dekken. Het is een zeer praktische manier om eiwit te nemen. Het is ook een goede manier om uw eiwitbehoefte te dekken.



SPORT

PEP 65 de super activator van absolute

DEIANA SPORTS
7511 BM Enschede
Holland
Gronauwvortpad 50
Tel. 053 318935



ÓÓK
EGEN
ETER?

FLASH
vertrouwen eiwitreep



... activeert en verbetert de sportieve



EVENWICHT IN PRESTATIE & VOEDING.

10. Mentaliteit, motivatie en bijgeloof

Naarmate het niveau van een prestatie belangrijker wordt, komt degene die de prestatie moet leveren, onder een grotere mentale druk te staan. Ook in de sportwereld is dat een bekend verschijnsel. Of het nu om het geld gaat, het halen van een limiet of het hoge verwachtingspatroon bij de supporters, er zijn talloze factoren die voor spanning kunnen zorgen.

Er zijn topsporters die beweren niet zonder die spanning te kunnen. Anderen gaan er onder gebukt. Vast staat dat niet alleen de fysieke voorbereiding (training, voeding) een belangrijke rol speelt bij het tot stand komen van de uiteindelijke prestatie, maar ook de psychische.

Bleef die psychische voorbereiding in de goede oude amateurstijd beperkt tot de donderspeech van de trainer, tegenwoordig is de motivationele begeleiding van sportmensen een dankbaar werkterrein voor professionele psychologen. Wat vroeger nog werd afgedaan met 'de mysterieuze krachten in de sport', heeft nu te maken met psychastene syndromen, intrapsychische spanningen en masochistische gedragstendenties (drie willekeurig gekozen kreten uit een brief over dit onderwerp in De Volkskrant van 15 januari 1987).

De in wat eenvoudiger termen denkende trainer weet in ieder geval dat, **naarmate de fysieke mogelijkheden van sportmensen dichter bij elkaar liggen, hun mentale instelling eerder zal beslissen over winnen of verliezen.** Een voetballer kan nog zo talentrijk zijn, als zijn 'mentaliteit niet deugt', wat dat dan ook inhoudt, is de trainer hem liever kwijt dan rijk. En diezelfde trainer wordt op straat gezet als hij er niet meer in slaagt zijn spelers voldoende te **motiveren.** Zelfvertrouwen is een belangrijk ingrediënt van de **mentale instelling van de wedstrijd**atleet. Een belangrijke voorwaarde voor dat zelfvertrouwen is het gevoel 'er alles aan gedaan te hebben' om in topvorm aan de start

te verschijnen. Wie door een griepje een week trainingsachterstand opliep, begint met twijfels aan een belangrijke wedstrijd, en dat kan net de doorslag geven in de laatste meters voor de finish.

Het voedingsschema is voor de serieuze sportbeoefenaar even belangrijk als het trainingsschema. De wetenschap ook op dit gebied tot in de puntjes te zijn voorbereid, kan op het beslissende moment ook dat beetje mentale kracht geven dat vroeger nog mysterieus heette.

In een artikel over het slikken van vitaminepreparaten door topsporters zeggen de onderzoekers Brouns en Saris: 'Het doel daarvan is de bevrediging van het gevoel dat extra vitamine-inname tot een betere prestatie zal leiden (...).' Een van de conclusies na een door TNO gehouden onderzoek bij triathlon-deelnemers luidde: 'Het eten van extra vitamines en mineralen ter voorbereiding op een triathlon is een soort bijgeloof. Hooguit wordt hetzelfde effect bereikt als met het niet kriebelende shirtje voor de marathonloper en het nieuwe stuurlint voor de wielrenner: goed voor de moraal, maar niet aantoonbaar fysiologisch van invloed.'

Diëtiste Mieke Bovens zegt in hetzelfde artikel: 'Het psychologisch bezig zijn met voeding in relatie tot prestatie ligt besloten in de angst om niet zo hoog uit te komen in de eindrangschikking. En is het het geloof in de voeding niet, dan is het het luchtkussen in de schoenen wel of het aantal veren in het zadel van de racefiets.'

Ook triatleet Bert Vreeswijk meent dat de speciale diëten en preparaten vooral te maken hebben met bijgeloof: 'Ik heb ze zelf ook geprobeerd en ik heb er geen slechte ervaringen mee. Toch denk ik dat ze hoofdzakelijk ten goede komen aan het zelfvertrouwen.'

Bijgeloof is een vertrouwd verschijnsel in sportkringen. Pas nadat bepaalde rituelen zijn afgewerkt, kan de wedstrijd beginnen. De sportman neemt daarmee afstand van de rationele verworvenheden van de twintigste eeuw. Hij roept de zegen van

de goden af, alvorens op jacht te gaan. Het is dezelfde primitieve instelling die het hem mogelijk maakt weer te luisteren naar de taal van zijn lichaam, die hem misschien ook in staat stelt zonder raadpleging van allerlei boekwerken op het juiste moment de juiste voeding te kiezen.

En daarmee zijn we terug bij de Duitse arts Hanz Balzli, met wiens wijze woorden we ook begonnen. Hij schreef in 1928 in een boek waarin hij zich boos maakte zowel op de fanatieke vlees-eters als op de sektarische vegetariërs: 'Zoals planten en in 't wild levende dieren instinctief de goede voeding kiezen, zo zou ook de mens gevoelsmatig datgene tot zich moeten nemen wat zijn organisme nodig heeft en wat goed voor hem is, en al het andere juist niet.'

Terug naar de natuur dus. Hoewel, terug... Het is de vraag of de mens ooit, zoals het dier, het instinct heeft gehad om de juiste voeding te kiezen. Het enige instinct dat we nu in dit verband hebben, is het gevoel van honger, en die laat zich ook stillen met de meest ongezonde gerechten. Hoe het ook zij, voor de meeste inwoners van ons dichtbevolkte land zou 'terug naar de natuur' toch een wat grote overgang zijn. Zij zullen het vooralsnog moeten doen met de richtlijnen voor een goede voeding zoals die in 1986 door de Voedingsraad werden geformuleerd. Samengevat komen ze hier op neer:

1. Zorg voor een gevarieerde voeding.
2. Wees matig met vet, met name met verzadigd vet en zorg voor een voldoende voorziening met meervoudig onverzadigd vet.
3. Wees matig met cholesterol.
4. Zorg voor een ruime consumptie van complexe koolhydraten (zetmeel) en voedingsvezel, en voorkom een te frequent en te hoog gebruik van suikers (mono- en disachariden).
5. Wees matig met alcohol.
6. Wees matig met keukenzout.

Geraadpleegde en ter lezing aanbevolen bronnen

Marathon-lopen, training, blessures, conditie, dieet; John Humphrey en Ron Holman; Becht, Amsterdam, 1983.

'Uitputting en recuperatie'; H. Kuipers; *Natuur en Techniek*, jaargang 54, 1986, nr. 8.

'Gastrointestinale stoornissen bij intensieve inspanning van lange duur'; F. Brouns, W.H.M. Saris, F. ten Hoor; *Voeding*, jaargang 47, 1986, nr. 9.

'Sport en eiwit'; dr. Jaap Willems; *Aarde en Kosmos*, 1986, nr. 3.

'Eiwitturnover, schakel tussen voeding en gezondheid'; V.V.A.M. Schreurs, H.A. Boekholt; *Natuur en Techniek*, jaargang 54, 1986, nr. 7.

'Protein overloading'; P.B. Soeters; *Voeding*, jaargang 46, 1985, nr. 11.

'Energieregulatie tijdens lichamelijke inspanning'; W.H.M. Saris; *Voeding*, jaargang 46, 1985, nr. 11.

Vitamines en mineralen; Willem van Stuijvenberg; Elsevier (Amsterdam/Brussel), 1986.

Eiwitten in de voeding; Marianne Grooten, Marcel Wilders; Biologiewinkel Rijksuniversiteit Utrecht, 1986.

'Vitamines en prestatievermogen'; dr. W. van Dokkum, E.J. van der Beek; *Voeding*, jaargang 46, 1985, nr. 1.

De invloed van vitaminen op het fysieke prestatievermogen; Fred Brouns, Wim Saris; *Geneeskunde en Sport*, augustus 1986.

'Triatleten presteren niet beter door speciale voeding'; Ron Korevaar; *Toegepaste Wetenschap*, mei 1986.

'De sporter en zijn voeding'; E.J. van der Beek; *Voeding in de praktijk*, juni 1985.

Voeding, psychologische en culturele aspecten; prof. dr. J.J. Groen; bijdrage aan het wetenschappelijk programma van het ledencongres van de Koninklijke Nederlandse Maatschappij tot Bevordering der Geneeskunst, Maastricht, 1979.

Gedachten over een goede voeding; prof. C. den Hartog; TNO Project, 76-11.

Sport en voeding; dr. Peter Konopka; Elmar (Rijswijk), 1984.

Training, prestatie en gezondheid in de sport; F. Verstappen, F. Brouns, H. Keizer, J. Swinkels, P. Wolters; Bunge (Utrecht), 1985.

'Voeding en sport'; ir. M.R.T. Bouterse-Van Haaren; in de serie *Vlees, voeding en gezondheid*, uitgave Voorlichtingsbureau Vlees, 1984.

Advies inzake sportvoedingspreparaten; Commissie Sportvoedingspreparaten; uitgave Voedingsraad, december 1986.

Register

Absorptie, 22
actine, 20, 27
adenosine-difosfaat, 25
adenosine-trifosfaat, 25
ADP, 25, 27
adrenaline, 43
alvleesklier, 22
aminozuren, 15, 22, 45
aminozuren, essentiële, 48
arseen, 56
arteriosclerose, 41
assimilatie, 25
ATP, 25, 27, 33

Been, 19
beenderen, 19
bewegingsapparaat, 17, 19
bindingsenergie,
 chemische, 27
bindweefsel, 21, 53, 61
biotine, 51
bloed, 24
bloedkleurstof, rode, 57
bloedplasma, 59
bloedsuikerconcentratie, 37
bloedsuikerspiegel, 35
bot, 19
botvorming, 61
bouwstoffen, 17
brandstoffen, 17

Calcium, 56, 57, 60
calorieën, 14, 15
capillairen, 24
cellulose, 35
chloor, 57
cholesterolgehalte, 61
cholesterolspiegel, 41
chroom, 56, 61
chymus, 22
citroenzuurcyclus, 28
co-enzymen, 51
cofactoren, 51
colibacillen, 24
collageen, 19, 53
CP, 27, 33
creatine-fosfaat, 27
creatine-kinase, 27
cytochromen, 58, 60

Darm, dikke, 24
darm, dunne, 24
darmklieren, 22
darmsap, 22
darmvlokken, 22
dehydratie, 65, 66
dextrine, 35
disacharide, 35
drempel, anaërobe, 29, 54
druivesuiker, 34
druk, osmotische, 67

Effecten, suggestieve, 17
eiwit, 44
eiwit, hoogwaardig, 48
eiwitpreparaten, 48

eiwitten, 15, 24, 31
eiwitvezels, 19
elektrolyten, 67, 68, 69
energie, 17
energie, mechanische, 27
enzymen, 44, 51, 57, 61

Ferritine, 58
fibrillen, 20
fluor, 56
foliumzuur, 52, 54
fosfaten, 57
fosfor, 56, 57, 61
fosforylering, oxydatieve, 28
fotosynthese, 34
fructose, 34

gal, 22
glucose, 25, 28, 34, 35, 36
glycerine, 24
glycerine-esters, 40
glycerol, 25
glycogeen, 24, 25, 28, 36
glycogeenopslag, 53
glycogeenvoorraad, 36, 38
glycolyse, 28, 35
glycolyse, anaërobe, 28, 29,
31

groeihormoon, 43

Haarvaatje, 59
haarvaten, 24
hart- en vaatziekten, 14
hartspier, 20
hemoglobine, 58, 59

hormonen, 17, 44, 53, 57
huidvet, 41
hyperthermie, 66
hypertone, 67
hypoglykemie, 37
hypotone, 67

IJzer, 24, 56, 57, 58
ijzergebrek, 60
ijzerpreparaat, 54
insuline, 57
insulinespiegel, 37
isotoon, 67

Jodium, 56
joggen, 14

Kalium, 56, 57, 60
kalk, 19
keukenzout, 61
kobalt, 56, 57
kooldioxyde, 34
koolhydraten, 17, 24, 31, 34,
35

koper, 56, 61
krachtsport, 47, 51
krachttraining, 31

Lever, 22
leverglycogeen, 36
ligamenten, 21
longblaasjes, 59

Maagsap, 22
magnesium, 56, 57, 58, 60

mangaan, 56, 61
melkzuur, 28, 29, 31, 59
mineralen, 15, 31, 56, 57, 67
molybdeen, 56, 61
monoglyceriden, 22
multivitaminepreparaat, 54
myofibrillen, 20, 27
myoglobine, 58, 60
myosine, 20, 27

Natrium, 56, 57, 60
niacine, 51
nikkel, 56, 61
noradrenaline, 43
noten, 60
nutriënten, 15

Oligopeptiden, 22
orgaanvlees, 60
osmolaliteit, 64, 67
osmose, 67
oxydatie, 25

Pancreas-sap, 22
pantotheenzuur, 51
peptiden, 45
peulvruchten, 60
pezen, 21
plasma, 27
proces, anaëroob, 27
pyrodruivezuur, 35

Riboflavine, 51
rietsuiker, 35

Sachariden, di-, 22, 35
sachariden, mono-, 22, 34
sachariden, oligo-, 35
sachariden, poly-, 35
sarcoplasma, 27
selenium, 56, 61
silicium, 56, 61
skelet, 19, 57
skeletspieren, 19
slok darm, 22
spiereiwit, 47
spieren, 19
spieren, dwarsgestreepte, 20
spieren, gladde, 20
spierglycogeen, 36
spiervermoeidheid, 31
spiervezel, 27
spijsvertering, 22
spijsverteringssappen, 22
spoorelementen, 15, 56, 67
sportpreparaten, 17
staalpillen, 60
stapelen, glycogeen, 38
stikstof, 44
stoffen, regulerende, 17
suikers, 31
supercompensatiedieet, 38
synovia, 21

Tapering off, 38
thiamine, 51
tin, 56
transpireren, 65
triglyceriden, 43
trimmen, 14

Uithoudingsvermogen,
aërobe, 31

Vanadium, 56

vetten, 31

vetten, complexe, 40

vetten, eenvoudige, 40

vetten, onverzadigde, 40

vetten, verzadigde, 40

vetverbranding, 37

vetzuren, 15, 24

vetzuren, vetvrije, 25

vitamine A, 50, 55

vitamine B, 50

vitamine B1, 51, 52, 54

vitamine B2, 52, 54

vitamine B6, 51, 52, 54, 55

vitamine B12, 55, 57

vitamine C, 50, 52, 53, 54,
55, 60

vitamine D, 50, 55

vitamine E, 50, 61

vitamine F, 41

vitamine K, 50

vitamine M, 52

vitaminepillen, 13

vitamines, 24, 31, 50

vocht, 15, 31, 62

voedingsleer, 15

voedingsmiddelen

tabel, 15

voedingsstoffen, 14

volkorenbrood, 60

vruchtesuiker, 34

Water, 62

waterstof-ionen, 31

wild, 60

Zetmeel, 35

zink, 56, 57

zouten, minerale, 19

zwavel, 56, 61

zweetklieren, 65



In de TNO-INFO-REEKS zijn reeds verschenen:

STRALING en radioactiviteit

TSJERNOBYL 1986



**Vragen en antwoorden
op een rij gezet door TNO**

STRALING en radioactiviteit

Dit boek geeft antwoorden op vragen over straling en radioactiviteit. Vijf deskundigen van het Radiobiologisch Instituut TNO te Rijswijk schreven het. Zij stelden de vele vragen en antwoorden zo op, dat iedereen er mee uit de voeten kan. Radioactiviteit is een natuurkundig verschijnsel, zoals de zwaartekracht dat is. Met behulp van de kennis uit dit boek kan de lezer in het doolhof met informatie over radioactiviteit zijn weg vinden.



KANKER je moet er meer van weten

Dokter is het kanker...

Een vraag die elke dag wel ergens in een spreekkamer wordt gesteld. En waarop het antwoord met spanning wordt afgewacht. En door de arts in veel gevallen gespannen wordt gegeven. In dit boek worden vragen beantwoord over kanker. Het zijn vragen van alledag, vragen van leken die zich zorgen maken. Om zichzelf of om familie. De antwoorden zijn in duidelijke taal, er komt geen medisch jargon aan te pas.



GIF in de grond

Steeds weer duiken de berichten in de media op: stukken grond, overal in Nederland, blijken te zijn verontreinigd door de aanwezigheid van allerlei gevaarlijke stoffen. De gevolgen zijn bekend: in het meest extreme geval worden soms zelfs hele woonwijken afgebroken. Bodemverontreiniging is een erfenis uit het verleden waaraan we ons niet kunnen onttrekken.

Bij de betrokken bewoners bestaat veel onzekerheid en onduidelijkheid omtrent ernst en omvang van het probleem: welke risico's loopt men, hoe 'giftig' is 'gif', hoe onderzoek je of er sprake is van bodemverontreiniging? In dit boek zijn deze en vele andere vragen door TNO op een rij gezet en van antwoorden voorzien.

Verkrijgbaar in iedere boekhandel

of rechtstreeks bij de uitgever, telefoon 05120-84477.

Met het 'luier' worden van de maatschappij is het beoefenen van sport belangrijker geworden voor onze gezondheid.

Naarmate duidelijker wordt dat bijvoorbeeld hart- en vaatziekten voor een belangrijk deel te wijten zijn aan een gebrek aan lichaamsbeweging, gaan steeds meer mensen daar op één of andere manier iets aan doen. Het leger trimmers groeit nog steeds, sportverenigingen krijgen steeds meer recreatieve leden.

Wie een sport beoefent, hoe recreatief bedoeld ook, probeert al gauw z'n prestaties te verbeteren.

Training is daartoe een instrument. Maar de sportbeoefenaar denkt ook meer dan de gemiddelde mens na over de samenstelling van z'n voeding. En de industrie haakt daar op in.

Kan een sportbeoefenaar z'n fysieke grenzen verleggen door uitgekiende diëten? Of is gewoon gezond eten voldoende? Hoe belangrijk is het suggestieve effect van speciale preparaten en drankjes?

In deze uitgave wordt getracht zin en onzin van elkaar te scheiden aan de hand van resultaten van wetenschappelijk onderzoek.