

---

## Als je slim je spieren wilt gebruiken, ga je ligfietsen!

(Hans H.C.M. Savelberg, Bewegingswetenschappen, Universiteit Maastricht)

Op een ligfiets kun je harder gaan dan op een bukfiets; dat lijkt een feit. Veelal wordt dit effect afgedaan als het gevolg van een lagere luchtweerstand van ligfietsen en wordt daarmee aan ligfietsers iets van oneerlijkheid toegeschreven. Ligfietsers zouden minder tegenwerking hoeven te overwinnen, het is alsof ligfietsers worden beticht van het afsnijden van een route. Ligfietsen wordt zo een soort omgekeerde doping; niet het prestatievermogen wordt verhoogd, maar het gevraagd vermogen wordt teruggebracht. Wie niet sterk is moet slim zijn, geldt niet langer. Want wie slim is, lijkt minder heroïek mee te brengen. Over de heroïek van lig- en bukfietsen wil ik het hier niet hebben, wel over de vraag of ligfietsers misschien inderdaad slimmer zijn dan bukfietsers, en waaruit die slimheid dan blijkt. Het idee van verminderde luchtweerstand wordt gevoed door prestatie van zowel gestroomlijnde bukfietsers [o.m. Chris Boardmans werelduurrecord] en de [echte] werelduurrecords voor tweewielers die in futuristische gestroomlijnde ligfietsen gerealiseerd worden.

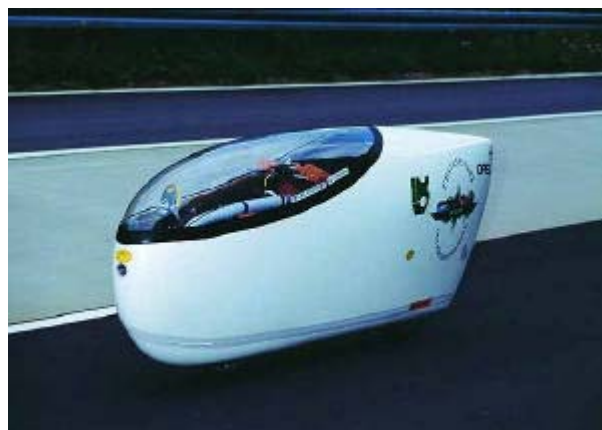
Hans H.C.M. Savelberg,  
(Hans.Savelberg@BW.UNIMAAS.NL)

Luchtweerstand wordt bepaald door de luchtdichtheid, het frontale oppervlak van fietsers en tweewieler samen, de luchtweerstandcoëfficiënt en de relatieve snelheid ten opzichte van de lucht. Voor de vergelijking van lig- en bukfietsen zijn enkel het frontale oppervlak en de luchtweerstandcoëfficiënt van belang. Verder is het belangrijk zich te realiseren dat fietsend vermogen niet alleen opgesnoept wordt door de luchtweerstand, maar ook door de interne wrijving in het mechaniek van de fiets en de rolweerstand. Deze zullen voor buk- en ligfietsen gelijk zijn, en spelen ook een veel geringere rol dan luchtweerstand omdat ze onafhankelijk zijn van de voortbewegingssnelheid. De luchtweerstandcoëfficiënt en het frontale oppervlak zijn factoren die wel verschillen tussen lig- en bukfietsers, en die het verschil in prestatievermogen zouden kunnen verklaren. Het frontale oppervlak is redelijk eenvoudig te bepalen, het frontale oppervlak van ligfietsers wordt geschat op zo'n 70% van dat van racefietsers. De luchtweerstandcoëfficiënt daarentegen is minder eenvoudig te meten. De luchtweerstandcoëfficiënt is een maat voor het gemak waarmee lucht langs een voorwerp stroomt. Zowel de aard van het materiaal waarover de lucht stroomt, als de verhouding tussen lengte en breedte van het voorwerp waar de lucht langs stroomt beïnvloeden de luchtweerstandcoëfficiënt. De waarde voor deze coëfficiënt varieert voor verschillende fietsontwerpen ergens tussen de 0.0 (weinig) en 1.

Voor het soort ligfietsigaren waarmee werelduurrecords gevestigd worden is het evident dat zowel een kleiner frontaal oppervlak als een lagere luchtweerstandcoëfficiënt de luchtweerstand gunstig beïnvloeden in vergelijking tot de best geprepareerde bukfietsers [Boardman]. Dit gunstige verschil ten opzichte van bukfietsers geldt echter zeker niet voor de ongestroomlijnde ligfietsers, en ook zij gaan relatief hard. Zo werden in 2000 in een tijdrit over ruim 3Km, waarin zowel lig- als bukfietsers mochten deelnemen, 130 wielers door een amateurligfietsers naar huis

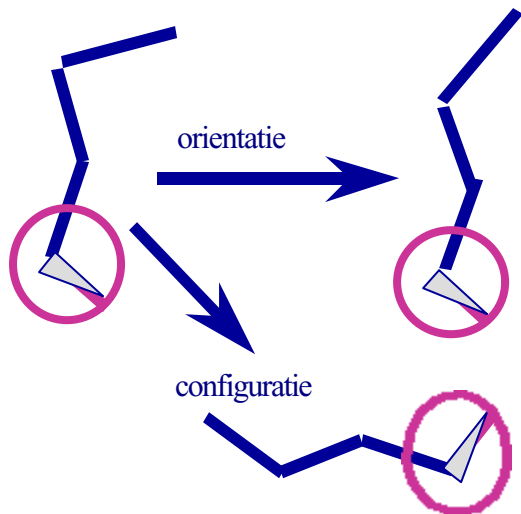
gereden [[www.ligfiets.net/nieuws/bericht.php3?id=29](http://www.ligfiets.net/nieuws/bericht.php3?id=29)]. Niet alleen de mate van professionaliteit was in dit geval in het nadeel van de ligfietsers, ook het gewicht van de fiets [7.5 vs 13 kg] en de lengte en aard van het parcours [kort en gedeeltelijk lichtstijgend] werkten de ligfietsers tegen. Ook ongestroomlijnde ligfietsers hebben een kleiner frontaal oppervlak dan bukfietsers, maar het is zeer de vraag of voor hen ook de luchtweerstandcoëfficiënt gunstiger is. Bukfietsers nemen door hun gekromde rug min of meer een eivorm aan. Qua luchtweerstandcoëfficiënt is een eivorm optimaal. Ongestroomlijnde ligfietsers vormen eerder een soort spoiler. Het is niet ondenkbaar dat door de houding bukfietsers juist een lagere luchtweerstandcoëfficiënt hebben dan ligfietsers, en dat dit het nadeel van een groter frontaal oppervlak compenseert. Echter de exacte waarden zijn dynamisch moeilijk te bepalen.

Wanneer ongestroomlijnde ligfietsers helemaal niet minder vermogen verspillen aan het overwinnen van de luchtweerstand dan bukfietsers, dan moeten prestatieverschillen tussen beide groepen tweewielers aan andere factoren toegeschreven worden. Principeel zijn er twee opties, of ligfietsers verspillen minder energie of ze zijn in staat meer energie te leveren dan bukfietsers. De eerste optie is hiervoor al besproken en lijkt af te vallen.



(Lars Teutenberg 81Km;  
[http://www.speed101.com/image\\_speedbike.htm](http://www.speed101.com/image_speedbike.htm).)

Als ligfietsers meer vermogen kunnen leveren, dan zou dat het gevolg kunnen zijn van of een soort selectie, waarbij sterkere, meer vermogende mensen zich aangetrokken voelen tot ligfietsen of ligfietsers



Hans H.C.M. SAVELBERG - Bewegingswetenschappen UM

gebruiken hun spieren op een efficiëntere wijze. De eerste optie lijkt een puur theoretische, dus laten we eens kijken welke argumenten boven tafel kunnen komen voor of tegen het tweede alternatief. Ligfietsen verschilt qua lichaamsoriëntatie en –configuratie van bukfietsen. Ligfietsers trappen vooruit in plaats van naar beneden. Waar bij bukfietsers de richting van de zwaartekracht parallel is aan de lijn tussen zadel en trapas, staat de zwaartekracht bij ligfietsers loodrecht op diezelfde lijn. Ook de configuratie van het lijf verschilt; in vergelijking tot bukfietsers hebben ligfietsers een meer gestrekte houding, romp en bovenbeen liggen gemiddeld meer in elkaars verlengde. Beide factoren kunnen theoretisch de rekrutering van spieren en daarmee de efficiëntie van het fietsen beïnvloeden.

Het vermogen dat een fietser levert is gelijk aan de integraal van het scalair product van de hoeksnelheid van de crank en de kracht op het pedaal. Bij een gelijke hoeksnelheid betekent dat dat maximalisatie van de component van de pedaalcracht in de richting loodrecht op de crank leidt tot een groter vermogen. In een keten van lichaamsdelen, een fietsend been bijvoorbeeld, wordt de grootte en de richting van een externe kracht, zoals de pedaalcracht, bepaald door de afstemming van de verschillende krachten die op de lichaamssegmenten werken. Belangrijke krachten zijn de spierkrachten en de zwaartekracht. Door lichaamsoriëntatie en –configuratie te manipuleren worden spierkrachten en de richting van de zwaartekracht ten opzichte van de lichaamssegmenten beïnvloed.

Van Ingen Schenau et al. [o.m. 1992] hebben overtuigend aangetoond dat de afstemming tussen

mono- en biarticulaire [ant]agonisten bepalend is voor de richting van een externe kracht. Zo lieten ze zien dat om een [pedaal]kracht voorwaarts te richten coactivatie van mono-articulaire heupstrekkingen en biarticulaire kniestrekkingen/heupbuigers ideaal is. Om een externe kracht naar achteren te richten is afstemming tussen monoarticulaire kniestrekkingen en biarticulaire heupstrekkingen/kniebuigers nodig. Door de lichaamsoriëntatie te veranderen, wordt de heuphoek als functie van de hoek van de crank veranderd. Hierdoor zal de lengte van de spieren die het heupgewricht overspannen veranderen. Omdat de lengte van spieren bepalend is voor de kracht die een spier kan leveren, zal een heuphoekverandering theoretisch invloed kunnen hebben op de afstemming tussen mono- en biarticulaire spieren, en daarmee op de richting van de externe kracht. Een recente, Maastrichtse studie [intrapersoonlijke communicatie ☺] laat zien, dat bij fietsen EMG-activiteit van een groot aantal beenspieren, heup- en enkelgewrichthoeken, en lengte waarbij spieren actief zijn afhankelijk is van de lichaamsconfiguratie, i.c. de heuphoek. Hoewel deze studie niet aantoont dat lichaamsconfiguratie invloed heeft op het externe vermogen, lijkt ze de hypothese te steunen dat lichaamsconfiguratie een effect heeft op het vermogen dat geleverd wordt.

Door de lichaamsoriëntatie te veranderen wordt de richting van de zwaartekracht ten opzichte van het strekkende en buigende been gemanipuleerd. Doordat fietsen een cyclische beweging is zal de zwaartekracht in het ene deel van de trapcyclus de beweging tegenwerken, en in het andere deel haar juist ondersteunen. Dit zal niet anders zijn voor ligfietsen dan voor bukfietsen. Maar ook de zwaartekracht maakt deel uit van het samenspel van mono- en biarticulaire spieren dat de richting van de pedaalcracht bepaalt. Een verandering in de bijdrage van de zwaartekracht heeft invloed op de noodzaak om mono- of biarticulaire spieren te rekruteren, en dus op de richting van de pedaalcracht. In hoeverre deze theoretische optie ook in de praktijk een relevante rol speelt is nog niet duidelijk.

Een energetisch voordeel van ligfietsen ten opzichte van bukfietsen, dat traditioneel aan een verschil in aerodynamica wordt toegeschreven, lijkt zeker voor een deel ook door een verschil in spierdynamica verklaard te worden. Het verschil zou dan niet zo zeer bestaan uit een reductie van verliezen aan de luchtweerstand, maar uit een optimaler inzet van spiervermogen. Ook lijkt een effect van lichaamsconfiguratie, en mogelijk van lichaamsoriëntatie er op te duiden dat er eerder winst te halen is door het optimaliseren van fietsontwerpen dan door het verminderen van het gewicht of de luchtweerstand van een fiets en fietser. Zijn ligfietsers dan toch gewoon slimmer?

Van Ingen Schenau, G.J. et al. [1992] Neuroscience, 46[1]: 197-207.

De laatste algemene ledenvergadering van de NVB



De laatste algemene ledenvergadering van de VIF



&



De oprichtingsvergadering van de VvBN,  
dinsdag 13 november 2001

---

# Wie zitten er in het bestuur van de VvBN?

## (deel 1)

### Monique Frings-Dresen

Monique Frings-Dresen (04-03-1952) studeerde aan de Interfaculteit Lichamelijke Opvoeding (IFLO, tegenwoordig faculteit der Bewegingswetenschappen) aan de VU in Amsterdam (afstudeerrichting Inspanningsfysiologie/ Gezondheidskunde, 1978) en promoveerde in de Geneeskunde aan de Universiteit van Amsterdam (1983). Sinds september 1997 is zij benoemd als hoogleraar op het gebied van Arbeidsgezondheidskunde i.h.b. ontstaan en preventie van arbeidsgebonden aandoeningen, met name gericht op klachten aan het bewegingsapparaat en psychosociale aandoeningen, binnen het Coronel Instituut voor Arbeid, Milieu en Gezondheid, Academisch Medisch Centrum/Universiteit van Amsterdam. Zij is duo-voorzitter bij de VvBN samen met Willem van Mechelen



### Hanno van der Loo



Hanno van der Loo was in de periode 1997-2001 voorzitter van de Vereniging voor Inspanningsfysiologie en is thans penningmeester van de VvBN. Hij studeerde van 1986 t/m 1992 Inspanningsfysiologie en Psychologie aan de IFLO aan de VU in Amsterdam en volgde daar ook de docentenopleiding. Van der Loo is momenteel drie dagen per week werkzaam als inspanningsfysioloog op de afdeling Topsportgeneeskunde van Numico Research BV te Wageningen. Daarnaast is hij eigenaar van onderzoeks- en adviesbureau AdPhys te Boskoop, dat zich bezighoudt met het genereren en/of verspreiden van sportwetenschappelijke kennis.

---

## Allard van der Beek

Allard van der Beek is bewegingswetenschapper (VU, 1988) en houdt zich vooral bezig met arbeidsepidemiologisch onderzoek. Dit leidde in 1994 tot een promotie op het proefschrift getiteld 'Assessment of workload in lorry drivers'. Hij werkt als senior onderzoeker bij de afdeling Sociale Geneeskunde van het EMGO Instituut (VU medisch centrum). Allard is betrokken (geweest) bij studies naar (preventie van) werk-gerelateerde klachten aan het bewegingsapparaat en werkstress. Daarnaast is hij geïnteresseerd in onderzoek naar het bevorderen van lichamelijke activiteit en de preventie van sportblessures.



## Paul Kuijer



Paul Kuijer is bewegingswetenschapper (VU) en afgestudeerd in 1991. Hij is werkzaam bij het ergonomisch adviesbureau ERGOcare van de Faculteit Bewegingswetenschappen en bij het Coronel Instituut voor Arbeid, Milieu en Gezondheid. In maart 2002 is hij gepromoveerd op een onderzoek naar de effectiviteit van ergonomische maatregelen om de fysieke belasting in het werk van huisvuilbeladers te verminderen. Vanaf 1998 tot 2001 was hij voorzitter van de Nederlandse Vereniging voor Bewegingswetenschappen (NVB).

Volgende keer: Tinus Jongert, Ruud Karsdorp, Willem van Mechelen, en .....



De laatste informatie over de activiteiten van de VvBN zijn te vinden op: <http://www.bewegingswetenschappen.org>

## Promoties

Mariëlle Bosboom

### ‘Deformation as a trigger for pressure sore related muscle damage’

Drukwonden zijn lokale degeneraties van huid en/of de onderliggende weefsels, zoals subcutaan vetweefsel of spierweefsel. Ze worden veroorzaakt door een langdurige mechanische belasting die extern, op de huid, wordt uitgeoefend en kunnen bijvoorbeeld ontstaan bij personen die bedlegerig zijn, in een rolstoel zitten of een prothese dragen. Drukwonden zijn belastend voor de patiënt en kunnen vooral in de beginstadia erg pijnlijk zijn. De prevalentie van drukwonden is hoog; ongeveer 10% van de patiënten in een ziekenhuis heeft drukwonden. Een adequate preventie is moeilijk, omdat fundamentele kennis over de ontstaansmechanismen van drukwonden ontbreekt. Het is namelijk niet bekend hoe de externe belasting op de huid resulteert in lokale spanningen en rekken in de weefsels en hoe deze lokale belastingen uiteindelijk tot weefselschade kunnen leiden. Bovendien richt preventie zich met name op de huid, terwijl spierweefsel gevoeliger is voor mechanische belastingen en de meest ernstige drukwonden vaak in de spier ontstaan. Het doel van mijn promotieonderzoek was inzicht te krijgen in de relatie tussen langdurige mechanische belasting en lokale spierschade. Hiervoor zijn een diemodel en een eindige elementen model ontwikkeld.

Het diemodel tracht een gecontroleerde externe belasting te relateren aan de locatie en hoeveelheid spierschade. Tijdens dierexperimenten werd hiervoor bij mannelijke Brown Norway ratten de tibialis anterior spier samen met de huid gedurende enkele uren samengedrukt tussen een stempel en de tibia. Vierentwintig uur na de belasting werd de spier onderzocht op de aanwezigheid van schade door zowel histologische technieken als in vivo hoge resolutie MRI te gebruiken. Uit de resultaten bleek dat de locatie en de hoeveelheid schade bepaald met MRI overeenkwamen met de spierschade bepaald met behulp van histologische technieken. Histologische technieken zijn echter veel arbeidsintensiever en door het uitnemen van het weefsel zijn vervolgstudies of klinische toepassingen niet mogelijk. MRI is dus een veelbelovend alternatief voor histologie in onderzoek naar de ontstaansmechanismen van drukwonden.

Daarnaast werd er in de dierexperimenten een grote variatie in gevoeligheid voor spierschade gevonden voor de verschillende proefdieren. In de klinische praktijk worden verschillen in gevoeligheid van patiënten vaak verklaard aan de hand van onderliggende pathologie of

verschillen in risicofactoren, zoals leeftijd, mobiliteit en voedingsstatus. Deze verklaringen zijn hier niet van toepassing, omdat de proefdier eigenschappen, de experimentele omstandigheden en de belastingcondities identiek waren. Meer onderzoek naar de grote variatie in gevoeligheid is nodig, omdat het aantal proefdieren beperkt was en slechts één belastingsprotocol werd gebruikt. Echter, als verschillen in gevoeligheid inderdaad niet alleen verklaard kunnen worden uit onderliggende pathologie of al bekende risicofactoren, dan zal dit grote consequenties hebben voor de preventie van drukwonden.

Het eindige elementen model is ontwikkeld om de lokale mechanische toestand in de spier te bepalen die ontstaat als gevolg van de externe belasting. Het vergelijken van de lokale spierschade en de lokale mechanische toestand kan dan de lokale mechanische grootheden opleveren, die kritisch zijn voor het ontstaan van schade. Op deze manier is een betere voorspelling mogelijk van de consequenties van een externe belasting voor het ontstaan van weefselschade. De vergelijking van dierexperimenten en eindige elementen berekeningen werd echter bemoeilijkt door de grote variatie in spierschade gevonden tijdens de dierexperimenten. Mijn promotieonderzoek heeft wel aangetoond dat vervorming kan leiden tot aanzienlijke schade in spierweefsel, maar de onderliggende mechanismen zijn nog niet duidelijk geworden. De hier beschreven fundamentele aanpak, waarbij gebruik gemaakt wordt van experimentele en numerieke modellen, zal ons wel in staat stellen op termijn de etiologie van drukwonden volledig in kaart te brengen.

Universiteit Maastricht, 12 oktober 2001  
Mariëlle Bosboom ([e.m.h.bosboom@tue.nl](mailto:e.m.h.bosboom@tue.nl))

Judith Kuiper

### ‘Biomarkers of back load. An exploratory study’

Fysieke belasting van de rug wordt beschouwd als een belangrijke risicofactor voor het ontstaan van rugklachten. Veel is echter nog onbekend over de wijze waarop belasting tot rugklachten leidt. Zo is moeilijk vast te stellen welke vormen van belasting het grootste risico vormen en waarom de ene persoon wel rugklachten krijgt en de andere niet. Om het ontstaan van rugklachten beter te kunnen begrijpen en adequate blootstellings- en effectmaten voor onderzoek te kunnen definiëren is kennis van de effecten van belasting op het niveau van weefsels essentieel. Het meten van moleculen in het bloed als biomarkers van afbraak en

opbouw van de extracellulaire matrix van bindweefsel biedt een mogelijkheid om de effecten van rugbelasting op weefsels te onderzoeken. Verstoring van de stofwisseling van de extracellulaire matrix in structuren van de wervelkolom kan leiden tot weefselbeschadigingen die rugklachten veroorzaken. Dit proefschrift beschrijft de selectie van potentiële biomarkers en de verkenning van hun geschiktheid en validiteit voor het meten van de effecten van rugbelasting op weefselniveau.

Op basis van literatuuronderzoek is een tweetal biomarkers voor respectievelijk opbouw en afbraak van type I collageen geselecteerd als potentiële biomarkers voor de effecten van rugbelasting. Type I collageen is een bestanddeel van de extracellulaire matrix dat zorgt voor de stevigheid van het weefsel. Het komt voornamelijk voor in weefsels die blootstaan aan trek- en compressiekrachten zoals tussenwervelschijven, kraakbeen en botten. In verschillende studies is vervolgens de geschiktheid en validiteit van deze biomarkers onderzocht. Allereerst bleek uit een studie bij patiënten die aan een hernia geopereerd werden dat beschadiging van tussenwervelschijven leidt tot meetbare veranderingen van de biomarkers in het bloed. De gevonden afname van de afbraakmarker en toename van de opbouwmarker na de operatie weerspiegelen waarschijnlijk het herstel van het tijdens de operatie beschadigde weefsel. Daarna toonden een tweetal studies in verschillende arbeidssituaties dat het gehalte van de biomarkers in het bloed samenhangt met de mate van rugbelasting. Uit een transversale studie kwam naar voren dat bij bouwvakkers, die al minstens 10 jaar zwaar rugbelastend werk deden, de gehalten van zowel de biomarker voor collageen opbouw als die voor collageen afbraak hoger waren dan bij mannen met een zittend beroep. De verhouding tussen opbouw- en afbraakmarker was echter gelijk, hetgeen suggereert dat bij de bouwvakkers een grotere afbraak van collageen wordt gecompenseerd door een grotere aanmaak van collageen. Een longitudinale studie onder jonge beginnende verpleegkundigen toonde lagere gehalten van beide biomarkers maar een hogere ratio tussen opbouw- en afbraakmarker bij verpleegkundigen met hogere rugbelasting. Dit kan duiden op een onderdrukking van de collageenstofwisseling onder invloed van rugbelasting in een eerste periode van blootstelling aan rugbelastend werk, waarbij het netto resultaat een relatief grotere opbouw is en dus geen beschadiging van het weefsel wordt verwacht.

Deze resultaten leveren bewijs voor de potentiële bruikbaarheid van de geselecteerde biomarkers van collageen stofwisseling als biomarkers voor de gevolgen van rugbelasting. Hiermee is een aanzet gegeven tot het ontwikkelen van een methode om effecten van rugbelasting beter vast te stellen.

Coronel Instituut voor Arbeid, Milieu en Gezondheid, AmCOGG, AMC/Universiteit van Amsterdam, 14 december 2001.



*Promotie Judith Kuiper*

Marion Geboers

#### 'Effects of ankle-foot orthosis on paretic ankle dorsiflexors'

Op 9 november 2001 promoveerde Marion Geboers op het proefschrift 'Effects of ankle-foot orthosis on paretic ankle dorsiflexors'. Het proefschrift beschrijft 4 deelonderzoeken die uitgevoerd zijn rondom de centrale vraag 'Werkt het gebruik van een orthese bij personen met een recente parese krachtsherstel tegen?' Deze vraag kwam voort uit de praktijk van revalidatieartsen. Vaak krijgen zij personen met een gedeeltelijke verlamming (parese) van arm- of beenspieren ten gevolge van perifere zenuwletsel te zien. Indien aan deze patiënten in een vroeg stadium een orthese wordt voorgeschreven ter ondersteuning van de paretische spier(groep) stellen zowel therapeuten als patiënten vaak de vraag of de spier hier niet 'lui' van wordt (disuse) en dus nog meer kracht verliest en op die manier uiteindelijk functioneel herstel tegenwerkt. Bij de meeste niet-progressieve oorzaken van zenuwletsel wordt namelijk rekening gehouden met spontaan neurologisch herstel tot ongeveer een jaar na het ontstaan van de laesie.

Hypothetisch zijn twee antwoorden denkbaar. Enerzijds is het inderdaad denkbaar dat ondersteuning van een spier(groep) leidt tot centrale uitschakeling van de stimulatie van die spier. Recente studies over de plasticiteit van het brein ondersteunen het idee van snelle centrale aanpassing aan perifere veranderingen in gebruik van spieren. Anderzijds is het ook verdedigbaar te stellen dat de aanspanning van de meeste spiergroepen niet geïsoleerd plaats vindt maar binnen vaste motorische patronen. Herstel van de

functionele mogelijkheden met behulp van een orthese kan dan leiden tot normalisering van het motorisch patroon en een toename van activiteiten met aldus een stimulerende werking.

Deze vraag werd toegespitst op personen met een perifere parese van de m. tibialis anterior met ten gevolge hiervan een voetheffersparese. Vier deelstudies werden beschreven. Kort samengevat bleek hieruit dat de m. tibialis anterior gevoelig is voor disuse bij immobilisatie; gemiddeld 28% krachtsverlies bij gezonden bij 40 dagen loopgips voor een onderbeensfractuur. Ten tweede bleek dat bij lopen met een orthese de EMG activiteit van de m. tibialis anterior bij gezonden 20% daalde tijdens de fase direct na heelstrike. Bij patiënten verminderde de EMG activiteit 7% gemeten over de gehele stapcyclus. Het EMG patroon bij patiënten bleek namelijk zeer variabel te zijn waarbij het normale, twee-fasische patroon van de tibialis niet meer te herkennen was. Deze initiële afname van EMG activiteit nam niet toe na 6 weken gemiddeld 8 uur/dag gebruik van de orthese. Het krachtsherstel bleek bij de twee groepen patiënten (met en zonder orthese) gedurende 6 weken significant, zonder verschil tussen de twee groepen. Een opvallende nevenbevinding was het feit dat bij de patiënten met een parese de kracht van het 'gezonde' been ook zo'n 25-50% minder bleek dan bij de referentiepopulatie, terwijl dit bij de personen met een onderbeensfractuur vergelijkbaar was met de referentiepopulatie. Tenslotte bleek de relatie tussen de ernst van de parese en de scores op verschillende looptesten vrij zwak, de mate van parese verklaarde slechts 26% van de variantie op de looptesten. Ook het effect van gebruik van de enkelvoet orthese op de looptesten was weinig voorspelbaar en niet gerelateerd aan de ernst van de parese.

Dit onderzoek heeft een aantal klinisch relevante antwoorden én vragen opgeleverd. Ten eerste kan een orthese veilig gegeven worden zonder verslechtering van de prognose te veroorzaken. Schatting van de ernst of progressie van een parese door de gezonde zijde als referentie te nemen is op zijn zachts gezegd niet betrouwbaar. De verklaring hiervoor is nog niet duidelijk. De hinder die een patiënt ondervindt van zijn parese is maar gedeeltelijk gerelateerd aan de ernst ervan evenals de baat die men kan hebben bij het gebruik van een orthese. Het ontwikkelen van een standaard waarbij de ernst van de parese maat is voor het al dan niet voorschrijven van een orthese lijkt dus zinloos. Tevens is het gegeven dat slechts 26% van de scores op de looptesten bepaald worden door de parese een vingerwijzing dat herstel van loopfunctie zich dus niet alleen moet richten op herstel van de dorsaalflexie maar ook op die 74% black-box (concentratie, bewegingsgevoel, conditie, angst etc.). Tenslotte laat de grote variabiliteit binnen de patiëntengroep ook het

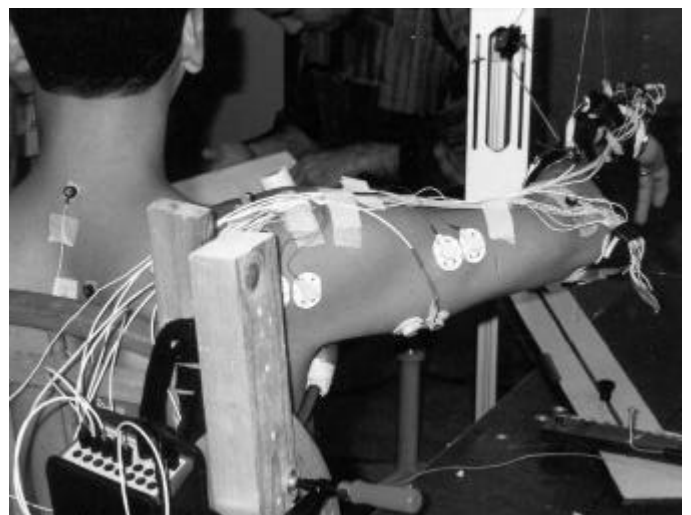
gevaar zien van extrapolatie van onderzoeksgegevens bij gezonde proefpersonen naar patiënten.

Universiteit Maastricht, 9 november 2001  
Marion Geboers (mgeboers@zonnet.nl)

Tom Welter

### 'EMG in planar arm movements with external forces in different directions applied at the wrist'

Armbewegingen - Hoewel we onze armen in het dagelijks leven doelgericht alle kanten op bewegen, is nauwelijks bekend hoe het zenuwstelsel de hiervoor benodigde spieren aanstuurt. Dit proefschrift beschrijft onderzoek naar de sturing oftewel het 'aan' en 'uit', en 'harder' en 'zachter' van armspieren tijdens zeer langzame en zeer snelle (stomp)bewegingen. Deze sturing is onderzocht met elektromyografie (EMG): een grafische weergave van de elektrische activiteit van spieren die de samentrekking veroorzaakt.



Deze elektrische activiteit ligt in het verlengde van de elektrische activiteit (pulsgeleiding) van zenuwen en zegt dus iets over de werking van het zenuwstelsel. Voor het maken van een specifieke beweging heeft een arm eigenlijk veel teveel spieren. Theoretisch zijn er misschien tien nodig maar in de anatomieatlas worden er minstens drieëntwintig benoemd. De vraag is welke strategie ('sturingsstrategie') het zenuwstelsel gebruikt om een selectie te maken uit dit aanbod. Wijlen prof.dr.ir. G.J. van Ingen Schenau kwam naar aanleiding van voorgaand onderzoek (onder andere naar de klapschaats) met een hypothese: er wordt een strategie gebruikt waarbij het zenuwstelsel onderscheid maakt tussen spieren die over één gewricht lopen en spieren die over meerdere gewrichten lopen. In dit proefschrift is gekeken of het gebruik van deze strategie met behulp van EMG kon worden aangetoond.



Hiervoor werd gekeken naar systematische variaties in het EMG die optreden wanneer de arm in verschillende richtingen wordt bewogen terwijl weerstand wordt geboden aan een kracht uit de omgeving. Er is echter een belangrijk probleem: EMG varieert ook om andere redenen dan de gebruikte strategie. De kracht die een spier kan leveren hangt namelijk af van de omstandigheden en van specifieke eigenschappen van de spier. Dit bemoeilijkt het trekken van conclusies. De conclusie is dat er geen aanwijzingen zijn dat de bovengenoemde strategie wordt gebruikt. De gevonden EMG-variaties bleken verrassend genoeg te maken te hebben met spiereigenschappen waarvan dit niet verwacht werd. Deze resultaten zijn van belang voor fundamenteel onderzoek naar het menselijk bewegen.

Faculteit der Bewegingswetenschappen, Vrije universiteit Amsterdam, 24 juni 2002



Paul Kuijer

#### “Effectiveness of interventions to reduce workload in refuse collectors”

Huisvuilbeladers over de hele wereld lopen een groot risico om klachten aan het bewegingsapparaat te krijgen. De Nederlandse huisvuilbelader vormt daarop geen uitzondering. Met name de hoge fysieke belasting tijdens het ophalen van huisvuil wordt als oorzaak van deze klachten gezien.

Het effect van vier mogelijk preventieve maatregelen is in het proefschrift onderzocht:

- I. Vergroten van het aantal minicontainers op een aanbiedplaats,
- II. Herontwerp van een minicontainer met een inhoud van 0.240 m<sup>3</sup>,



- III. Taakrotatie tussen het beladen van zakken, het vegen van straten en het besturen van een veegmachine, en
- IV. Taakrotatie tussen het beladen van minicontainers en het besturen van een huisvuilwagen.

Doordat het meestal lang duurt voordat klachten door fysieke overbelasting ontstaan, is het effect van de vier ergonomische interventies onderzocht op mogelijke voorspellers van de genoemde klachten, namelijk taakeisen en fysieke arbeidsbelasting. Voor de fysieke belasting is onderscheid gemaakt naar de energetische (bijvoorbeeld hartfrequentie) en biomechanische (bijvoorbeeld compressiekracht op de lage rug) belasting. Voor de vierde ergonomische interventie is het effect ook onderzocht op het optreden van klachten aan het bewegingsapparaat.

De conclusie was dat een gecombineerde interventie waarin zowel de duur van beladen wordt verminderd als de piekbelasting tijdens beladen wordt verminderd, het meest effectief lijkt om klachten aan het bewegingsapparaat te voorkomen. Dit pleit voor een gelijktijdige invoering van taakrotatie en een herontwerp van een minicontainer.

promotie Paul Kuijer [p.p.kuijer@amc.uva.nl](mailto:p.p.kuijer@amc.uva.nl)

13 maart 2002 Faculteit Geneeskunde,

Universiteit van Amsterdam

begeleiders prof.dr. Monique Frings-Dresen, dr. Allard van der Beek, dr. Jaap van Dieën en drs Bart Visser

---

## Genen en inspanning

Op 1 december jl. organiseerde de Vereniging voor Inspanningsfysiologie het veel besproken symposium "Geniale InspaninGen". Gezien de artikelen in o.a. de Volkskrant (voorpagina!), het Algemeen Dagblad en het Utrechts Nieuwsblad mag terecht worden gesteld dat de vijf-symposium commissie er in was geslaagd om een zeer aansprekend programma samen te stellen met een indrukwekkende sprekerslijst. Voor de 'thuisblijvers' volgt hier een korte samenvatting van de zes lezingen op deze dag.

Tim Takken en Melvin Kantebeen

Dr. Carolien van Rossum (Rijks Instituut Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven) verzorgde de eerste presentatie over genetische aspecten van overgewicht. Van Rossum liet zien dat obesitas toeneemt in zowel 'rijke' als 'arme' landen, met als gevolg een toename in een groot aantal chronische ziekten. Gedragsfactoren zoals lichamelijke (in)activiteit en eetgewoonten zijn verantwoordelijk voor deze toename. Daarnaast blijken echter ook genetische factoren van invloed te zijn. Deze "obesitas genen" zijn verantwoordelijk voor de toegenomen kans op gewichtstoename onder invloed van slechte gedragsfactoren. Doordat de gedragsfactoren ook weer door obesitas worden beïnvloed, is het belangrijk om de gen - omgevingsinteractie op een prospectieve manier te onderzoeken, aldus Van Rossum. Bij het RIVM vinden momenteel diverse onderzoeken plaats gericht op de relatie tussen DNA polymorfismen (interindividuele verschillen) in diverse genen voor obesitas en gewichtstoename. Deze polymorfismen kunnen bijdragen aan gewichtstoename door effecten op energie-inname, energieverbruik en de adipogenese.

Als tweede spreker was het de beurt aan Dr Martine Thomis (Katholiek Universiteit Leuven). Zij begon haar presentatie, getiteld 'genetics and genes for muscular strength', met een aantal studies waarin bij families of tweelingen naar genetische variatie, verschillen in omgeving en de interactie tussen beide variabelen is gekeken. In dit kader besprak Thomis de Leuven Longitudinale Groei Studie en de Leuven Tweelingen Training Studie en bediscussieerde die in het licht van de literatuur<sup>1-3</sup>. De resultaten van de top-down onderzoeken vormen de basis om door te gaan met bottom-up designs, waarin de huidige en nieuwe kennis van het humane genoom en de individuele verschillen (polymorfisme) worden gebruikt om verschillen in 'kracht' fenotypen te bestuderen.

### "TOP-DOWN" aanpak

De Leuven longitudinale tweeling studie vervolgde jaarlijks 105 tweeling paren van beide geslachten tussen de 10 en 16 jaar en op 18 jarige leeftijd. Isometrische kracht werd gemeten met behulp van een armhang en explosieve kracht door middel van een verticale sprong. Op elk leeftijdsniveau werden diverse

pad-analyse modellen gebruikt om leeftijd- en geslachtsspecifieke bijdragen aan omgeving- en genetische factoren te bepalen.

Op alle leeftijden, bij zowel jongens als meisjes, werd isometrische kracht het best verklaard door een model met additieve genetische en specifieke omgevingsbijdragen. Genetische factoren verklaarden tussen de 40% en 80% van de interindividuele variatie. Voor explosieve sprongkracht waren de resultaten meer variabel waarbij de genetische verschillen in de meeste leeftijdscategorieën tussen de 48% en 92% van de variantie verklaarden. Thomis concludeerde dan ook dat isometrische kracht en explosieve sprongkracht onder een gematigde tot sterke genetisch controle staan bij oudere jongeren en jong volwassenen.

### "BOTTOM-UP" aanpak

Dr Thomis vervolgde haar betoog met een aantal studies over genpolymorfisme en de link met spierkracht. Zij ging in op de "human gene map for performance and health-related fitness phenotype"<sup>4</sup>. In vergelijking met studies die de relatie tussen genen en uithoudingsvermogen hebben bestudeerd, zijn de studies gericht op de relatie tussen genen en spierkracht ver in de minderheid. Thomis gaf een uitgebreid overzicht van de studies die tot nu toe verschenen zijn over dit onderwerp (voor de volledige lijst zie <sup>4,5</sup>).

Kortom: het belang van genetische variatie is vaak klein tot gematigd in vergelijking met de totale variatie in spierkracht of spiermassa, maar dat is te verwachten vanwege de multi- factoriële en polygene eigenschappen van deze fenotypen.

De derde spreker, Dr Benny Elmann-Larsen (European Space Agency, Noordwijk), hield een lezing over osteoporose en genen in de ruimte. Elmann-Larsen ging vooral in op de toepasbaarheid van verkregen informatie uit de ruimte op de situatie op aarde. Hij besprak een tweetal bedrust studies, waarin proefpersonen gedurende 90 dagen in bed verbleven (een studie model van gewichtsloosheid in de ruimte). De effecten die na deze periode optraden trachtten de onderzoekers aan bepaalde genetische profielen van de proefpersonen te koppelen. Ook presenteerde Dr. Elmann-Larsen ongepubliceerde data uit een eerder verschenen studie<sup>6</sup> waarbij rekruten uit het leger 10 weken getraind werden. Na deze trainingsperiode zag een deel van de rekruten een toename in botdichtheid. Het grootste deel van de rekruten (2/3) gingen echter

---

door de militaire drill juist achteruit in botdichtheid. Deze verandering was goed te verklaren door een gecombineerd polymorfisme in het IL-6 en ACE-gen. Kennelijk spelen genetische aspecten ook een mediërende rol in de toe- en afname van botdichtheid tijdens belasting en in de gewichtsloze toestand.

Na de lunch hield Dr Tuomo Rankinen (Pennington Biomedical Research Center, USA) een presentatie over de HERITAGE-studie en hun aanpak om genen te identificeren voor prestatie en gezondheidsgerelateerde fitness. [Meer informatie over de opzet van de HERITAGE studie is elders beschreven<sup>7</sup>]. We weten allemaal dat er vele interindividuele verschillen zijn in de respons op training. Na een identiek trainingsprogramma verdubbelen sommige proefpersonen hun prestatieniveau terwijl anderen helemaal geen vooruitgang boeken. Een deel van deze variabiliteit kan verklaard worden door genetische factoren. Rankinen liet aan de hand van de data uit de HERITAGE-studie met betrekking tot de individuele trainingsrespons op cardiac output zien hoe in de HERITAGE-studie "Performance and Genes" aan elkaar gelinkt kunnen worden door middel van een bottom-up aanpak. In het voorbeeld van de cardiac output bleek een gen voor het titin eiwit het mogelijke gen voor veranderingen in cardiac output door training (Rankinen, submitted). Door prestatieverbeteringen te relateren aan een genome-wide scan is het mogelijk om een genmap voor het menselijk prestatievermogen op te stellen. Een totaal overzicht van de genen die tot nu toe in relatie zijn gebracht met het lichamelijke prestatievermogen is te vinden in de eerder genoemde "gene map for human performance".<sup>4</sup>

De meest geruchtmakende presentatie van de dag werd gehouden door Dr Peter Schjerling (Copenhagen Muscle Research Center, Denemarken) over gendoping. Schjerling vertelde dat het wetenschappelijke inzicht in de genetische oorsprong van allerlei menselijke eigenschappen met de dag groeit en het in een aantal gevallen nu al mogelijk is om de genetische blauwdruk van een mens, en daarmee bepaalde eigenschappen, op specifieke punten te veranderen. Er kunnen bijvoorbeeld gemodificeerde genen in het lichaam worden ingebracht om een ziekte te bestrijden of men kan defecte genen vervangen door gezonde kopieën. We spreken in deze gevallen van genterapie. Deze kennis kan ook worden gebruikt om prestatievermogen van een sporter kunstmatig te verhogen: **gendoping**.<sup>8</sup>

Schjerling gaf een aantal voorbeelden waarin de toepassing van gendoping in principe nu al mogelijk is:

- De toename van rode bloedcellen door manipulatie van het EPO-gen. Bij apen is reeds onderzocht of het mogelijk is dit effect te bereiken door genterapie. Er werd gebruik gemaakt van de "virusmethode" en het effect van één enkele injectie was overduidelijk: de haematocriet steeg langdurig

naar waarden tussen de 60 en 70%. Het gebrek aan controle op de genexpressie zorgde ervoor, dat er bij de apen enkele malen bloed moest worden afgetapt.<sup>9</sup>

- Toename van de spierkracht door manipulatie van het IGF-I gen. IGF-I (insuline growth factor I) stimuleert de aanmaak van spierweefsel en daarmee ook de toename van spierkracht. Bij muizen waarbij via de virusmethode gemanipuleerde IGF-I genen werden ingebracht, trad een abnormale toename van de spiermassa en de spierkracht op.<sup>10</sup>
- Leptine is een hormoon dat een belangrijke rol speelt in de handhaving van het lichaamsgewicht. Indien de aanmaak van dit hormoon wordt vergroot door het inbrengen van gemodificeerde genen kan het lichaamsgewicht dramatisch afnemen. Bij zwaarlijvigen kan men dit wellicht als een voordeel zien, maar misbruik door sporters die gebonden zijn aan een gewichtsklasse of die een schoonheidsideaal nastreven ligt voor de hand.<sup>11</sup>
- Een ander voorbeeld is de manipulatie van het myostatine gen. Door aanmaak van de stof myostatine zorgt het lichaam er voor dat de groei van de spieren binnen aanvaardbare grenzen blijft. Als het gen dat myostatine produceert echter door modificatie wordt uitgeschakeld, dan ontstaat er een enorme spiergroei.<sup>12,13</sup>
- Tenslotte een voorbeeld van een genterapie bij een patiënt die leed aan een beperkte doorbloeding van het onderbeen. Het hierdoor optredende zuurstofgebrek had ernstige weefselnecrose tot gevolg. De productie van het hormoon VEGF (vascular endothelial growth factor), dat de groei van nieuwe bloedvaten stimuleert, werd door genterapie vergroot. Dit had een duidelijke toename van het vaatbed en van de doorbloeding tot gevolg.<sup>14</sup> Ook duursporters zouden hier in de toekomst hun voordeel mee kunnen doen.

Gendoping is vrijwel niet te detecteren. Volgens Schjerling is het zeker niet uit te sluiten, dat er momenteel reeds sporters zijn die experimenteren met gendoping. Echter, door de gebrekkige controle op de genexpressie nemen zij een extreem groot risico. Het is niet te hopen dat gendoping gemeengoed wordt binnen de sportwereld wanneer het een standaard behandelingsmethode is geworden binnen de medische zorg.

Dr Henrik Larsen (Copenhagen Muscle Research Center, Denemarken) hield een lezing over het geheim van de Keniaanse hardlopers. Het meest berucht zijn de beelden van het wereldkampioenschap veldloop in 1998. Deze wedstrijd werd overheerst door de Keniaanse lopers die bijna geheel de top 10 in de uitslag vulden. Deze uitslag staat niet op zich zelf, want ook op de andere middellange- en langeafstandsnummers in de atletiek domineren de Kenianen.

---

Zo komen 60 procent van de beste hardlopers, genomen over alle atletiek nummers van 800 meter tot de marathon, uit Kenia. Op bijvoorbeeld de 3000 meter steeple-chase is deze overheersing nog groter, 18 van de top 20 lopers komen uit Kenia.

Zo'n 10 jaar geleden reisde een groep Deense inspanningsfysiologen onder leiding van Dr Larsen en Prof Bengt Saltin af naar Kenia met als doel het geheim van de Keniaanse langeafstandsloper te ontrafelen. Sindsdien zijn ze nog negen keer naar Kenia afgereisd om lopers te bestuderen. In zijn lezing presenteerde Larsen de resultaten van een aantal van deze onderzoeken.

In een eerste studie werden Keniaanse lopers met Deense lopers vergeleken op: maximale zuurstofopname; efficiëntie; bloedlactaat en 3-hydroxyacyl CoA dehydrogenase (HAD; een marker voor het vetmetabolisme) waarden. Hieruit bleek dat Keniaanse en Deense lopers een vergelijkbare maximale zuurstofopname hadden.<sup>15</sup> De efficiëntie tijdens het lopen was echter aanzienlijk groter bij de Keniaanse lopers. Bovendien hadden ze lagere bloedlactaatwaarden na inspanning en een hogere HAD concentratie; een indicatie voor een superieure aërobe (vet) stofwisseling van de Keniaanse lopers.

In een andere studie vergeleken de onderzoekers de VO<sub>2</sub>max van ongetrainde Keniaanse stads- en plattelandsjongeren en Deense jongens.<sup>16</sup> Er waren geen verschillen in VO<sub>2</sub>max zichtbaar tussen de Keniaanse stadsjongeren en de Deense jongens. De VO<sub>2</sub>max van de Keniaanse plattelandsjongeren was significant hoger dan die van de andere 2 groepen. Een derde onderzoek richtte zich op eventuele verschillen in de trainingsrespons van Keniaanse en Deense jongeren na een 12-weeken durend looptrainingsprogramma. De Kenianen werden weer onderverdeeld in een groep plattelands- en stadsjongeren. Na de 12-weekse trainingsperiode was er een grotere vooruitgang te zien in VO<sub>2</sub>max bij de stadsjongeren in vergelijking met de plattelandsjongeren. Waarschijnlijk is dit te verklaren door het reeds hoge activiteiten niveau van de plattelandsjongeren, waardoor zij minder vooruitgang konden boeken dan de relatief ongetrainde stadsjongeren (wet van de verminderde meeropbrengst). De vooruitgang van de Deense jongeren is vergelijkbaar met de Keniaanse plattelandsjongeren. Een zelfde trend was te zien bij zowel de submaximale hartfrequentie als de submaximale bloedlactaat concentraties.

Na deze trainingsperiode van 12 weken werd er door alledrie de groepen ook een wedstrijd gelopen over 5000 meter. De Keniaanse plattelandsjongeren liepen sneller dan de Deense jongeren ondanks een zelfde VO<sub>2</sub>max en een vergelijkbare intensiteit (% van VO<sub>2</sub>max) afgelezen aan de gemiddelde hartslag tijdens de 5000 meter. De Keniaanse plattelandsjongeren liepen zelfs een aantal van de Deense onderzoekers er

uit. Zij werden, ondanks hun staat van dienst in de nationale- en internationale atletiektop, verslagen door jongeren van 16, 17 jaar oud die slechts 12 weken aan het trainen waren!

De spiervezelsamenstelling geeft aan dat plattelandsjongeren meer oxidatieve spiervezels hebben dan stadsjongeren. Ook vonden de onderzoekers hogere citraatsynthase concentraties in de spiervezels van de Keniaanse plattelandsjongeren in vergelijking met de stadsjongeren. De stadsjongeren hadden een vergelijkbaar niveau vergeleken met de Deense jongeren. Uit deze onderzoeken blijkt dus dat de Keniaanse jongeren en de Deense jongeren vergelijkbare fysieke eigenschappen bezitten, maar dat de Keniaanse jongeren met de zelfde fysieke eigenschappen harder kunnen lopen. De vraag is dan ook wat het geheim van de Kenianen is? Anthropometrische onderzoeken laten zien dat Keniaanse jongeren een kleiner onderbeen volume hebben, wat verklaard kan worden door de kleinere doorsnede van het onderbeen. Het onderbeen van de Kenianen is dus slanker dan die van de Deense jongeren. Hierdoor hoeven zij minder energie te besteden tijdens het hardlopen aan het versnellen en afremmen van de benen gedurende de zwaai fase tijdens het hardlopen.

#### Conclusie

- Ongetrainde Keniaanse en Deense jongeren hebben vergelijkbare VO<sub>2</sub>max en hebben een zelfde trainbaarheid in VO<sub>2</sub>max.
- Keniaanse hardlopers en Deense hardlopers hebben een vergelijkbare VO<sub>2</sub>max.
- Zowel Keniaanse hardlopers en ongetrainde Keniaanse jongeren hebben een betere loop efficiëntie in vergelijking met hun Deense tegenhangers. Dit kan verklaard worden door hun slankere onderbenen. Hierdoor presteren Keniaanse jongeren beter op een 5000 meter loop na een zelfde trainingsprogramma vergeleken met hun Deense tegenhangers.
- De factoren die meespelen in het betere loopprestatievermogen van de Kenianen zijn afhankelijk van training en opvoeding maar zeker ook van genetische oorsprong.

De discussie werd afgesloten door dagvoorzitter Prof Peter Hollander met een toepasselijk citaat van Per-Olaf Astrand "before this symposium there was much confusion, but after this symposium the confusion is even greater". Hierna werd de dag door velen nog gereviewed onder het genot van een hapje en een drankje.

De symposium commissie wil graag al haar sponsors bedanken voor hun bijdrage, met name NOC\*NSF en het Ministerie voor Volksgezondheid, Welzijn en Sport. Zonder deze bijdragen was het organiseren van deze dag niet mogelijk geweest.

---

## Referenties

1. Thomis MA, Van\_Leemputte M, Maes HH, et al. Multivariate genetic analysis of maximal isometric muscle force at different elbow angles. *J Appl Physiol* 1997;82:959-67.
2. Thomis MA, Beunen GP, Van\_Leemputte M, et al. Inheritance of static and dynamic arm strength and some of its determinants. *Acta Physiol Scand* 1998;163:59-71.
3. Thomis MA, Beunen GP, Maes HH, et al. Strength training: importance of genetic factors. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:724-31.
4. Rankinen T, Perusse L, Rauramaa R, Rivera MA, Wolfarth B, Bouchard C. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:855-67.
5. Roth SM, Ferrell RF, Hurley BF. Strength training for the prevention and treatment of sarcopenia. *J Nutr Health Aging* 2000;4:143-55.
6. Montgomery H, Clarkson P, Barnard M, et al. Angiotensin-converting-enzyme gene insertion/deletion polymorphism and response to physical training. *Lancet* 1999;353:541-5.
7. Wilmore JH, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Gagnon J, Bouchard C. Genetics, response to exercise, and risk factors: the HERITAGE Family Study. *World Rev Nutr Diet* 1997;81:72-83.
8. Andersen JL, Schjerling P, Saltin B. Muscle, genes and athletic performance. *Sci Am* 2000;283:48-55.
9. Zhou S, Murphy JE, Escobedo JA, Dwarki VJ. Adeno-associated virus-mediated delivery of erythropoietin leads to sustained elevation of hematocrit in nonhuman primates. *Gene Ther* 1998;5:665-70.
10. Barton\_Davis ER, Shoturma DI, Musaro A, Rosenthal N, Sweeney HL. Viral mediated expression of insulin-like growth factor I blocks the aging-related loss of skeletal muscle function. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1998;95:15603-7.
11. Murphy JE, Zhou S, Giese K, Williams LT, Escobedo JA, Dwarki VJ. Long-term correction of obesity and diabetes in genetically obese mice by a single intramuscular injection of recombinant adeno-associated virus encoding mouse leptin. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1997;94:13921-6.
12. Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE, et al. Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:M641-8.
13. Lee SJ, McPherron AC. Myostatin and the control of skeletal muscle mass. *Curr Opin Genet Dev* 1999;9:604-7.
14. Baumgartner I, Pieczek A, Manor O, et al. Constitutive expression of phVEGF165 after intramuscular gene transfer promotes collateral vessel development in patients with critical limb ischemia. *Circulation* 1998;97:1114-23.
15. Saltin B, Kim CK, Terrados N, Larsen H, Svedenhag J, Rolf CJ. Morphology, enzyme activities and buffer capacity in leg muscles of Kenyan and Scandinavian runners. *Scand J Med Sci Sports* 1995;5:222-30.
16. Saltin B, Larsen H, Terrados N, et al. Aerobic exercise capacity at sea level and at altitude in Kenyan boys, junior and senior runners compared with Scandinavian runners. *Scand J Med Sci Sports* 1995;5:209-21

---

## Studentenwerk

Martin Truijens  
(Bewegingswetenschapper Vrije Universiteit)

### 'Bewegingswetenschappen in Cowboy Country'

Na een lange voorbereiding van onderzoeksvorstel schrijven, beurzen aanvragen, stageplaats en huisvesting regelen kon juli 2001 het grote avontuur beginnen. Zwaar beladen reisde ik voor een maand of acht af naar Dallas, Texas, USA. Een lange, spannende reis, met vol enthousiasme op weg naar mijn nieuwe stekkie.

Het idee voor het uiteindelijke doel van deze trip, het onderzoek, was reeds in 1999 geboren. Na uitvoerige besprekingen met enkele docenten aan de Faculteit der Bewegingswetenschappen, VU, Amsterdam was mijn

interesse voor de hoogtefysiologie en met name de effecten van hoogte op de sportprestatie en het lichaam van de sporters gewekt. Tot dan toe leek hoogtetra training met name gebruikt te worden voor duursporters en richtte de trainingskampen zich op aërobe aanpassingen. De interessante vraag nu was wat de effecten van hoogte, al dan niet in combinatie met training, zouden zijn op de prestatie en het lichaam van sporters die aan kortdurende, hoog intensieve activiteiten deelnamen. Na een uitgebreide speurtocht door de bestaande literatuur op dit gebied werd langzaam duidelijk dat er enkele, zei het speculatieve, aanwijzingen waren dat hoogtetra training ook voor deze groep sporters van belang zou kunnen zijn. Kort durende, hoog intensieve inspanningen vergen een grote bijdrage van het anaërobe metabole systeem. Onder

hypoxische omstandigheden blijkt het anaërobe metabole systeem reeds bij lagere inspanning-sintensiteiten ingeschakeld te worden, terwijl de maximale anaërobe capaciteit niet wordt beperkt. Naarmate de blootstellingduur toeneemt zal deze shift naar het anaërobe metabolisme teniet worden gedaan, doordat aërobe aanpassingen plaatsvinden. Een aanpak 'living low – training high' leek dus optimaal voor sporters die deelnemen aan kortdurende, hoog intensieve activiteiten waarbij het anaërobe systeem een belangrijke rol speelt.

De rationale voor het onderzoek was geboren! Nu nog een onderzoeksgroep zien te vinden. Aangezien mijn interesse vooral binnen de zwemsport ligt ging daar mijn aandacht naar uit. De wereld afstruinend naar plaatsen waar zowel op hoogte gezwommen kon worden en op zee niveau geleefd kon worden, kwam ik tot de conclusie dat er slechts twee plekken aan die eis voldeden: Kanoya in Japan en Dallas, TX, in Amerika. Beide plaatsen liggen rond zeeniveau en de aanwezige onderzoeksinstituten beschikken over een zwem flume met mogelijkheden onder hypoxische omstandigheden te trainen. Aangezien mijn Japans niet echt optimaal is en in Dallas de expert op het gebied van hoogtetraining werkt, was mijn keuze snel gemaakt. Na wat heen en weer gemail kon ik in Dallas aan het Institute for Exercise and Environmental Medicine beginnen. Een grote uitdaging want mijn begeleider aldaar, Prof. Dr. B.D. Levine, is de bedenker van de 'living high – training low' methode en zag geenszins dezelfde positieve effecten voor 'living low – training high'. Maar echte onderzoeker als hij is, liet hij zich graag door data overtuigen en nam dus de uitdaging aan. U zult begrijpen dat heel wat interessante discussies volgden. Dit alles leidde tot een uitermate streng gecontroleerd onderzoeksdesign (niets mocht namelijk de objectiviteit van de metingen en trainingen beïnvloeden aangezien de hoofdfiguren (Prof. Dr. Levine en ik) een sterke bias voor de resultaten hadden) en een voor mij zeer positieve onderzoekservaring. De afspraak was dat ik over de aanwezige faciliteiten kon beschikken maar verder alles zelf moest regelen. Een hele grote uitdaging die ik graag aannam en leidde tot een grote dosis creativiteit, initiatief en verantwoordelijkheid. Na wat telefoontjes, mailtjes, gesprekken en presentaties had ik mijn onderzoeksgroep geregeld: 16 zwemmers afkomstig van zowel collegiate als master- zwemteams en allen van een erg hoog kaliber, en kon het plannen van het onderzoek en het regelen van alle apparatuur en mankracht beginnen. Een hoop vergaderingen, geknutsel en geëxperimenteer volgde. Snel had ik een paar goede helpende handen om me heen verzameld en half september gingen we van start. De proefpersonen werden gematched op basis van time trial performance, trainingsgeschiedenis en prestatieniveau, en vervolgens random toegewezen aan ofwel de controlegroep (trainend en levend op zeeniveau) ofwel de experimentele groep (levend op

zeeniveau, maar trainend onder hypoxische omstandigheden). Vervolgens werden de pre-tests, bestaande uit zowel prestatie- als fysiologisch/biomechanische parameters (100 en 400m time trials in het zwembad,  $VO_2$ max, anaërobe capaciteit, swimming economy en hartfrequentie in de flume, hematocriet, hemoglobine, lengte, gewicht en vetpercentage in het lab), een 5 weken durend trainingsprogramma (per week 3 hoog intensieve trainingssessies in de flume en tenminste 3 laag intensieve trainingssessies in het zwembad), en de post-test (identiek aan de pre-tests) afgewerkt. Alle tests werden uitgevoerd onder normoxische omstandigheden. De flume trainingen werden uitgevoerd volgens een dubbelblind, placebo gecontroleerd protocol. Hierbij ademden de proefpersonen via een speciaal voor het zwemmen ontworpen masker dat in verbinding stond met een groot gasreservoir dat ofwel 15.3% (overeenkomend met een gesimuleerde hoogte van 2500 meter) ofwel 20.9% (overeenkomend met de situatie op zeeniveau) zuurstof bevatte. Flume trainingen waren gestandaardiseerd en bestonden uit drie sets van respectievelijk 10 \* 30s, 5 \* 60s en 5 \* 30s inspanning. De arbeid-rust verhouding binnen de sets was 2:1. Na iedere set hadden de proefpersonen 2 minuten rust. De snelheid werd steeds zo gekozen dat iedere proefpersoon ook echt niet meer dan respectievelijk 10, 5 en 5 herhalingen kon volbrengen. Trainingen buiten de flume trainingssessies om werden nauwkeurig bijgehouden in een logboek.



De resultaten wezen uit dat beide groepen significant in prestatie over zowel 100 als 400m vrije slag verbeterden. Er bestond geen verschil tussen de groepen. Ook de  $VO_2$ max nam significant toe in beide groepen zonder dat er enig verschil tussen de groepen onderling bestond. De verbetering in  $VO_2$ max was niet gerelateerd aan een verbetering in hemoglobinegehalte, aangezien deze onveranderd was. Geen verandering was waar te nemen in anaërobe capaciteit of swimming economy.

Karakterisatie van de flume trainingen wees uit dat onder hypoxia de zuurstofflux significant gereduceerd was (gemiddeld ongeveer 20% lager in termen van pre-test  $VO_2$ max) ten opzichte van de normoxische conditie en dat ook de absolute trainingsintensiteit significant (6.8%) lager was. De zorgvuldige proefpersoon matching zorgde ervoor dat er geen significante verschillen tussen de groepen bestonden wat de trainingen buiten de flume betreft.

Concluderend kan dus worden gesteld dat hoog intensieve flume training zowel de  $VO_2$ max als het prestatievermogen over 100 en 400m vrij slag verbeteren en dat deze verbeteringen niet worden vergroot door de trainingen onder hypoxische omstandigheden uit te voeren. Hoog intensieve

intervaltraining, zoals gebruikt door sporters, lijkt met name tot aërobe aanpassingen te leiden. Dit verdient verder onderzoek en heeft mijn interesse gewekt. Zou 'living high – training low' ook voor kortdurende prestaties als die van wedstrijdzwemmers een voordeel kunnen bieden? Wat is het effect van korte, zeer hoog intensieve trainingssessies in vergelijking met de gebruikelijke zwemtrainingssessies die met name gericht zijn op omvang? Hoe kan training de aërobe en anaërobe kinetiek gunstig beïnvloeden? Kortom vele vragen, dus nog genoeg te doen. Hopelijk kan ik enkele van deze en andere vragen in toekomstig onderzoek beantwoorden en inbouwen in het prestatie- en trainingsadaptatie model waar ik momenteel aan werk.

Martin Truijens, Vrije Universiteit, Amsterdam, Nederland

## Bibs & Tips

Lustrum Studentendag  
Bewegingswetenschappen 2002

Dit jaar wordt voor de vijfde keer de 'Studentendag Bewegingswetenschappen' gehouden. Deze dag zal plaatsvinden op dinsdag 12 november 2002 in het Studiecentrum Medische Wetenschappen van het UMC St. Radboud in Nijmegen.

De BW-studentendag wordt georganiseerd door studenten Bewegingswetenschappen in samenwerking met de Vereniging voor Bewegingswetenschappen Nederland (VvBN). De organisatie is dit jaar in handen van Nijmegen. De dag staat in het teken van de studie(richting) Bewegingswetenschappen. BW-studenten uit Nederland en België krijgen de kans om een mondelinge of posterpresentatie te geven over hun stage die ze in het kader van de studie gelopen hebben. Er zullen geldprijzen worden uitgereikt aan de beste drie mondelinge presentaties en posterpresentaties. Ook is er een thema op de BW-studentendag. Het middagprogramma zal in het teken staan van De Nijmeegse Vierdaagse. Er zal een aantal workshops gegeven worden rond dit thema zoals voetverzorging, training en voeding.

Studenten kunnen op twee manieren meedoen. Als je nog niet bent afgestudeerd of wanneer je nog niet langer dan 1 jaar geleden afgestudeerd bent, kun je zelf een presentatie geven over je stage, een mondelinge of posterpresentatie, en kans maken op een mooi geldbedrag. Stuur hiervoor een samenvatting van je stage op naar de organisatie. Natuurlijk kun je ook als 'toeschouwer' komen op de BW-studentendag als je geïnteresseerd bent in Bewegingswetenschappen en binnenkort bijvoorbeeld een afstudeerrichting moet kiezen. De toegangsprijs zal laag gehouden worden. Verder zijn natuurlijk ook niet-studenten van harte welkom.

Voor aanmelding en informatie kun je terecht op onze website: [www.bw-studentendag.nl](http://www.bw-studentendag.nl) of mailen naar ons emailadres: [bw\\_studentendag@hotmail.com](mailto:bw_studentendag@hotmail.com). Tot ziens op 12 november!!

Grensoverschrijdend naar de top!

Het najaarssymposium van de Nederlandse Vereniging voor Bewegingswetenschappen (november 2001, Gent) was in meerdere opzichten grensoverschrijdend. Voor het eerst werd samengewerkt met de Belgische Vereniging voor Kinesiologie. Een geslaagde samenwerking mogen wij stellen, want de transnationale symposiumcommissie creëerde een aantrekkelijk programma rond het thema "begeleiding van jonge topsporters". Een bont gezelschap van (ex)topsporters, coaches, en wetenschappers uit beide landen gaven een breed, multidisciplinair overzicht van de factoren die een cruciale rol spelen in de begeleiding van jeugdige sporters op weg naar de top. Meer dan 160 geïnteresseerden kwamen naar Gent. De presentaties waren informatief, vaak boeiend, en werden prikkelend ingeleid en bediscussieerd door de moderators Frank Bakker en Jan Borms. Het algemene beeld dat uit het congres naar voren kwam was dat succes in de topsport maakbaar is, mits men uitgaat van een holistisch perspectief dat recht doet aan de vele facetten die sportsucces bepalen. Alhoewel dit congres zeker te laat kwam voor het Nederlands voetbal elftal (het wordt een saaie zomer!), verwacht ik een gouden toekomst voor Nederland en België op sportgebied! Naar verwachting zal een aantal symposiumbijdragen gepubliceerd worden in *Geneeskunde & Sport*, dus degenen die het symposium gemist hebben kunnen daar het een en ander nog eens nalezen.

## Boekbespreking

Titel: "De geboren aanpasser. Over beweging, bewustzijn en gedrag"

Schrijver: Theo Mulder

ISBN 90 254 9588 5

Prijs: 31,72 euro

Het is fascinerend te bedenken dat we bewegingen kunnen uitvoeren die we nog nooit uitgevoerd hebben, dat we ballen kunnen vangen terwijl we maar enkele milliseconden de tijd hebben om deze taak uit te voeren, dat we moeiteloos verstaanbaar kunnen praten met een sigaar of pen in onze mond, dat hoogbejaarden sommetjes kunnen maken en op zwemvliezen kunnen lopen terwijl het tegelijkertijd uitvoeren ervan zoveel moeilijker wordt, etc, etc...

Melvyn Roerdink  
(student Bewegingswetenschappen, Amsterdam)

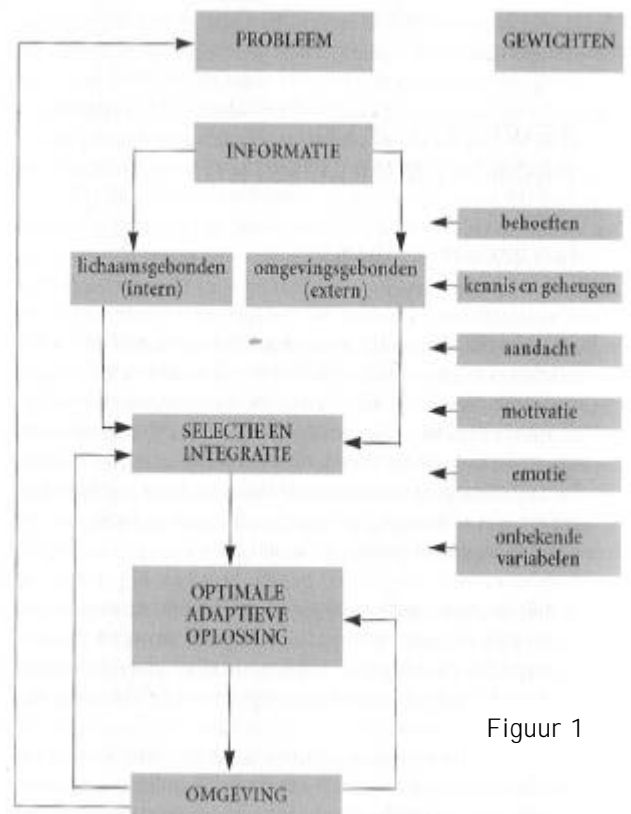
Theo Mulder, psycholoog, hoogleraar bewegingswetenschappen en hoofd van het Instituut voor Bewegingswetenschappen van de RUG, heeft vanuit deze fascinatie een boek geschreven over menselijke beweging. De titel refereert aan de menselijke beweging en met name aan het fabelachtige vermogen van de mens tot adaptatie en flexibiliteit. De interactie van de mens met zijn omgeving en de interactie tussen motorische, perceptuele en cognitieve processen bij de beweging staan hierbij centraal. Dit laat zich illustreren door de volgende oneliners:

- Bewegingsproblemen zonder beweging, zonder omgeving en zonder taak of doel bestaan niet.
- Leren van bewegingen heeft maar voor een zeer beperkt deel iets met spieren te maken.
- Het vermogen om voortdurend tussen informatiebronnen te kunnen wisselen kenmerkt de geboren aanpasser.

Geïnspireerd door de evolutietheorie van Darwin stelt Mulder dat het in ons individuele leven dan wel niet om het ontstaan van soorten gaat maar wel om het ontstaan van gedragspatronen, en de achterliggende principes lijken sterk op elkaar. Mulder geeft vervolgens zijn visie op de wijze waarop gedurende een aantal decennia gedacht is over de manier waarop bewegingen vanuit de hersenen gestuurd worden. De homunculus verscheen in de cognitieve psychologie en verdween door toedoen van de ecologische psychologie, maar is deze stringente scheiding definitief? Het hoofd is niet leeg, we hebben een geheugen en ook aandacht speelt een rol...

De psycholoog in Mulder wijdt een groot deel van zijn boek aan een wetenschappelijk historisch-filosofisch overzicht van de ontwikkelingen in het denken over geheugen, aandacht en leren van (motorische) vaardigheden. Het bewustzijn werd van de wetenschappelijke agenda geschrapt; de (stoom)machine bracht voorspoed doordat input en output fraai gekoppeld waren zonder dat een metafysi-

sche geest tussen de raderen rondhing; mensen werden toch onvoorspelbaarder met als gevolg een organisme tussen stimulus en respons, ingebed in een omgeving; de cognitief psychologen kwamen het bewustzijn vervolgens terugbrengen ondersteund door een nieuwe machine, de computer; het volle hoofd met de impliciet aanwezige homunculus werd door de 'nieuwe wilden', waaronder James Gibson, wederom geleegd en vervolgens vragen we ons nog steeds af wat er in ons hoofd gebeurt. Mulder stelt dat door de nieuwe beeldvormende technieken de hedendaagse wetenschappers met optimisme doorbraken voorspellen, maar pas op, opnieuw is het een machine die dat optimisme verschaft...



Figuur 1



Uiteindelijk wordt duidelijk dat de mens niet een geprogrammeerde biologische supercomputer is, maar een systeem is dat zichzelf telkens opnieuw (re)organiseert op basis van veranderende input-outputrelaties. Mulder benadrukt dat in modellen over bewegingssturing cognitieve aspecten vaak ontbreken. Is het niet zo dat angst leidt tot een andere beweging dan vrolijkheid? Mulder beschrijft een (zelforganisatie) model over menselijke motoriek waarin motorische, sensorische en cognitieve processen onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn (zie figuur 1). De momentane en individuele toestand waarin het organisme zich bevindt geeft telkens een bepaald 'gewicht' aan de 'keuze' voor een bepaald gedrag. Dit is waar de homunculus lachend staat te wachten in de kelder van het filosofisch idealisme, immers het woordje keuze impliceert dat er iets is dat kiest! Het model kan bevrijd worden van de homunculus door het woordje gewicht: in dit model bestaan een aantal variabelen zoals aandacht, motivatie, behoeften en geheugen. Het is de toestand waarin de mens (in zijn omgeving) verkeert dat het gewicht toekent aan de aangeboden informatie en zodoende informatie selecteert. Zo kent honger bijvoorbeeld een hoger gewicht toe aan het zien van voedsel in een reeks zinloze voorwerpen dan aan het zien van brillmonturen of brommers. Wanneer iemand honger heeft dan is zijn gedrag erop gericht om voedsel te krijgen en het is deze behoefte die de waarneming kleurt. Samenvattend is er in dit model sprake van een combinatie van momentane gewichten die afhankelijk van de taak, de context en de toestand van het organisme een andere output genereert, waar bij het vaker voorkomen van dezelfde combinatie de kans op dezelfde output groter wordt.

Naast een levendige en humorvolle beschrijving van het fundamenteel wetenschappelijk onderzoek naar bewegingssturing vanuit een historisch-filosofisch perspectief geeft Mulder bovendien aan op welke wijze inzicht in de sturing van bewegingen door de hersenen ons kan helpen bij het oplossen van een aantal relevante maatschappelijke problemen zoals revalidatie, sport, ouderen, bewegingsonderwijs, etc. Voortbordurend op het leren van motorische vaardigheden, en de rol van de omgeving en cognitieve aspecten daarin, vraagt Mulder zich af wie zich na een CVA of laesie wel of niet herstelt en verandert ten gevolge van training, therapie of het verstrijken van de tijd, en interessanter, waarom wel of niet. Mulder kijkt naar motorische stoornissen met de veronderstelling dat beweging adaptief gedrag is dat altijd plaatsvindt in een omgeving. Vaak kunnen patiënten prima lopen in een revalidatiecentrum maar eenmaal weer bij huis moet eerst het hoogpolig tapijt vervangen worden door laminaat alvorens ook daar gelopen kan worden. Het dichten van deze generalisatiekloof tussen leersituatie en toepassingssituatie is een probleem dat de revalidatie gemeen heeft met de sport en kan, zo constateert Mulder, op twee manieren opgelost worden:

- 1) door de variabiliteit van de training of therapie te vergroten zodat het systeem beter toegerust is om met nieuwe situaties om te gaan,
- 2) door de omgeving te manipuleren zodat stabiliteit en gelijkheid van informatie bereikt wordt, bijvoorbeeld door thuisrevalidatie of het vegen van ijsbanen.

Ook staat Mulder stil bij de rol van geheugen en aandacht in de revalidatie door voorbeelden te geven van een uit een rolstoel gedanste oude vrouw en een op sokken schaatsende CVA patiënt die beide niet in staat waren te lopen. Interessant aan deze voorbeelden is dat een geleerde beweging blijkbaar voor de hersenen iets anders is dan een min of meer genetisch verankerde beweging zoals lopen...

Kortom, dit bijzonder lezenswaardige boek mag niet ontbreken in uw handbagage voor de naderende vakantie. Inclusief verklarende woordenlijst, register, noten en literatuurverwijzing is dit 406 pagina's tellende boek geschikt voor (bewegings)wetenschappers (in spé) alsmede voor iedereen met interesse in het menselijke bewegen. Mulder beheerst de populair wetenschappelijke stijl van schrijven zoals ook Bernstein die voorstond: schrijven voor een breed lezerspubliek, met humor, 'elevating the reader to a bird's eye perspective from where he is able to see the whole world', een overzicht gevend van een wetenschappelijk vraagstuk zonder dat 'het lezen ervan met happen in een bak met droog zand geassocieerd wordt'.



Amsterdam/Antwerpen: Uitgeverij Contact, 2001  
ISBN 90 254 9588 5, Prijs: 31,72 euro

## 'Strain fields within contracting skeletal muscle'

Mechanische belasting van spierweefsel leidt tot lokale spanningen en rekken binnen het weefsel en eventueel tot lokale schade en adaptatie. Kennis omtrent de mechanismen van het ontstaan van lokale schade en adaptatie als gevolg van lokale mechanische belasting is belangrijk voor verschillende toepassingsgebieden, waaronder pees- of spierverleggingen. Deze verleggingen worden bijvoorbeeld gebruikt voor het herstellen van de mobiliteit van aangetaste gewrichten door ruggemerg beschadigingen of om een afname in kniebewegingen tijdens lopen te herstellen.

Continuüm modellen van het actieve en passieve mechanische gedrag van spieren met realistische geometrieën in in vivo situaties vormen een zeer bruikbaar middel om lokale mechanische belasting van spieren in relatie tot lokale schade en adaptatie te bestuderen. Met dit doel hebben Gielen et al. (2000) een continuüm model ontwikkeld van het mid-sagittale vlak van de tibialis anterior (TA) van de rat.

Het doel van het onderzoek beschreven in het proefschrift was 1) het verzamelen van experimentele data om continuüm modellen van de TA van de rat te valideren en 2) het verbeteren van het 2-dimensionale (2D) model van Gielen et al. (2000), vooral met betrekking tot de geometrie. Met het model kunnen verschillende output parameters geëvalueerd worden (bijv. spierkracht, verplaatsingen, vezelrek). Er is daarom voor gekozen om met verschillende meettechnieken een uitgebreide experimentele data set te verzamelen.

De eerste experimenten waren gericht op het identificeren van parameters van het gebruikte contractie model, het zogenaamde 'two-state Huxley' model. De identificatie omvatte het fitten van een 1-dimensionaal (1D) model van een spier-pees complex op experimenteel verkregen spierkoppels tijdens isometrische contractie bij verschillende stimulatie frequenties. De resultaten lieten zien dat de geïdentificeerde model parameters een goede beschrijving van spierkoppels van de TA van de rat bij verschillende stimulatie frequenties mogelijk maken. Er wordt daarom aangenomen dat het 'two-state Huxley' contractie model toereikend is voor het beschrijven van het contractiel gedrag binnen continuüm modellen van complete spieren tijdens isometrische contracties.

Met 3-dimensionale (3D) video analyse zijn oppervlakkige marker verplaatsingen gemeten tijdens een isometrisch contraherende TA spier van een rat door electro-stimulatie. Er is o.a. bekeken hoe de rek-

verdeling veranderde tijdens opbouw en relaxatie van de spierkracht. Aan het begin van de stimulatie verkortte het proximale weefsel sneller dan het distale weefsel. Voordat de initiële toestand werd bereikt, trad tijdens de krachtsrelaxatie een extra verkorting op in het distale weefsel, terwijl de proximale delen verlengden. De gemeten effecten hebben tot de hypothese geleid dat de voortgeleidingssnelheid van de actie potentiaal vanuit de motorische eindplaatjes over de spiervezels het tijdsverloop van de lokale rekverdelingen sterk beïnvloedt. De hypothese kan bestudeerd worden door inhomogene activatie van de spiervezels te implementeren in de continuüm modellen.

Om de interne 3D vervorming tijdens de plateau fase van een gefuseerde isometrische contractie te bepalen, is gebruik gemaakt van MRI-tagging, waarbij een lijn patroon (tags) wordt aangebracht in het weefsel. Uit twee sets van orthogonale MR beelden met weefsel tags van een isometrisch samentrekkende TA spier van de rat zijn 3D verplaatsings- en rekvelden bepaald van ongeveer 70% van het spiervolume. De rekverdelingen binnen de contraherende spier bleken sterk heterogeen te zijn in alle richtingen. De conclusie was daarom 1) dat oppervlakkige rekken geen goede maat zijn voor diepere rekken en 2) dat er modellen met realistische 3D geometrieën nodig zijn voor het bestuderen van 3D spiermechanica tijdens contractie.

De laatste conclusie heeft tenslotte geleid tot de uitbreiding van het 2D model van het mid-sagittale vlak van de tibialis anterior van de rat (Gielen et al., 2000) naar een meer realistische 3D geometrie. Verder is er een stap gezet in de richting van model validatie. Met betrekking tot de model validatie is het duidelijk geworden dat de 3D simulaties een goede kwalitatieve voorspelling van de video data en MRI verplaatsingsvelden mogelijk maakten. Er werden echter grote kwantitatieve verschillen gevonden. Voor het nauwkeurig beschrijven van de gemeten verplaatsings- en rekvelden zal het 3D model dus verbeterd moeten worden en daarbij zal de focus moeten liggen op de volgende parameters: de 3D geometrie en vezel richting, de randvoorwaarden, de constitutieve wetten voor passiefgedrag, en de lokale sarcomeerlengte verdelingen. Ondanks de benodigde model verbeteringen, biedt het gepresenteerde 3D model samen met de uitgebreide experimentele data set, een solide gereedschap om de spiermechanica tijdens contractie te bestuderen.

Literatuur: Gielen, A.W.J., C.W.J. Oomens, P.H.M. Bovendeerd, T.Arts en J.D.Janssen. A finite element approach for skeletal muscle using a distributed moment model of contraction. *Computer methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 3:231-244, 2000.

Universiteit Maastricht, 28 maart 2002  
m.maenhout@tue.nl

### 'Experimental and clinical data on the incorporation of impacted morsellized bone grafts'

Van botsnippers tot nieuw bot

Een manier om het botverlies dat optreedt bij losgelaten heupprothesen op een biologische manier te herstellen, is de zogenaamde 'impaction bone grafting'. Met deze techniek worden stukjes (donor)bot in het beschadigde botbed geplaatst en stevig in elkaar geslagen (geïmpacteerd). Deze laag botsnippers zal na verloop van tijd ingroeien tot een vitale botlaag en zo het goed functioneren van een nieuwe heupprothese bevorderen. Dit proefschrift levert een bijdrage aan het inzicht in het incorporatie proces van botgrafts.

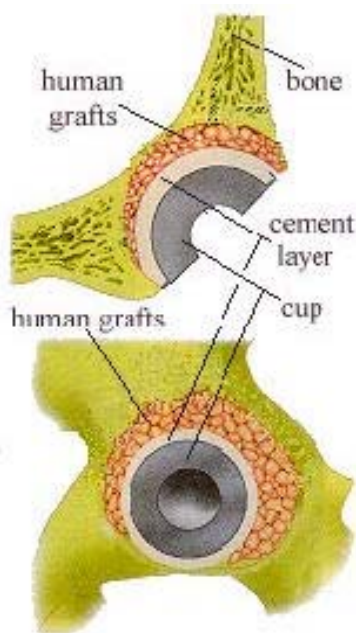


Fig. 1 Het gebruik van botsnippers in het acetabulum.

Omdat de leeftijd waarop mensen (heup)implantaten krijgen steeds lager wordt, zal dat resulteren in een toename van het aantal heroperaties. Bij deze jongere patiënten is het herstel van het botverlies van groot belang en is impaction grafting aantrekkelijk omdat de kans op een volgende revisie groot is. Een toename van het aantal revisies brengt ook een toename van de benodigde hoeveelheid botgraft met zich mee. Om aan de grotere vraag naar botgrafts te kunnen voldoen en het bot optimaal te gebruiken is het van belang om meer inzicht te krijgen in het gedrag van de botgraft tijdens het incorporatieproces. Deze resultaten kunnen vervolgens worden gebruikt om de grafts en in een later stadium biomaterialen (niet lichaamseigen materialen) al dan niet in een mix met botgrafts op een juiste manier te gebruiken zodat dit uiteindelijk resulteert in een stabiele en vitale botstructuur. Indien dit wordt bereikt is de kans kleiner dat patiënten opnieuw geopereerd moeten worden i.v.m. problemen gerelateerd aan de prothese en zal de prothese een

langere tijd goed functioneren. Voordat deze alternatieven echter optimaal in de kliniek benut kunnen worden, is een uitvoerige evaluatie van de biologische, mechanische en structurele eigenschappen nodig. Essentieel is echter dat het incorporatieproces van de botgrafts zelf volledig bekend is.



Fig. 2 Botkamer in de tibia van de rat.



Fig. 3 Een van de proefdieren.

Om meer inzicht te krijgen in de ingroei van deze botsnippers zijn dierexperimenten gedaan in de rat en in de geit. Wanneer bloed en merg uit de botsnippers worden gespoeld en deze vervolgens worden geïmpacteerd, heeft dit een sterkere botingroei tot gevolg. De biologische activiteit van de graft hangt af van zijn capaciteit om zijn omgeving biologisch te activeren, alsook de mate tot stimulering door botgerelateerde groeifactoren van de botgraft, de mogelijkheid tot ingroei van weefsel en osteoconductie. Daarnaast speelt de mechanische omgeving nog een belangrijke rol. Met name de belasting enkele weken na de operatie lijkt bevorderlijk.

Orthopedie Universitair Medisch Centrum Nijmegen, 14 mei 2002

Tanja Vrijkotte

### 'Work stress and cardiovascular disease risk'

Werkstress geniet een grote belangstelling van politiek, media, en wetenschap. Een belangrijke achtergrond van deze belangstelling is de relatie tussen werkstress, gezondheid en welzijn. In dit proefschrift staat de relatie tussen werkstress en fysiologische risicofactoren voor hart- en vaatziekten centraal. Werkstress werd gekwantificeerd met behulp van een vragenlijst, gebaseerd op het 'Effort-reward Imbalance'

model. Volgens dit model wordt de mate waarin iemand het werk als stressvol ervaart op de eerste plaats bepaald door de balans tussen werkdruk en de beloning die hier tegenover staat. Beloning moet daarbij niet alleen opgevat worden als het salaris. Ook aspecten als ondersteuning en waardering van collega's en superieuren en de vooruitzichten voor de toekomst blijken zeer belangrijk te zijn. Als de werkdruk als onevenredig groter wordt ervaren dan de beloning spreekt men van 'imbalance'.

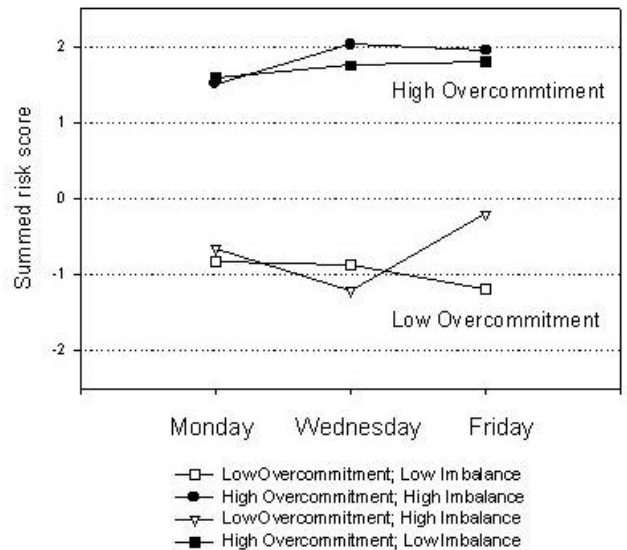
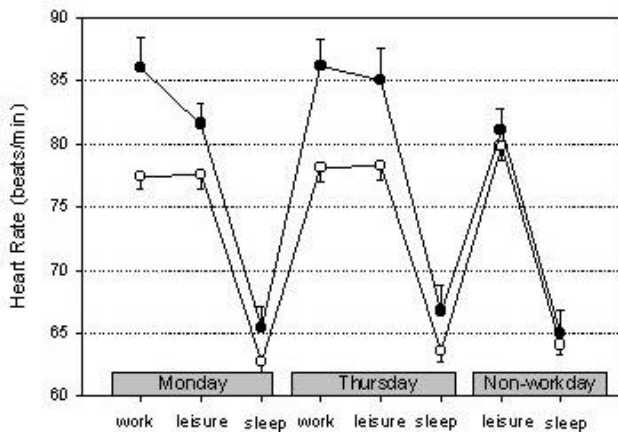
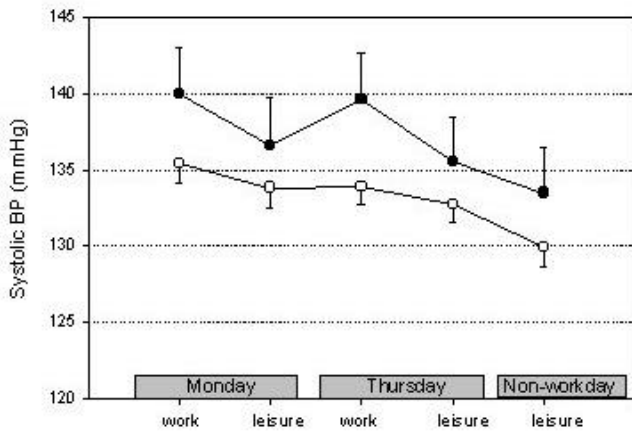
Werkstress wordt op de tweede plaats bepaald door de manier waarop iemand omgaat met de werksituatie. Kun je het werk bijvoorbeeld maar moeilijk van je afzetten? Laat je je overdreven aansporen door complimenten? Ben je zeer prestatiegericht? Deze kenmerken worden samengevat als 'overcommitment'.

Bij 148 mensen werden twee groepen risicofactoren gemeten. Ten eerste de variabelen in het bloed die een rol spelen bij het ontstaan van arteriosclerose. Ten tweede werden ambulante registraties (zowel thuis als op het werk) gemaakt van hartslag, bloeddruk en de aansturing van het hart door het sympathische en parasympathische zenuwstelsel.

De verschillende resultaten uit dit onderzoek laten zien dat de twee verschillende aspecten van werkstress samengaan met concrete fysiologische veranderingen die de kans op hart- en vaatziekten doen toenemen. Hoge 'imbalance' is gerelateerd aan een hogere hartslag op het werk, verhoogde systolische bloeddruk en, waarschijnlijk de meest toxische component, een verlaagde vagale hartsturing zowel op het werk als thuis. Personen met een hoge score op 'overcommitment' hebben een slechtere fibrinolyse, in combinatie met een beperking in het bereik van de sympathische hartsturing.

Personen die hoog scoren op 'imbalance' én 'overcommitment' zijn de personen die volgens epidemiologisch onderzoek het grootste risico lopen op myocardinfact, hartfalen of beroerte. Dat effect is groter dan elk van de effecten van 'imbalance' en 'overcommitment' alleen. Die interactie komt tot stand doordat de verschillende risicofactoren die door 'imbalance' en 'overcommitment' worden beïnvloed samen een synergistisch effect uitoefenen op hart- en vaatziekten.

Faculteit der Psychologie en Pedagogiek, Vrije Universiteit Amsterdam, 18 oktober 2001



## “Witte vlekken”

Onthutst was ik, toen ik de reacties van mijn vrienden op mijn hersenfoto's hoorde. Dan blijkt toch hoe onzeker je over jezelf bent. En hoe gevoelig voor kritiek. Die foto's had ik speciaal in Nijmegen op het nieuwe Donders hersencentrum laten maken. En die liet ik ze zien en zei vol trots: 'Kijk, hier doe ik het nou mee!' Een schot voor open doel, een voorzet bleek al gauw, want zij interpreteerden dat als: 'Daar moet hij het maar mee zien te rooien.' Dat voelde niet lekker, maar ik praatte er overheen. Maar het werd nog pijnlijker toen ik ze begon uit te leggen, dat het in de hersenen om de grijze stof draait. Je grijze massa. Groepen zenuwcellen die de belangrijkste taken in de hersens hebben. Denken, onthouden, spreken, voelen, bewegen enzovoort. Ze keken nog eens naar de foto's, toen naar mij en merkten schamper op, dat ze wel weinig grijs op de foto's zagen. Maar voornamelijk witte stof (dat zijn de zenuwbanen, die de signalen aan- en afvoeren). Of dat grijs bij iedereen zo, uhh mondjesmaat aanwezig was? Ik wist het niet en voelde me steeds kleiner worden. Ik kon niet anders dan erkennen, dat ik het zo nog niet bekeken had. Heel veel wit en weinig grijs inderdaad!

Ronald van Gelder

Nu, een paar maanden later, na diezelfde foto's opnieuw en opnieuw bekeken te hebben, kan ik toch wel een weerwoord verzinnen. Jammer dat ik dat toen niet zo snel paraat had. Albert Einstein bijvoorbeeld schijnt eens gezegd te hebben, dat we maar tien procent van onze mentale hersencapaciteit gebruiken. Dus waarom ik niet? (Ik hoop maar wel dat hij gelijk heeft!)

Ik heb ook 's een hersenatlas erop nageslagen. Het aantal hersencentra in mijn brein blijkt niet opvallend afwijkend van het standaardbrein en ook de proporties van mijn grijze massa blijken dat niet – de mensen van dat hersencentrum hadden dat anders toch ook wel gezien!

Door het staren naar die foto's, nam ik plotseling wel iets anders waar; iets veel positievers, waar ik geleidelijk trotser op werd. Ik vind mijn eigen hersenen zo degelijk: vooral die stevige dragende sneeuw witte balk tussen mijn twee hersenhelften, die solide brug tussen grote en kleine hersenen, die grijs-witte diepgewortelde hersenstam die staat, de hersenventrikels waar het vocht zo heerlijk in rondkabbelt en die (paar!) muisgrijze kernen voor mijn motoriek. Weg was mijn onzekerheid.

'Wilt u mijn hersens ook zien? Kijk, hier doe ik het nou mee!'

### Wat kun je op de foto's zien?

Plaat I toont het hoofd en profiel. De buitenste witte rand bestaat uit huid en spieren, de donkere rand daarin is de schedel. Daarbinnen liggen de hersenwindingen. Daaronder ligt de balk, een verbinding van zenuwvezels tussen de linker en rechter hersenhelft. Uit de hersenen loopt het ruggenmerg naar beneden. Op deze lengtedoorsnede zijn verder de mond, neusholten (zwart), tong en ruggenwervels – eigenlijk nekwervels - goed te zien.



Plaat 1

- 1) de balk (corpus callosum)
- 2) de brug (pons)
- 3) medulla oblongata
- 4) ruggemerg
- 5) vierde ventrikel
- 6) cerebellum
- 7) thalamus
- 8) atlas (ruggewervel)
- 9) draaier (ruggewervel)



Plaat 2

- 1) balk (corpus callosum)
  - a) zijventrikel (laterale ventrikel)
  - b) zijventrikel (laterale ventrikel)
- 2) eiland (insula)
- 3) putamen
- 4) nucleus caudatus
- 5) carsula interna



Plaat 3

- 1) cerebellum
- 2) slaapbeenkwab (temporaalkwab)
- 3) voorhoofdskwab (frontaalkwab)
- 4) achterhoofdskwab (occipitaalkwab)
- 5) wandbwwnkwab (pariëtaalkwab)

Plaat 1 t/m 3

---

Plaat II is een dwarsdoorsnede door het hoofd. In het bovenste laagje van de hersenmassa liggen her en der centra die van het grootste belang zijn voor de bewustwording van informatie die onze zintuigen treft, zogenaamde sensorische of zintuiglijke informatie. Niet ver boven de neus, voorin de voorste kwab, ligt een reukcentrum en achter de scheidingslijn tussen de voorste en bovenste kwab ligt de schors voor lichaamsgevoel. Daar vindt de gewaarwording plaats van de aanraking van onze huid, maar ook van de gevoelssensaties zoals die met spierbeweging gepaard gaan. Aan de linkerkant worden in het algemeen de signalen afkomstig van de rechter lichaamshelft verwerkt, aan de rechterkant die van de linkerhelft. Het gehoorcentrum bevindt zich, zoals gezegd, in de slaapkwab. Ook hier geldt dat de signalen na overkruising in de hersenen verwerkt worden: signalen opgepikt met het rechteroor belanden in het gehoorcentrum in de linker hersenhelft, uit het linker oor in de rechter hemisfeer.

Vlak voor de scheidingslijn tussen de voorste en bovenste kwab ligt aan weerszijden van de hersenen de zogenaamde motorische strip, waaruit de impulsen bedoeld voor willekeurig spierweefsel afkomstig zijn: voor de linker lichaamszijde uit de rechter hemisfeer en omgekeerd.

Plaat III toont een schuin voor-achterwaartse doorsnede. Op dit plaatje zijn de vier hersenkwabben redelijk goed zichtbaar. Elke kwab speelt een rol bij bepaalde lichaamsfuncties, die grofweg kunnen worden ingedeeld in functies die met beweging of gevoel te maken hebben. Of met de waarneming door zintuigen. Een belangrijk centrum voor het zien bevindt zich bijvoorbeeld in de achterste kwab (achterhoofdkwab) en voor het gehoor in delen van de zijkwab (slaapbeenkwab). Het voorste deel van de bovenste hersenkwab (wandbeenkwab) heeft veel te maken met lichaamsgevoel(igheid), terwijl het achterste deel van de voorste kwab (voorhoofdkwab) van groot belang is bij de motoriek.

\* Dit korte essay is met toestemming van de uitgever overgenomen uit: 'Het brein in beweging' (2001) van Ronald van Gelder. Kosmos-Z&K Uitgevers, Utrecht (ISBN 90 215 9648 2)



Kopij voor de Nieuwsbrief (inclusief activiteiten voor de Agenda) kan gemaild worden aan de redactie: [blvankeeken@fbw.vu.nl](mailto:blvankeeken@fbw.vu.nl)



Op 6 november 2002 zal het eerste congres van de VvBN plaatsvinden. De faculteit der Bewegingswetenschappen, VU Amsterdam heeft aangeboden om de eerste keer gastheer te zijn. Het thema van het congres is 'performance' en gezondheid in de velden sport, arbeid, revalidatie en bewegingsonderwijs. Voorbeelden van vragen zijn: wat kan nog wel (arbeid), wanneer gaat het fout (topsport/jeugdsport), wat moet je minimaal bieden (bewegingsonderwijs) en waar moet je minimaal aan voldoen (als zorgverlener) (revalidatie). Reserveer de datum vast in je agenda!

---

## Speciale actie voor de lezers van Nieuwsbrief van de VvBN

Een kortingsbon van 5 EURO voor het boek "Het brein in Beweging"

### Het brein in beweging (Ronald van Gelder)

De hersenen spelen een hoofdrol bij alles wat we doen. Doen ze het goed, dan presteren we prima. Mankeren ze iets, dan verslechteren onze prestaties. We moeten onze hersenen daarom ook goed onderhouden. Zonder oefening verliezen we onze vaardigheden en worden onze hersenen te weinig gestimuleerd om scherp te blijven. En dan maakt het niet uit of we het over intellectuele, sportieve of andere prestaties hebben.

In 'Het brein in beweging' staat het brein daarom centraal. Het brein bij sporten, bewegen, spreken, zwijgen, denken en nog heel veel andere functies. Hoe werkt het brein van de voetballer bijvoorbeeld of het geheugen van een geheugenkunstenaar? In hoeverre verschillen de hersenen van mannen en vrouwen, en die van links- en rechtshandigen? Maar ook hoe gevaarlijk is het om bij voetbal de bal te koppen, hoe kan iemand zonder geheugen toch iets onthouden en wat is autisme precies?

Hoe we onze vaardigheden goed op peil kunnen houden, ja zelfs kunnen verbeteren – en onze hersenen goed onderhouden en 'stimuleren' – komt in dit boek op verschillende manieren aan de orde. Praktische tips zijn er voor vrijwel iedereen: voor leken, maar ook voor keepers, tennissers, bungeejumpers, mimespelers, trainers, therapeuten enzovoort. Adviezen worden op originele wijzen aangeboden via testjes, vragenlijsten en spelletjes. Zo krijgt de lezer bijvoorbeeld via een quiz antwoord op de vraag met welke voedingsmiddelen het gezonde brein het beste draaiende gehouden kan worden en laten visuele testjes zien dat ook tal van 'gewonere' ziektebeelden zoals ADHD en depressie in het brein zichtbaar kunnen zijn.

Dit boek is voor iedereen die geïnteresseerd is in de werking van de hersenen, in de relatie tussen hersenen en gedrag en ook wil weten wat je met deze kennis in de praktijk kunt doen.

---

---

#### **KORTINGSBON**

Ontvang tegen inlevering van deze bon een speciale Nieuwsbrief van de VvBN-korting.

Bij inlevering van deze bon betaalt u voor 'Het brein in beweging' van Ronald van Gelder (90 215 9648) geen EUR 20,40 maar slechts EUR 16,00!

Deze bon is geldig tot en met 31 juli 2002.

Lever deze bon in bij uw boekhandel.

ACTIENUMMER: (00000) 061-59030

---

## Dezelfde 5 vragen aan....

In de rubriek 'dezelfde vijf vragen aan' vertelt een bewegingswetenschapper in het veld over zijn/haar werk. Dit keer valt de beurt te eer aan Peter Wolfhagen ( [pwolfhagen@fitlinxx.com](mailto:pwolfhagen@fitlinxx.com) )

### Welke opleiding heb je gedaan?

Nadat ik de Academie voor Lichamelijke Opvoeding in Arnhem had afgerond, heb ik Bewegingswetenschappen in Maastricht gestudeerd (en overigens ook afgerond, als iemand zich dat af zou vragen).

### Wat is de omschrijving van jouw huidige functie?

Ik ben werkzaam als Program Manager voor FitLinxx Inc., verantwoordelijk voor de Benelux en Duitsland.

### Waar oefen je deze functie uit?

Hoewel FitLinxx Inc. een Amerikaanse software onderneming is, hebben we een vestiging in de buurt van Londen die Europa 'bestuurt'. Aangezien ik verantwoordelijk ben voor het vasteland van Europa, en we hier nog geen kantoor hebben, werk ik vanuit 'mijn kantoor aan huis'.

### Kun je een omschrijving geven van de zaken waarmee jouw werkgever zich bezig houdt?

FitLinxx Inc. heeft een systeem ontwikkeld waarmee de fitness afdeling binnen fitness-centra 'bestuurd' kan worden. Hiertoe leggen we een netwerk aan, waar alle toestellen op aangesloten worden. Leden voeren alleen hun persoonlijke code in, en op de toestellen (van alle grote, belangrijke merken) wordt het trainingsprogramma voor dat lid gestart. Omdat alles wat de leden doen wordt opgeslagen, krijgen niet alleen de leden een overzicht, maar krijgen tevens de trainers de noodzakelijke info om leden optimaal te begeleiden. Tenslotte kan het management ook zien hoe succesvol de trainers hierbij zijn. Uiteindelijk moet deze revo-

lutionaire ledenservice zich vertalen in betere ledenwerving, beter ledenbehoud, een hogere effectiviteit van de staf, en dus uiteindelijk meer winst.

### Kun je een aantal (als het kan minimaal 5) concrete taken noemen die jouw functie met zich mee brengt?

Als Program Manager van FitLinxx is mijn belangrijkste functie het begeleiden van de klanten bij de implementatie en het gebruik van het FitLinxx systeem. Hiertoe wordt er eerst bekeken welke doelen (en targets) deze klant wil nastreven, vastgelegd in een operationeel plan. Vervolgens worden de gebruikers (zowel de trainers als ook het management) door mij getraind in het gebruik van het (software)systeem. Daarna is mijn taak vooral het ondersteunen van de klant bij het behalen van haar targets. Zij krijgen daartoe maandelijks van mij een rapport met kengetallen en feedback in relatie tot de geformuleerde doelen. Via regelmatig overleg en eventueel follow-up training geef ik in feite consultancy om de club succesvol te maken.

Tenslotte analyseer ik de maandelijkse rapporten om 'standaarden' (m.b.t. aantal leden, aanmeldingen, opzeggingen, retentie, aantal trainingen, etc.) voor de verschillende landen op te stellen, en trends te volgen.

### Kun je (in maximaal 50 woorden) aangeven wat jouw baan tot een leuke/interessante baan maakt?

Het combineert zaken die ik leuk vindt. Niet alleen kan ik mensen iets leren, voel ik me teamlid bij elk centrum, mag ik analyseren, kan in de keuken kijken van zeer veel centra en kan ik goed gebruik maken van mijn ervaring, maar bovendien levert mijn werk meestal direct resultaat op.