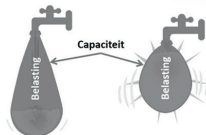




Prof. dr. J.H.P. (Han) Houdijk

Klinische Bewegingswetenschappen: theoretisch geïnspireerd toegepast wetenschappelijk onderzoek



Oratie

8 april 2022

Klinische Bewegungswissenschaften

Klinische Bewegingswetenschappen: theoretisch geïnspireerd toegepast wetenschappelijk onderzoek

Oratie uitgesproken door

Prof. dr. J.H.P. (Han) Houdijk

op 8 april 2022

bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar

Clinical Movement Sciences

aan de

Faculteit Medische Wetenschappen

Rijksuniversiteit Groningen



rijksuniversiteit
groningen

Uitgegeven door University of Groningen Press
Broerstraat 4
9712 CP Groningen
<http://www.rug.nl/library/ugp/>

Voor het eerst gepubliceerd in Nederland © 2022 Han Houdijk

Omslagontwerp en opmaak: LINE UP boek en media bv | Mirjam Kroondijk
Illustraties: Han Houdijk
Foto voorkant: Johnny Greig, Getty Images

DOI: <https://doi.org/10.21827/624fe6126cd5a>



Dit werk is verschenen onder de Creative Commons-licentie: NietCommercieel-GeenAfgeleideWerken 4.0 Internationaal (CC BY-NC-ND 4.0). De volledige licentievoorwaarden zijn beschikbaar op creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode

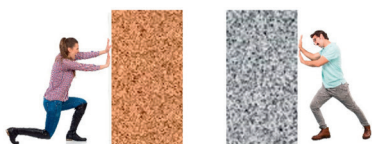
Leden van het College van Bestuur,
zeer geachte aanwezigen.

Ik ben zeer verheugd vandaag toe te mogen treden tot de Groningse Senaat en u hier fysiek te mogen ontvangen bij het uitspreken van mijn inaugurele rede. Of *beweegrede* zoals ik het als bewegingswetenschapper ook graag zou willen noemen. De inhoud van dit betoog is namelijk voor het grootste deel in mijn hoofd ontstaan tijdens het maken van wandelingen, fietsentochten en zo nu en dan wat rondjes schaatsen. Bewegen is, zoals we weten, niet alleen goed voor lichaam maar ook voor de geest. Maar ook letterlijk wil ik in deze oratie mijn beweegredenen uiteenzetten voor de aanpak van theoretisch geïnspireerd toegepast wetenschappelijk onderzoek binnen de leerstoel Klinische Bewegingswetenschappen.

De kloof tussen wetenschap en praktijk

Het grootste deel van mijn wetenschappelijke carrière heb ik me beziggehouden met onderzoek op het raakvlak van theorie en praktijk. Vaak hoor je dan dat je de kloof tussen wetenschap en praktijk moet overbruggen. Er zijn verschillende manieren om dat te doen. Sommige mensen proberen de kloof tussen wetenschap en praktijk geheel te dichten, door deze gebieden letterlijk te laten versmelten, zoals in de bovenste afbeelding in Figuur 1 wordt getoond. Anderen proberen de kloof te dichten door er als verbinder tussen te gaan staan en zo letterlijk een brug te vormen, zoals in de middelste afbeelding van Figuur 1. En ten slotte zijn er mensen die de kloof accepteren, maar elkaar wel wederzijds de hand reiken en zo nu en dan over en

weer bewegen. Dit wordt getoond in de onderste afbeelding van Figuur 1. Als je zo naar deze afbeeldingen kijkt, dan zou je kunnen vaststellen dat de personen in de bovenste twee afbeeldingen zwaar werk hebben en niet geheel comfortabel zijn. Ik ben daarom van mening, en heb gedurende mijn werk ervaren, dat de onderste benadering het meest effectief kan zijn.



Figuur 1: De kloof overbruggen tussen wetenschap en praktijk.

Dat deze onderste aanpak het meest effectief kan zijn heeft alles te maken met de inherente verschillen tussen de wereld van praktijk en wetenschap (Figuur 2). In de klinische praktijk richt de zorgverlener zijn focus op de individuele patiënt en richt hij/zij zijn aandacht op de gehele patiënt, met alle biopsy-

chosociale- en omgevingsfactoren die daarbij horen. In de wetenschap richt de onderzoeker zijn aandacht in de regel op algemene verschijnselen in groepen van individuen en kijkt hij/zij niet naar de gehele persoon maar naar geïsoleerde aspecten, die afzonderlijk kunnen worden gemanipuleerd en gemeten. Dit fundamentele verschil in aanpak van vraagstukken maakt het onmogelijk om beide velden te versmelten. Als je ertussen in gaat hangen dan verlies je mogelijk het goede van beide. Voor een vruchtbare samenwerking tussen wetenschap en praktijk moeten we deze verschillen wederzijds onderkennen en accepteren. We moeten vragen vanuit de praktijk vertalen en reduceren naar theorieën en modellen die we kunnen hanteren in de wetenschap. En omgekeerd moeten we de resultaten van dergelijk onderzoek, naar algemene wetmatigheden en deelaspecten van het functioneren, als puzzelstukken beschouwen en toepassen in de context van de individuele en gehele patiënt in de praktijk.

Praktijk



Wetenschap



Figuur 2: De verschillen in aanpak tussen praktijk en wetenschap.

De multidisciplinaire bewegingswetenschappen

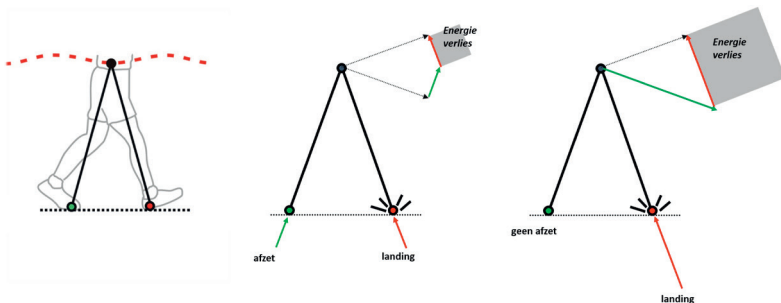
De praktijk richt zich dus op individuen als complex geheel en de wetenschap tracht daar deelaspecten uit te isoleren om ze beter te begrijpen. Gelukkig hoeven we ons daarbij in de bewegingswetenschappen niet per se te beperken tot een enkel deelaspect. De bewegingswetenschappen is een multidisciplinair onderzoeksveld waarin we gebruik kunnen maken van theorieën en modellen van veel verschillende wetenschappelijke disciplines. Zoals bijvoorbeeld die van de biomechanica, de inspanningsfysiologie of de bewegingssturing. Ik wil u in deze rede graag een aantal voorbeelden geven over hoe we theorieën en modellen uit deze disciplines hebben toegepast op vraagstukken uit de klinische praktijk, met name die uit de revalidatie, en hoe de resultaten van dat onderzoek vervolgens hun impact hebben gehad op de klinische praktijk. Ik zal daarbij ook aangeven op welke wijze ik dat werk de komende jaren in Groningen zal voorzetten. Daarbij heeft het uitstellen van deze oratie door de beperkingen van de corona pandemie, als voordeel dat ik ook kan laten zien wat we daar in de afgelopen twee jaar al aan hebben gedaan.

Theoretisch geïnspireerd toegepast wetenschappelijk onderzoek

Biomechanische modellen

Laten we beginnen met de toepassing van theorieën en modellen uit de biomechanica. Ons lichaam bevat ca. 200 botten, 100 gewrichten en ruim 500 verschillende spieren. Het door-

gronden van het mechanische gedrag van het lichaam is dus erg complex. Maar het was Albert Einstein die ons ooit leerde: alles moet zo simpel mogelijk worden gemaakt (maar niet simpeler dan dat). Het eenvoudigste model dat het mechanische gedrag van de mens tijdens het lopen kan beschrijven is het simpele model van een omgekeerde slinger. Een punt massa (het lichaamszwaartepunt) die in elke stap over een rigide staaf (het been) heen beweegt (Figuur 3).



Figuur 3: Mensen lopen als een omgekeerde slinger. Dit model kan verklaren waarom het lopen meer energiekost als de afzetkracht rond de enkel vermindert.

Dit allersimpelste model kan verklaren waarom het lopen van mensen (recht op, op twee benen) energetisch zo efficiënt is. Dit model heeft ons in het recente verleden echter ook belangrijk inzicht gegeven in een onderliggende reden, waarom het voor mensen met beperkte beenfunctie, zoals mensen met kuitspierzwakte of met een beenprothese meer energie kost om te lopen ⁽¹⁾. Uit de mechanica van een omgekeerde slinger blijkt namelijk dat de energie die nodig is om dit systeem in beweging te houden, van stap naar stap, het beste kan worden gegeneerd rond de

enkel. Mensen met beperkte enkelfunctie zijn daardoor sterk in het nadeel, ten koste van extra energieverbruik. Dit inzicht speelt momenteel belangrijke rol bij de ontwikkeling van loophulpmiddelen zoals beenprothese en orthesen (spalken) die er voorzorgen dat het lopen van deze mensen minder vermoeiend is. Onderzoek waar we de komende jaren nog veel aan zullen werken, om de effectiviteit van deze hulpmiddelen verder te verbeteren.

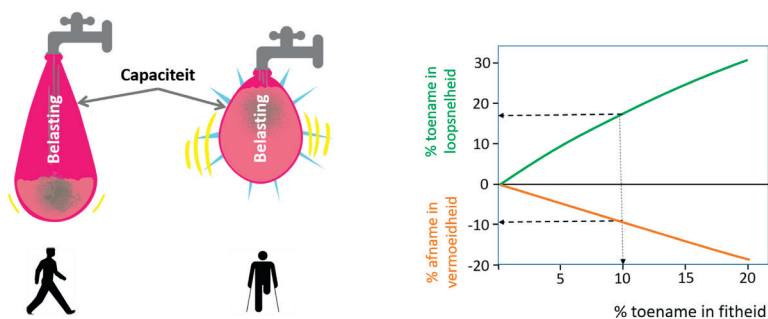
Tevens kan dit simpele model verklaren hoe mensen hun balans bewaren tijdens het lopen. At Hof demonstreerde, in het verleden hier in Groningen, dat we op basis van mechanische wetmatigheden van de omgekeerde slinger handig kunnen voorspellen waar we bij iedere stap onze voeten moeten plaatsen om te kunnen lopen zonder om te vallen ⁽²⁾. Deze theorie hebben we kunnen toepassen om te begrijpen hoe mensen met een aandoening, zoals bv na een beroerte of beenamputatie, hun stappen maken en welke consequenties dat heeft voor hun stabiliteit⁽³⁻⁶⁾. Daaruit hebben we trainingsmethoden ontwikkeld waarin het aanpassingsvermogen van voetplaatsing wordt getraind ten einde de loopstabiliteit te verbeteren. Dit doen we onder andere m.b.v. virtual en augmented reality, zoals in de Cmill die mede door mijn collega Melvyn Roerdink aan de Vrije Universiteit is ontwikkeld⁽⁷⁾. Deze trainingsmethode passen we momenteel toe in de revalidatie. En we zetten momenteel nieuwe onderzoek op hier in Groningen om de effectiviteit van deze training bij mensen met een beenprothese verder te onderzoeken.

Inspanningsfysiologische modellen

Maar het bewegen van mensen wordt niet alleen bepaald door mechanische wetmatigheden. Promovenda Daphne Wezenberg paste in haar onderzoek een simpel inspanning fysiologisch model, van belasting en belastbaarheid, toe om te voorspellen in welke mate de fysieke fitheid van mensen met een beenamputatie hun loopvaardigheid bepaalt⁽⁸⁾. We zagen in dat onderzoek dat niet alleen het energieverbruik toeneemt bij het lopen met een beenprothese, maar dat de capaciteit om energie te leveren vaak ook erg is afgenomen. Voorspellingen op basis van ons model laten zien dat het verbeteren van de fysieke conditie voor veel patiënten grote effecten kan hebben (Figuur 4), die mogelijk groter zijn dan die van verdere technologische verbetering aan de mechanica van hun prothese. Dergelijke effecten van fysieke training blijken ook op te gaan voor vele andere patiëntgroepen, zoals mensen na een beroerte, en niet alleen betrekking te hebben op loopvaardigheid maar ook op andere taken uit het dagelijks leven, zoals promovenda Ilse Blokland momenteel onderzoekt⁽⁹⁾.

De bevindingen uit dit onderzoek hebben geleid tot meer aandacht voor het testen trainen van fitheid in de revalidatie, en de inrichting van klinische inspanningslaboratoria als onderdeel van de standaard voorziening in verschillende revalidatiecentra. Het programma Fysiek Profiel⁽¹⁰⁾, dat we in Heliomare ontwikkelde, is de afgelopen jaren uitgerold in Nederland. Het hand-

boek “Hoe blijf je fit na een beenamputatie” is uitgebracht voor patiënten en zorgverleners⁽¹¹⁾. Het verder onderzoeken van onze theoretische voorspelling van het effect van deze fysieke training in de revalidatie heeft grote prioriteit gekregen in het onderzoek dat we momenteel samen met o.a. collega Rienk Dekker van de afdeling revalidatie in het UMCG opzetten en uitvoeren. Het sluit ook goed aan bij de aandacht voor actieve leefstijl en healthy aging, dat een belangrijk gedachte goed vormt binnen het onderzoek en behandeling in het UMCG in het algemeen.



Figuur 4: Een verstoorde balans tussen aerobe belasting en aerobe capaciteit beperkt de loopvaardigheid. Trainen van fitheid kan grote effecten hebben op het functioneren.

Bewegingssturingssystemen

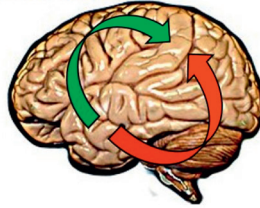
En tot slot het domein van de bewegingssturing. Want het bewegen is niet alleen gebaad bij een degelijk mechanisch ontwerp en een goede fysiologisch status, maar vereist ook slimme aansturing. Samen met mijn vu-collega John van der Kamp en promovendus Elmar Kal paste we theorieën over

motorisch leren, die al veel in sport en gymnastiekonderwijs werden gebruikt, toe in de revalidatie. Volgens deze theorieën, die zijn gebaseerd op kennis over het werkgeheugen en informatiestromen in ons brein, wordt er een beter leereffect bereikt wanneer een persoon wordt aangemoedigd om zijn aandacht tijdens het uitvoeren van een beweging op de omgeving richten, in plaats van op de het eigen bewegingsapparaat. We onderzochten of dat ook het geval was bij mensen die opnieuw bewegingen moeten aanleren na een beroerte. In dit geval het leren van een balanstaak (Figuur 5). We zagen dat deze verwachting niet altijd op gaat bij mensen met hersenschade na een beroerte, maar dat het van verschillende patiënt-kenmerken afhangt welke van beide leerstrategieën het beste effect zal hebben⁽¹²⁾.

Dit onderzoek heeft implicaties voor de aanpak van motorisch leren in de revalidatie en wordt momenteel o.a. toegepast in nieuwe programma's voor neurorevalidatie. Bij de afdeling bewegingswetenschappen van het UMCG zetten we dit onderzoek voort in samenwerking met collega Marina Schoemakers en Heleen Reinders-Messelink van Revalidatie Friesland, die zijn gespecialiseerd in ontwikkeling van motoriek bij kinderen, en met Raoul Bongers die zich bezighoudt met motorisch leren bij armprothese gebruikers.



Interne focus



Externe focus

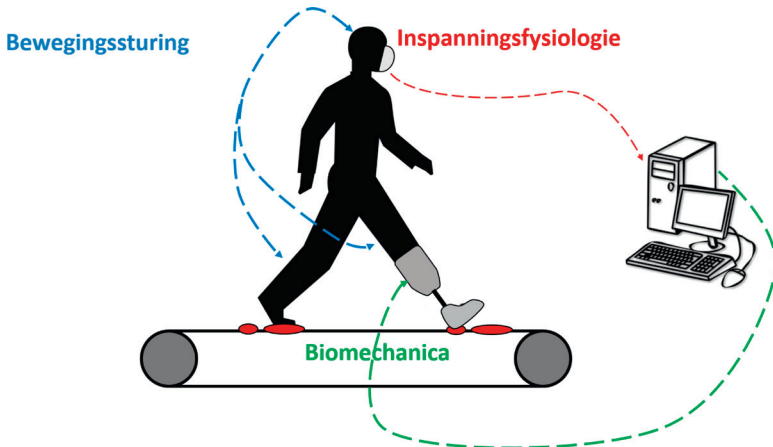
Figuur 5: Het richting van aandacht tijdens het leren van een motorische taak heeft invloed op het leereffect. De optimale leerstrategie kan echter verschillen afhankelijk van patiëntkarakteristieken.

Human-in-the-loop

We hebben in de bewegingswetenschappen dus tools tot onze beschikking uit verschillende disciplines die we kunnen toepassen als puzzelstukken om het bewegen te doorgronden en verbeteren. Die losse puzzelstukken kunnen ons veel leren over het gestoorde beweging en bijdragen aan nieuwe diagnostiek of behandeling. Maar de grootste waarde zit misschien wel in het combineren van deze disciplines. Een paradigma waar deze velden expliciet samen komen, is dat van de zogenaamde human-in-the-loop optimalisatie⁽¹³⁾, waarin we onderkennen dat het effect van technische hulpmiddelen (zoals beenprothesen) niet alleen afhangt van de capaciteit van de hulpmiddelen, maar direct moeten worden afgestemd op de fysieke eigenschappen van de individuele gebruiker en zijn/haar vermogen

om een juiste coördinatie patroon te vinden. De complexe en nagenoeg onvoorspelbare interactie tussen deze factoren leidt ertoe dat de effectiviteit van hedendaagse geavanceerde revalidatie technologie achter blijft bij de verwachtingen, omdat de instellingen van deze hulpmiddelen onvoldoende zijn afgestemd op de individuele gebruiker.

Binnen de human-in-the-loop benadering ontwikkelen we technologie om eigenschappen van technische hulpmiddelen in vivo te tunen naar de biomechanische en inspanningsfysiologische eigenschappen en het coördinatievermogen van de gebruiker. We doen dat met behulp van slimme sensoren en kunstmatige intelligentie, die de interactie tussen het hulpmiddel en de gebruiker op een slimme manier verkent en een optimale oplossing zoekt.



Figuur 6: Human-in-the-loop optimalisatie van orthopedische hulpmiddelen.

In het afgelopen jaar zijn we in het UMCG verschillende projecten gestart om middels deze zogenaamde human-in-the-loop benadering de effectiviteit van mobiliteitshulpmiddelen te optimaliseren. We passen dit toe om optimale afwikkelprofielen van orthopedische schoenen te vinden voor individuele gebruikers, samen met collega Juha Hijmans van het bewegingslaboratorium van de afdeling revalidatiegeneeskunde in het UMCG. We zoeken optimale afstellingen van elektrisch ondersteunde rolstoelen, samen met collega Riemer Vegter. En samen met de Faculteit Science en Engineering, en met name collega Raffaëlla Carloni, kunnen we binnenkort starten met de optimalisatie van intelligente beenprothese, op basis van een net verworven beurs van het HTRIC cluster.

Samenwerking over de kloof tussen wetenschap en praktijk

Ik hoop u in het eerste deel van deze rede te hebben getoond hoe theoretisch geïnspireerd toegepast wetenschappelijk onderzoek kan bijdrage aan oplossingen voor klinisch relevante vraagstukken. Het functioneren van individuen is complex. Het is de vaardigheid van de bewegingswetenschapper om die complexiteit te reduceren tot deelaspecten die we aan de hand van bestaande theorieën en modellen kunnen doorgronden om zo algemene principes m.b.t. bewegingsstoornissen en interventies te vinden. Deze principes kunnen we vaak toepassen op bewegingsproblemen van verschillende patiëntgroepen, hoe verschillend die in klinisch opzicht ook lijken. En het stelt ons

zelfs in staat om dezelfde kennis die heeft geleid tot de uitvinding van de klapschaats⁽¹⁴⁾, waarmee mensen sneller kunnen schaatsen, nu ook in te zetten in de ontwikkeling van spalken waarmee patiënten sneller kunnen lopen⁽¹⁵⁾. Maar we moeten de modellen niet vereenzelvigen met de werkelijkheid van de patiënt. Het is de vaardigheid van de clinicus om kennis van die deelaspecten te wegen en te integreren in een behandelplan voor de individuele patiënt, en om de wetenschapper terugkoppeling te geven over de geldigheid van de gevonden principes in de complexe klinische praktijk. Juist door complementair te zijn kunnen we elkaar helpen om wetenschap en praktijk bij elkaar te brengen. Maar we moeten elkaar daarvoor wel regelmatig ontmoeten en de hand reiken om elkaar goed leren kennen en om de wederzijdse rollen en competenties goed op waarde te schatten en te benutten.

En dat brengt van de inhoud naar de samenwerking. Zoals gezegd: de kloof tussen wetenschap en praktijk is fundamenteel maar we kunnen elkaar de hand reiken en op en neer springen om een goede synergie te verkrijgen. En dat zullen we de komende jaren doen om ons onderzoek te voeden met klinische vragen en de resultaten van ons (theoretische) onderzoek te vertalen naar praktische toepassingen.

Die samenwerking zal uiteraard plaats vinden binnen het UMCG en de Rijksuniversiteit Groningen. Binnen het research insti-

tute **SHARE** waar verschillende klinische onderzoeksthema's van het UMCG bij elkaar komen en we nauw samenwerking met de programma's van onder ander de afdelingen Revalidatie (o.l.v. Prof. Jan Geertzen) en Orthopedie (o.l.v. Prof. Paul Jutte). De samenwerking zal ook plaats vinden met regionale netwerk **SPRINT** waarin onderzoek, zorg en bedrijfsleven uit de regio Noordoost Nederland elkaar vinden om kennis uit te wisselen en om te zetten in relevante producten en diensten voor de zorg. En niet in de laatste plaats binnen het recent opgezette Health Technologie Research en Innovation cluster (**HTRIC**) van UMCG en RUG, waarin de brug wordt geslagen tussen klinische en technologisch onderzoek in Groningen in samenhang met bedrijven in de omgeving. Ik noemde al eerder dat we op basis van een startimpuls van HTRIC, kunnen gaan starten met onderzoek rondom de human-in-the-loop optimalisatie bij de ontwikkeling van beenprothesen, dat is een mooie kans waar we erg blij mee zijn en die de samenwerking enorm stimuleert.

Op Landelijke schaal vindt samenwerking plaats in verschillende verbanden: **SMALLL**: de vereniging voor klinische bewegingslaboratoria. Die in de afgelopen twee decennia standaarduitrusting van de revalidatie zijn geworden en sterk gevoed worden vanuit de bewegingswetenschappen. **AIRE**: de aandachtsgroep inspanningsfysiologie in de revalidatie. Die de afgelopen jaren is opgezet naar voorbeeld van SMALLL, maar dan gericht op de ontwikkeling van klinische inspanningslabo-

ratoria in de revalidatie. Ik vertelde daar al eerder over. **ISPO-NL**: De Nederlandse tak van de internationale vereniging voor prothese en orthesiologie. Een multidisciplinair netwerk waarin we kennis uitwisselen tussen wetenschap en praktijk m.b.t. deze mobiliteitshulpmiddelen, die veelvuldig onderwerp zijn van ons onderzoek. Uiteraard de **vvbn**: de Vereniging voor Bewegingswetenschappen Nederland. Want we mogen er trots op zijn dat bewegingswetenschappen in Nederland al lang geen onbekende term meer is, maar een geaccepteerde discipline in de wetenschap maar ook in het werkveld van o.a. sport en gezondheidszorg.

En dan moet ik bij deze lijst van samenwerkingen ook niet vergeten te noemen de samenwerking die we hebben met verschillende vakverenigingen zoals vereniging voor revalidatieartsen, fysiotherapie, orthopedische technologie en vele instellingen en bedrijven. Een mooi voorbeeld van deze landelijke samenwerking is de Prothese Academie die we momenteel vormgeven binnen een subsidie oproep van ZonMW, mede getrokken door collega Aline Vrieling en Corry van der Sluis van de afdeling revalidatiegeneeskunde. Dit is een academische werkplaats waarin alle stakeholders rondom prothesezorg worden verenigd om kennis en vaardigheden mbt onderzoek, onderwijs, innovatie, bekostiging en implementatie te bundelen om te komen tot doelmatige zorg en bovenal vergrootte tevredenheid bij de eindgebruiker. Deze eindgebruiker staat in

deze academische werkplaats centraal. De patiëntenverenigingen (in dit project KorterMaarKrachtig) vormt daarmee de belangrijkste schakel binnen onze samenwerkingen, die ik ook expliciet wil noemen.

Bewegingswetenschappelijk onderwijs over de kloof tussen wetenschap en praktijk

Ik heb in deze reden tot nu toe gesproken over theoretisch geïnspireerd toegepast bewegingswetenschappelijk onderzoek, hoe dat zich verhoudt tot de praktische wereld van de kliniek en hoe we de kloof kunnen overbruggen door elkaars aanpak en expertise te waarderen en combineren. Dat vergt dat we elkaar de hand reiken en over en weer bewegen wanneer nodig. Maar deze werelden zijn minder gescheiden dan ik hier mogelijk impliceer. Bewegingswetenschappers zijn niet alleen terug te vinden in wetenschappelijk onderzoek, maar hebben over de jaren ook functies in de klinische praktijk gekregen. Daarmee hebben de bewegingswetenschappen studenten die wij opleiden een belangrijke brugfunctie gekregen aan weerszijde van de kloof tussen wetenschappen en praktijk. Zo aan het eind van deze rede wil ik dan ook graag nog de opleiding bewegingswetenschappen centraal zetten.

Bewegingswetenschappen is een academische opleiding, waar de theoretische verdieping en wetenschappelijke vaardigheden belangrijke onderdelen van het programma zijn. We willen

onze studenten het vermogen bij brengen om de complexe werkelijkheid te ontleden en systematisch te onderzoeken. Maar daarnaast is de bewegingswetenschappen traditioneel erg gericht op de praktische toepassingen. Het vakgebied is immers ontstaan vanuit de lichamelijke opvoeding en didactic. Naast functies in wetenschappelijk onderzoek, zien we dat onze afgestudeerden hun theoretische kennis en wetenschappelijke vaardigheden steeds beter in kunnen zetten in specifieke functies in de, door voortschrijdende technologie, steeds complexer wordende klinische praktijk. Drie specifieke voorbeelden wil ik daarvan noemen.

De klinische bewegingsanalist: Een bewegingslaboratorium is tegenwoordig standaarduitrusting in veel revalidatiecentra en academische medische centra. De geavanceerde meetapparatuur in deze laboratoria en de modellen van het bewegingsapparaat die worden gebruikt bij het objectiveren en kwantificeren van de bewegingsafwijkingen vraagt om specialisten, die niet in de reguliere medische en paramedische opleidingen worden opgeleid. De bewegingswetenschapper kan deze apparatuur en modellen goed hanteren en is daarmee van grote toegevoegde waarde in de klinische diagnostiek en evaluatie die plaats vindt in deze laboratoria.

De klinische inspanningsfysioloog: Er is voldoende evidentie dat verbeteren van fysieke fitheid een belangrijke randvoor-

waarde is voor het functioneren en dat geldt zeker ook voor mensen met bewegingsbeperkingen. Vanuit het principe Exercise = Medicine krijgt fysieke training een steeds prominentere status binnen de gezondheidszorg, en dat vraagt om specialisten binnen de diagnostiek van inspanningsproblemen en opzetten van inspanningsinterventies. In de klinische inspanningslaboratoria, die momenteel op veel plaatsen ontstaan, zijn bewegingswetenschappers de specialist die gevraagde kennis kunnen leveren.

En ten slotte **de revalidatietechnoloog**: Met de enorme technologische ontwikkeling in onze maatschappij bestaan er veel mogelijkheden voor implementeren van deze technologie in de zorg, zowel als diagnostische instrumenten, in trainingsinterventies en evaluaties. Bijvoorbeeld in de vorm van specialistische ergometers, virtual reality toepassingen of ambulante meetsensoren. De bewegingswetenschapper, die met een beta-profiel wordt opgeleid, heeft het vermogen om de technische achtergrond van deze innovaties begrijpen en om zinvolle toepassingsmogelijkheden voor het meten en manipuleren van het bewegen te ontwikkelen. Daarmee zijn bewegingswetenschappers een belangrijke schakel binnen de bedrijven die dergelijke technologie ontwikkelen voor de zorg.

Met deze belangrijke beroepsperspectieven van bewegingswetenschappers in de klinische praktijk, moeten we in onze

opleiding beter rekening gaan houden. Zonder af te wijken van onze theoretische inslag, kunnen we didactische paden ontwikkelen, bijvoorbeeld in de vorm van klinische of praktische stages, die onze studenten richting deze functies leiden en die onze studenten nog beter in staat stellen een brug tussen wetenschap en praktijk te maken waarover we gemakkelijk van de ene naar de andere kant kunnen bewegen (en terug).

Bruggen bouwen

Zoals ik een brug heb proberen te slaan tussen wetenschap en praktijk, zo heb ik ook getracht bruggen te maken tussen verschillende delen van het land. Van Made en Breda, via Amsterdam, Uithoorn en Wijk aan Zee, naar Groningen en het Friese Aldeboarn. Ik wil iedereen bedanken die op enige manier deze bruggen mee heeft helpen bouwen en deze reis mogelijk heeft gemaakt. We hebben een mooie reis gemaakt en wie weet waar we met zijn allen nog uit komen. Maar voorlopig gaat er niets boven Groningen.

Ik heb gezegd!

Referenties

- 1 Houdijk H, Pollmann E, Groenewold M, Wiggerts H, Polomski W. The energy cost for the step-to-step transition in amputee walking. *Gait Posture*. 2009;30(1):35-40.
- 2 Hof AL, van Bockel RM, Schoppen T, Postema K. Control of lateral balance in walking. Experimental findings in normal subjects and above-knee amputees. *Gait Posture*. 2007;25(2):250-8.
- 3 Hak L, Houdijk H, van der Wurff P, Prins MR, Mert A, Beek PJ, et al. Stepping strategies used by post-stroke individuals to maintain margins of stability during walking. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2013;28(9-10):1041-8.
- 4 Hak L, van Dieen JH, van der Wurff P, Houdijk H. Stepping asymmetry among individuals with unilateral transtibial limb loss might be functional in terms of gait stability. *Phys Ther*. 2014;94(10):1480-8.
- 5 Ijmker T, Noten S, Lamothe CJ, Beek PJ, van der Woude LH, Houdijk H. Can external lateral stabilization reduce the energy cost of walking in persons with a lower limb amputation? *Gait Posture*. 2014;40(4):616-21.
- 6 Ijmker T, Houdijk H, Lamothe CJ, Jarbandhan AV, Rijntjes D, Beek PJ, et al. Effect of balance support on the energy cost of walking after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94(11):2255-61.
- 7 Houdijk H, van Ooijen MW, Kraal JJ, Wiggerts HO, Polomski W, Janssen TWJ, et al. Assessing Gait Adaptability in People With a Unilateral Amputation on an Instrumented Treadmill With a Projected Visual Context. *Physical Therapy*. 2012;92(11):1452-60.
- 8 Wezenberg D, van der Woude LH, Faber WX, de Haan A, Houdijk H. Relation between aerobic capacity and walking ability in older adults with a lower-limb amputation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94(9):1714-20.
- 9 Blokland I, Gravesteyn A, Busse M, Groot F, van Bennekom C, van Dieen J, et al. The relationship between relative aerobic load, energy cost, and speed of walking in individuals post-stroke. *Gait Posture*. 2021;89:193-9.

- 10 Blokland JJ, van Bennekom CAM, Appel R, Groot FP, Houdijk H. Fysiek Profiel – Fysieke testen en training binnen de revalidatie. *Nederlands Tijdschrift voor Revalidatiegeneeskunde* 2018;2018(3):149-52.
- 11 Houdijk H, Dekker R, Valent L. Hoe blijf je fit na een beenamputatie. *Wijk aan Zee: Heliomare*; 2021.
- 12 Kal E, Houdijk H, van der Kamp J, Verhoef M, Prosee R, Groet E, et al. Are the effects of internal focus instructions different from external focus instructions given during balance training in stroke patients? A double-blind randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2019;33(2):207-21.
- 13 Zhang J, Fiers P, Witte KA, Jackson RW, Poggensee KL, Atkeson CG, et al. Human-in-the-loop optimization of exoskeleton assistance during walking. *Science.* 2017;356(6344):1280-4.
- 14 Houdijk H, Bobbert MF, De Koning JJ, De Groot G. The effects of klapskate hinge position on push-off performance: a simulation study. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(12):2077-84.
- 15 Kerkum GL, Philippart W, Houdijk H. The effects of footplate stiffness on push-off power when walking with posterior leaf spring ankle-foot orthoses. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2021;88:105422.

Dankwoord

Zoals ik een brug heb proberen te slaan tussen wetenschap en praktijk, zo heb ik ook getracht bruggen te maken tussen verschillende delen van het land. Van Made en Breda, via Amsterdam, Uithoorn en Wijk aan Zee, naar Groningen en het Friese Aldeboarn. Ik wil iedereen bedanken die op enige manier deze bruggen mee heeft helpen bouwen en deze reis mogelijk heeft gemaakt. Met de grote kans dat ik mensen vergeet, wil ik hieronder in min of meer chronologische volgorde verschillende reisgenoten met name noemen.

Mijn interesse in het bewegen leidde mij na mijn middelbare schoolopleiding naar de academie voor fysiotherapie aan de Hogeschool West-Brabant in Breda. De vrienden die ik daar maakte ben ik nooit meer uit het oog verloren. Al meer dan 30 jaar genieten we samen jaarlijks van de Paasbrunch en ondernemen we andere uitjes. We hebben alle mooie en soms minder mooie dingen in het leven gedeeld. Ik hoop dat we dat nog eens 30 jaar kunnen volhouden.

Binnen de opleiding fysiotherapie werd mijn nieuwsgierigheid naar de fundamenteën van het bewegen gewekt. Met name Harry Oonk en Aad Lagerberg inspireerden me om de functionele anatomie verder te verkennen en onder andere het nut van een achillespeesblessure te leren waarderen.

Op zoek naar verdere verdieping kwam ik terecht in de bewegingswetenschappen. Aan Jumping Jack ben ik grote dank verschuldigd. Hij leidde mij naar Amsterdam. Maar uiteraard valt die dank ook met name ten deel aan Gerrit Jan van Ingen Schenau, die met Jumping Jack de elegante functie van bi-articulaire spieren tot leven bracht en daarmee ook mijn liefde voor de bewegingswetenschappen.

Onder de vleugels van Maarten Bobbert maakte ik kennis met de wiskundige modellering van het bewegingsapparaat. Met zijn computersimulaties van het spierskeletmodel ging ik de dynamica van het bewegen pas echt beter begrijpen. Een kritische leermeester en de letter BS in de kantlijn van mijn werkstukken hebben me van tijd tot tijd net zo veel gemotiveerd als gefrustreerd. Maar voor beide ben ik je dankbaar.

Mijn laatste semester van de master bewegingswetenschappen heb ik door mogen brengen in het Human Biodynamics Lab van Rodger Kram en Claire Farley aan UC Berkeley. In deze inspirerende omgeving heb ik verder leren kijken dan het bewegen van de mens en het in een veel breder biologisch kader leren plaatsen. De creativiteit die ik daar leerde kennen heb ik voor altijd meegenomen.

Een promotieonderzoek naar de Klapschaats. Een kans voor een sportliefhebber om de topsport van dichtbij te zien. Maar

ook om de theorie van jumping jack te toetsen in de praktijk. Theoretisch geïnspireerd toegepast wetenschappelijk onderzoek! Gerrit Jan van Ingen Schenau; helaas kon ik de resultaten uit mijn proefschrift niet meer met jou bediscussiëren. Maar ik ben trots om jouw gedachtegoed in de bewegingswetenschappen te kunnen voortzetten.

Jos de Koning, Gert de Groot, Peter Hollander en Maarten Bobbert leidden me naar mijn promotie. Jos van jou leerde ik hoe je wetenschappelijke experimenten uitvoert in de context van de praktijk. Wat ik leerde bij het schaatsen, pas ik nu nog altijd toe in de klinische praktijk.

Van de sport weer terug naar de kliniek. Luc van der Woude; jij legde de fundering voor samenwerking tussen bewegingswetenschappen en de revalidatie. Je wijdde mij in in de wereld van de revalidatie en een heel andere soorten model dan ik toe had leren kennen; het ICF. Jouw brede kijk op het functioneren van de mens en wat de bewegingswetenschapper daarbij kan betekenen heeft veel voor me betekent.

Coen van Bennekom; samen hebben we Heliomare Research & Development mogen uitbouwen. We vulden elkaar prima aan. Bedankt dat je me de ruimte gaf voor theoretisch geïnspireerd toegepast wetenschappelijk onderzoek in Heliomare. We zijn samen heel wat op en neer gesprongen tussen kliniek en

wetenschap en ik hoop dat we dat de komende jaren nog zullen blijven doen. Al is de kloof letterlijk wat groter geworden.

Mijn dank gaat ook uit naar alle andere collega's van Helio-mare. Uiteraard de collega's van R&D: Judith, Janneke, Linda en Richard. Maar ook alle andere collega's die die vreemde eend van R&D toch altijd warm hebben verwelkomd in de praktijk en ook vaak eens zelf de kloof naar de denkbolder van R&D overbruggen.

Alle promovendi die ik heb mogen begeleiden; Ik hoop dat jullie net zo veel van mij hebben kunnen leren als ik van jullie. Jullie waren de drijvende kracht achter mijn onderzoek en de vertaling daarvan naar de praktijk. Linda, Daphne, Laura, Trienke, Maaike, Elmar, Saskia, Ilse en Niels, jullie werk staat aan de basis van mijn leerstoel klinische bewegingswetenschappen. We moeten nog maar eens zo'n ouderwets etentje organiseren (Marieke kookt). Hetzelfde geldt voor alle Bachelor en Master studenten die deel van ons team hebben uitgemaakt. Jullie stimuleren en motiveren mij enorm en maken mijn werk zo de moeite waard!

Ik heb het geluk gehad dat ik bij de promovendi die ik begeleid heb mogen samenwerken met veel verschillende promotoren. Luc van der Woude, Arnold de Haan, Peter Beek, Jaap Harlaar, Erik Scherder, Jaap van Dieen. Ik heb van ieder van jullie

nieuwe dingen geleerd die ik integreer in mijn huidige werk. Jaap; Ik heb de laatste jaren in Amsterdam in jouw onderzoeksgroep mogen werken. Ik bewonder je veelzijdigheid en hoe je naast al je managementtaken nooit je kritische blik op de inhoud verliest.

Inclusief mijn studententijd heb ik bijna 25 jaar doorgebracht bij Bewegingswetenschappen aan de Vrije Universiteit in Amsterdam. Onmogelijk om alle mensen waarmee ik zo geweldig heb samengewerkt en zulke mooie dingen heb gedaan persoonlijk te bedanken. Ik ben erg blij deel te mogen uitmaken van de (F)BW familie.

Buiten de VU zijn er ook veel mensen te bedanken waarmee ik business en pleasure heb kunnen combineren. Vele van hen leerde ik kennen binnen de netwerken van SMALLL, ESMAC, ISPO-NL, AIRE en VvBN waarin ik met veel plezier betrokken ben.

Naast al dat werk was er ook voldoende ruimte voor ontspanning. Samen met mijn Amstelland schaats/fietsvrienden heb ik het bewegen ook zelf in de praktijk gebracht. Bedankt voor alle kilometers die we samen maakten en alle gezelligheid daaromheen. De zeilvrienden leerde ons het mooie Friesland kennen en zorgde er zo voor dat de brug naar het noorden van het land gemakkelijker te maken was. En daarnaast was er 'de eerste ring' waar we lief en leed mee deelde en vakanties vierden. Rob,

Lonny, Pieter, Linda; van goede buur naar verre vriend, maar eerste ring voor altijd!

De brug is nu gebouwd tot in Groningen. Ondanks het digitale online begin van mijn werkzaamheden ben ik me heel snel thuis gaan voelen in het UMCG. En nu we weer meer ruimte krijgen om bij elkaar te komen wordt het alleen maar beter. Bedankt voor het warme ontvangst!

Riemer en Kirsten; hoewel het protocol rond een oratie niet voorziet in paranymfen, ben ik blij dat jullie me terzijde hebben willen staan bij de organisatie van de feestelijkheden die daarbij horen.

Lest best, de thuishaven: Pa, Ma, Gert, Col, Paul, Mignon en de neven. Doe maar gewoon dan doe je al gek genoeg zeiden we vaak, en we hebben het ook altijd gewoon te gek gehad.

En dan de vaste bemanning: Marieke (no need to say I'm proud of you :-)), Sam en Marijn. Betere reisgenoten kan ik me niet wensen. Wat hebben een mooie reis achter de rug. Ik heb het met verwondering voorbij zien trekken en ben dankbaar voor ieder moment. Wie weet waar de reis ons samen verder heen voert. Maar voorlopig gaat er niets boven Groningen.

Ik heb bedankt!

Prof. dr. J.H.P. (Han) Houdijk (Made, 1969) is gefascineerd door de prestaties die de bewegende mens kan leveren, maar even zoveel door problemen die kunnen optreden als het bewegingsapparaat gestoord raakt. Aan de hand van biofysische theorieën en modellen uit de multidisciplinaire bewegingswetenschappen tracht hij basisprincipes achter het menselijk bewegen te doorgronden. Samen met klinische partners vertaalt hij deze inzichten naar nieuwe behandelmethoden en diagnostiek voor mensen met uiteenlopende bewegingsproblemen, zoals na een beroerte, beenamputatie of dwarslaesie. Deze theoretisch gedreven aanpak heeft hem geleid van een opleiding tot fysiotherapeut, via promotieonderzoek naar de werking van de klapschaats, tot de leerstoel Klinische Bewegingswetenschappen aan het Universitair Medisch Centrum en Rijksuniversiteit Groningen.

