

University of Groningen

WHEEL-I:

van der Woude, L. H. V.; Vegter, Riemer; Leving, Marika; de Groot, Sonja

Published in:
 Nederlands Tijdschrift voor Revalidatiegeneeskunde

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
 Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
 2019

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

van der Woude, L. H. V., Vegter, R., Leving, M., & de Groot, S. (2019). WHEEL-I: development of a wheelchair propulsion laboratory. *Nederlands Tijdschrift voor Revalidatiegeneeskunde*, 2019(2), 8-13.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

TOP-ARTIKEL VAN PROF. DR. LUC VAN DER WOUDE

Wetenschappelijk onderzoek is een belangrijk onderdeel van de revalidatiegeneeskunde, en onderzoeksresultaten dragen bij aan het verbeteren van het revalidatiegeneeskundig handelen. Veel relevant en goed nationaal onderzoek blijft echter verborgen voor Nederlandse revalidatieartsen, omdat dit wordt gepubliceerd in diverse internationale tijdschriften. Met dit in het achterhoofd heeft de redactie van het Nederlands Tijdschrift voor Revalidatiegeneeskunde (NTR) de hoogleraren betrokken bij revalidatiegeneeskunde benaderd met het verzoek om een artikel dat om redenen van kwaliteit en/of relevantie als 'topper' wordt beschouwd om te zetten naar een Nederlandstalig artikel voor het NTR. Hierbij is specifieke aandacht gevraagd voor de klinische relevantie. In dit nummer met 'Focus op bewegen en sport' het TOP-artikel van prof. dr. Luc van der Woude over de WHEEL-I.

WHEEL-I: development of a wheelchair propulsion laboratory

Voor het menselijk functioneren is het essentieel dat men zich kan voortbewegen, dat geldt evengoed voor rolstoelgebruikers. Voor een handbewogen rolstoel is dat niet vanzelfsprekend. In WHEEL-I zijn objectieve rolstoelspecifieke methoden en technieken samengebracht om het revalidatieproces rond rolstoelgebruikers met een dwarslaesie te objectiveren en optimaliseren. In dit artikel vraagt prof. dr. Luc van der Woude hernieuwde aandacht voor de WHEEL-I.



PROF. DR. L.H.V. (LUC) VAN DER WOUDE

hoogleraar bewegen, revalidatie & functioneel herstel Rijksuniversiteit Groningen, UMCG Centrum voor Revalidatie, Groningen

DR. R.J.K. (RIEMER) VEGTER

universitair docent Rijksuniversiteit Groningen, UMCG, Centrum voor Bewegingswetenschappen

DRS. M. (MARIKA) LEVING

onderzoeker Rijksuniversiteit Groningen, UMCG Centrum voor Bewegingswetenschappen, Groningen

DR. S. (SONJA) DE GROOT

senior onderzoeker Rijksuniversiteit Groningen, UMCG, Centrum voor Bewegingswetenschappen, Reade Centrum voor revalidatiegeneeskunde en reumatologie, Amsterdam



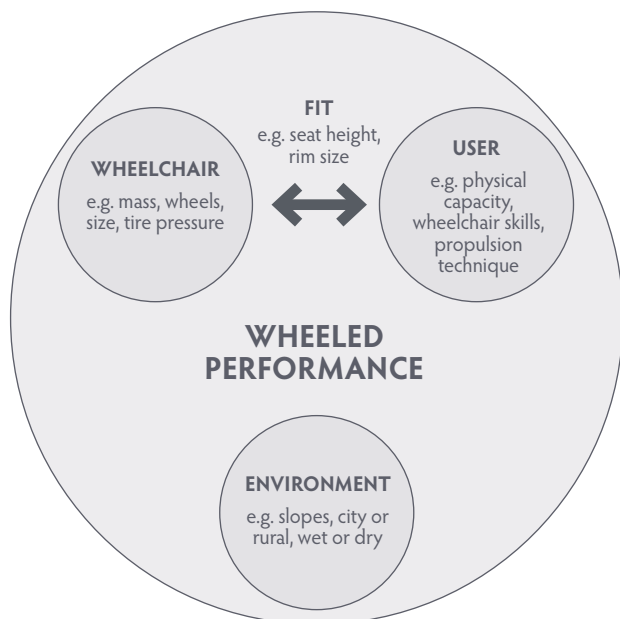
CORRESPONDENTIE

l.h.van.der.woude@umcg.nl

Naar schatting 1% van de wereldbevolking (~ 65-70 miljoen mensen) is rolstoelgebruiker.¹ In meerderheid betreft het hand-aangedreven rolstoelgebruik. De individuele bewegingsvrijheid van handbewogen rolstoelgebruikers is afhankelijk van de individuele inspanningscapaciteit en vaardigheid van het bovenlichaam. De fysieke belastbaarheid van het bovenlichaam is veel minder (~ 40-70%) dan dat van de benen. Rolstoelgebruikers variëren hierin door diagnose, leeftijd, geslacht en bijvoorbeeld sportieve achtergrond. Wetenschappelijk onderzoek rond rolstoelmobiliteit wordt gedomineerd door gegevens van mensen met een (traumatische) dwarslaesie, waarvan naar schatting 80% rolstoelgebruiker is.² Kennis rond rolstoelgebruik en -mobiliteit, fitheid en activiteit bij mensen met een dwarslaesie in Nederland is gebaseerd op het Koepelproject, ALLRISC, en meer recent de

HandbikeBattle-studie.³⁻⁵ Deze studies zijn gericht op het herstel van fysieke en mentale belasting en belastbaarheid na dwarslaesie in de ICF context.⁶ Dit onderzoek past in ruim 35 jaar rolstoelonderzoek en bouwt voort op de Duitse arbeidsfysiologie en ergonomie rond rolstoelinspanning en het werk van Nils Hjeltnes in fitheid bij dwarslaesie in de (vroeg) revalidatie.⁷⁻¹⁰

De (ruimtelijke) veelzijdigheid van onze armen/handen is een groot goed; we kunnen er onze dagelijkse activiteiten verfijnd, maar ook krachtig mee uitvoeren, van schrijfwerk tot het klaarmaken van eten of hakken van hout, van routine naar onbekende acties. De keerzijde van deze regelvrijheid is dat het hand-arm-schouder-romp systeem functioneel anatomisch complex is en voor haar stabiliteit continu afhankelijk is van spieractivatiepatronen in interactie met de omgeving en de taak.^{11,12} Armbewegingen



Figuur 1. Model dat aangeeft waarvan de capaciteit voor het rolstoelrijden afhankelijk is.

kosten relatief veel energie door spieractivatie voor stabiliteit en beweging. In rolstoelgebruikers levert die geringe spiermassa relatief grote en ogenschijnlijk inefficiënte krachten.¹³ Het schouder-arm-hand systeem is dan ook gevoelig voor overbelasting. Dit uit zich bij veel (~ 70%) rolstoelgebruikers in discomfort en pijnklachten aan de schouder of pols na 10-15 jaar rolstoelgebruik.^{14,15} Vroege overbelastingssignalen worden al in de klinische dwarslaesierevalidatie gevonden.^{16,17} Preventie van pijn en arm-schouder problemen en het onderhouden van een gezonde actieve leefstijl zijn de twee

centrale ambities in de revalidatie van handbewogen rolstoelgebruikers om zo zelfstandigheid en participatie te garanderen. Een actieve leefstijl voor mensen met een beperking moet een integraal deel van revalidatie en het dagelijks leven zijn om gezond functioneren en welzijn op lange termijn te borgen.¹⁸

Een actieve en gezonde leefstijl van rolstoelgebruikers impliceert een goede belastbaarheid, aandrijftechniek en rolstoelvaardigheid, individuele rolstoelpassing en -voertuigkwaliteit (figuur 1). Hierin speelt systematische monitoring

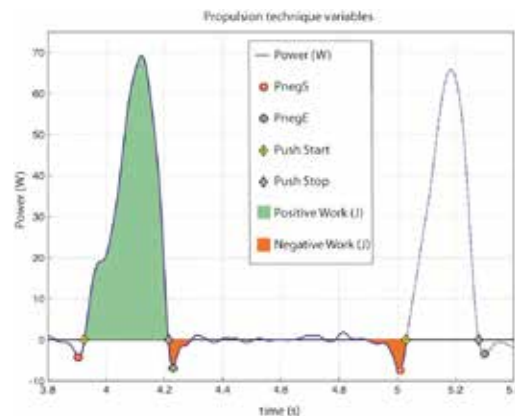
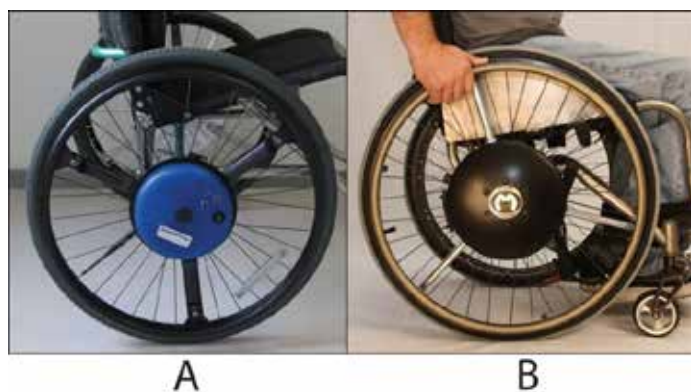
van de gebruiker (belastbaarheid, rolstoelvaardigheid, aandrijftechniek), een optimale ergonomische inrichting van de rolstoelgebruiker interface en de voertuigmechanica van de rolstoel een belangrijke rol: *WHEEL-I: Wheelchair Expert Evaluation Laboratory-Implementation*.¹⁹

HET WHEEL-I CONCEPT

Objectieve rolstoelspecifieke methoden en technieken zijn samengebracht in WHEEL-I om het revalidatieproces rond rolstoelgebruikers met een dwarslaesie te objectiveren en optimaliseren (figuur 2.): geïnstrumenteerde meetwielen, een rolstoelspecifieke lopende band, zuurstof-analysetechniek, een rolstoelvaardigheidentestbatterij en gevalideerde vragenlijsten rond schouderbelasting en zelf-effectiviteit met betrekking tot rolstoelvaardigheid.

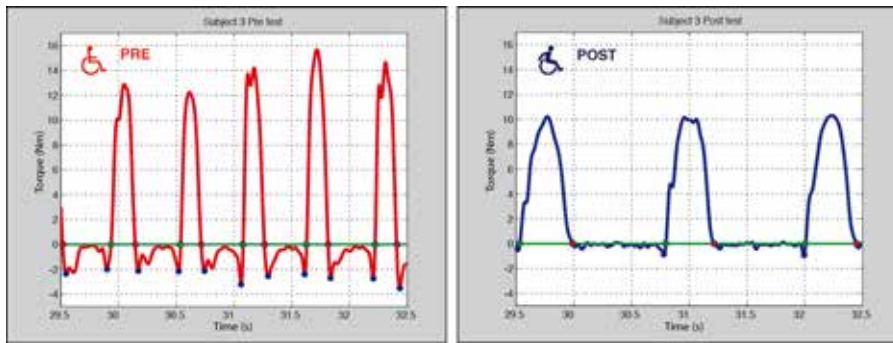
Implementatie

WHEEL-I werd in twee van de acht revalidatiecentra uit het Koepelproject en ALLRISC onderzoek in de dwarslaesierevalidatiebehandeling¹ geïmplementeerd. In beide centra werd een werkgroep (revalidatiearts, fysiotherapeut, ergotherapeut, rolstoeltechnicus, een bewegingswetenschapper gespecialiseerd in rolstoelaandrijving en een professionele rolstoelverstrekker) samengesteld, die verantwoordelijk werd voor de lokale uitrol van WHEEL-I. →

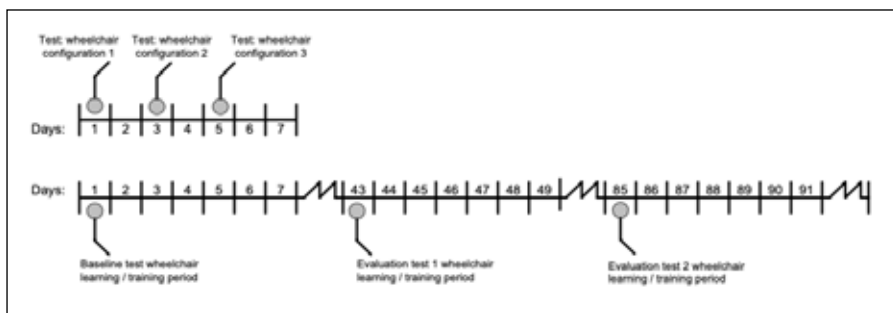


Figuur 2. Links de meetwielen SmartWheel (A) en Optipush (B), en rechts een karakterisering van een typische rolstoelduwbeweging met verschillende tijds- en vermogensuitkomstmaten die uit dergelijke wielen te herleiden zijn.

¹ www.scionn.nl



Figuur 3. Een kenmerkend veranderend beeld van het aandrijfmoment tijdens de rolstoelduwbeweging voor en na een drie weken (3x/week; 80min totaal) durende interventie van laag-intensief oefenen op een lopende band in een gezonde proefpersoon: een lagere duwfrequentie, een grotere duwhoek, minder negatief (remmende) moment, een lagere piek en meer arbeid per push (oppervlak) (POST vs. PRE).



Figuur 4. Verschillende tijdschema's voor het evalueren van effecten van aanpassing in rolstoelconfiguratie (dagen, boven) of het effect van leren of oefenen van vaardigheid of fitheid (weken, onder).

Testprotocollen

Na intensief overleg werd tot de bovengenoemde meetmethoden besloten. Ten behoeve van teststandaardisatie werd een handleiding opgesteld.² Tevens werden uitkomstmaten gedefinieerd met gedetailleerde uitleg in de handleiding, zoals weergegeven voor de meetwielen in figuur 2. en 3. De individuele metingen werden in een herhaalde-metingen-design rond diverse interventies uitgevoerd in korte (b.v. zithoogte, hoepelgrootte) en langere termijn (b.v. oefentraject) tijdschema's (figuur 4.).

Rolstoelvaardigheidscircuit

Het rolstoelcircuit is een batterij van acht individuele rolstoeltesten die in het dagelijks leven een voorwaarde zijn voor onafhankelijk functioneren.¹⁹ Uitkomstmaten zijn het wel/niet succesvol zijn op iedere test in de batterij (score 0-8), de tijd (s) waarop een tweetal specifieke testjes (8-figuur; 15m sprint) worden uitgevoerd en eventueel de fysieke belasting (% hartfrequentie-reserve³) in twee specifieke testen. De testbatterij is gevoelig voor veranderingen op groepsniveau.²⁰

Submaximale rolstoelinspanningstest

De fysieke belasting en aandrijftechniek worden tijdens gestandaardiseerd rolstoelrijden op de lopende band bepaald. De rolstoel werd voorzien van een geïnstrumenteerd meetwiel (figuur 2.). De inspanning werd bepaald met zuurstofanalyse-apparatuur en een hartfrequentie-sensor. Gegevens over de laatste minuut van ieder inspanningsblokjes werden geanalyseerd. De meetwielen geven een beeld van de aandrijftechniek in tijd, kracht en vermogen. De zuurstofanalyse levert de zuurstofopname, waarmee energieverbruik en bruto mechanische efficiëntie (ME⁴) worden berekend.

Referentiemateriaal en Smallest detectable difference

Om veranderingen in individuele gegevens te interpreteren werd voor de maten

Waarom dit artikel als TOP-artikel?

Het artikel *WHEEL-I: Wheelchair Expert Evaluation Laboratory - Implementation* verwoordt een ambitie met de beschrijving van de implementatie van een rolstoellab voor de revalidatiepraktijk, rolstoel-industrie en aangepaste (top)sport. WHEEL-I vormde in 2014 een afronding van een complex gedachtenproces en dito samenwerking rond individuele rolstoeloptimalisatie, dat tot op de dag van vandaag van groot belang is voor de revalidatie van rolstoelgebruikers. *Wheelchair Expert Evaluation Laboratory-Implementation*, een door ZonMw-Revalidatie gefinancierd implementatieproject (nr. 335020016), werd afgerond met een beschrijvend, experimenteel artikel, maar ook een artikel met een opinie en visie. Een visie die voorzag dat - in analogie met de infrastructuur van het gangbare klinisch gangbeeldonderzoek - er een rolstoelexpertiselaboratorium zou moeten zijn in de revalidatiepraktijk. WHEEL-I kan de individuele rolstoelgebruiker combinatie op de drie dimensies ondersteunen: de rolstoelmechanica, de individuele belastbaarheid (vaardigheid en getraindheid) en de ergonomie van de interface tussen rolstoel (en de omgeving) en gebruiker. Door systematisch testen, training, monitoring, optimalisatie en evaluatie kunnen gebruiksgemak en bewegingsvrijheid geoptimaliseerd worden, maar ook de gezondheidsrisico's van het dagelijks rolstoelgebruik (schouder-/polsklachten, maar ook inactiviteit) geminimaliseerd. WHEEL-I is een bijzondere exponent van ruim 30 jaar wetenschappelijk onderzoek en ontwikkeling van kennis en kunde voor de revalidatie- en bewegingswetenschappen en haar onderliggende praktijk. In een tijd waar preventiegeneeskunde onderdeel van de revalidatiepraktijk wordt, verdient WHEEL-I hernieuwd aandacht in het licht van de deskundige *asset manager* die de revalidatieprofessional moet zijn voor gebruikers en de betrokken hulpmiddelen, op korte maar vooral ook lange termijn.²⁶

² www.scienn.nl/inhoudp29.htm
³ %HRR = ((Hartfrequentie test – rusthartfrequentie)/(Piekhartfrequentie-rusthartfrequentie))*100%
⁴ ME= POxEn-1x100 (%)

Gross mechanical efficiency start active rehabilitation

	Mean: 6W	N	% all part		Percentile 20		Percentile 40		Percentile 60		Percentile 80		Mean	SD
Tetraplegia	complete	10	19%	- poor -	2.1	- fair -	2.8	- average -	3.0	- good -	4.1	- excellent -	3.0	1.1
	incomplete	11	37%	- poor -	1.8	- fair -	2.6	- average -	3.9	- good -	4.0	- excellent -	3.0	1.1
Paraplegia	complete	54	56%	- poor -	3.4	- fair -	4.7	- average -	5.0	- good -	5.4	- excellent -	4.6	1.4
	incomplete	28	72%	- poor -	2.5	- fair -	3.4	- average -	4.1	- good -	5.6	- excellent -	4.0	1.8

Gross mechanical efficiency 3 months after the start of active rehabilitation

	Mean: 6W	N	% all part		Percentile 20		Percentile 40		Percentile 60		Percentile 80		Mean	SD
Tetraplegia	complete	16	33%	- poor -	1.6	- fair -	2.2	- average -	3.0	- good -	4.6	- excellent -	2.9	1.4
	incomplete	6	29%	- poor -	2.4	- fair -	2.5	- average -	2.8	- good -	3.3	- excellent -	2.7	0.4
Paraplegia	complete	52	81%	- poor -	3.9	- fair -	4.8	- average -	5.4	- good -	6.3	- excellent -	5.1	2.0
	incomplete	18	86%	- poor -	3.1	- fair -	3.5	- average -	4.3	- good -	5.1	- excellent -	4.1	1.2

Gross mechanical efficiency at discharge of inpatient rehabilitation

	Mean: 11W	N	% all part		Percentile 20		Percentile 40		Percentile 60		Percentile 80		Mean	SD
Tetraplegia	complete	23	47%	- poor -	2.2	- fair -	2.9	- average -	3.3	- good -	4.2	- excellent -	3.2	1.0
	incomplete	12	52%	- poor -	1.8	- fair -	2.2	- average -	3.2	- good -	4.1	- excellent -	3.0	1.4
Paraplegia	complete	67	77%	- poor -	3.7	- fair -	4.5	- average -	5.2	- good -	6.1	- excellent -	4.9	2.1
	incomplete	28	85%	- poor -	2.8	- fair -	4.2	- average -	4.7	- good -	5.7	- excellent -	4.4	1.5

Gross mechanical efficiency at 1 year after discharge of inpatient rehabilitation

	Mean: 10W	N	% all part		Percentile 20		Percentile 40		Percentile 60		Percentile 80		Mean	SD
Tetraplegia	complete	9	24%	- poor -	2.5	- fair -	2.8	- average -	2.9	- good -	5.3	- excellent -	3.4	1.3
	incomplete	6	38%	- poor -	1.9	- fair -	2.0	- average -	3.0	- good -	5.0	- excellent -	3.0	1.5
Paraplegia	complete	55	76%	- poor -	3.9	- fair -	4.9	- average -	5.5	- good -	6.6	- excellent -	5.3	2.0
	incomplete	16	57%	- poor -	3.0	- fair -	4.3	- average -	4.9	- good -	6.0	- excellent -	4.5	1.7

Tabel 1. Referentiewaarden voor personen met een dwarslaesie (SCI) voor de bruto mechanische efficiëntie (ME) tijdens het 2e inspanningsblok op de lopende band en op verschillende momenten op en na de start van actieve revalidatie. **%all part:** % personen dat van de totale laesiegroep in staat was om de test uit te voeren; de lopende bandsnelheid was 0,56m/s voor groep met tetraplegie, 1,11m/s voor die met paraplegie en als dat te snel was 0,83m/s; SD: standaarddeviatie.

van rolstoelinspanning en -vaardigheid aan de hand van data uit het Koepel-project referentiemateriaal opgesteld voor start actieve revalidatie, drie maanden later, bij ontslag uit de klinische revalidatie en één jaar na ontslag, geordend naar mensen met tetraplegie/paraplegie en motorisch compleet/incompleet (tabel 1.). Bedenk dat niet iedere persoon in staat was om alle testen uit te voeren (*% all part*). Referentiewaarden moeten derhalve met de voorzichtigheid worden gebruikt.

Voor de techniekparameters werden data van ervaren gezonde rolstoelrijders ($n = 56$) die deelnamen aan een motorische leerstudie gebruikt: intraclass correlatie (ICC), standaard meetfout en de *smallest detectable difference (SDD)* werden voor de ME en propulsietechniek bepaald.

De ICC varieert tussen 0,72 (negatieve dip aan begin duwfase) en 0,99 (PO). Als je een rolstoelgebruiker onder deze gestandaardiseerde omstandigheden éénmaal meet dan moet volgens SDD% de individuele verbetering 14% zijn voor de duwtijd en zelfs 61% voor de negatieve dip om van een

verschil - groter dan de meetfout - te mogen spreken. Wanneer het gemiddelde van drie metingen wordt gebruikt, neemt de %SDD in de negatieve dip aan het einde van de duwbeweging af van 61% naar 35%.

DISCUSSIE

WHEEL-I, het gebruik van objectieve rolstoelmethode op de revalidatiewerkvloer is van belang voor de onderbouwing van behandeling, juist ook voor mensen die rolstoelafhankelijk worden. Verschillende bevorderende en belemmerende factoren voor implementatie van WHEEL-I spelen een rol. De toepassing van wetenschappelijke methoden in de revalidatie veronderstelt inbedding in deskundigheid omtrent de techniek en uitkomst.

Biomechanica, voertuigtechniek, ergonomie van rolstoelpropulsie, inspanningsfysiologie of motorisch leren vormen geen integraal onderdeel van het curriculum van (para)medische professionals. WHEEL-I kwam in een bepaald opzicht op een juist moment. Immers waren de dwarslaesieafdelingen de actuele plek van longitudinaal en experimenteel klinisch onderzoek rond herstel van mobiliteit bij dwarslaesie en zeer sterk verenigd in het SCIONN netwerk^{1,4,21}. Paramedische en revalidatieprofessionals waren intensief betrokken bij de uitvoer van de verschillende patiëntgebonden onderzoeksprojecten, ook WHEEL-I. **Echter, de vakdeskundige rolstoelprofessional adviseert de revalidatieprofessional, maar** →

Hier is plaats voor een quote

Zorgen (ZZZ) van NVDG verschijnen.⁷

Tevens start het, door Handicap.NL gehonoreerde, 'Check je zit project' (Heliomare) waarin een interactieve website wordt ontwikkeld waar rolstoelgebruikers o.a. zelf hun rolstoelzit- en rijkhouding kunnen checken met een screeningsinstrument. Als vervolg op WHEEL-I en de wensen van de zitadvies-teams (ZAT) ligt er een subsidie-aanvraag voor het WHEEL-PROS project met als doel het ontwikkelen van een integraal objectief gestandaardiseerd meetprotocol om het advies rondom rolstoelpassing richting te geven, te kunnen onderbouwen en te evalueren zodat de gebruiker

optimaal kan functioneren zonder lichamelijke klachten.

CONCLUSIE

Het zich voortbewegen is essentieel voor het menselijk functioneren, dat geldt evengoed voor rolstoelgebruikers. In dit tijdsgewricht van *exercise = medicine* en

Hier is plaats voor een quote

leefstijl- en preventiegeneeskunde is gezond bewegen een *must*, maar niet vanzelfsprekend in een handbewogen rolstoel. Een optimale fitheid, aandrijf-techniek en rolstoepassing en -kwaliteit zijn essentieel hierin. WHEEL-I kan daarin helpen tijdens en na de revalidatie, in het aangepast sporten en de industrie. ←

Referenties

1. World Health Organization. *Wheelchair Service Training Package - Basic level*. Geneva: WHO, 2013.
2. Post MW, et al. Predictors of health status and life satisfaction in spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:395-401.
3. Kilkens OJ, et al. Wheelchair skills tests: a systematic review. *Clin Rehabil* 2003;17:418-30.
4. Woude LH van der, et al. Active Lifestyle Rehabilitation interventions in aging spinal cord injury (ALLRISC): a multicentre research program. *Disabil Rehabil* 2013;35:1097-103.
5. Groot S de, et al. Relationships between internal and external handcycle training load in people with spinal cord injury training for the handbikebattle. *J Rehabil Med* 2018;50:261-8.
6. World Health Organisation. *International Classification of Functioning, Disability and Health*. Geneva: WHO, 2001.
7. Woude LH van der, et al. Wheelchair ergonomics and physiological testing of prototypes. *Ergonomics* 1986;29:1561-73.
8. Bennedik K, Engel P, Hildebrandt G. *Der Rollstuhl. Internationale Schriftenreihe fuer Rehabilitationsforschung 15*. Rheinstetten: Schindele Verlag, 1978.
9. Lesser W. Arbeitsphysiologische Untersuchungen des Rollstuhls mit Greifreifenantrieb. *Med. Orthop. Techn* 1981;5:139-43.
10. Hjeltnes N. Circulatory strain in everyday life of paraplegics. *Scand J Rehabil Med* 1979;11:67-73.
11. Pronk GM, Helm FC van der, Rozendaal LA. Interaction between the joints in the shoulder mechanism: the function of the costoclavicular, conoid and trapezoid ligaments. *Proc Inst Mech Eng H* 1993;207:219-29.
12. Helm FC van der, et al. Geometry parameters for musculoskeletal modelling of the shoulder system. *J Biomech* 1992;25:129-44.
13. Woude LHV van der, et al. Biomechanics and physiology in active manual wheelchair propulsion. *Medical Engineering & Physics* 2001;23:713-33.
14. Nichols PJ, Norman PA, Ennis JR. Wheelchair user's shoulder? Shoulder pain in patients with spinal cord lesions. *Scand J Rehabil Med* 1979;11:29-32.
15. Harvey LA, Glinksky JV. *Clinimetrics: The Wheelchair User's Shoulder Pain Index (WUSPI)*. J Physiother, 2018.
16. Eriks-Hoogland IE, et al. Trajectories of musculoskeletal shoulder pain after spinal cord injury: Identification and predictors. *J Spinal Cord Med* 2014;37:288-98.
17. Drongelen S van, et al. Upper extremity musculoskeletal pain during and after rehabilitation in wheelchair-using persons with a spinal cord injury. *Spinal Cord* 2006;44:152-9.
18. Smith B, et al. *Infographic. Physical activity for disabled adults*. Br J Sports Med, 2018.
19. Groot S de, et al. WHEEL-I: development of a wheelchair propulsion laboratory for rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Medicine* 2014;46:493-503.
20. Kilkens OJ, et al. Subject- and injury-related factors influencing the course of manual wheelchair skill performance during initial inpatient rehabilitation of persons with spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2005;86:2119-25.
21. Groot S de, et al. Demographics of the Dutch multicenter prospective cohort study 'Restoration of mobility in spinal cord injury rehabilitation'. *Spinal Cord* 2006;44:668-75.
22. Gutenbrunner C, et al. Scaling-up Rehabilitation as the Worldwide Health strategy of the 21st Century. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 2018;50:305-85.
23. Cowan RE, et al. Preliminary outcomes of the SmartWheel Users' Group database: a proposed framework for clinicians to objectively evaluate manual wheelchair propulsion. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89:260-8.
24. Slikke RMA van der, et al. The Future of Classification in Wheelchair Sports: Can Data Science and Technological Advancement Offer an Alternative Point of View? *Int J Sports Physiol Perform* 2018;13:742-9.
25. Leving MT. *Understanding the motor learning process in handrim wheelchair propulsion*. Groningen: University of Groningen, 2018.
26. The Institute of Asset Management (IAM). *The Anatomy of Asset Management*. Bristol: The Institute of Asset Management, 2015:83.

⁷ <https://www.nvdg.org/66-nieuws/329-kennisdocument-zitten-2018-zitten-zonder-zorgen>