

University of Groningen

Neuromuscular control of Lokomat guided gait

van Kammen, Klaske

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:

2018

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

Citation for published version (APA):

van Kammen, K. (2018). *Neuromuscular control of Lokomat guided gait: evaluation of training parameters*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. Rijksuniversiteit Groningen.

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).

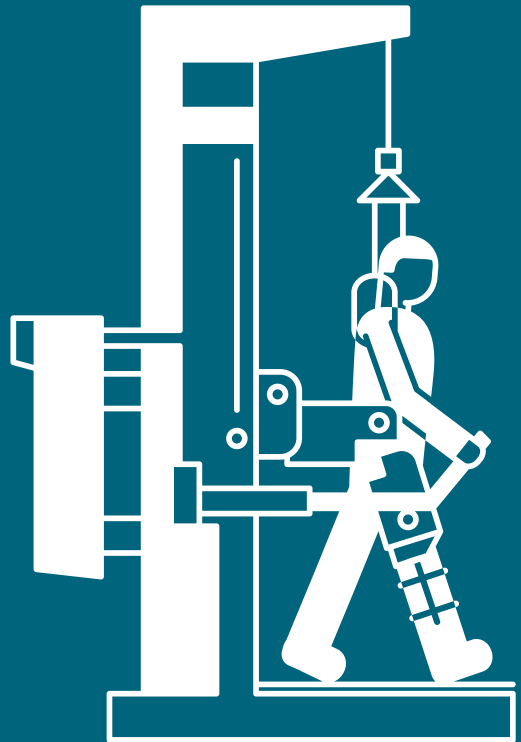
The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

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.

Appendices



NEDERLANDSE SAMENVATTING

De Lokomat is een looprobot die in de revalidatie gebruikt wordt voor het (her)leren van lopen. Deze robot combineert een exoskelet, dat de bewegingen van de benen robotisch kan ondersteunen, met een systeem voor gewichtsondersteuning en een loopband. Door deze samenstelling is het mogelijk om drie trainingsparameters te variëren tijdens Lokomat therapie: (1) de mate van bewegingsondersteuning, (2) de hoeveelheid gewichtsondersteuning en (3) de snelheid van de loopband. Het effectief en efficiënt inzetten van Lokomat therapie vereist kennis over de neuromusculaire controle van lopen in de Lokomat en de mate waarin de drie beschikbare trainingsparameters in staat zijn om de neuromusculaire controle van lopen te beïnvloeden.

Om deze kennis te verkrijgen wordt in het eerste deel van dit proefschrift gekeken naar de musculaire controle van gezonde lopers tijdens het lopen in de Lokomat. In **hoofdstuk 2** werd aangetoond dat het exoskelet van de Lokomat (als het geen bewegingsondersteuning biedt) zorgt voor een verhoging van de spieractiviteit en een verlenging van de standfase op één been vergeleken met regulier loopbandlopen. De grootte van deze effecten hangt af van de instellingen van gewichtsondersteuning en loopsnelheid: de meeste veranderingen in zowel de spieramplitude als de stapparameters werden zichtbaar tijdens langzaam lopen en bij een hoog niveau van gewichtsondersteuning. Vervolgens werd in **hoofdstuk 3** aangetoond dat het verhogen van de robotische bewegingsondersteuning (van 0% tot 100%) over het algemeen resulteert in een toenemende verlaging van de spieractivatie, vooral in spieren die verantwoordelijk zijn voor stabiliteit en voortgang. Ook hierbij was de grootte van het effect afhankelijk van interacties met gewichtsondersteuning en loopsnelheid. Meer specifiek veroorzaakte de combinatie van een laag niveau van bewegingsondersteuning en lage loopsnelheid voor abnormaal hoge activatie in een aantal spieren. Ook leidde zowel verhoging van het niveau van bewegingsondersteuning als gewichtsondersteuning tot sterke afnames in spieramplitude. Hierdoor lieten sommige spieren zeer lage spieractiviteit zien als volledige bewegingsondersteuning en 50% gewichtsondersteuning gegeven werd. Met betrekking tot de stapparameters bleek dat het geven van robotische bewegingsondersteuning de reguliere snelheidsmodulatie van het stappatroon verzwakt. Dit wijst erop dat een vast stappatroon wordt geïnduceerd wanneer lopers worden ondersteund door het Lokomat exoskelet.

Hoewel het bestuderen van gezonde lopers het voordeel heeft dat de trainingsparameters vrij gevarieerd kunnen worden en de effecten hiervan bestudeerd kunnen worden in een relatief homogene groep, kunnen de gevonden resultaten niet zomaar gegeneraliseerd worden naar patiëntpopulaties. Daarom richt het tweede deel van het proefschrift zich

in het bijzonder op Lokomat ondersteund lopen bij CVA-patiënten. **Hoofdstuk 4** laat zien dat, vergeleken met het reguliere loopbandlopen, de spieractiviteit afnam tijdens Lokomat ondersteund lopen. Als gevolg hiervan werd bij patiënten abnormaal hoge spieractiviteit die tijdens loopbandlopen zichtbaar was genormaliseerd, maar werd de al erg lage activiteit van bijvoorbeeld de kuitspier van het aangedane been juist nog verder verlaagd. Daarnaast werd de relatieve duur van de standfase op één been van het aangedane been verlengd tijdens Lokomat ondersteund lopen, waardoor de mate van stapsymmetrie toenam ten opzichte van loopbandlopen. In **hoofdstuk 5** werd vervolgens aangetoond dat wanneer klinisch relevante instellingen van de trainingsparameters werden toegepast (i.e. 50% en 100% bewegingsondersteuning, 0% en 50% gewichtsondersteuning en snelheden van 0.28 m/s en 0.56 m/s), alleen het verhogen van de snelheid van de loopband significante invloed heeft op spieractiviteit bij CVA-patiënten. De mate van stap-symmetrie (in termen van fase-duren) werd niet beïnvloed door het variëren van de instellingen van de trainingsparameters. Daarnaast was er geen interactie tussen de effecten van de trainingsparameters op zowel spieractiviteit als de temporele symmetrie.

In **hoofdstuk 6** worden bovenstaande resultaten samengevat en bediscussieerd en worden de klinische implicaties benoemd van het verrichte onderzoek. De verlaagde spieractiviteit en het vaste temporele stappatroon tijdens Lokomat ondersteund lopen kan negatieve gevolgen hebben voor de uitkomst van loophtherapie. Dit komt doordat actieve bijdrage en (kinematische) variatie in patronen tijdens therapie belangrijke voorwaarden zijn voor (her)leren van motorische taken. Om de actieve bijdrage van de loper te stimuleren tijdens Lokomat ondersteund lopen lijkt het goed om de gewichtsondersteuning indien mogelijk te verlagen en de snelheid van de loopband juist te verhogen. Als de hoeveelheid bewegingsondersteuning verlaagd wordt, dient men extreem lage niveaus van bewegingsondersteuning te vermijden omdat dit kan leiden tot abnormaal hoge spieractiviteit en afwijkende stappatronen. Daarnaast wordt het gebruik van motiverende feedback en instructies aanbevolen en het gebruik van de voetlifters afgeraden, of beperk op zijn minst het gebruik tot de aangedane zijde om activiteit van de beenspieren te stimuleren.

Dit proefschrift laat zien dat Lokomat ondersteund lopen de spieractiviteit verlaagt en de temporele structuur van het lopen verandert in vergelijking met regulier loopbandlopen bij zowel gezonde personen als CVA-patiënten. Bovendien beïnvloeden de trainingsparameters (d.i. bewegingsondersteuning, gewichtsondersteuning en snelheid van de loopband) spieractiviteit bij gezonde lopers, maar binnen een klinisch bereik van instellingen slechts in beperkte mate bij CVA-patiënten. Daarnaast wordt Lokomat ondersteund lopen gekenmerkt door een vaste temporele structuur, aangezien relatieve

faseduren en de bijbehorende symmetrieverhoudingen daartussen over het algemeen niet worden beïnvloed door parameterinstellingen. De verlaagde spieractiviteit en vaste temporele stappatronen tijdens Lokomat ondersteund lopen kunnen ervoor zorgen dat motorisch leren tijdens Lokomat therapie beperkt is, waardoor de effectiviteit van de therapie verlaagt. Ondanks genoemde adviezen op basis van de resultaten van dit proefschrift en de recente ontwikkelingen die hebben plaatsgevonden om de bewegingsvrijheid te verhogen tijdens Lokomat therapie, zijn er verdere ontwikkelingen nodig in de mechanische bouw en toegepaste controle strategieën, om de mogelijkheid tot motorisch leren in de Lokomat te verhogen. Hierin ligt de uitdaging voor de volgende generatie looprobots.

DANKWOORD

Ph-Done! Daar ligt'ie dan, '*mijn*' boekje. Tot stand gekomen mede door hulp van velen. En een ieder die geholpen heeft, op wat voor manier dan ook: bedankt! Maar een paar wil ik graag bij naam noemen. En laten we dat dan in Lokomat-stijl doen.

Het effect van GUIDANCE op een promotietraject mag niet onderschat worden.

Want zonder de sturing, de ondersteuning en begeleiding van mijn promotieteam was dit boekje er wellicht nooit gekomen.

Prof. dr. L.H.V. van der Woude, beste Luc, je werd onderdeel van mijn begeleidingsteam toen het Lokomat onderzoek een PhD project ging worden. Je hebt je vervolgens ingezet om er voor te zorgen dat het dat ook daadwerkelijk is geworden. Hier ben ik je dankbaar voor. Jouw overkoepelende blik heeft ervoor gezorgd dat ik het grote plaatje nooit uit het oog verloor. Ik heb veel geleerd van onze discussies over 'de revalidatie' en de persoonlijke manier van begeleiden heb ik zeer gewaardeerd. En ik zal zeker blijven genieten 'van die mooie Friese landschappen'.

Dr. A.R. den Otter, beste Rob, bedankt voor al je hulp, advies, sturing in de afgelopen 6 (!) jaar. Door mij destijds letterlijk het lab in te gooien, heb je mij overtuigd dat (ondanks de 'sovjet apparatuur') onderzoek doen erg leuk kan zijn. En in de jaren die volgden heb ik alleen maar meer van jou kunnen leren; op wetenschappelijk vlak, maar ook op persoonlijk en zelfs muzikaal vlak ('scheren/schuren/alcohol', 'promoveren is voor mietjes', Guus Meeuwis...). Bedankt voor alle interessante discussies over (statistische) analyse strategieën, bijzondere EMG profielen en uiteraard Netflix series. Het waren 6 toffe jaren!

Dr. A.M. Boonstra, beste Annemarijke, jouw input als revalidatiearts is van grote waarde geweest. Niet alleen als het gaat om inzichten m.b.t. de klinische implicaties en de praktische haalbaarheid van het onderzoek. Maar ook de adviezen voor subsidieaanvragen (en wat te dragen tijdens vergaderingen: het welbekende 'rokje') en alle praktische en inhoudelijke hulp bij de patiënt studies. Bedankt voor al je inzet en inbreng in de afgelopen jaren, ik heb onze samenwerking als erg prettig ervaren.

Dr. H.A. Reinders-Messelink, beste Heleen, bedankt voor je sturing in een revalidatie centrum waar wetenschappelijk onderzoek wellicht niet de dagelijkse gang van zaken is. Van de manier waarop je dit doet, heb ik veel kunnen leren. Door met een heldere

blik 'vanaf afstand' naar de stukken in dit proefschrift te kijken, en door het stellen van kritische vragen, heb je me altijd scherp gehouden. Ik vond het fijn om met je te kunnen sparren en wil je bedanken voor je persoonlijke betrokkenheid en al je hulp.

H. Lassche-Jansen, beste Harriët, hoewel niet officieel onderdeel van mijn promotieteam zie ik je toch zeker als onderdeel van mijn begeleidingsteam. Als Manager facilitaire dienst, die tijdelijk het stukje onderzoek in haar portefeuille kreeg, heb je mij als onderzoeker altijd goed weten te ondersteunen. Bedankt voor het meedenken over financieringsmogelijkheden, en voor de persoonlijke begeleiding, samen met Heleen. Het heeft mijn periode als werknemer bij Revalidatie Friesland erg prettig gemaakt!

Kortom, gezamenlijk hebben jullie mij op bijzonder prettige manier door het traject heen geleid. Ik wil jullie bedanken voor alle hulp, adviezen en ondersteuning en voor het feit dat de deur altijd open stond!

Ook in een promotietraject is SPEED een belangrijke parameter.

Snelheid is een variabele die iets zegt over de mate waarin je vooruitkomt in een bepaalde tijd. En om PhD-meters te maken, heb je meetapparatuur nodig. Hiervoor wil ik Emyl Smid bedanken, voor alle technische ondersteuning en dan m.n. ook de hoge reparatiesnelheid. Ook wil ik Wiecher Leijkdekker noemen, die er een paar keer voor heeft gezorgd dat de Lokomat tijdig weer operationeel was (o.a. voor het uitvoeren van mijn onderzoek).

Hierbij wil ik ook graag alle (externe) partijen bedanken voor de financiële ondersteuning. Dit heeft me de tijd en ruimte gegeven om de vaart er in te houden en van het Lokomat onderzoek een PhD project te maken.

En in het bijzonder noem ik prof. dr. C. Visscher. Beste Chris, door in het project te stappen met cruciale timing heb je er voor gezorgd dat het project niet stil kwam te staan, of vertraging opliep, en ik ben je daar zeer dankbaar voor. Het heeft geresulteerd in een fijne samenwerking voor hoofdstuk 5 en voor het (toekomstige) artikel over het vervolgonderzoek.

Een belangrijk component van snelheid is natuurlijk tijd. Hier wil ik dan ook graag alle deelnemers bedanken voor de tijd die zij hebben gestoken in mijn project.

Ook de leescommissie wil ik bedanken, voor de tijd die zij hebben genomen om mijn proefschrift te lezen en beoordelen.

Johannes Verheijden van de BOSK, bedankt dat je de tijd vrij hebt gemaakt om mee te denken over vervolgonderzoek en voor de ondersteuning bij het verkrijgen van financiering hiervoor.

Al mijn collega's, zowel bij Revalidatie Friesland, als bij Bewegingswetenschappen, wil ik bedanken voor de leuke tijd; de kopjes koffie, de bedrijfs- of phd-uitjes en de gezelligheid. In het bijzonder wil ik Bina bedanken, omdat ze als kamergenootje altijd met oprechte interesse aanhoorde hoe het mijn project ging. En ook de beide secretariële afdelingen; Wia, Jikke, Wietske en Rinske: bedankt dat jullie *altijd* voor mij klaar stonden om te hulp te schieten waar mogelijk. Amarins, bedankt voor het mee denken over mijn posters en dat je met je dochter tijd hebt gemaakt om mee te doen aan het vervolgonderzoek.

Mijn huidige werkgever QPS en al mijn collega's daar wil ik bedanken voor de *flexibiliteit*, waardoor ik dit boekje en alles omtrent mijn promotie heb kunnen regelen.

Het krijgen van (BW)SUPPORT verlaagt de werkkracht.

Een groot aantal mensen hebben als ondersteunde kracht meegeholpen aan het Lokomat onderzoek. Hier wil ik de studenten benoemen die hebben geholpen: Susan, Edwin, Sharon, Marije, Sylvana, Anne, Carlijn en Martsen (als top 'oefen-proefpersoon'). Bedankt voor jullie bijdrage en inzet!

Ook collega's bij Revalidatie Friesland wil ik bedanken voor de ondersteuning. Stefan, bedankt voor al je hulp en adviezen. Laten we snel weer samen een workshop geven! Steven, bedankt voor al je ondersteuning bij de metingen met CVA patiënten. Ik vond het een prettige samenwerking en de verzamelde data heeft in twee hoofdstukken geresulteerd! Geke, Leonie, Lisa, Mirjam en Janny, bedankt voor de hulp bij de metingen van het vervolgonderzoek. Ook deze data zal in een mooi artikel resulteren. Alle betrokken revalidatieartsen, en ook de betrokken externe partijen, wil ik bedanken voor de hulp bij de inclusie van patiënten.

Een sociaal netwerk houdt je net als een EXOSKELET staande.

En ik heb het geluk dat ik veel lieve vrienden en familie om mij heen heb.

Ex-BW leukies (inclusief mijn oud-roomie Lisa), CIMTers, VVV de Hynderridders (jaja, de naam is nou vereeuwigd), Bruce 2016-groep (inmiddels met kleine Féline erbij): bedankt voor alle steun, interesse en vooral ook de niet-wetenschap gerelateerde leuke tijd.

Ph-Dreamteam; Jantine en Elizabeth, bedankt al voor jullie hulp! Fijn dat jullie aan mijn zijde zullen staan 14 maart, om me te ondersteunen en staande te houden. Wy ha der sin oan!

Mirthe en Jari, stoer dat jullie kwamen lopen in de robot!

Pake Jan en Berthie, fijn dat jullie vanuit huis mee kunnen kijken tijdens mijn verdediging. Beppe Klaske en Tante Anna, graag had ik jullie gezicht gezien in het publiek op 14 maart. Maar wellicht kijken jullie ook mee van elders?

Leave skoanfamylje, tank foar it waarme twadde nêst. Pake en Beppe de Vries, Jelmer, Brecht en Frouke, tank foar alle ynteresse yn myn projekt, en foar alle geselligens. Sietze en Karin, tank foar alle help en stipe yn de ôfrûne jierren, it is sa fyn dat wy altyd by jimme terjochte kinnen.

Lieuwkje, tank foar it lústerend ear en dyn ynteresse yn hoe it mei my en myn ûndersyk giet. Tof dat jimme fanút 'Down Under' mei sjogge, en it boekje leit klear by thúskomst! Ik beneid nei al jim ferhalen...

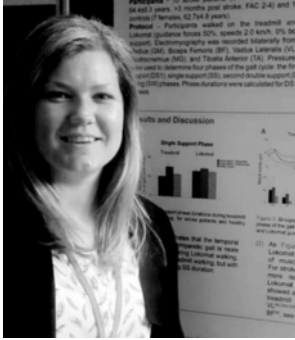
Fokke, leuk om mei dy te kinnen sparren oer de irritaties fan referenties (wêr stie dy ynformaasje ek mar wer!). Tank dastto altyd foar ús klear stiest, en foar it by bringe fan in goeie muzyk smaak en humor!

Heit en Mem, betanke foar alles dat jimme my mei jûn hawwe. Dit hat de basis lein foar hoe (goed) ik no yn it libben stean. Ek tank foar alle stipe dy jimme my, en ús, altyd jaan. Ik bin grutsk op en mei jimme!

Theo, tank foar alles(!). Foar wa ost bist; foar dyn rêst en humor; foar de stipe, ek as ik it sels efkes net mear sjoch sitte; gewoan foar dyn leafde en ús fine (t)hús. Ik bin wiis mei dy!

**Groetjes en leafs,
Klaske**

ABOUT THE AUTHOR



Klaske van Kammen werd op 16 maart 1991 geboren in Groningen, en getogen in het Friese Harkema. Na het afronden van het VWO, startte zij in 2009 met de opleiding Bewegingswetenschappen aan de Rijksuniversiteit Groningen. Het Bachelor diploma werd in augustus 2012 gehaald, waarna ze begon aan haar Master Human Movement Sciences met de focus op Revalidatie. Tijdens haar Master werd Klaske betrokken bij het opzetten van onderzoek bij Revalidatie Friesland, omtrent de musculaire controle van het lopen in de looprobot de Lokomat. Dit onderzoek resulteerde in een eerste publicatie in 2014, het jaar waarin ook haar Master diploma werd behaald. Het afstudeeronderzoek zette zij vervolgens voort in een PhD project; een samenwerking tussen Revalidatie Friesland en het Centrum voor Bewegingswetenschappen (Universitair Medisch Centrum Groningen/Rijksuniversiteit Groningen).

Momenteel werkt Klaske bij QPS Netherlands B.V. als Associate Project Manager van vroege fase klinisch onderzoek.

LIST OF PUBLICATIONS

van Kammen K, Reinders-Messelink HA, Elsinghorst AL, Wesselink CF, Visscher C, van der Woude LHV, Boonstra AM, den Otter AR. Lokomat guided gait in Children with Cerebral Palsy: an evaluation of muscle activity patterns. Manuscript in preparation.

Weiland S, Smit IH, Reinders-Messelink H, van der Woude LHV, **van Kammen K**, den Otter R. The effect of asymmetric movement support on muscle activity during Lokomat guided gait in able-bodied individuals. Submitted.

van Kammen K, Boonstra A, van der Woude LHV, Visscher C, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. Lokomat guided gait in hemiparetic stroke patients: the effects of training parameters on muscle activity and temporal symmetry. Submitted.

van Kammen K, Boonstra A, van der Woude LHV, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. Differences in muscle activity and temporal step parameters between Lokomat guided

walking and treadmill walking in post-stroke hemiparetic patients and healthy walkers. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2017, 14:1: 32.

van Kammen K, Boonstra A, van der Woude LHV, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. The combined effects of guidance force, bodyweight support and gait speed on muscle activity during able-bodied walking in the Lokomat. *Clinical Biomechanics*. 2016 Jul; 36:65-73

van Kammen K, den Otter AR. De geautomiseerde therapeut: loopvaardigheidstraining met robotische exoskeletten. *Physios*. 2016, 8(3); 49 – 54.

van Kammen K, Boonstra A, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. The combined effects of body weight support and gait speed on gait related muscle activity: a comparison between walking in the Lokomat exoskeleton and regular treadmill walking. *PLoS ONE* 2014, 9(9): e107323. doi:10.1371/journal.pone.0107323.

CONFERENCE CONTRIBUTIONS

van Kammen K*, Elsinghorst AL, Wesselink CF, Boonstra AM, Verheijden J, van der Woude LHV, Visscher C, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. Children with Cerebral Palsy walking in the Lokomat – Evaluation of training parameters. 7th SMALLL year congress, November 2017. Poster presentation.

van Kammen K*, Luis S*, Weiland S*. Loopvaardigheid trainen met loop-robot ‘de Lokomat’: onderzoek en ervaring uit de praktijk. Studentensymposium *Studioli Mobilae*. November 2017. Workshop.

van Kammen K*, Boonstra AM, van der Woude LHV, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. Muscle activity during Lokomat walking. Second congress on Neurorehabilitation and Neural Repair, May 2017. Oral presentation

van Kammen K*, Boonstra AM, van der Woude LHV, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. Hemiparetic gait during Lokomat walking: an evaluation of muscle activity. Second congress on Neurorehabilitation and Neural Repair, May 2017. Poster presentation.

Weiland S*, Smit I, **van Kammen K**, den Otter AR. Muscle activity can be modified by altering guidance of the Lokomat offered to the contralateral leg. Second congress on Neurorehabilitation and Neural Repair, May 2017. Poster presentation.

van Kammen K*, Elsinghorst AL, Wesselink CF, Boonstra AM, Verheijden J, van der Woude LHV, Visscher C, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. Children with Cerebral Palsy walking in the Lokomat – Evaluation of training parameters. 29th European Academy of Childhood Disabilities conference, May 2017. Poster presentation.

van Kammen K*, Boonstra AM, van der Woude LHV, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. Hemiparetic gait during Lokomat walking: an evaluation of muscle activity. 6th SMALLL year congress, December 2016. Poster presentation.

Weiland S*, Smit I, **van Kammen K**, den Otter AR. Muscle activity can be modified by altering guidance offered to the contralateral leg – Exploring the potential of asymmetric training. 6th SMALLL year congress, December 2016. Poster presentation.

van Kammen K*, Boonstra AM, van der Woude LHV, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. Hemiparetic gait during Lokomat walking: an evaluation of muscle activity. Dutch Congress of Rehabilitation medicine, November 2016. Poster presentation.

Weiland S*, Smit I*, **van Kammen K**, den Otter AR. Muscle activity can be modified by altering guidance offered to the contralateral leg – Exploring the potential of asymmetric training. Student-day Vereniging voor Bewegingswetenschappen (VvBN), October 2016. Poster presentation.

van Kammen K*, Boonstra AM, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. Muscle activity during Robot Assisted Gait – the differences with treadmill walking and the effects of Guidance. PhD-day Vereniging voor Bewegingswetenschappen (VvBN), September 2015. Poster presentation.

van Kammen K*, Luis S*. Loopvaardigheid trainen met loop-robot ‘de Lokomat’: onderzoek en ervaring uit de praktijk. Symposium ‘New developments in Neurology’, Medical Centre Leeuwarden, April 2015. Workshop.

van Kammen K*, Boonstra AM, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. Muscle activity during Robot Assisted Gait – the differences with treadmill walking and the effects of Guidance. 4th SMALLL year congress, November 2014. Poster presentation.

van Kammen K*, Boonstra AM, Reinders-Messelink HA, den Otter AR. Muscle activity in the Lokomat: effect of guidance and interactions with speed and bodyweight support. 5th International state-of-the-art congress Rehabilitation: Mobility, Exercise & Sports. Session: gait, April 2014. Oral presentation.

** presenting Author*

RESEARCH INSTITUTE SHARE

This thesis is published within the Research Institute SHARE (Science in Healthy Ageing and healthcaRE) of the University Medical Center Groningen / University of Groningen. Further information regarding the institute and its research can be obtained from our internetsite: <http://www.share.umcg.nl/>.

More recent theses can be found in the list below.

((co-) supervisors are between brackets)

2017

Schans J van der

ADHD and atopic diseases; pharmacoepidemiological studies

(prof E Hak, prof PJ Hoekstra, dr TW de Vries)

Berhe DF

Challenges in using cardiovascular medications in Sub-Saharan Africa

(prof FM Haaijer-Ruskamp, prof K Taxis, dr PGM Mol)

Heininga VE

The happy, the sad, and the anhedonic; towards understanding altered reward function from a micro-level perspective

(prof AJ Oldehinkel, dr E Nederhof, dr GH van Roekel)

Oers AM van

Lifestyle intervention in obese infertile women

(prof A Hoek, prof BWJ de Mol, dr H Groen)

Magnée T

Mental health care in general practice in the context of a system reform

(prof PFM Verhaak, prof FG Schellevis, prof DH de Bakker, dr DP de Beurs)

Zon SKR van

Socioeconomic inequalities in work and health

(prof SA Reijneveld, prof U Bültmann)

Most PJ van der

Development of bioinformatic tools and application of novel statistical methods in genome-wide analysis

(prof H Snieder, Prof P van der Harst, dr IM Nolte)

Fleurke-Rozema H

Impact of the 20-week scan

(prof CM Bilardo, prof E Pajkrt, dr RJM Snijders)

Schripsema NR

Medical students selection; effects of different admissions processes

(prof J Cohen-Schotanus, prof JCC Borleffs, dr AM van Trigt)

Ven HA van de

Shift your work; towards sustainable employability by implementing new shift systems

(prof JJJ van der Klink, prof MP de Looze, prof U Bültmann, prof S Brouwer)

Hoekstra F

ReSpAct: Rehabilitation, sports and active lifestyle

(prof LHV van der Woude, prof CP van der Schans, dr R Dekker, dr FJ Hettinga)

De Carvalho Honorato T

Diminished ovarian reserve and adverse reproductive outcomes

(prof A Hoek, prof HM Boezen, dr H Groen, dr ML Haadsma)

Olthof M

Patient characteristics related to health care consumption; towards a differentiated capitation model

(prof SK Bulstra, prof MY Berger, dr I van den Akker-Scheek, dr M Stevens)

Bessem B

The young athlete's heart; an electrocardiographic challenge

(prof J Zwerver, prof MP van den Berg, dr W Nieuwland)

For more 2017 and earlier theses visit our website