University of Groningen

On the design of rocker profile shoes

van Kouwenhove, Laurens

DOI:
[10.33612/diss.198089349](https://doi.org/10.33612/diss.198089349)

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:
2022

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

Citation for published version (APA):

van Kouwenhove, L. (2022). *On the design of rocker profile shoes: from 3D gait analysis to 3D printing*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. University of Groningen.
<https://doi.org/10.33612/diss.198089349>

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.

On the design of rocker profile shoes

from 3D gait analysis to 3D printing

Laurens van Kouwenhove

Colofon

Printing this thesis was financially supported by:

- University Medical Center Groningen
- Research Institute SHARE of the Graduate School of Medical Sciences
- Motek ForceLink
- Stichting Beatrixoord Noord-Nederland
- Orthopedisch Instrumentmakerij (OIM)
- University of Groningen
- Lode BV

Cover:	Laurens van Kouwenhove
Logo:	Rik Eenkema, aXtion BV, Groningen
Layout:	Laurens van Kouwenhove
Foto's binnenwerk:	Niels Knelis
Printing:	Ridderprint www.ridderprint.nl

L. van Kouwenhove
Dissertation University of Groningen, the Netherlands

Copyright © 2021 L. van Kouwenhove, Groningen, the Netherlands

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means without the prior written permission of the copyright owner.

rijksuniversiteit
 groningen

On the design of rocker profile shoes

from 3D gait analysis to 3D printing

Proefschrift

ter verkrijging van de graad van doctor aan de
 Rijksuniversiteit Groningen
 op gezag van de
 rector magnificus prof. dr. C. Wijmenga
 en volgens besluit van het College voor Promoties.

De openbare verdediging zal plaatsvinden op

maandag 31 januari 2022 om 14.30 uur

door

Laurens van Kouwenhove

geboren op 23 april 1990
 te Stadskanaal

Promotores

Dr. J.M. Hijmans

Prof. dr. ir. G.J. Verkerke

Prof. dr. R. Dekker

Beoordelingscommissie

Prof. dr. J.H.P. Houdijk

Prof. dr. ir. H.F.J.M. Koopman

Prof. dr. V. De Groot

Paranymphs

Benjamin Smits

Anouk Willems

Voorwoord

Het was de zomer van 2008 tijdens een verspringwedstrijd toen ik plotseling een stekende pijn voelde in mijn voeten. Een pijn die niet meer wegging gedurende mijn eerste studiejaren. Spontaan bewegen werd bemoeilijkt en sporten was alleen maar een bron van pijn en ergernis geworden. Ook in het dagelijks leven moest ik voortdurend rekening houden met de verminderde belastbaarheid van mijn voeten. Langdurig staan in de kroeg, rennen voor de trein, of een partijtje voetballen, bij elke handeling maakte ik de afweging of het mij waard was om de pijn op te zoeken. In het begin denk je dat het vanzelf wel weer wegtrekt, maar dat deed het niet. Uiteindelijk werd ik doorverwezen naar de afdeling revalidatiegeneeskunde van het Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG). Als jonge twintiger werd het pijn houden gedurende het dagelijkse leven een belangrijke factor om toch eens dieper in de kwetsuur te duiken. Na maanden onderzoek werd de oorzaak gevonden door de revalidatiearts. Het gevolg was een injectie om de ontsteking wegnemen. De revalidatiearts zei daarbij: *“De injectie moet je zien als een joker die je maar een of twee keer in kunt zetten.”*

Na een succesvolle prik in de linkervoet volgde al snel de rechtervoet. Een revalidatie met enkelbrace, stevige hoge schoenen, steunzolen en training op houding, balans, kracht en techniek (van hakloper naar voorvoetloper) volgde. Ik wist dat elk onderdeel cruciaal was voor een succesvolle revalidatie. Na een half jaar kon ik steeds meer ongeremd bewegen en nu, tien jaar later heb ik geen joker meer nodig. Mijn voeten zijn sterker dan ooit en ik doe er alles aan om ze sterk te houden. De tweede joker hoop ik nog lang in mijn achterzak te houden.

Je gaat het pas missen als je iets niet meer hebt. Toen kwam ik erachter hoe waardevol bewegen is. Misschien is bij mij daardoor ook de fascinatie voor het blijven bewegen aangewakkerd. Vanaf 2014 ben ik zelf gaan werken binnen het motion lab van de afdeling revalidatiegeneeskunde in het UMCG en stapte ik in de wereld van loopanalyses voor mensen bij wie bewegen niet meer vanzelfsprekend is. Waarbij je probeert om met bepaalde hulpmiddelen het lopen te kunnen verbeteren en je daarbij voor elk individu een passend recept ontwikkelt. Een recept om het ‘o zo waardevolle’ bewegen te kunnen ondersteunen.

Men zegt wel eens dat er in het leven momenten zijn dat alles samenkomt. Toen ik in 2017 de kans kreeg om dit promotietraject te doen, beschouwde ik het als een joker die maar eens voorbijkomt. En dat was niet alleen vanwege de inhoud van het project. Want de revalidatiearts die mij zo goed heeft geholpen, is een van mijn promotoren.

Contents

Chapter 1	General introduction	11
Chapter 2	Effect of different forefoot rocker radii on lower-limb joint biomechanics in healthy individuals <i>Gait and Posture 86, 150-156 (2021)</i>	25
Chapter 3	Effects of Longitudinal Bending Stiffness of forefoot rocker profile shoes on ankle kinematics and kinetics <i>Gait and Posture 90, 326-333 (2021)</i>	39
Chapter 4	Effects of rocker radii with two longitudinal bending stiffnesses on plantar pressure distribution in the forefoot <i>Gait and Posture 90, 457-463 (2021)</i>	55
Chapter 5	Algorithm-based individualized rocker profile shoe; new steps to effectively reduce Achilles Tendon load <i>Submitted</i>	71
Chapter 6	Biomechanical effects of algorithm-based rocker profile shoes in people with Plantar Fasciitis <i>Under review</i>	87
Chapter 7	General discussion	101

Appendix

Patent IndiRock	116
Flowchart algorithms	135
Summary	139
Samenvatting	141
Dankwoord	144
Curriculum Vitae	148
Research Institute SHARE	150
Acknowledgements	152