



Voetdrukmetingen voor het evalueren van voetfunctie tijdens het lopen: *van wetenschap naar klinische praktijk*

ir. Bente Bloks
Sint Maartenskliniek, Nijmegen
b.bloks@maartenskliniek.nl

- BSc in Bewegingswetenschappen (VU Amsterdam)
- MSc in Biomedical Engineering (TU Delft)
- Promovenda Sint Maartenskliniek & Radboudumc
- Promotieteam:

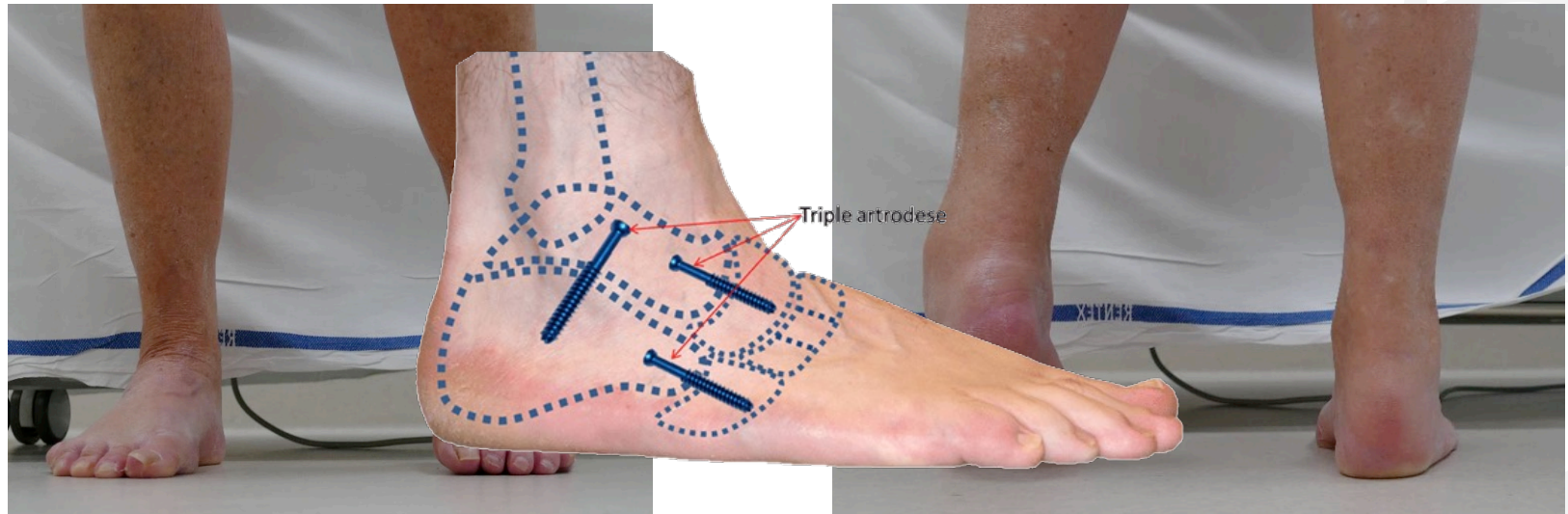
Prof. dr. Noël Keijsers

Prof. dr. Sander Geurts

dr. Jorik Nonnekes

dr. Jan Willem Louwerens

- Niet-aangeboren hersenletsel
- Spits-varusvoet
- Chirurgie



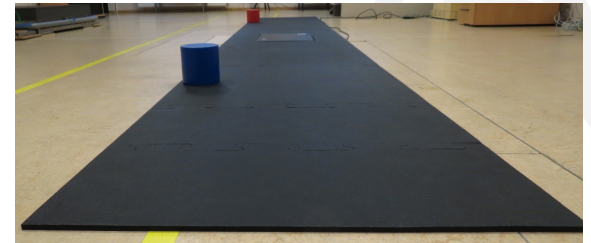
Klinische beoordeling

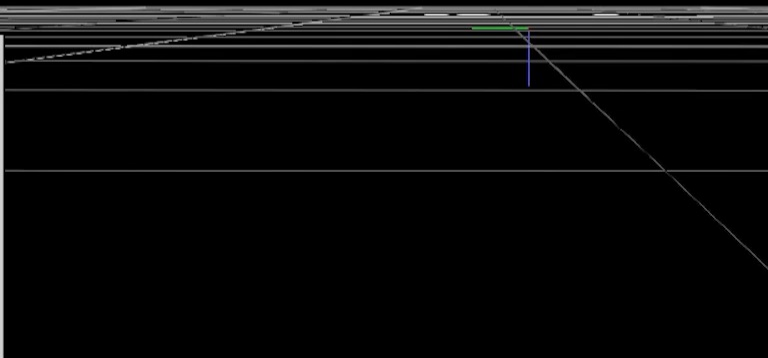
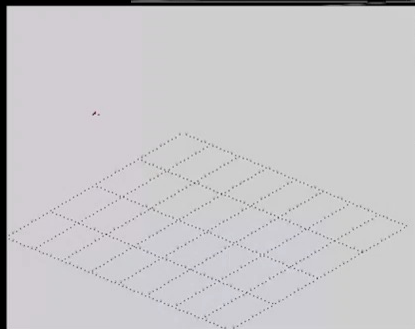
- Voetstand tijdens staan en lopen
- Passief bewegingsbereik voet

Kwantitatieve analyse

- Wetenschappelijk onderzoek

Gangbeeldanalyse



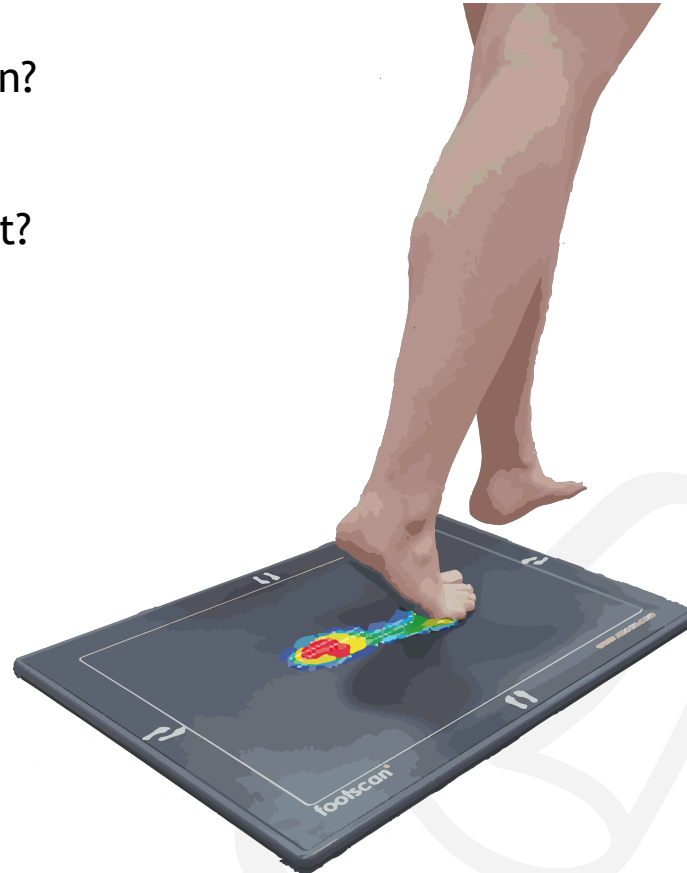


Voetdrukmetingen



Sint Maartenskliniek

- Gebruiken jullie voetdrukmetingen?
- Waar gebruiken jullie het voor?
- Welke informatie halen jullie eruit?

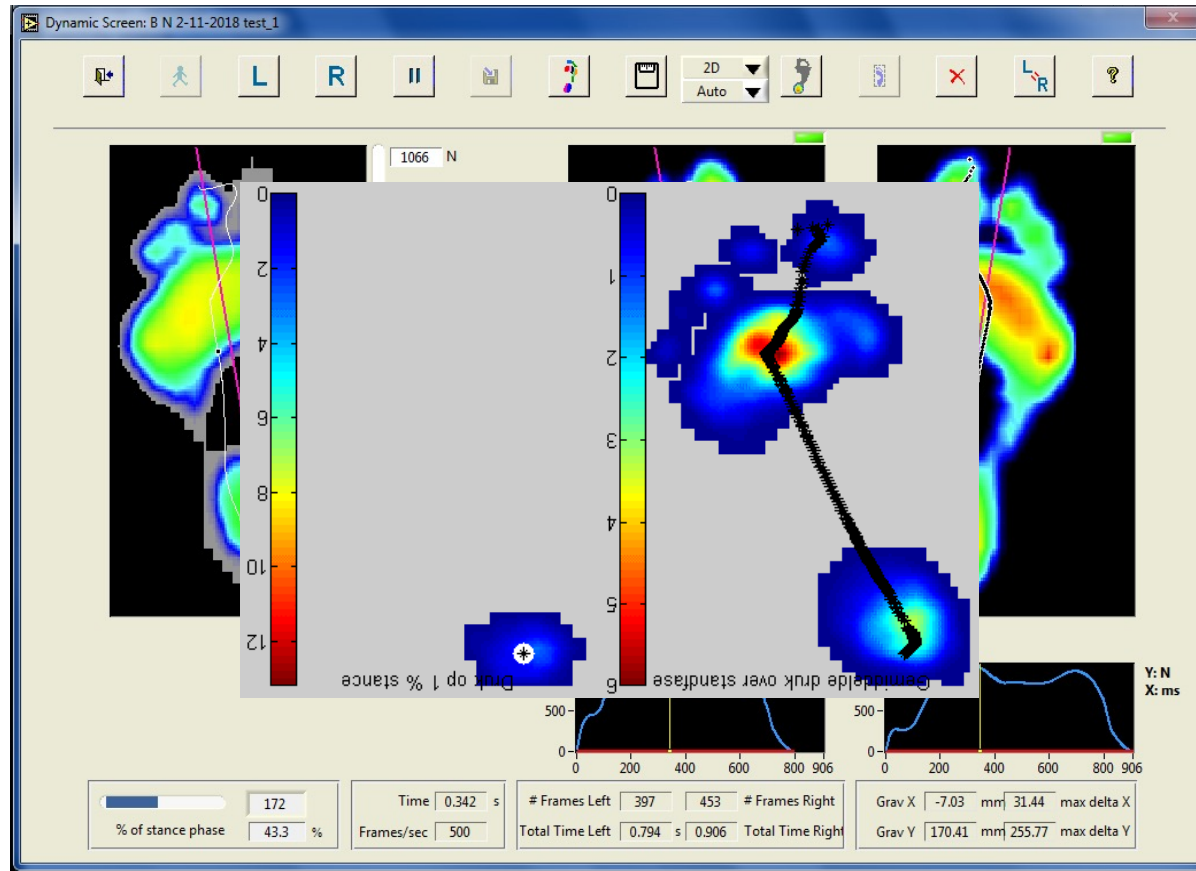


- Stand en functioneren voet
- Evalueren voetproblemen
- Makkelijk en snel
- Diabetes, reuma
- Verschillende fabrikanten (platen, zooltjes)

Resultaat



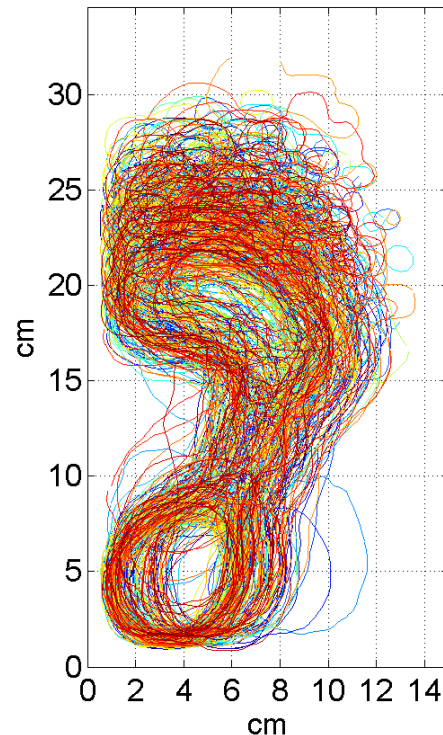
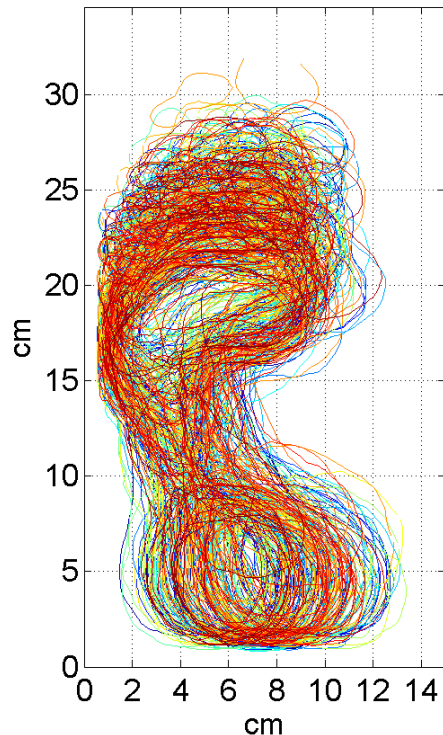
Sint Maartenskliniek



Vergelijken van drukprofiel

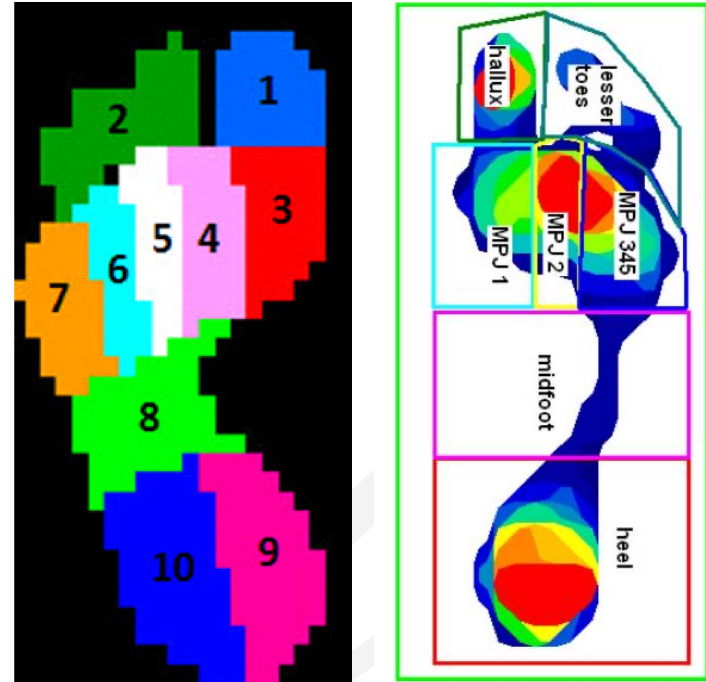
Lastig vanwege verschil in:

- Lengte van voet
- Breedte van voet
- Voet progressie hoek (FPA)
- Positie op de drukplaat



‘Masking’ methode

- Voet opdelen in verschillende anatomische zones
- Druk binnen zones berekenen (gemiddelde/ maximale druk binnen de zone)
- Vergelijken tussen personen



Zammit et al. (2010)

Nadelen 'masking'

Verlies van informatie

- Geen informatie over de drukverdeling onder de gehele voet
- Geen informatie over de drukverdeling binnen een zone

Hoe zones definiëren?

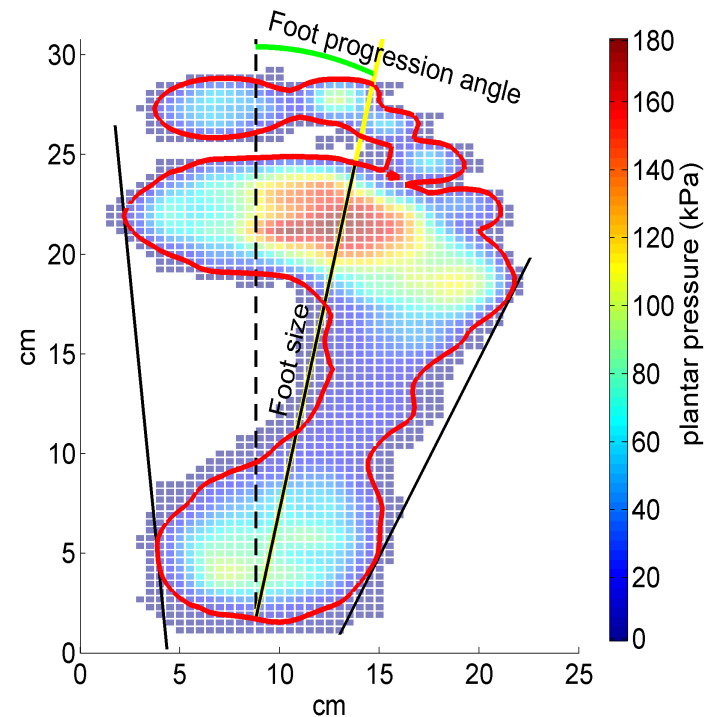
- Verschillen literatuur: lastig vergelijken

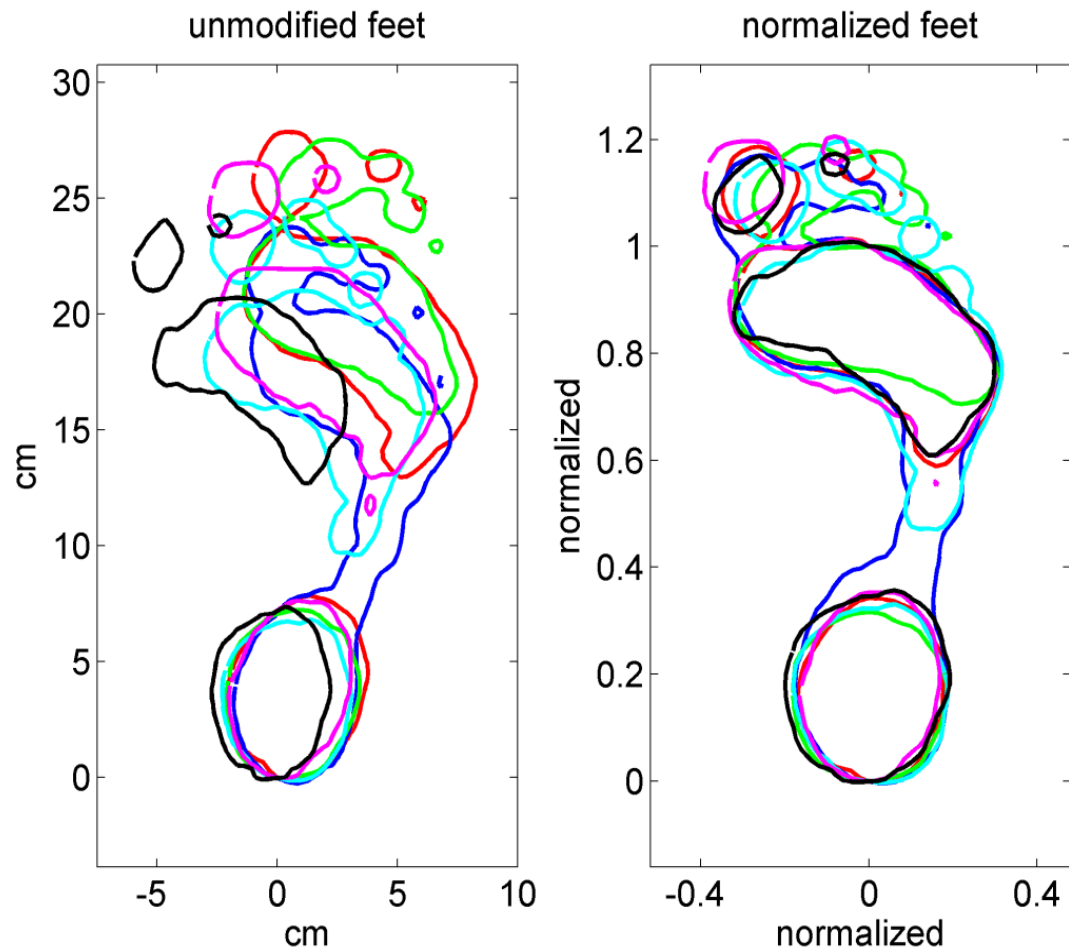


Normalisatie methode

Normaliseren naar een 'standaard voet':

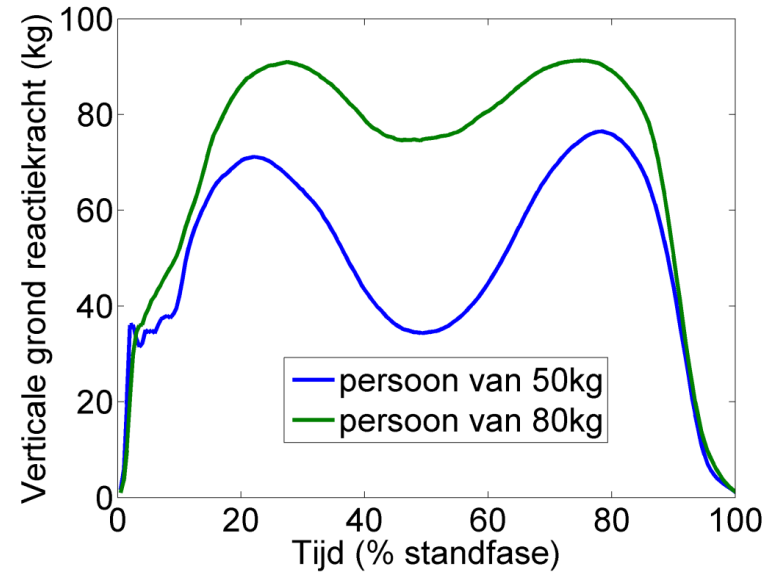
- Lengte
- Breedte
- Voet progressie hoek (FPA)



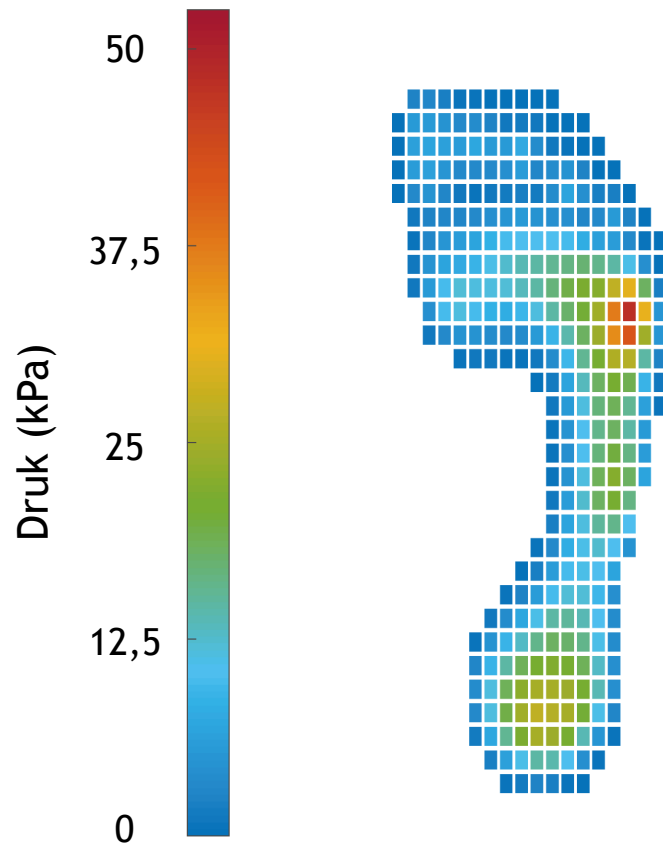
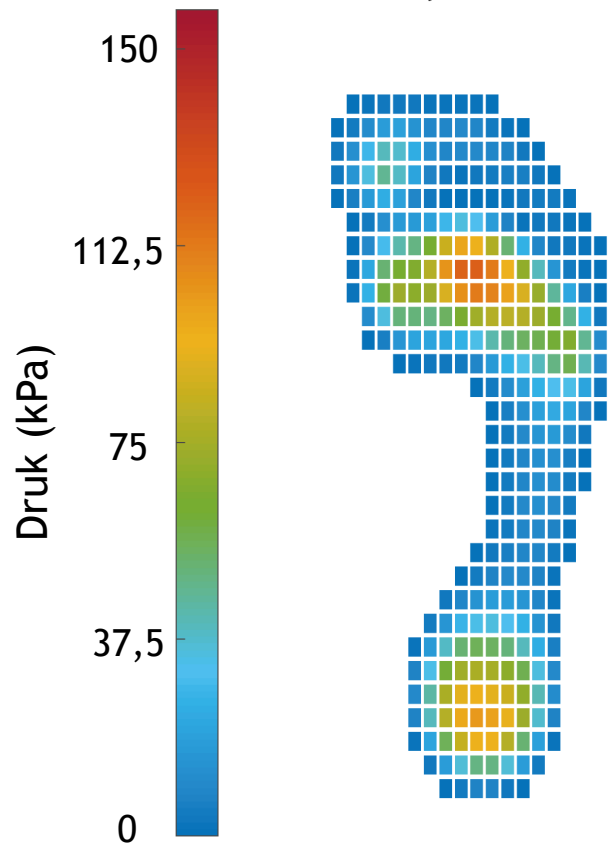


$$\text{Druk} = \frac{\text{Kracht (N)}}{\text{Oppervlakte (m}^2\text{)}}$$

$$1 \text{ N/m}^2 = 10 \text{ kPa}$$



Normaliseren voor totale druk





Quantitative assessment of plantar pressure patterns in relation to foot deformities in people with hereditary motor and sensory neuropathies

Bente Bloks, Lise Wilders, Jan Willem Louwerens, Sander Geurts, Jorik Nonnekes & Noël Keijsers

Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation (2023)

Hereditaire motorische en sensorische neuropathie (HMSN)

- Ziekte van Charcot-Marie-Tooth (CMT)
- Erfelijke polyneuropathie
- Distale spierzwakte en somatosensorische problemen

Voetdeformiteiten

Pes cavovarus

- Plantairflexie van de eerste straal
- Varus kanteling van de achtervoet

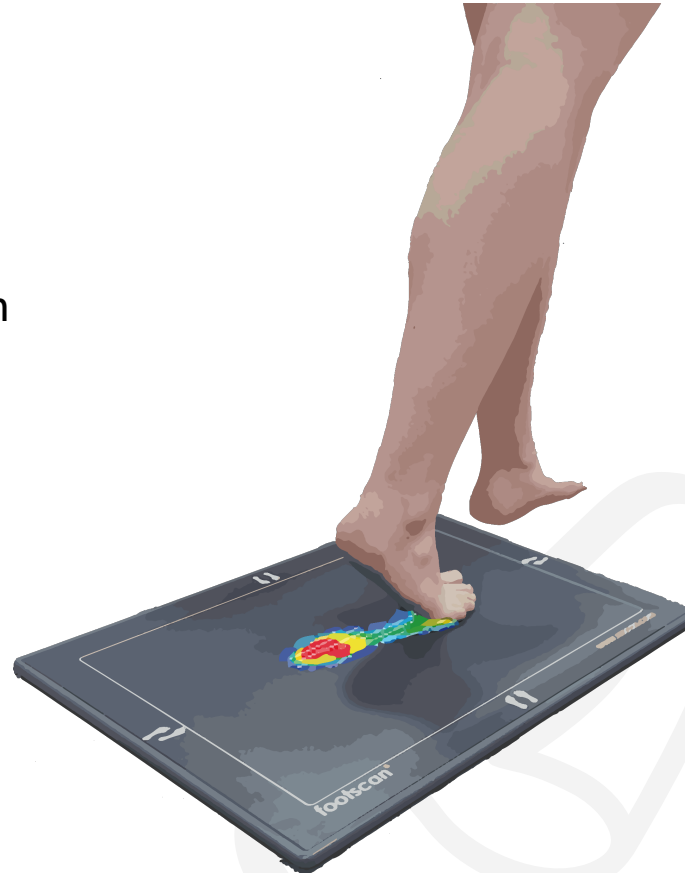


Pes planovalgus

- Valgus kanteling achtervoet



- Retrospectief onderzoek
- Loop Expertise Centrum (LEC)
- 52 mensen met HMSN
- 586 mensen zonder voetproblemen



Klinische beoordeling

1 Diepstand eerste straal:
ja/ nee

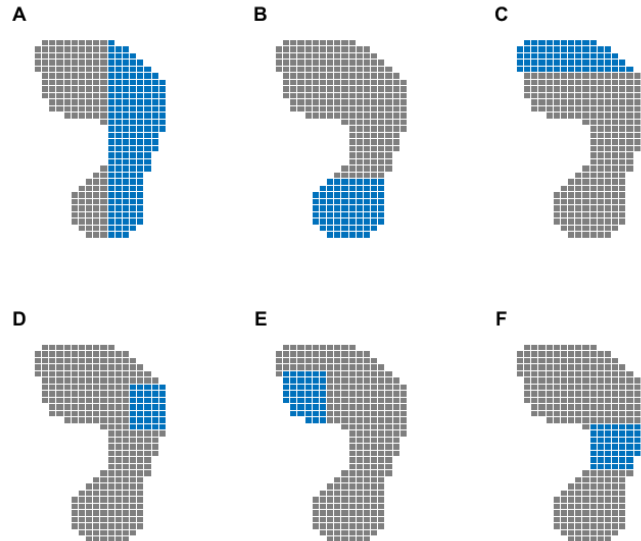
2 Diepstand eerste straal,
passief corrigeerbare varus achtervoet:
• varus/ neutraal/ valgus

3 Diepstand eerste straal,
passief corrigeerbare achtervoet:
• ja/ nee

4 Valgus achtervoet



- Gemiddelde gekwadrateerde afwijking
- Gemiddelde genormaliseerde drukverdeling
- Drukratio's



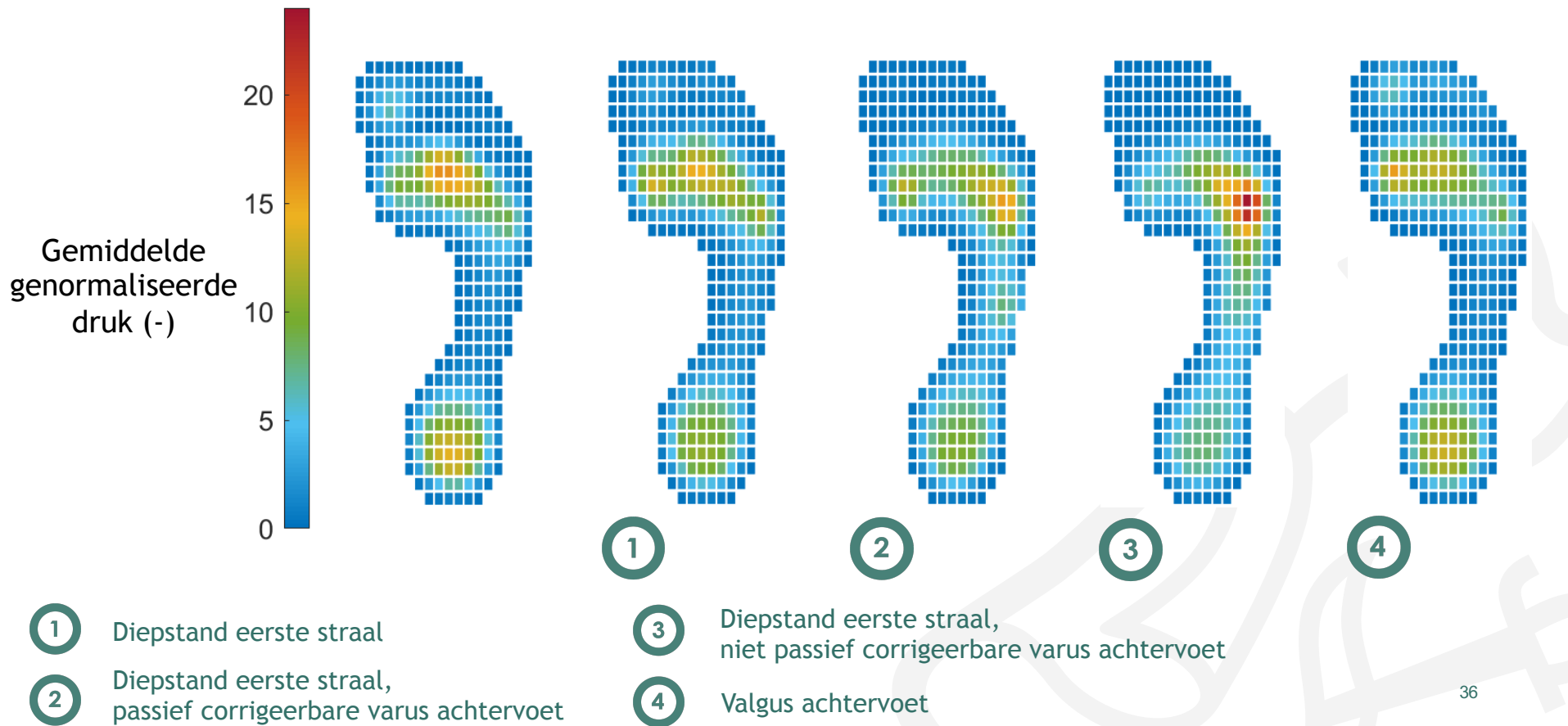
Gemiddelde gekwadrateerde afwijking (RMSD)

Groep	RMSD (gemiddelde $\pm$ std)
Gezonde controles	1.93 $\pm$ 0.54
Diepstand eerste straal, neutrale achtervoet	2.68 $\pm$ 0.85*
Diepstand eerste straal, passief corrigeerbare varus achtervoet	3.44 $\pm$ 1.16*
Diepstand eerste straal, niet passief corrigeerbare varus achtervoet	4.32 $\pm$ 2.20*
Valgus achtervoet	2.80 $\pm$ 0.80*

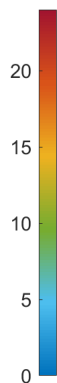
**Significant verschil met gezonde controles, $p < 0.01$*



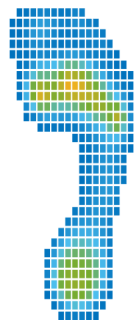
Gemiddelde genormaliseerde drukverdeling



Gemiddelde
genormaliseerde
druk
(-)



1



2

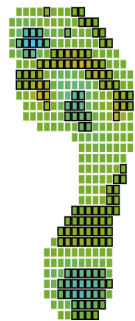


3



4

Vershil in
genormaliseerde druk
met gezonde controles
(-)



1

Diepstand eerste straal

2

Diepstand eerste straal,
passief corrigeerbare varus achtervoet

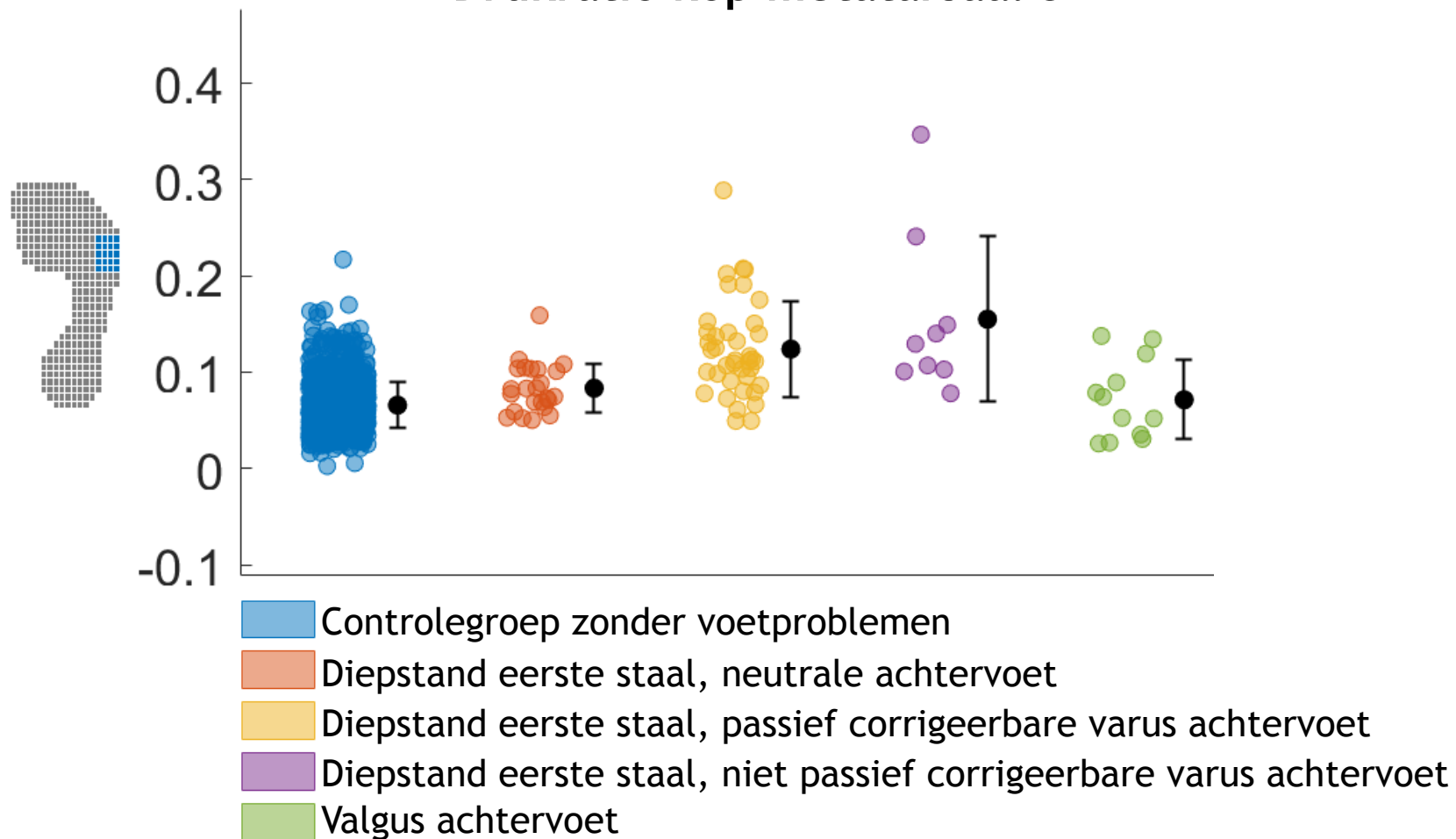
3

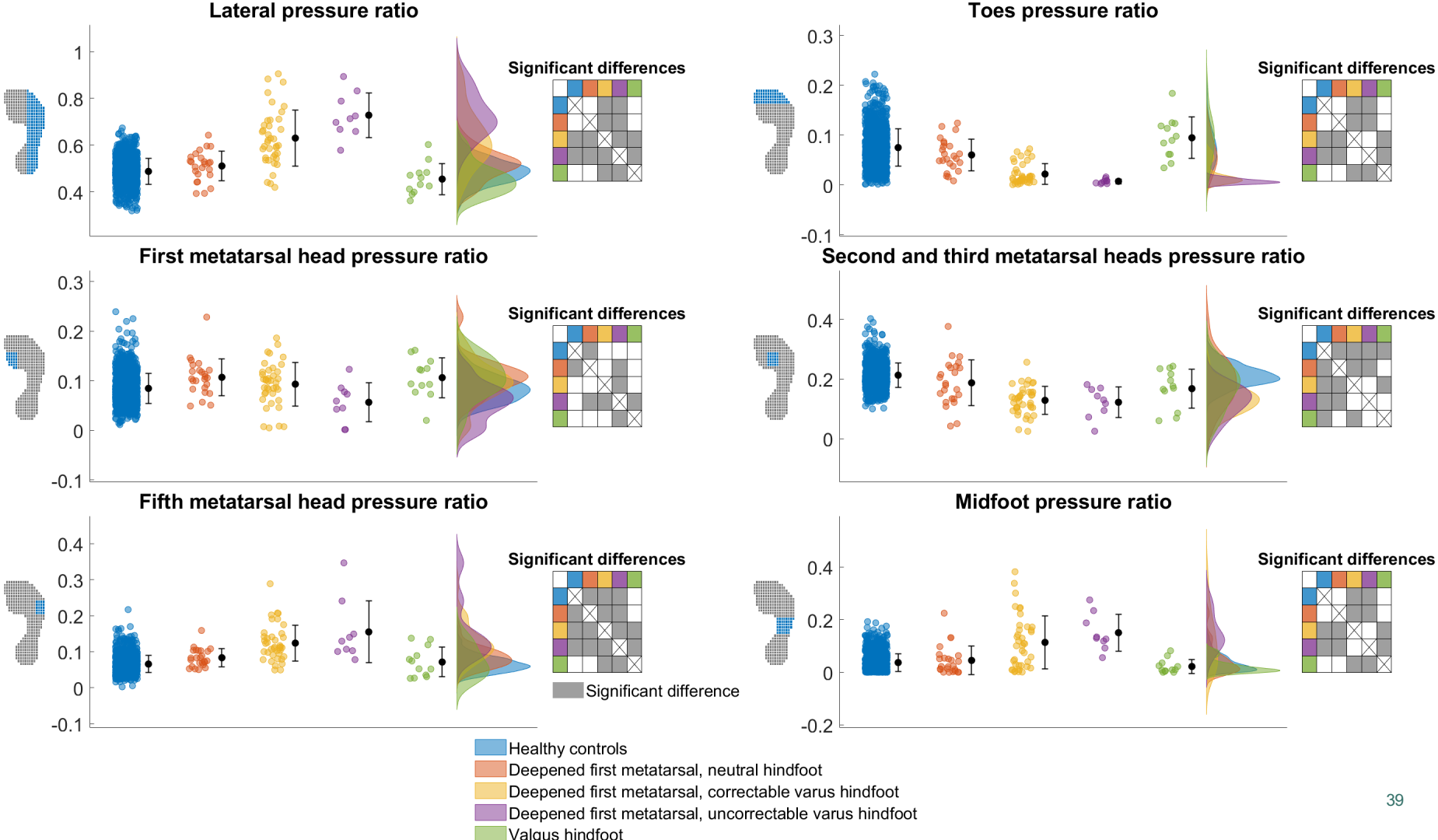
Diepstand eerste straal,
niet passief corrigeerbare varus achtervoet

4

Valgus achtervoet

Drukratio kop metatarsaal 5





- Verschillen in drukverdeling onder de voet bij mensen met HMSN en verschillende voetdeformiteiten
- Druk onder de kop van metatarsaal 5 lijkt een goede uitkomstmaat voor de evaluatie van enkel-voet chirurgie bij mensen met HMSN



Plantar pressure analysis to assess foot deformities in people with unilateral upper motor neuron syndromes

Bente Bloks, Lise Wilders, Jan Willem Louwerens, Sander Geurts, Jorik Nonnekes & Noël Keijsers

Nog niet gepubliceerd

Niet-aangeboren hersenletsel

Varus kanteling van de achtervoet

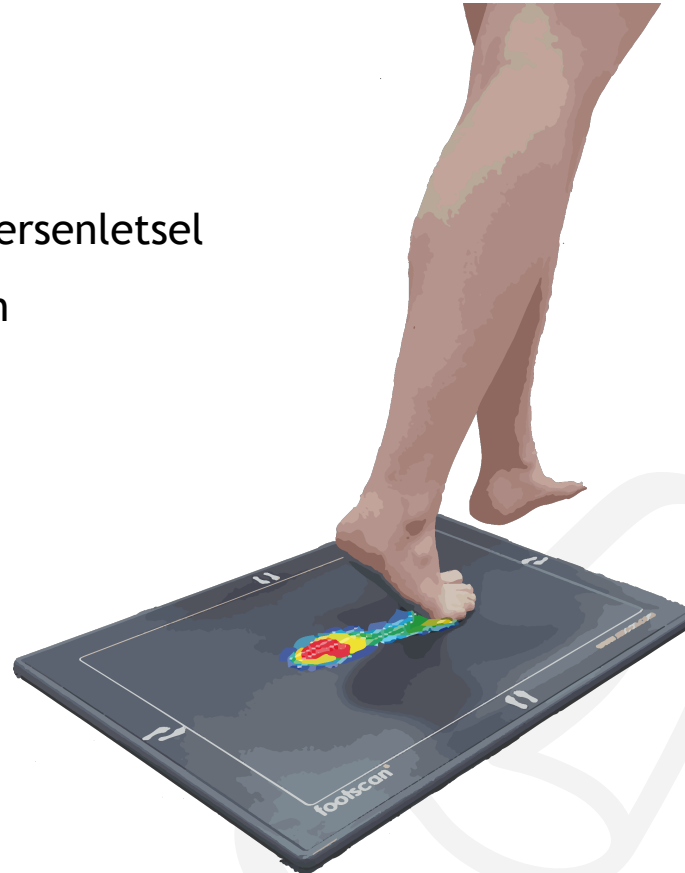
- Dynamisch
- Rigide







- Retrospectief onderzoek
- Loop Expertise Centrum (LEC)
- 42 mensen met niet-aangeboren hersenletsel
- 586 mensen zonder voetproblemen



Klinische beoordeling

Varus kanteling achtervoet tijdens stand:

1

Geen varus

ja/ nee

Varus kanteling achtervoet tijdens lopen alleen tijdens zwaai fase en eerste gedeelte standfase:

2

Dynamische varus

• ja/ nee

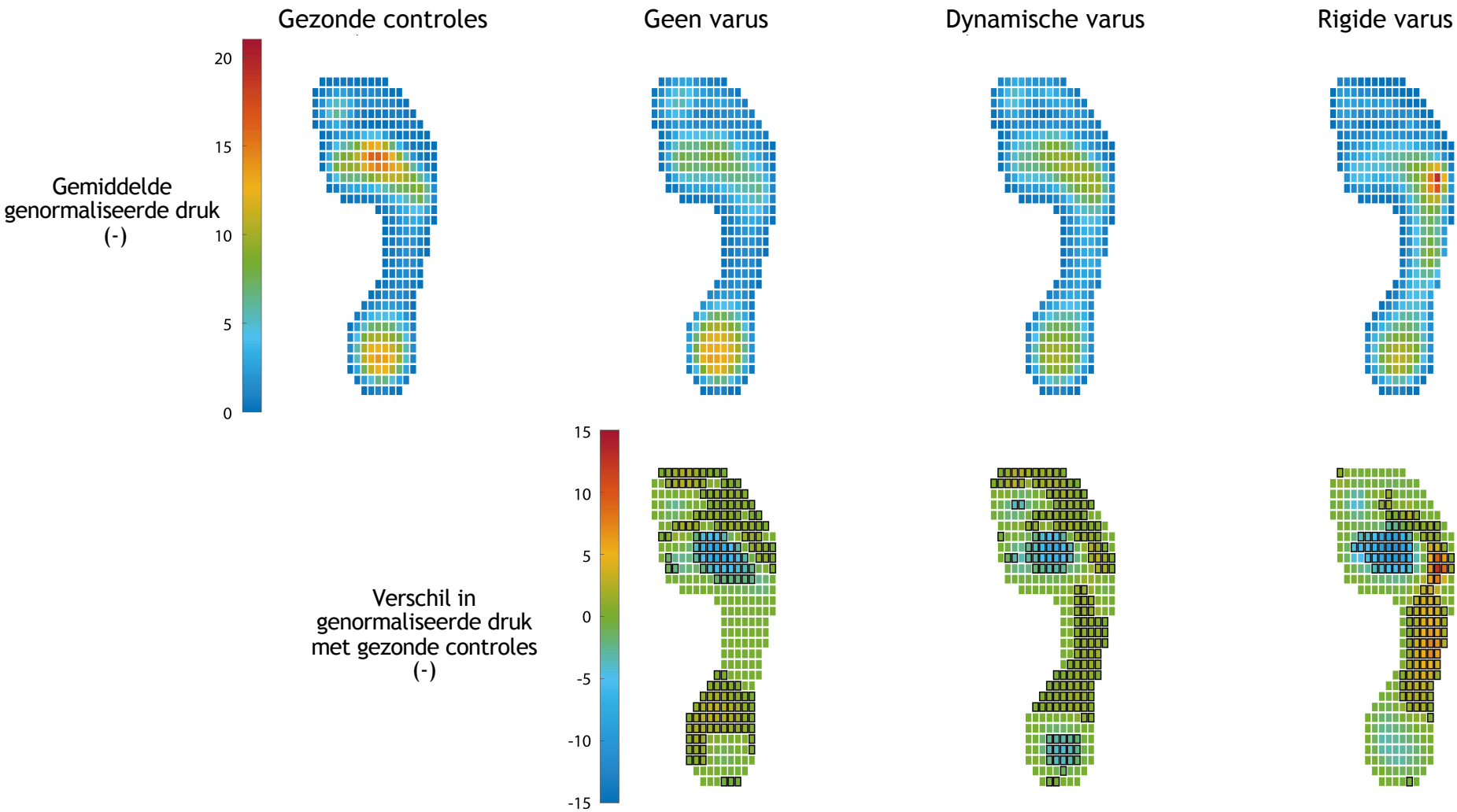
3

Rigide varus

Varus kanteling achtervoet tijdens lopen gedurende de gehele loopcyclus:

• ja/ nee

- Gemiddelde genormaliseerde druk
- Center of pressure



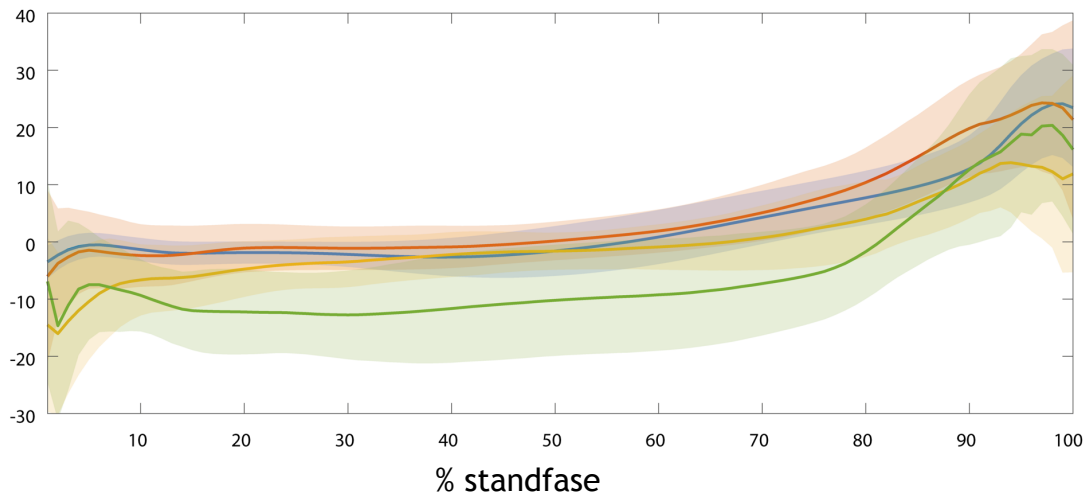
Center of pressure



- Gezonde controles
- Geen varus
- Dynamische varus
- Rigide varus

Medio-laterale richting

Genormaliseerde afstand
lateraal - mediaal (% of voetbreedte)



- 1) Verschillen in voetdruk bij mensen met niet-aangeboren hersenletsel en een dynamische of rigide varus kanteling van de achtervoet
- 2) Medio-laterale center of pressure lijkt een goede uitkomstmaat voor de evaluatie van chirurgische interventies bij mensen met niet-aangeboren hersenletsel



Algemene conclusies

- Het normaliseren van voetdrukdata maakt het mogelijk om voetdrukmetingen te vergelijken tussen mensen
- Voetdrukmetingen geven nuttige informatie over de stand en het functioneren van de voet bij verschillende patiëntgroepen
- De uitkomstmaten die van belang zijn hangen af van de patiëntgroep en de bijbehorende voetproblemen

Keijsers, N. L. W., Stolwijk, N. M., Nienhuis, B., & Duysens, J. (2009). A new method to normalize plantar pressure measurements for foot size and foot progression angle.

Journal of Biomechanics, 42(1), 87-90.

Bloks, B. E., Wilders, L. M., Louwerens, J. W. K., Geurts, A. C., Nonnekes, J., & Keijsers, N. L. W. (2023). Quantitative assessment of plantar pressure patterns in relation to foot deformities in people with hereditary motor and sensory neuropathies. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 20(1), 65.