

Meetinstrument

Hoofdstuk 1 Relevante literatuur

§ 1 De kwaliteit van het meetinstrument²

De volgende drie begrippen hebben betrekking op de kwaliteit van metingen en meetinstrumenten:

1. Gevoeligheid
 2. Betrouwbaarheid
 3. Validiteit
1. De gevoeligheid van een meetinstrument is een kwaliteitsbegrip voor metingen (en/ of meetinstrumenten), dat betrekking heeft op de mate waarin kleine verschillen kunnen worden vastgesteld. De mate waarin een meetinstrument gevoelig moet zijn, hangt af van het doel ervan. Een meetinstrument moet zo gevoelig zijn, dat de onderzoeksobjecten daarmee zinvol onderscheiden kunnen worden.
 2. De betrouwbaarheid van een meetinstrument is een kwaliteitsbegrip voor metingen (en/ of meetinstrumenten), dat betrekking heeft op de mate waarin metingen consequent en herhaalbaar zijn. Een betrouwbare meting levert bij herhaling aan hetzelfde object of aan objecten met dezelfde relevante eigenschappen steeds gelijke meetwaarden op. De betrouwbaarheid van de meting neemt toe naarmate deze vaker herhaald wordt.
 3. De validiteit van een meetinstrument is een kwaliteitsbegrip voor metingen (en/ of meetinstrumenten), dat betrekking heeft op de mate waarin werkelijk datgene wordt gemeten wat de onderzoeker bedoelt.

§ 2 Keuze van het meetinstrument^{9 11 17}

Om het protocol, dat is opgesteld te kunnen testen is het nodig gebruik te maken van een meetinstrument.

Er zijn verschillende meetsystemen voorhanden waar gebruik van kan worden gemaakt:

1. een krachtenplatform (AMTI-systeem)
 2. een drukmeetplatform (Emed-NT systeem)
 3. een in-shoe drukmeetsysteem (Pedar-systeem)
1. Met het krachtenplatform kunnen zowel dynamische als statische grondreactiekrachten gemeten worden.
Behalve in stand en tijdens het gaan kunnen ook andere activiteiten worden gemeten. Met het krachtenplatform worden steeds de veranderingen van het contactoppervlak onder de voet met de bodem geregistreerd.
 2. Met het drukmeetplatform kunnen de plantaire drukken van de voet geobjectiveerd worden.
Beide systemen zijn aanwezig in het Bewegingsanalyse Laboratorium (BAL) van de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven.

De drukmeetplatformen zijn verwerkt in de ondergrond, zodat er geen hoogteverschil aanwezig is in de vloer waarover gelopen wordt. Zowel statisch als dynamisch kunnen voetafdrukken geregistreerd worden. Stappericht gedrag, het mikken van de voet op de meetplaat, is niet te vermijden. Tussen de 3 en de 5 stappen per voet moeten geregistreerd worden om een betrouwbaar en representatieve meting te verkrijgen.¹⁵

3. Behalve plantaire drukken onder de blote voet, kunnen drukken in de schoen gemeten worden door het inzetten van het in-shoe drukmeetsysteem. Op de Fontys Paramedische Hogeschool is het Pedar in-shoe drukmeetsysteem (firma Novel[®]: capacitief, 1 sensor/ cm², totaal 99 sensoren per inlegzool, 50 Hz) aanwezig. Het gebruik van dit systeem is niet gebonden aan het Bewegingsanalyse Laboratorium. Het systeem is mobiel en kan op verschillende locaties worden ingezet. Het systeem bestaat uit een datarecorder met daaraan vastgekoppeld één paar inlegzolen in een bepaalde maat (er zijn verschillende maten voorhanden). De drukken worden gemeten met een frequentie van 50 Hz. Een bijbehorende kalibratie-unit is beschikbaar.¹⁰

Om betrouwbare metingen te kunnen uitvoeren moet het meetinstrument, waarmee voetdrukmetingen uitgevoerd worden, nauwkeurig zijn.

De nauwkeurigheid wordt met name bepaald door:

- kracht-ervormingsrelatie (= kwaliteit) van de sensoren (wordt bepaald door middel van kalibratie)
 - grootte van de sensoren
 - hoeveelheid sensoren per oppervlakte-eenheid (meestal 2 - 4 sensoren per cm²)
 - meetfrequentie (tijdens het gaan is een meetfrequentie van 20 - 50 Hertz voldoende)
 - meetrange; het gebied waarbinnen de sensor nauwkeurig de druk kan meten.
- Omdat onder de voet de drukken (bij drukmeetinlegzolen) kunnen oplopen tot soms 60 N/cm², moeten sensoren minimaal tot deze waarde kunnen meten.¹²

In een voorgaande studie is gekeken naar de voor- en nadelen van meetinstrumenten. Lammers et al.⁹ hebben onderzoek gedaan naar vier verschillende meetinstrumenten te weten, het in-shoe drukmeetsysteem, het krachtenplatform, het drukplatform en de weegschaal.

In de onderstaande tabel staan de verschillende meetsystemen schematisch weergegeven.

Tabel V Vergelijking meetinstrumenten⁹

	In-shoe drukmeetsysteem	Krachten- platform	Drukplatform	Weegschaal
Betrouwbaarheid				
Intra	+	+	+	=
Inter	+	+	+	=
Test/ retest	+	+	+	+
Validiteit	Meet druk tussen voet en zool. * ¹	Meet kracht onder de zool.	Meet druk onder de zool. * ¹	Meet kracht onder de zool.
Bruikbaarheid				
Tijd meting	ca. 5 min.	Ca. 1 min.	ca. 1 min.	ca. 0.5 min.
Financieel	ca. f 50.000,-	Ca. f 50.000,-	ca. f 50.000,-	ca. f 100,-
Mobiliteit	+	=	+	+ = * ²
Electr. Kabels	±	-	-	+
Beschikbaarheid	+	+ * ³	+ * ³	+
Looppatroon	+	=	=	=
Functionaliteit				
Specificiteit	+	+	+	+
Sensitiviteit	+	+	+	+

+ is aanwezig en als positief ervaren

± is aanwezig en als negatief ervaren

- is niet aanwezig en als positief ervaren

= is niet aanwezig en als negatief ervaren

*¹: Deze druk kan tot kracht worden omgerekend.

*²: De weegschaal is mobiel maar het meetvlak zal altijd enige centimeters boven de oppervlakte blijven waardoor het een opstapje wordt en invloed heeft op het looppatroon.

*³: Zowel het krachtenplatform als het drukplatform, die aanwezig zijn in het gaitlab van de Fontys Hogeschool Eindhoven, zijn klein van formaat wat invloed kan hebben op het looppatroon.

Voordeel van het Pedar in-shoe drukmeetsysteem is dat de persoon geen stapgericht gedrag vertoont, maar zijn of haar normale gangpatroon kan blijven handhaven.

Het meetsysteem verplaatst zich namelijk met de schoen mee, omdat de zolen waarin de meetsensoren zich bevinden in de schoen worden geplaatst.

Zo kan onder beide voeten de druk gemeten worden en kunnen er meerdere metingen achter elkaar uitgevoerd worden zonder dat de persoon hoeft te stoppen.

De metingen die verricht worden geven informatie over de druk tussen de voet en de schoen. Tevens is een voordeel dat in verschillende situaties gemeten kan worden.

Zo kan gemeten worden in stand en tijdens het gaan, maar ook bij het traplopen of het fietsen.

Nadeel van het Pedar in-shoe drukmeetsysteem is dat er één sensoren per vierkante centimeter in de zolen verwerkt zijn ten opzichte van twee sensoren per vierkante centimeter bij het krachtenplatform of het drukplatform.

De nauwkeurigheid van de meting neemt toe, wanneer er meer sensoren per vierkante centimeter in het meetinstrument aanwezig zijn. De drukverdeling tussen de voet en de bodem wordt beter gemeten bij gebruik van meer sensoren per oppervlakte-eenheid.

Tevens zijn de sensoren makkelijker te beschadigen, doordat er gebruik gemaakt wordt van flexibele inlegzolen, die in de schoenen meegedragen worden door de persoon zelf.

De draden die het systeem verbinden met de computer geven de persoon voldoende ruimte, maar geven wel een beperking van de loopafstand.

Als laatste nadeel wordt aangegeven dat het in-shoe meetsysteem niet altijd verticaal de druk ten opzichte van de grond meet, wat een krachtenplatform of een drukplatform wel doet.

Hierdoor wordt het moeilijker de werkelijke verticale krachten tijdens het lopen te berekenen.

Uit de bovenstaande gegevens blijkt dat het in-shoe drukmeetsysteem voor het testen van het voorlopige protocol het meest bruikbare meetsysteem is.

Aanvullende literatuur over het in-shoe drukmeetsysteem bevestigde deze keuze.^{4 11 12 16 17}

Het meetinstrument dat bij de pilotstudy gebruikt wordt dient aan de volgende eisen te voldoen:

- de druk onder beide voeten kunnen meten
- de juiste gevoeligheid hebben
- betrouwbaar en valide zijn.
- meten tijdens het gaan met een loophulpmiddel
- meerdere stappen achter elkaar kunnen meten
- niet belastend zijn voor de proefpersonen
- stapgericht gedrag voorkomen

§ 3 Resultaten en conclusies meetinstrument

Voor dit onderzoek is het Pedar in-shoe drukmeetsysteem het meest geschikt om het voorlopig opgestelde protocol te testen.

Uit een gesprek met een docent/ onderzoeker, hoofd Bewegingsanalyse Laboratorium Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven, is naar voren gekomen dat er een variant bestaat van het Pedar in-shoe drukmeetsysteem (firma Novel[®]).

Deze uitvoering bevat een akoestisch feedbacksysteem waarmee direct terugkoppeling plaatsvindt over de gemeten druk onder beide voeten tijdens het gaan.

Vanwege té weinig interesse/ onwetendheid vanuit het werkveld is om commerciële redenen het systeem niet op de markt gebracht

Het Pedar in-shoe drukmeetsysteem is een goed bruikbaar drukmeetsysteem voor revalidatiecentrum Blixembosch waarmee de druk onder beide voeten gemeten kan worden. Het meetsysteem is echter een kostbare investering die niet voor iedere praktijk of instelling mogelijk zal zijn.

In opdracht van revalidatiecentrum Blixembosch is contact opgenomen met de Stichting het Platform Medische Technologie (PMT). Gevraagd is of het mogelijk is om een drukmeetsysteem te ontwikkelen dat past binnen een bepaald budget.

Wanneer duidelijk is aan wat voor eisen het meetsysteem dient te voldoen is het mogelijk een schatting te maken van de uiteindelijke kosten.