

De plantaire voetdrukverdeling bij patiënten na een voorste kruisband-reconstructie

Revalideren met behulp van sensorfeedback

Auteurs

Ark van, L.H.F. 1512722

Hovens, P.O.F. 1517716

Beoordelaar(s)

Naam beoordelaar: I.M. Kanera

Naam beoordelaar: D. Odekerken

Woensdag 22 mei 2019

Fysiotherapie

**ZU
YD**

©Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Zuyd Hogeschool

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Samenvatting	6
1 Inleiding.....	1
2.1 Design.....	6
2.2 Proefpersonen	6
2.3 Procedure	7
2.3.1 Wervingsprocedure	7
2.3.2 Dataverzameling	8
2.3.3. Interventie door de fysiotherapeut.....	9
2.4 Meetinstrumenten.....	10
2.4.1. Vragenlijst persoonsgegevens.....	10
2.4.2. Arion pressure-sensitive insoles.....	10
2.4.3. Vragenlijst bewustwording voetdrukverdeling	11
2.4.4. Vragenlijst gebruiksvriendelijkheid APSI.....	11
2.5 Data-analyse	12
2.5.1 Plantaire voetdrukverdeling	12
2.5.2. Vragenlijst bewustwording voetdrukverdeling	14
2.5.3. Vragenlijst gebruiksvriendelijkheid APSI.....	14
3 Resultaten	16
3.1 Onderzoekspopulatie.....	16
3.2 Plantaire voetdrukverdeling	16
4 Discussie	19
Literatuurlijst.....	24
Bijlagen.....	27
Bijlage 1 – Informatiebrief voor de fysiotherapeuten	27
Bijlage 2 – Inschrijflijst.....	29
Bijlage 3 - Informatie aan proefpersonen	30
Bijlage 3A - Contactgegevens	35
Bijlage 3B - Informed consent formulier – Toestemmingsformulier.....	36
Bijlage 5 - Aanmeldformulier.....	38
Bijlage 6 – Instructie meting.....	39
Bijlage 7 - Vragenlijst bewustwording voetdrukverdeling	40
Bijlage 8 – Vragenlijst gebruiksvriendelijkheid APSI	41
Bijlage 9 – Non-disclosure agreement (NDA).....	42
Bijlage 10 – Loopinstructies vanuit de fysiotherapiepraktijk.....	44
Bijlage 11 – Locatie sensoren APSI.....	45
Bijlage 12 – Asymmetrie L-R per sensor + verschilberekening per persoon	46

<i>Bijlage 13 - Vragenlijst bewustwording voetdrukverdeling</i>	<i>51</i>
--	------------------

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie 'De plantaire voetdrukverdeling bij patiënten na een voorste kruisband-reconstructie'. Deze scriptie hebben wij, Louis van Ark en Pim Hovens, geschreven in het kader van ons afstuderen aan de opleiding Fysiotherapie aan Zuyd Hogeschool, te Heerlen. Van juni 2018 tot en met mei 2019 zijn wij bezig geweest met het onderzoek en schrijven van deze scriptie.

Naar aanleiding van onze interesse in het houdings- en bewegingsapparaat, is gekozen onderzoek te verrichten naar een musculoskeetaal vraagstuk. Daarnaast bevinden wij ons in een stadium, waarbij steeds meer gebruik wordt gemaakt van intelligente technologische ontwikkelingen in de zorg. Ons is de mogelijkheid geboden deze twee aspecten te combineren, door de invloeden van sensorfeedback te meten binnen de VKB-revalidatie. Middels deze scriptie wordt getracht diverse doelgroepen, zoals studenten, VKB-patiënten en (para-)medisch specialisten te interesseren en informeren.

Graag willen wij een aantal personen in het bijzonder bedanken die ons de afgelopen periode hebben ondersteunt. Ten eerste willen wij Dr. Iris Kanera bedanken voor haar bijdrage als scriptiebegeleidster en haar bereidwilligheid te allen tijde een helpende hand toe te steken. Ten tweede willen wij alle deelnemende fysiotherapeuten, met in het bijzonder Tom Ehlen, bedanken voor de bereidheid te participeren aan deze scriptie en proefpersonen ter beschikking te stellen voor het onderzoek. Ten derde bedanken wij docenten, Marc Koppert en Dennis Odekerken, van de opleiding biometrie voor hun bijdrage en ideeën bij de analyse van de onderzoeksdata. Ten vierde bedanken wij Jurgen Krikke, die in de naam van ATO-Gear de data heeft verleend die tijdens de onderzoeken vergaard zijn. Tot slot danken wij Prof. Dr. Ton Lenssen op zijn aanvullende feedback op ons studie-design.

Heerlen, mei 2019

Louis van Ark & Pim Hovens

Samenvatting

Inleiding Fysiotherapeuten constateren dat een aanzienlijk deel voorste-kruisband (VKB)-patiënten na een reconstructie, langer doen over de verwachte revalidatieduur en het oude (sport)niveau niet bereiken. Een mogelijke oorzaak is de asymmetrische plantaire voetdrukverdeling die de kans op blessures, re-rupturen en het versnellen van het degeneratief proces vergroot. Sensorfeedback, in de vorm van de 'Arion pressure-sensitive insoles' (APSI) zou kunnen helpen de asymmetrische plantaire voetdrukverdeling te verminderen en de bewustwording hiervan te vergroten. Hieruit volgen de vragenstellingen; is er een asymmetrische plantaire voetdrukverdeling meetbaar tijdens gang, bij patiënten na een VKB-reconstructie, onafhankelijk in welke fase de patiënt zich bevindt in het revalidatietraject. Heeft één week inzet van de 'Arion pressure-sensitive insoles', binnen de reguliere VKB-revalidatie, invloed op de (a-)symmetrie van de voetdrukverdeling? Verder worden er nog twee deelvragen beantwoord betreft de bewustwording van de voetdrukverdeling en de gebruiksvriendelijkheid.

Methode De vragenstellingen werden beantwoord middels een one-group pretest-posttest experimenteel design. De onderzoekspopulatie betrof VKB-reconstructie patiënten die begeleid werden door een fysiotherapeut. De voetdrukverdeling werd gemeten met de APSI en de bewustwording met een vragenlijst op twee meetmomenten in de tijd (T0-T1). Tussen T0-T1 hebben de proefpersonen geoefend met de APSI. De gebruiksvriendelijkheid werd eenmalig gemeten middels een vragenlijst, tijdens T1. De data werd beschrijvend geanalyseerd.

Resultaten De VKB-reconstructie patiënten ($N = 5$; 4 mannen, 1 vrouw; gemiddelde leeftijd 27,4 jaar) lieten een vermindering van $M = 7,3\%$ asymmetrie zien, tussen links en rechts en de bewustwording van de voetdrukverdeling is gestegen met 153% op T1. De gebruiksvriendelijkheid werd gescoord met 77,5 (range 0-100).

Conclusie De APSI is in staat de asymmetrische plantaire voetdrukverdeling te meten en mogelijk te verminderen na één week inzet. Daarnaast is de APSI een gebruiksvriendelijk meetinstrument, die na één week gebruik resulteert in een toegenomen bewustwording van de voetdrukverdeling. De APSI zorgt voor nieuwe kansen en uitdagingen binnen de fysiotherapie.

1 Inleiding

Een ruptuur van de voorste kruisband (VKB) is het meest voorkomende kniebandletsel (Van Grinsven, Holla, Van Cingel, & Van Loon, 2008). Er zijn tot op heden geen exacte gegevens bekend over de prevalentie en incidentie van patiënten met een VKB-ruptuur in de algehele populatie in Nederland, echter wordt deze geschat op 1/3000 VKB-rupturen per jaar (Meuffels, 2009; Nederlandse Orthopaedische Vereniging, 2011). VKB-rupturen komen vooral voor bij sporters die zowel op hoog niveau presteren als recreanten. Daarnaast komen VKB-rupturen geregeld voor bij beroepsbeoefenaars met fysiek zwaar werk (Meuffels, 2009; Van Melick et al., 2014). Een VKB-ruptuur ontstaat met name bij een plotselinge draai- of sprongbeweging, die meestal plaatsvindt tijdens een 'non-contact' situatie (Hall, z.d.; Sanders et al., 2016; Van Melick et al., 2014). Voor de hierboven beschreven doelgroep is het van belang om weer zo snel mogelijk terug te kunnen keren naar hun oude (sport)niveau. Meer dan de helft van de mensen met een VKB-ruptuur ondergaat een VKB-reconstructie (Nederlandse Orthopaedische Vereniging, 2011). Jaarlijks worden er in Nederland ongeveer 8.000-9.000 VKB-reconstructies uitgevoerd (Van Melick et al., 2014). Aansluitend is een negen tot twaalf maanden durend revalidatietraject noodzakelijk (Van Melick et al., 2014). Dit is ingedeeld in drie revalidatiefases die gebaseerd zijn op de International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) (Nederlands WHO-FIC Collaborating Centre, 2002). Fase één richt zich op het functieniveau, fase twee op het activiteitsniveau en fase drie op het participatieniveau (Van Melick et al., 2014). Omdat deze revalidatie een langdurig traject overbrugt, is toewijding van de patiënt vereist (Orthopedic Center/Sports Medicine Division, 2013). Fysiotherapeuten constateren dat VKB-patiënten na een reconstructie langer doen over de verwachte revalidatieduur van negen tot twaalf maanden. Daarnaast wordt geconstateerd dat 30-56% de sport en/of het (sport)niveau van vóór de ruptuur niet meer kan hervatten (Ardern, Taylor, Feller, & Webster, 2014; Publiek Aanvraag SIA RAAK, 2016; Van Melick et al., 2014). Een reden hiervoor zou een lichamelijke achtergrond, zoals een slechte fysieke toestand pre- en postoperatief kunnen zijn. Ook zou de psychologische achtergrond een rol kunnen spelen bij het niet behalen van een optimale therapie uitkomst. Voorbeelden hiervan kunnen zijn; angst voor re-rupturen, slecht zelfmanagement en een verminderde therapietrouw (Ardern, Taylor, Feller, & Webster, 2012; Cetin, Deveci, Songur, Ozer, & Turanli, 2017; Everhart, Best, & Flanigan, 2015; Thomee et al., 2008).

Om fysiotherapeutische zorg op maat te kunnen bieden is een systematisch inzicht in de lichamelijke en psychologische toestand nodig om zo de huidige situatie van de patiënt in kaart te brengen en te bepalen wanneer iemand terug kan keren in de sport (Rothgangel, Kanera, Lenssen, & Braun, 2018). Dit zou bereikt kunnen worden middels intensieve monitoring van belangrijke functies en vaardigheden binnen en buiten de fysiotherapiepraktijk. Op deze manier kan eerder geanticipeerd en gereageerd worden op veranderingen binnen het revalidatietraject na een VKB-reconstructie. Omdat de fysiotherapeut onvoldoende mogelijkheden heeft de patiënt intensief te monitoren binnen en buiten de fysiotherapiepraktijk, zou een interessante oplossing kunnen zijn de patiënt zélf zijn herstel te laten monitoren. Hierdoor krijgt ook de patiënt een beter inzicht in zijn herstel en neemt deze meer verantwoordelijkheid voor zijn gezondheid (Kidholm et al., 2014).

Recent is een prototype van een online zelf-monitoringssysteem ontwikkeld, genaamd VKB-monitor. Binnen dit systeem worden gedurende het gehele revalidatietraject fysieke testen uitgevoerd en digitale vragenlijsten ingevuld door zowel de fysiotherapeut als de patiënt. Daarnaast worden ook sensor feedbacksystemen ingezet om data te verzamelen over het revalidatietraject. Dit zijn de activiteitenmeters/stappentellers FitBit en MOX (Publiek Aanvraag SIA RAAK, 2016). Uit onderzoek onder fysiotherapeuten en patiënten bleek dat het zelf actief invoeren van metingen in de VKB-monitor weinig werd gedaan (Coenen & Petit, 2018). Fysiotherapeuten gaven aan dat de toegevoegde waarde van de VKB-monitor niet het gewenste resultaat had voor het eigen handelen en patiënten belemmeringen ondervonden bij het gebruik van de VKB-monitor (Brans-Brabant, Creemers, & Zwambag, 2018). Daarentegen werd de sensor feedback meting wél positief gewaardeerd, omdat hierbij de data automatisch wordt gegenereerd. Dit kost geen extra tijd voor fysiotherapeuten en patiënten, waardoor dit gemakkelijker is in de omgang en meer motiveert (Brans-Brabant et al., 2018).

Door het gemak van het verzamelen van relevante data door middel van sensor feedback, zouden additionele innovatieve sensor feedbacksystemen kunnen helpen bij het bevorderen van het revalidatietraject. Er zijn een aantal fysiotherapiepraktijken die sinds kort gebruik willen maken van een nieuw sensor feedbacksysteem, de 'Arion pressure-sensitive insoles' (APSI) (Arion, 2019). De APSI bestaat uit acht drukgevoelige sensoren die geplaatst zijn onder het mediale en laterale aspect van de calcaneus, de laterale middenvoet, de eerste, derde en vijfde metatarsaal, de hallux en de tweede, derde en

vierde phalanges. De APSI wordt in de schoen aangebracht en is in staat de druk onder de voet te meten, die de plantaire voetdrukverdeling wordt genoemd. Dit wordt direct weergegeven in een smartphone-app. Deze app geeft auditieve en visuele feedback die de fysiotherapeut en patiënt kan helpen een indruk te krijgen over de plantaire voetdrukverdeling na een VKB-reconstructie (Orlin & McPoil, 2000; Statham, z.d.). Tot op heden is de APSI nog niet ingezet voor medische doeleinden. De APSI wordt momenteel enkel voor recreatieve doeleinde gebruikt, zoals hardlopen. Tot dusver zijn er, zover bekend, geen andere studies verricht naar of met de APSI.

In het verleden zijn wel meerdere onderzoeken naar de plantaire voetdrukverdeling na een VKB-reconstructie verricht. Tijdens deze onderzoeken werd gebruik gemaakt van het EMED®-SF druk-tegel (Cetin et al., 2017; Mittlmeier et al., 1999). Uit deze onderzoeken bleek dat bij niet-geopereerde unilaterale VKB-patiënten een asymmetrie aanwezig is tussen de plantaire voetdrukverdeling van de aangedane zijde ten opzichte van de niet-aangedane zijde en ten opzichte van de gezonde populatie. Bij deze niet-geopereerde VKB-patiënten, is een afgenomen drukbelasting waarneembaar onder de achtervoet tijdens de standfase van de aangedane zijde ten opzichte van de niet-aangedane zijde en ten opzichte van de gezonde populatie. Daarnaast is er een toegenomen drukbelasting waarneembaar onder de middenvoet van de aangedane zijde ten opzichte van de gezonde populatie. Dit houdt een loadshift van posterior naar anterior in tijdens de standfase, die resulteert in een snellere foot-flat (Cetin et al., 2017). Opvallend is dat ook in de vroege fase na een VKB-reconstructie de asymmetrie in de plantaire voetdrukverdeling tussen de aangedane en niet-aangedane zijde aanwezig blijft, ondanks operatief herstel van de passieve structuur. In de eerste zes weken van het revalidatietraject is aan de geopereerde zijde een verminderd hielcontact ten opzichte van de gezonde populatie te zien en een verminderde drukbelasting onder de achtervoet ten opzichte van de niet-geopereerde zijde. Dit houdt wederom een loadshift van posterior naar anterior in (Co, Skinner, & Cannon, 1993; Mittlmeier et al., 1999). Uit onderzoek onder patiënten met een VKB-reconstructie bleek dat vanaf zes tot twaalf weken na de reconstructie bij het merendeel van de geopereerde VKB-patiënten een significant verminderde asymmetrie van de plantaire voetdrukverdeling tussen de geopereerde en niet-geopereerde zijde waarneembaar is (Mittlmeier et al., 1999). Na twaalf tot 24 weken na de reconstructie werd in dit onderzoek geen loadshift van posterior naar anterior geobserveerd (Mittlmeier et al., 1999). Indien sprake is van een asymmetrische plantaire voetdrukverdeling tijdens het revalidatietraject wordt ook een verandering in de keten van de onderste extremiteit verwacht (Kapandji, 2009). Dit kan een

mogelijke indicator zijn voor het vergroten van de kans op blessures en het versnellen van het degeneratief proces van het kraakbeen (Hart, Ko, Konold, & Pietrosimone, 2010; Slater, Hart, Kelly, & Kuenze, 2017). Het is dus van belang de patiënten bewust te maken van de eventueel aanwezige asymmetrische voetdrukverdeling met behulp van sensor feedback. Hierdoor zou de aanwezige asymmetrie sneller opgeheven kunnen worden, waardoor de patiënten minder lang blootgesteld worden aan veranderingen in de keten. Zo wordt de kans op het krijgen van blessures en het versnellen van het degeneratief proces verkleind. Dit zou de kans op terugkeer naar het oude (sport)niveau na een VKB-reconstructie kunnen vergroten en de revalidatieduur kunnen verkorten.

Momenteel is nog niet bekend of de APSI in staat is asymmetrie te meten van de plantaire voetdrukverdeling, wat de invloed van de APSI is op de bewustwording, hoe gebruiksvriendelijk deze vorm van sensorfeedback is en welke meerwaarde de APSI zou kunnen hebben voor patiënten en fysiotherapeuten in de fysiotherapiepraktijk. Door gedurende het revalidatietraject niet bewust te zijn van de voetdrukverdeling bestaat de kans op té lang lopen met een asymmetrische plantaire voetdrukverdeling na een VKB-reconstructie. Dit zou de kans op het terugkeren naar het oude (sport)niveau mogelijk verkleinen.

Het doel van deze scriptie is om te onderzoeken of er een mogelijke asymmetrische plantaire voetdrukverdeling gemeten kan worden, middels de APSI. Verder wordt gemeten wat de invloed van de APSI is op de asymmetrische plantaire voetdrukverdeling, wat de invloed van de APSI is op de bewustwording en in hoeverre de APSI gebruiksvriendelijk is.

De vraagstelling die de onderzoekers middels dit onderzoek willen beantwoorden luidt als volgt:

Is er een asymmetrische plantaire voetdrukverdeling meetbaar tijdens gang, bij patiënten na een VKB-reconstructie, onafhankelijk in welke fase de patiënt zich bevindt in het revalidatietraject, gemeten met de 'Arion pressure-sensitive insoles'. Heeft één week inzet van de 'Arion pressure-sensitive insoles', binnen de reguliere VKB-revalidatie, invloed op de (a-)symmetrie van de plantaire voetdrukverdeling?

Deelvragen:

- 1. Helpt het gebruik van de 'Arion pressure-sensitive insoles' patiënten met een VKB-reconstructie de bewustwording te vergroten, gemeten tussen T0 en T1, met een tijdsduur van één week?*
- 2. Is de 'Arion pressure-sensitive insoles' vriendelijk in het gebruik bij patiënten met een VKB-reconstructie?*

2 Methode

In de methode wordt het design van het onderzoek beschreven. Daarnaast wordt de groep proefpersonen die in dit onderzoek werd betrokken in kaart gebracht, waarna verder wordt ingegaan op de procedure. Vervolgens volgt een verdere uitleg over de gebruikte meetinstrumenten en metingen. Ten slotte wordt beschreven op welke wijze de data werd geanalyseerd.

2.1 Design

Om de vraagstellingen te beantwoorden werd gebruik gemaakt van een one-group pretest-posttest experimenteel design (McBurney & White, 2009). Hiervoor is gekozen om het verschil te meten in asymmetrie en de bewustwording van de voetafwikkeling tussen een voor (T0)- en nameting (T1) die een week later heeft plaats gevonden. De gebruiksvriendelijkheid van de APSI werd gemeten tijdens T1. Tijdens T0 werd de APSI geïntroduceerd, waarmee de proefpersoon tussen T0 en T1 zelfstandig thuis heeft geoefend. Dit onderzoek is goedgekeurd door de Medisch Ethische ToetsingsCommissie Zuyderland (METC Z), met nummer 17N108 (Zuyderland, 2018).

2.2 Proefpersonen

Om deel te nemen aan het onderzoek, moesten de potentiële proefpersonen voldoen aan de volgende inclusiecriteria. Binnen dit onderzoek werden volwassen Nederlands- of Engelstalige VKB-patiënten met een unilaterale VKB-reconstructie en een schoenmaat van EU36+ geïnccludeerd. De proefpersonen bevonden zich in het revalidatietraject tot 12 maanden na de reconstructie en waren bij de start van het onderzoek onbekend met de APSI. Proefpersonen met een recidief VKB-letsel, neuromusculaire- en/of systeemziektes, meerdere laesies of blessures in het kniegewricht werden geëxcludeerd. De onderzoekers verwachtten maximaal 10 proefpersonen te kunnen rekruteren voor het onderzoek, omdat dit overeen komt met het aantal VKB-patiënten die binnen het VKB-monitor project in een periode van een maand gerekruteerd kon worden.

2.3 Procedure

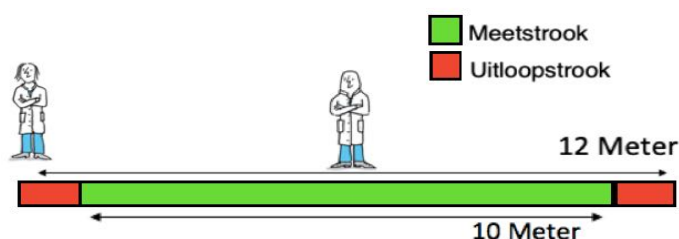
2.3.1 Wervingsprocedure

De proefpersonen werden geworven via fysiotherapiepraktijken die aangesloten waren bij het VKB-monitor project. De praktijken bevonden zich in de regio Midden- en Zuid-Limburg. Aan de fysiotherapiepraktijken werd een minimum aan vereisten gesteld. Zo moest de fysiotherapiepraktijk beschikken over een gelijkvloerse ruimte van 12 meter, zonder obstakels. De fysiotherapiepraktijken maken gebruik van de APSI als additioneel hulpmiddel tijdens de revalidatie na een VKB-reconstructie. Via een informatiepakket werden de fysiotherapiepraktijken geïnformeerd betreffende het onderzoek. Dit informatiepakket bestond uit een informatieve brief omtrent het onderzoek (zie Bijlage 1), patiënten enveloppen en een inschrijflijs (zie Bijlage 2). De inschrijflijs werd gebruikt als hulpmiddel om het overzicht te behouden welke proefpersonen van de fysiotherapeut een patiënten envelop hadden ontvangen. Deze patiënten enveloppen waren bestemd voor de potentiële proefpersonen. Wanneer de fysiotherapeut concludeerde een potentiële proefpersoon te hebben gevonden, ontvingen deze een genummerde patiënten envelop. De inhoud van deze envelop bestond uit een brief met informatie aan de proefpersonen (zie Bijlage 3), contactgegevens van de onderzoekers (zie Bijlage 3A), een 'Informed consent formulier' (zie Bijlage 3B) (Geneeskunst, 2018), een vragenlijst 'persoonsgegevens' (zie Bijlage 4), een link naar een algemene informatie brochure over wetenschappelijk onderzoek (Ministerie van Volksgezondheid WeS, 2017) en een aanmeldformulier (zie Bijlage 5). Tevens zat hierin een retourenvelop met het antwoordnummer van Zuyd Hogeschool, waarin het 'Informed consent formulier', het aanmeldformulier en de vragenlijst 'persoonsgegevens' kon worden opgestuurd. Wanneer de fysiotherapeuten de envelop overhandigde aan een potentiële proefpersoon, werd de inschrijflijs door de fysiotherapeut ingevuld, die apart van de data opgeborgen werd om de persoonsgegevens te beschermen in het kader van de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) (Onderzoek, 2018). Naast het corresponderende nummer werden de initialen, geslacht en leeftijd genoteerd. Ieder document in de envelop was genummerd met hetzelfde nummer als op de inschrijflijs van de fysiotherapeut. De proefpersoon kreeg vervolgens minimaal één week de tijd om de documenten door te nemen, te beslissen om deel te nemen aan het onderzoek en vervolgens aan de onderzoekers hun deelname kenbaar te maken door het aanmeldformulier, vragenlijst

‘persoonsgegevens’ en het ‘Informed consent formulier’ op te sturen middels de retourenvelop. Na het moment van aanmelding werden telefonisch twee meetmomenten in de fysiotherapiepraktijk gepland tussen de onderzoekers, fysiotherapeut en proefpersoon. Om de privacy te waarborgen, werden de ingevulde ‘Informed consent formulieren’ net als de inschrijffijst, apart van de overige data bewaard. Proefpersonen die het ‘Informed consent formulier’ weigerden te tekenen werden niet in het onderzoek geïnccludeerd.

2.3.2 Dataverzameling

Voorafgaand aan de meting werden de APSI’s opgeladen en werd door beide onderzoekers een lengte van 12 meter afgebakend, inclusief een uitloopstrook van één meter per zijde, die gemarkeerd werden middels tape op de grond. Hiervoor is gekozen omdat tijdens pilot testen duidelijk werd dat de eerste en laatste stappen voor en na een draaimoment en bij start- of stopmomenten afwijkende data weergaven. Middels de één meter uiterwaarde werd een in- en uitloopstrook gecreëerd en werden van zowel de heen- en de terugweg de middelste vijf stappen gebruikt tijdens de dataverzameling om bias te voorkomen (zie Figuur 1).



Figuur 1 - Testopstelling

Bij start werd het ‘Informed consent formulier’ door zowel proefpersoon als onderzoeker getekend, indien deze niet vooraf retour werd gestuurd. De meting van de voetafwikkeling en de bewustwording werd tijdens T0 en T1 volgens hetzelfde meetprotocol (zie Figuur 2) uitgevoerd, waarbij de proefpersoon werd gevraagd op beide meetmomenten dezelfde schoenen te dragen. De juiste zoolmaat werd door de onderzoeker uitgekozen en ingebracht in de schoen van de proefpersoon. Vervolgens mocht de proefpersoon plaatsnemen voor de eerste lijn. De onderzoeker maakte verbinding tussen de footpods en de APSI app en gaf de proefpersoon instructie over de meting (zie Bijlage 6). De

proefpersoon werd gevraagd op en neer te lopen tussen de gemarkeerde lijnen. Op het moment dat de onderzoeker het “start” sein gegeven had werd de meting op de app gestart en werd de proefpersoon gevraagd twee keer op en neer te lopen. Wanneer de proefpersoon voor de tweede keer op de terugweg over de eerste lijn stapte, werd de meting op de app gestopt. De onderzoeker stond aan de zijlijn ter hoogte van zes meter van beide lijnen, om een optimale verbinding te houden tussen app en de footpods tijdens de test (zie Figuur 1). Tijdens de meting werd niet meegelopen met de proefpersoon, om de proefpersoon zo zelfstandig mogelijk zijn eigen tempo te laten bepalen. Na het stoppen van de meting controleerden beide onderzoekers of de gegevens op de juiste manier opgeslagen waren. De meetgegevens werden tijdens T0 niet teruggekoppeld aan de proefpersonen om zo min mogelijk invloed uit te oefenen op de metingen. Na afloop van de fysieke meting werd een vragenlijst afgenomen betreffende de bewustwording van de plantaire voetdrukverdeling (zie Bijlage 7). Tijdens T1 werd aanvullend een vragenlijst afgenomen die betrekking had op de gebruiksvriendelijkheid van de APSI (zie Bijlage 8). Na T1 werden de ruwe meetgegevens van iedere proefpersoon opgevraagd bij het ontwikkelingsbedrijf van de APSI, ATO-GEAR (Arion, 2018). Voor het gebruik van de data is in samenspraak tussen ATO-GEAR en de faculteit gezondheidszorg een non-disclosure agreement (NDA) opgesteld (zie Bijlage 9).

T0/T1	☐ 24 uur van tevoren: footpods opladen + app downloaden (T0)
T0/T1	☐ Voorbereiden testopstelling
T0	☐ Innemen/Controleren ‘Informed consent formulier’ en zelf ondertekenen
T0/T1	☐ Kiezen corresponderende APSI met schoenmaat
T0/T1	☐ Inbrengen APSI in de schoen van de proefpersoon
T0/T1	☐ Uitleg geven omtrent de meting volgens ‘Instructie meting’
T0/T1	☐ Startsein meting + starten meting op app
T0/T1	☐ Einde meting + eind meting op app
T0/T1	☐ Controleren of de data is opgeslagen
T0/T1	☐ APSI’s verwijderen uit de schoen
T0	☐ Aangeven bij volgende meting zelfde schoeisel
T0/T1	☐ Afnemen vragenlijst ‘bewustwording van de plantaire voetdrukverdeling’
T1	☐ Afnemen vragenlijst ‘gebruiksvriendelijkheid APSI’

Figuur 2 - Meetprotocol

2.3.3. Interventie door de fysiotherapeut

Na de metingen van T0 werd de proefpersonen gevraagd gedurende zeven dagen, zowel thuis als in de fysiotherapiepraktijk te oefenen met de APSI. De fysiotherapeut gaf hiervoor specifieke instructies mee (zie Bijlage 10). De proefpersonen gebruikten de APSI app op hun

eigen smartphone. Daarnaast werden de proefpersonen conform het KNGF Evidence Statement “Revalidatie na voorste-kruisbandreconstructie” behandeld.

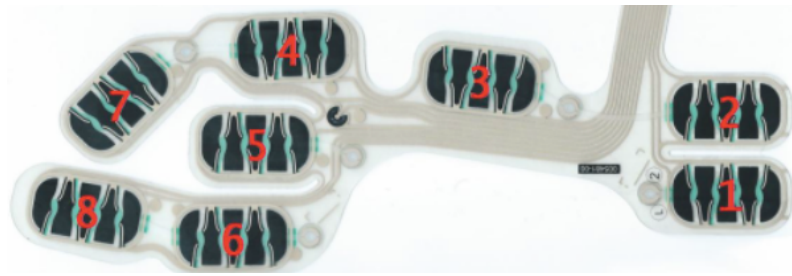
2.4 Meetinstrumenten

2.4.1. Vragenlijst persoonsgegevens

De algemene patiëntgegevens, demografische gegevens en medische voorgeschiedenis werden in kaart gebracht middels de schriftelijke vragenlijst ‘persoonsgegevens’. De proefpersonen hadden de mogelijkheid de ingevulde vragenlijst ‘persoonsgegevens’ op te sturen middels een retourenvelop naar Zuyd Hogeschool, samen met het ‘Informed consent formulier’ en het aanmeldformulier. Indien deze vragenlijst niet aanwezig was in de retourenvelop, kreeg de proefpersoon nogmaals de mogelijkheid deze in te vullen tijdens T0.

2.4.2. Arion pressure-sensitive insoles

Voor het meten van de mogelijk aanwezige asymmetrie is gekozen om gebruik te maken van de APSI, versie 2.0.9 (Arion, 2017). De APSI bestaat uit acht drukgevoelige sensoren (zie Figuur 3). De exacte locatie in millimeters is weergegeven in Bijlage 11, Tabel 5. De drukgevoelige sensoren meten met een frequentie van 200Hz en geven de druk aan middels relatieve getallen tussen 0 en 255, waarbij 0 gelijk staat aan geen druk en 255 aan de maximale druk die gemeten kan worden per sensor. Hierdoor meet de APSI de directe interactie tussen de voet en de grond tijdens gang. De APSI is onderverdeeld in vier soorten maten: S, M, L en XL. De maat S correspondeert met de maat EU36-38.5, maat M met de maat EU39-41.5, maat L met de maat EU42-44.5 en maat XL correspondeert met de maat EU45-47+. De APSI is in staat de druk onder de acht drukgevoelige sensoren te objectiveren en dit door middel van een app weer te geven op een smartphone of PC/MAC met internetverbinding.



Figuur 3 - Footpods rechter APSI

2.4.3. Vragenlijst bewustwording voetdrukverdeling

Om de bewustwording over de plantaire voetdrukverdeling in kaart te brengen, werd gebruik gemaakt van de zelf ontwikkelde schriftelijke vragenlijst 'bewustwording voetdrukverdeling'. Deze vragenlijst bestond uit tien vragen, waarbij de antwoorden gescoord werden op de vijf-punts Likert schaal, scorend tussen 0-10, met stappen van 2,5. De range van de totaalscore lag tussen de 0 tot 100, waarbij 0 niet bewust betekende en 100 maximale bewustwording van de voetdrukverdeling betekende. Deze schaal is gebruikt, omdat vijf- en zeven-punts Likert schalen beschikken over de beste betrouwbaarheid en validiteit (Dawes, 2008). De tien vragen hadden betrekking op de bewustwording van de voetdrukverdeling tijdens verschillende activiteiten, zoals lopen, algemene dagelijkse levensverrichtingen en therapie. Deze vragenlijst werd na de meting van T0 en T1 afgenomen.

2.4.4. Vragenlijst gebruiksvriendelijkheid APSI

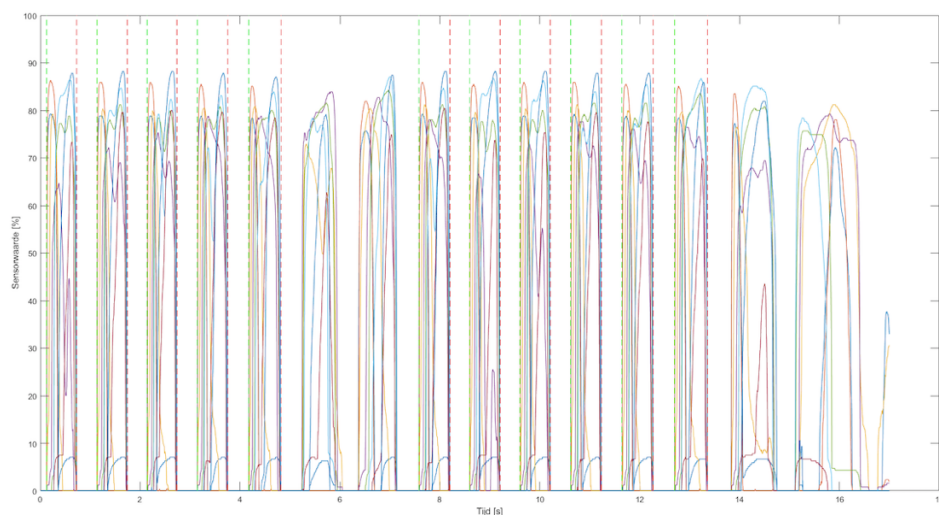
Om de gebruiksvriendelijkheid van de APSI in kaart te brengen werd gebruik gemaakt van een zelf ontwikkelde schriftelijke vragenlijst 'gebruiksvriendelijkheid APSI'. Deze vragenlijst bestond uit tien vragen, waarbij de antwoorden wederom gescoord werden op de vijf-punts Likert schaal, scorend tussen 0-10, met stappen van 2,5 (Dawes, 2008). De range van de totaalscore lag tussen de 0 tot 100, waarbij 0 niet gebruiksvriendelijk betekende en 100 maximale gebruiksvriendelijkheid van de APSI betekende. Volgens de 'System Usability Scale' (SUS) (Sauro, 2011) betekent een score van minder dan 50 een niet acceptabele gebruiksvriendelijkheid, een score vanaf 50 tot 70 een marginale gebruiksvriendelijkheid en een score vanaf 70 tot 80 acceptabele gebruiksvriendelijkheid, vanaf 80 tot 90 een goede gebruiksvriendelijkheid en vanaf 90 betekent een excellente gebruiksvriendelijkheid (Bangor, Kortem, & Miller, 2008).

2.5 Data-analyse

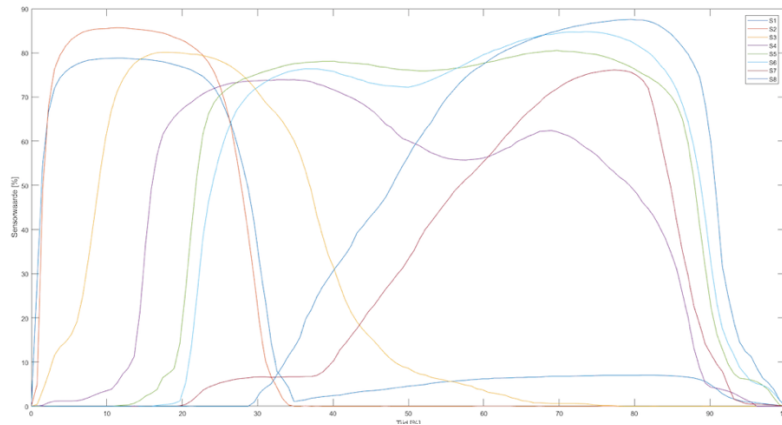
Het analyseren van de data van de plantaire voetdrukverdeling van de linker- en rechterschoen, de vragenlijst 'bewustwording voetdrukverdeling' en de vragenlijst over de 'gebruiksvriendelijkheid APSI', heeft zowel tijdens als na de dataverzameling plaatsgevonden.

2.5.1 Plantaire voetdrukverdeling

Om de plantaire voetdrukverdeling en eventueel aanwezige asymmetrie van de linker en rechterschoen weer te geven tijdens T0 en T1, zijn de gegevens geanalyseerd middels het softwareprogramma 'MATLAB R2017b' (Natick, 2017). De data wordt grafisch weergegeven middels een vloeiende kromme en verhoudingstabellen. De software is geprogrammeerd om bij iedere meting, per proefpersoon, de middelste vijf stappen van zowel de linker- als rechterschoen, tijdens de twee heen- en terugwegen te selecteren, om uiteindelijk twintig valide stappen te gebruiken voor de dataverzameling. Bij een misstap of een niet volledig geregistreerde stap, werd deze niet door de software geselecteerd en werd de op een na volgende stap opgenomen binnen de dataverzameling (zie Figuur 4).

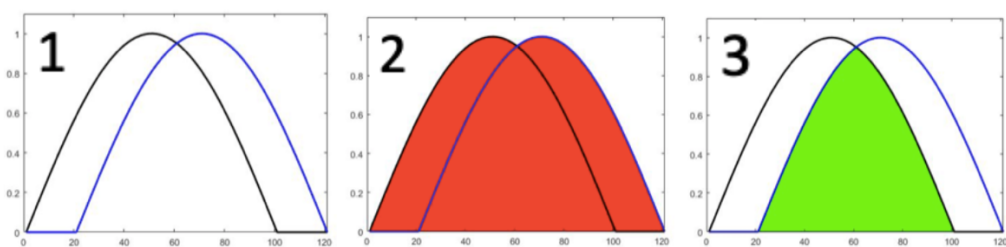


Figuur 4 – Grafische weergave MATLAB: voorbeeld stappen selectie



Figuur 5 - Grafische weergave MATLAB: voorbeeld gemiddelde vloeiende kromme 10 stappen rechts

Per proefpersoon werd het gemiddelde van de plantaire voetdrukverdeling tijdens T0 weergegeven in een kromme. Hierbij is een gemiddelde van de tien stappen rechts en links gemaakt. In Figuur 5 is het gemiddelde van de tien stappen rechts weergegeven. Voor de normalisatie is op de x-as een percentage uitgedrukt tussen 0-100%, waarbij 0% correspondeert met het eerste grondcontact moment van een van de acht sensoren en 100% met het eind van het grondcontact moment van de laatst actieve sensor, van de langstdurende pas gebruikt tijdens de dataverzameling. Op de y-as werd een percentage uitgedrukt van 0-100%, waarbij 0% correspondeerde met nul sensoractiviteit en 100% met 255 (maximale) sensoractiviteit. Door het verschil te berekenen van de gemiddelde linker en rechter vloeiende kromme tijdens T0, werd een percentuele asymmetrie berekend tussen links en rechts, per proefpersoon. Bij deze berekening werd het 'gezamenlijke oppervlak' onder beide vloeiende krommen gedeeld door het 'totale oppervlak' onder beide vloeiende krommen (zie Figuur 6).



Figuur 6 - Grafische weergave MATLAB: 1: voorbeeld gemiddelde vloeiende kromme links/ rechts, 2: totale oppervlak, 3: gezamenlijke oppervlak.

De verschillscore tussen links en rechts tijdens T0 werd weergegeven in een verhoudingstabel. Vervolgens werd het hierboven beschreven proces nogmaals herhaald met de verkregen data van T1. Met de geanalyseerde data, betreft de percentuele

asymmetrie tussen links en rechts, werd een verschilscore berekend van de mogelijke asymmetrische plantaire voetdrukverdeling tijdens T0 en T1, per proefpersoon. Tot slot werd de gemiddelde percentuele asymmetrie tussen links en rechts, tijdens T0 en T1 weergegeven over alle proefpersonen, waarna de gemiddelde verschilscore tussen T0-T1 werd berekend.

Om van alle proefpersonen de gemiddelde percentuele asymmetrie tussen T0 en T1, per sensor te berekenen, is allereerst aan de hand van de data van T0 een gemiddelde vloeiende kromme voor alle stappen van zowel links als rechts, per persoon, per sensor gemaakt. Ook hier is voor de normalisatie op de x-as het percentage uitgedrukt tussen 0-100% in de tijd, en op de y-as het percentage uitgedrukt van 0-100% sensoractiviteit. Aan de hand van de gemiddelde vloeiende kromme van zowel links als rechts, is een verschilberekening gemaakt die de asymmetrie tijdens T0 per sensor, per proefpersoon berekend. Vervolgens werd het hierboven beschreven proces nogmaals herhaald met de verkregen data van T1. Met de uitkomsten van T0 en T1, werd een verschilscore berekend die de percentuele verandering in asymmetrie per sensor berekende. Door alle verschilcores in asymmetrie per sensor, per proefpersoon op te tellen en door het aantal proefpersonen te delen, werd een gemiddelde percentuele verschilscore in asymmetrie tussen T0 en T1, per sensor, over alle proefpersonen berekend. De hierboven genoemde gegevens werden ingevuld in verhoudingstabellen.

2.5.2. Vragenlijst bewustwording voetdrukverdeling

De totaalscore van de bewustwording werd per proefpersoon als volgt berekend.
 $S(\text{score}) = (v(\text{vraag})_1) + (v_2) + (v_3) \dots (v_{10})$. Daarnaast werden de verschilcores van T0-T1 berekend en beschreven, scorend tussen 0 en 100. Daarnaast werd de gemiddelde bewustwording van alle proefpersonen tijdens T0 en T1 en de gemiddelde verschilscore tussen T0 en T1 berekenend en beschreven in een verhoudingstabellen.

2.5.3. Vragenlijst gebruiksvriendelijkheid APSI

De scores van de tien vragen over gebruiksvriendelijkheid werden bij elkaar opgeteld, waaruit een totaalscore ontstond tussen de 0 en 100. Deze totaalscore werd per patiënt beschreven. Hierna werd een gemiddelde gebruiksvriendelijkheid berekend van alle

proefpersonen en beschreven in een verhoudingstabel. Na afronding van de data-analyse werden de resultaten via de behandelend fysiotherapeut teruggekoppeld naar de proefpersonen.

3 Resultaten

De dataverzameling heeft plaats gevonden in de periode maart 2019 tot en met mei 2019.

In de resultaten wordt de onderzoekspopulatie, plantaire voetdrukverdeling, bewustwording en gebruiksvriendelijkheid van de APSI beschreven.

3.1 Onderzoekspopulatie

Van de 20 benaderde patiënten die in aanmerking kwamen voor het onderzoek hebben vijf proefpersonen het onderzoek voltooid. Acht proefpersonen hadden geen interesse in deelname en zeven personen werden geëxcludeerd. De gemiddelde leeftijd van de proefpersonen was 27.4 jaar. De onderzoekspopulatie bestond uit vier mannen en één vrouw. Drie proefpersonen bevonden zich in de eerste revalidatiefase en twee proefpersonen bevonden zich in de tweede en derde revalidatiefase (zie Tabel 1). Proefpersoon twee heeft zowel tijdens T0 als T1 met behulp van twee krukken gelopen.

Tabel 1 - Proefpersonen karakteristieken

Proefpersoon	Leeftijd	Geslacht	Aangedane Zijde	Aantal weken post-OK
1	28	M	R	26
2	37	V	R	1
3	23	M	R	49
4	28	M	R	2
5	21	M	L	3

Opmerking. M = Man, V = Vrouw, L = Links, R = Rechts, 'post-OK' = Weken na operatie

3.2 Plantaire voetdrukverdeling

De gemiddelde(M) asymmetrie tussen rechts en links tijdens T0-T1 is weergegeven in Tabel 2. In de totale onderzoekspopulatie is een asymmetrie in plantaire voetdrukverdeling tussen rechts en links gemeten van 50,2%, die met M = 7,3% is verminderd. De proefpersonen die zich in de eerste revalidatiefase bevonden lieten een vermindering van asymmetrie zien, waartegen proefpersonen die zich in de tweede of derde revalidatiefase bevonden een stijging van asymmetrie lieten zien.

Tabel 2 - Gemiddelde asymmetrie tussen links en rechts

Proefpersoon ¹	T0 (%)	T1 (%)	Verschilscore T0 & T1 (%)
1	27,1%	27,6%	+1,8% (0,5)
2	76,7%	63,3%	-17,4% (13,4)
3	42,4%	47,3%	+11,5% (4,9)
4	48,7	47,3%	-2,8% (1,4)
5	56,5%	47%	-16,8% (9,5)
Gemiddelde N = 5	50,2%	46,5%	-7,3% (3,7)

Opmerking. Groen: verminderingen in asymmetrie, rood: stijging in asymmetrie

¹Proefpersoon 1 en 3 bevinden zich in de tweede of derde revalidatiefase en proefpersonen 2, 4 en 5 bevinden zich in de eerste revalidatiefase

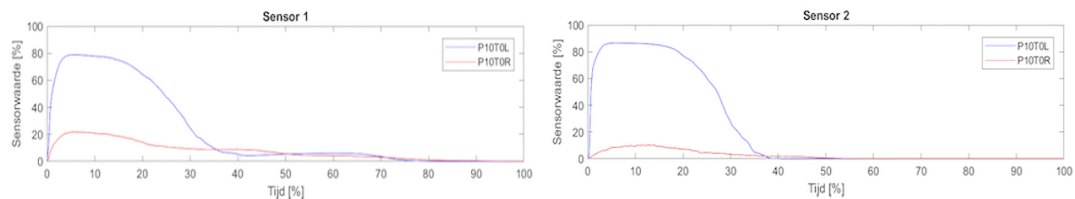
De gemiddelde verschilscore in asymmetrie per sensor tussen T0-T1 is weergegeven in Tabel 3. Vier van de acht sensoren lieten een vermindering in asymmetrie zien, waartegen vier van de acht sensoren een stijging in asymmetrie lieten zien. Al de hierboven genoemde resultaten zijn gebaseerd op de uitkomsten van de verhoudingstabellen van Bijlage 12.

Tabel 3 - Gemiddelde percentuele verschilscore in asymmetrie per sensor tussen T0-T1

Sensor	1	2	3	4	5	6	7	8
Proefpersoon								
1	+8,6%	+20,4%	-14,9%	+126%	+17,5%	-1,3%	-21%	+36,1%
2	+10,4%	-2,8%	+0,1%	-4,2%	-7,3%	-26,7%	-41,5%	+123,3%
3	+12%	+151,7%	+0,4%	0%	0%	+1,6%	-25,5%	+3,6%
4	+89%	-26,2%	+2%	+67,2%	-11,9%	-52,5%	-23,4%	-18,7%
5	-43,4%	-80%	+3,2%	+199,3%	-11,6%	-31,2%	-68,6%	-61,6%
Gemiddelde N = 5	+15,3%	+12,6%	-1,8%	+77,6%	-6,7%	-21,9	-36%	+9,9%

* Groen: verminderingen in asymmetrie, rood: stijging in asymmetrie

Uit de visuele beoordeling van de vloeiende krommen (zie Figuur 7) is te zien dat proefpersonen in de eerste revalidatiefase minder druk onder de achtervoet van de aangedane zijde laten zien dan aan de niet aangedane zijde. De vloeiende kromme van alle proefpersonen zijn terug te vinden in de figuren van Bijlage 12.



Figuur 7 – Voorbeeld drukverschil achtervoet tijdens T0; Blauw = links (niet-aangedane zijde), Rood = rechts (aangedane zijde)

3.3 Bewustwording voetdrukverdeling & Gebruiksvriendelijkheid APSI

De resultaten over de bewustwording en de gebruiksvriendelijkheid worden weergegeven in Tabel 4. De bewustwording van de voetdrukverdeling is gestegen met M = 153% en de gebruiksvriendelijkheid werd gescoord op 77,5. Proefpersonen in de eerste revalidatiefase lieten meer toename in bewustwording zien en scoorde hoger op de gebruiksvriendelijkheid dan proefpersonen in de tweede of derde revalidatiefase. De resultaten van de bewustwording zijn gebaseerd op de uitkomsten van Tabel 11 & 12, in Bijlage 13. De resultaten van de gebruiksvriendelijkheid zijn gebaseerd op de uitkomsten van Tabel 13, Bijlage 14.

Tabel 4 – Bewustwording voetdrukverdeling en gebruiksvriendelijkheid APSI

Proefpersoon	Bewustwording voetdrukverdeling			Gebruiksvriendelijkheid APSI
	T0	T1	Verschilscore	T1
1	37,5	40	2,5	72,5
2	37,5	100	62,5	80
3	0	22,5	22,5	70
4	15	65	50	80
5	32,5	82,5	50	85
Gemiddelde N = 5	24,5	62	37,5 (153%)	77,5

4 Discussie

Het eerste deel van de vraagstelling was of een asymmetrische plantaire voetdrukverdeling meetbaar is tijdens gang, bij patiënten na een VKB-reconstructie, onafhankelijk in welke revalidatiefase de patiënt zich bevindt, gemeten met de APSI. Uit de resultaten blijkt dat de voetdrukverdeling meetbaar is met de APSI en dat mogelijke asymmetrieën tussen rechts en links en veranderingen in de tijd beschreven kunnen worden bij patiënten in verschillende revalidatiefases. De onderzoekspopulatie van dit onderzoek laat een asymmetrische plantaire voetdrukverdeling van 50,2% zien. Opvallend is dat patiënten in de eerste revalidatiefase meer asymmetrie vertonen dan patiënten in de tweede of derde revalidatiefase. Het tweede deel van de vraagstelling was of de inzet van de APSI gedurende één week binnen de reguliere VKB-revalidatie, invloed heeft op de (a-)symmetrie van de plantaire voetdrukverdeling. De resultaten laten zien dat de inzet van de APSI een vermindering van de asymmetrische plantaire voetdrukverdeling van 7,3% teweeg brengt. Opvallend is dat patiënten in de eerste revalidatiefase een vermindering, en patiënten in de tweede en derde fase een stijging in asymmetrie laten zien. Dit maakt de APSI een potentieel sensorfeedbacksysteem in met name de eerste fase van de VKB-revalidatie, waardoor de vermindering in asymmetrie versnelt zou kunnen worden.

De onderzoekspopulatie laat een gemiddelde toename in bewustwording zien van 153%. Een opvallende bevinding is dat de toename in bewustwording groter is bij patiënten die zich vroeger in de revalidatie bevinden en kleiner is bij patiënten die zich later in de revalidatie bevinden. Opmerkelijk is dat patiënten met de hoogste bewustwording, tevens de meeste vermindering in asymmetrie laten zien. Verder werd in kaart gebracht hoe gebruiksvriendelijk de APSI werd ervaren onder VKB-reconstructie patiënten. De onderzoekspopulatie ervaart de APSI als een gebruiksvriendelijk sensorfeedbacksysteem. Met name de app van de APSI scoorde hoge cijfers en werd als zeer deskundig beschouwd, waarbij het taalgebruik en vormgeving hierin uitblonken. De hygiëne en de accuduur werden daarentegen minder goed beoordeeld. Interessant is dat de gebruiksvriendelijkheid hoog scoort bij patiënten in de eerste revalidatiefase, waarbij de bewustwording en vermindering van asymmetrie het meest is. Daarentegen wordt de gebruiksvriendelijkheid het laagst gescoord bij patiënten in de tweede en derde fase, waarbij de bewustwording het minst is en een stijging van asymmetrie waarneembaar is.

Onze onderzoeksresultaten bevestigen uitkomsten uit eerdere studies, dat in de eerste en tweede revalidatiefase na een VKB-reconstructie een asymmetrische plantaire voetdrukverdeling aanwezig is, tussen de aangedane en niet aangedane zijde (Co et al., 1993; Mittlmeier et al., 1999). Echter, uit onze studie blijkt, dat ook in de derde revalidatiefase een asymmetrie aanwezig kan zijn en dit niet in overeenstemming is met de resultaten van Mittlmeier et al. (1999), waarin gesteld wordt dat 12 tot 24 weken na de VKB-reconstructie geen asymmetrie aanwezig is (Mittlmeier et al., 1999). Deze tegenstelling tot de literatuur zou het gevolg kunnen zijn dat in dit onderzoek gebruik is gemaakt van een gemiddelde van minimaal 10 stappen per zijde en in het onderzoek van Cetin et al. (2017) twee en het onderzoek van Mittlmeier et al. (Mittlmeier et al., 1999) vier stappen. Tevens is in dit onderzoek gebruik gemaakt van sensoren die meten met 200Hz en in het onderzoek van Cetin et al. (2017) met 71Hz en Mittlmeier et al. (1999) met 50Hz. Overeenkomend met de literatuur, wijzen de resultaten van dit onderzoek uit dat in de eerste zes weken na een VKB-reconstructie een verminderde drukbelasting onder de achtervoet te zien is ten opzichte van de niet-geopereerde zijde en deze is verdwenen in de tweede revalidatiefase (Cetin et al., 2017; Co et al., 1993; Mittlmeier et al., 1999). In tegenstelling tot de literatuur is dat de proefpersoon in de derde revalidatiefase tijdens T0 deze drukvermindering laat zien onder de aangedane zijde en tijdens T1 deze drukvermindering aanwezig is onder de niet-aangedane zijde (Cetin et al., 2017; Co et al., 1993; Mittlmeier et al., 1999). Deze tegenstelling tot de literatuur zou een gevolg kunnen zijn van reeds benoemde verschillende methodes. De resultaten van dit onderzoek laten zien dat in de eerste revalidatiefase de bewustwording van de voetdrukverdeling het grootst is, en naarmate de revalidatie vordert de bewustwording geleidelijk afneemt. Dit resultaat is echter nog niet eerder beschreven in de literatuur. Dit resultaat was vooraf te verwachten, omdat patiënten naarmate de revalidatie vordert patiënten normaliter minder pijn ervaren en minder aandacht schenken aan de VKB-blessure. De resultaten betreffende de gebruiksvriendelijkheid van de APSI komen overeen met eerdere resultaten uit vorig onderzoek, waarin sensorfeedback als positief ervaren werd tijdens de VKB-revalidatie (Brans-Brabant et al., 2018). Deze resultaten zijn te verklaren, omdat de APSI een sensorfeedbacksysteem is waarbij de data automatisch gegenereerd wordt en geen extra tijd kost, waardoor dit prettig en eenvoudig is in gebruik.

Een sterkte van dit onderzoek is de longitudinale opzet, in de vorm van een 'one-group pretest-posttest experimenteel design'. Het voordeel hiervan is dat op deze manier een uitspraak gedaan kan worden over de invloed van sensorfeedback op de bewustwording en

voetdrukverdeling bij één doelgroep, in de tijd. Een zwakte van dit onderzoek is de beperkte hoeveelheid onderzoeksdata als gevolg van een kleine onderzoekspopulatie, tijdgebrek en afhankelijkheid van derden, waardoor de generaliseerbaarheid beperkt bleef. Toch geeft dit exploratief onderzoek nieuwe inzichten over de inzet van sensorfeedback tijdens de VKB-revalidatie, waarin iedere revalidatiefase is belicht. Middels strenge in- en exclusiecriteria is een representatieve afspiegeling gegenereerd van de VKB-reconstructie patiënten, waardoor de onderzoekspopulatie overeenkomt met de beoogde doelgroep. Een sterk punt was dat voorafgaand aan de dataverzameling uitvoerige pilot tests hebben plaatsgevonden, waardoor in korte tijd kennis is vergaard en ervaring is opgedaan met de APSI. Aan de hand van de pilot tests is een meetprotocol opgesteld, waardoor iedere meting volgens een vast stramien werd uitgevoerd om tot een objectieve en controleerbare conclusie te komen. Gedurende het onderzoek was geen noodzaak af te wijken van dit meetprotocol. Sterk was dat in dit meetprotocol onderscheidt gemaakt werd tussen een uitvoerend en controlerend onderzoeker, wat resulteerde in een consistente wijze van meten. Een zwakte is de afwezigheid van een oefenprotocol, waardoor de proefpersonen niet op dezelfde wijze zijn blootgesteld aan de effecten van de APSI. Hierdoor zijn de resultaten mogelijk beïnvloed wat zou kunnen resulteren in een minder betrouwbare conclusie. Een zwakte is het gemis proefpersonen de mogelijkheid te bieden opmerkingen te maken betreffende de metingen, waardoor resultaten minder goed verklaard, en verbanden mogelijk niet gelegd kunnen worden. Desondanks kunnen, als gevolg van het gebruik van meerdere meetinstrumenten, mogelijk relaties alsnog verklaard worden. Deze meetinstrumenten zijn echter niet valide, maar het gebruik van een betrouwbare antwoordschaal, en een valide en betrouwbare beoordelingsscore, maakt de uitkomst betrouwbaarder. Een zwakte is het deficit van sensor drie en vier, die de asymmetrie bij proefpersoon twee, drie, vier en vijf heeft vergroot, echter werkte de overige sensoren als gewenst. De uitkomstmaten zijn vooralsnog niet statistisch getoetst, maar momenteel enkel beschreven, echter belicht dit wel het potentieel van de inzet van sensorfeedback in de VKB-revalidatie.

Op basis van veelbelovende resultaten zou verder onderzoek naar de inzet van de APSI binnen de VKB-revalidatie gewenst zijn. Vervolgonderzoek zou idealiter in de vorm van een RCT-design plaatsvinden, waarin op verschillende fases apart zou kunnen worden ingegaan en een vergelijking kan worden gemaakt met één of meerdere controlegroepen. Deze controlegroepen zouden wel of geen inzet van de APSI, inzet van de APSI met of zonder loopadvies, analogie leren of eventuele andere sensorfeedback systemen, kunnen

omvatten. Gedurende de meting zou gebruik gemaakt kunnen worden van een gouden standaard, zoals de EMED®-SF druk-tegel en/of een MotionLab. Interessant zou zijn om te onderzoeken of vermindering van asymmetrie in de eerste fase kan resulteren in het versnellen van het revalidatietraject, door een baseline meting tijdens de eerste fase te verrichten, gevolgd door een follow-up meting aan het eind van iedere fase. Daarnaast zou onderzoek naar de tweede en/of derde fase interessant zijn, omdat middels huidig onderzoek inzicht is gegeven in een resterende asymmetrie. Zou in deze fases nog winst te behalen zijn, is deze asymmetrie blijvend, resulteert het opheven van de resterende asymmetrie in een snellere terugkeer naar de sport en geeft het opheffen van de asymmetrie minder kans op recidieven, zijn vragen die belicht kunnen worden. Om de plantaire voetdrukverdeling inzichtelijk te maken tijdens andere functionele activiteiten, wordt aanbevolen metingen te verrichten tijdens traplopen, sport specifieke activiteiten of gebruik te maken van verschillende ondergronden. Uit de positieve resultaten van de bewustwording van de voetdrukverdeling en gebruiksvriendelijkheid, zouden de inzetmogelijkheden van de APSI bij andere musculoskeletale of neurologische aandoeningen onderzocht kunnen worden.

De onderzoekers zijn van mening dat de APSI een positieve implicatie kan zijn binnen de fysiotherapiepraktijk. Het beste inzet moment van de APSI is de eerste fase van de VKB-revalidatie, omdat in deze fase de asymmetrie het meest verminderd, de bewustwording het meeste stijgt en de gebruiksvriendelijkheid het hoogst wordt gescoord. Om de APSI zo optimaal mogelijk te hanteren binnen de VKB-revalidatie, is een oefenprotocol voor patiënten vereist en wordt van de fysiotherapeuten verwacht voldoende kennis en ervaring op te doen omtrent de APSI. De APSI werd daarnaast door zowel de proefpersonen als onderzoekers gebruiksvriendelijk beoordeeld, wat betekende dat het prettig was hiermee te werken. Het in kaart brengen van de asymmetrie was daarentegen niet gemakkelijk, als gevolg van het analyseren van ruwe data. Dit compliceert de objectieve beoordeling van asymmetrie in de fysiotherapiepraktijk, waardoor momenteel enkel middels visuele feedback een subjectieve uitspraak kan worden gedaan. Gezien de hoge kosten van de aanschaf van de APSI, maakt dit het gebruik van de APSI met name attractief bij fysiotherapiepraktijken die open staan voor innovaties binnen de fysiotherapie en intrinsiek gemotiveerd zijn om te werken met sensorfeedback. Om de inzet van de APSI in de toekomst te optimaliseren en aantrekkelijk te maken voor alle fysiotherapiepraktijken, zou de APSI verder moeten innoveren op het gebied van accuduur, hygiëne, beter werkende sensoren en de mogelijkheid middels meerdere parameters de plantaire voetdrukverdeling

in kaart te brengen. Een voorbeeld van deze parameters zou de percentuele asymmetrie op de achter, midden en voorvoet kunnen zijn.

Geconcludeerd kan worden dat de APSI in staat is de (a-)symmetrische plantaire voetdrukverdeling, tussen links en rechts, te meten bij patiënten na een VKB-reconstructie en deze mogelijk te verminderen na één week inzet van de APSI. Daarnaast is er een mogelijk verband te leggen tussen de vermindering in asymmetrie en de toename van bewustwording van de plantaire voetdrukverdeling. Verder wordt de APSI tijdens dit onderzoek als een gebruiksvriendelijk meetinstrument beoordeeld. De APSI zou een potentieel hulpmiddel kunnen zijn om het revalidatietraject na een VKB-reconstructie te versnellen en terug te laten keren naar het oude sportniveau. Verdere innovaties van de APSI zouden in de toekomst de inzetbaarheid van de APSI in de fysiotherapiepraktijk kunnen bevorderen. Uit de positieve waarderingen van de APSI blijkt dat er ruimte is voor innovatieve behandelmethodes waarin sensor feedback nieuwe uitdagingen en kansen creëert binnen de fysiotherapie.

Literatuurlijst

- Ardern, C. L., Taylor, N. F., Feller, J. A., & Webster, K. E. (2012). Fear of re-injury in people who have returned to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *J Sci Med Sport*, 15(6), 488-495.
- Ardern, C. L., Taylor, N. F., Feller, J. A., & Webster, K. E. (2014). Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med*, 48(21), 1543-1552.
- Arion. (2017). ARION Smart Insole: Transform your running technique | Features Explained.
- Arion. (2018). About ATO-GEAR. van <https://www.arion.run/about/>
- Arion. (2019). Arion - Transform your running technique. van <https://www.arion.run>
- Bangor, A., Kortem, P. T., & Miller, J. T. (2008). An Empirical Evolution of the System Usability Scale. *Intl Journal of Human-Computer Interaction*, 24:6.
- Brans-Brabant, B., Creemers, L., & Zwambag, S. (2018). *Zelfmonitoring, is dat wel zo makkelijk?: Ervaringen van voorste-kruisband reconstructie patiënten die revalideren met behulp van een zelfmonitoringssysteem* (Bachelorscriptie). Faculteit Gezondheidszorg en Techniek Opleiding Fysiotherapie, Faculteit Gezondheidszorg en Techniek Zuyd Hogeschool, Heerlen.
- Cetin, E., Deveci, M. A., Songur, M., Ozer, H., & Turanli, S. (2017). Evaluation of plantar pressure distributions in patients with anteriorcruciate ligament deficiency: preoperative and postoperative changes. *Turk J Med Sci*, 47(2), 587-591.
- Co, F. H., Skinner, H. B., & Cannon, W. D. (1993). Effect of reconstruction of the anterior cruciate ligament on proprioception of the knee and the heel strike transient. *J Orthop Res*, 11(5), 696-704.
- Coenen, B. J. J., & Petit, R. P. R. (2018). *Hebben ze het al onder de knie? Hoe maken fysiotherapeuten gebruik van een telerevalidatiesysteem tijdens een voorste kruisband revalidatie?* (Bachelorscriptie). Faculteit Gezondheidszorg en Techniek Opleiding Fysiotherapie, Faculteit Gezondheidszorg en Techniek Zuyd Hogeschool, Heerlen.
- Dawes, J. (2008). Do data characteristics change according to the number of scale points used? *International Journal of Market Research* 50(1).
- Everhart, J. S., Best, T. M., & Flanigan, D. C. (2015). Psychological predictors of anterior cruciate ligament reconstruction outcomes: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 23(3), 752-762.
- Geneeskunst, K. N. M. t. b. d. (2018). *Informed consent*. Geraadpleegd op 12 Dec, van <https://www.knmg.nl/advies-richtlijnen/dossiers/informed-consent.htm>
- Hall, T. L. (z.d.). *grand river sports medicine centre: ACL Injuries* (Flyer). GOAL POST, grand river sports medicine centre.
- Hart, J. M., Ko, J. W., Konold, T., & Pietrosimone, B. (2010). Sagittal plane knee joint moments following anterior cruciate ligament injury and reconstruction: a systematic review. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 25(4), 277-283.
- Kapandji, I. A. (2009). *Bewegingsleer: Deel II De onderste extremiteit* (2e druk). Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Kidholm, K., Stafylas, P., Kotzeva, A., Pedersen, C. D., Dafoulas, G., Scharf, I., . . . Wanscher, C. E. (2014). *REgioNs of Europa WorkiNG toGether for HEALTH* (v. 1.5 druk).
- McBurney, D. H., & White, T. L. (2009). *Research Methods* (8druk): Wadsworth.
- Meuffels, D. E. (2009). Stand van zaken: Toename operatieve behandeling bij voorste-kruisbandletsels. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, 153:A466, 1-5.

- Ministerie van Volksgezondheid WeS. (2017). *Medisch wetenschappelijk onderzoek*. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/brochures/2014/09/01/medisch-wetenschappelijk-onderzoek-algemene-informatie-voor-de-proefpersoon>
- Mittlmeier, T., Weiler, A., Sohn, T., Kleinhans, L., Mollbach, S., Duda, G., & Sudkamp, N. P. (1999). novel Award Second Prize Paper. Functional monitoring during rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 14(8), 576-584.
- Natick, M. (2017). *MATLAB R2017b*. US: The MathWorks, Inc.
- Nederlands WHO-FIC Collaborating Centre. (2002). *Nederlandse vertaling van de 'International Classification of Functioning, Disability and Health'*. <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42407/903133913X-dut.pdf?sequence=117&isAllowed=y>
- Nederlandse Orthopaedische Vereniging. (2011). *Richtlijn Voorste kruisbandletsel*. http://www.med-info.nl/Richtlijnen/Bewegingsapparaat/Voorste_kruisbandletsel.pdf
- Onderzoek, C. C. M. (2018). Algemene verordening gegevensbescherming (AVG).
- Orlin, M. N., & McPoil, T. G. (2000). Plantar Pressure Assessment. *Physical Therapy*, 80, 399-409.
- Orthopedic Center/Sports Medicine Division. (2013). *Injury Prevention Series ACL: What are ACL injuries?* (Flyer). Boston, Lexington, Peabody and Waltham, MA. van <http://www.childrenshospital.org/~media/Centers%20and%20Services/Departments%20and%20Divisions/Sports%20Medicine%20Division/Sports%20Medicine%20PDFs/InjuryPrevention%20Series/ACL.ashx>
- Publiek Aanvraag SIA RAAK. (2016). *De patiënt (weer) in zijn kracht: Revalidatie op maat door zelf-monitoring van herstel bij een orthopedische aandoening*.
- Rothgangel, A., Kanera, I., Lenssen, T., & Braun, S. (2018). *TherapieTelemonitoring nach Ruptur des vorderen Kreuzbands*. Geraadpleegd op 12 september 2018, van <https://www.physiotherapeuten.de/telemonitoring-nach-ruptur-des-vorderen-kreuzbands/#.W7SUICOxXsE>
- Sanders, T. L., Maradit Kremers, H., Bryan, A. J., Larson, D. R., Dahm, D. L., Levy, B. A., . . . Krych, A. J. (2016). Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med*, 44(6), 1502-1507.
- Sauro, J. (2011). *A practical guide to the System Usability Scale: Background, benchmarks, & best practices*. Denver, CO: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Slater, L. V., Hart, J. M., Kelly, A. R., & Kuenze, C. M. (2017). Progressive Changes in Walking Kinematics and Kinetics After Anterior Cruciate Ligament Injury and Reconstruction: A Review and Meta-Analysis. *Journal of Athletic Training*, 52(9), 847-860.
- Statham, A. (z.d.). *Arion*. van <https://www.arion.run>
- Thomee, P., Wahrborg, P., Borjesson, M., Thomee, R., Eriksson, B. I., & Karlsson, J. (2008). Self-efficacy of knee function as a pre-operative predictor of outcome 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16(2), 118-127.
- Van Grinsven, L., Holla, C. J. M., Van Cingel, R. E. H., & Van Loon, C. J. M. (2008). 'Evidence based' nabehandeling van voorstekruisbandreconstructie. *Nederlands Tijdschrift voor Orthopaedie*, 15(2), 70-71.
- Van Melick, N., Hullegie, W., Brooijmans, F., Hendriks, E., Neeter, C., Van Tienen, T., & Van Cingel, R. (2014). *Evidence Statement Revalidatie na voorste-kruisbandreconstructie*. https://www.fysionet-evidencebased.nl/images/pdfs/evidence_statements/voorste-kruisbandreconstructie_2013/es_revalidatie-na-voorste-kruisbandreconstructie.pdf

Zuyderland. (2018). *METC Z*. Geraadpleegd op 12 Dec, van
<https://www.zuyderland.nl/zuyderland/bestuur-en-organisatie/metc-z/>

Bijlagen

Bijlage 1 – Informatiebrief voor de fysiotherapeuten

Afstudeerproject studenten Fysiotherapie- Informatiebrief voor de fysiotherapeuten

Geachte heer/mevrouw

Wij zijn Louis van Ark en Pim Hovens en zijn momenteel bezig met de afstudeerfase van de opleiding fysiotherapie aan Zuyd Hogeschool, te Heerlen. Wij voeren een onderzoek uit in het kader van ons afstuderen, waarbij wij onderzoek doen naar de plantaire voetdrukverdeling bij proefpersonen na een VKB-reconstructie, middels de 'Arion pressure-sensitive insoles'. Dit project valt onder het overkoepelende VKB-monitor project dat bij u bekend is. Verder wordt gekeken naar de bewustwording van de voetdrukverdeling en wordt de gebruiksvriendelijkheid van de 'Arion pressure-sensitive insoles' in kaart gebracht. Om de proefpersonen voor het onderzoek te benaderen zouden wij graag u medewerking willen vragen.

Doel van het onderzoek: Het doel van deze scriptie is het meten of er een mogelijke asymmetrische plantaire voetdrukverdeling gemeten kan worden, middels de 'Arion pressure-sensitive insoles' en zou het gebruik van de 'Arion pressure-sensitive insoles', met de bijbehorende loopadviezen en reguliere fysiotherapie, kunnen resulteren in een minder asymmetrische plantaire voetdrukverdeling na één week. Daarnaast wordt er gekeken of het gebruik van de 'Arion pressure-sensitive insoles' in fysiotherapiepraktijken die gebruik maken hiervan, een positieve bijdrage kunnen leveren aan de bewustwording van de voetdrukverdeling.

Vraagstelling van het onderzoek: Is er een asymmetrische plantaire voetdrukverdeling meetbaar tijdens gang, bij patiënten na een VKB-reconstructie, onafhankelijk in welke fase de patiënt zich bevindt in het revalidatietraject, gemeten met de 'Arion pressure-sensitive insoles'. Heeft de 'Arion pressure-sensitive insoles' met de bijbehorende loopadviezen en reguliere fysiotherapie, invloed op de asymmetrische plantaire voetdrukverdeling na één week gebruik. Verder wordt gekeken of het gebruik van de 'Arion pressure-sensitive insoles' de patiënt helpt bewust te worden van de voetdrukverdeling. Daarnaast wordt gekeken hoe de gebruiksvriendelijkheid is van de 'Arion pressure-sensitive insoles'

Rekrutering proefpersonen: Wij zouden de proefpersonen die meedoen aan het onderzoek graag willen werven via uw praktijk. Deze proefpersonen moeten voldoen aan een aantal inclusiecriteria. Binnen dit onderzoek worden Nederlands- of Engelstalige, eenzijdige VKB-patiënten met een unilaterale VKB-reconstructie, met een minimale leeftijd van 18 jaar geïnccludeerd. De proefpersonen bevinden zich in het revalidatietraject tot 12 maanden na de reconstructie. Proefpersonen met een recidief VKB-lletsel, neuromusculaire- en/of systeemziektes, meerdere laesies of blessures in het kniegewricht worden geëxcludeerd. Op het moment dat u een patiënt ontvangt met een VKB-reconstructie die voldoet aan onze inclusiecriteria, zouden wij u willen vragen de patiënten-envelop te overhandigen en het corresponderende nummer op de envelop te noteren op de inschrijffijst, met de bijbehorende initiale van de patiënt. In deze envelop zitten de contactgegevens van de onderzoekers waar de potentiële proefpersonen contact mee op kunnen nemen.

Uitvoering van het onderzoek: Door middel van twee testmomenten (TO&T1) bij u in de praktijk, willen wij bij iedere proefpersoon twee metingen verrichten die beide +/- 15 minuten in beslag nemen. Deze metingen zouden wij het liefst willen uitvoeren tijdens of rondom een reguliere behandelaafspraak die u met de patiënt heeft, om de patiënt zo min mogelijk te belasten. Tijdens de test wordt de proefpersoon gevraagd een afstand van 12 meter op en neer te lopen, waarbij de 'Arion pressure-sensitive insoles' ingebracht zijn onder de linker en rechter schoenzool. Tijdens het eerste meetmoment wordt er een vragenlijst afgenomen omtrent de bewustwording van de voetdrukverdeling. Deze wordt ook tijdens het tweede meetmoment afgenomen, waarnaast ook nog een vragenlijst over de gebruiksvriendelijkheid van 'Arion pressure-sensitive insoles'.

Vragen:

Mocht u naar aanleiding van deze brief nog vragen of aanmerkingen hebben dan kunt u contact opnemen met ondergetekenden.

Met vriendelijke groet,

Louis van Ark:

Tel: 06-15570648

E-mail: 1512722ark@zuyd.nl

Pim Hovens:

Tel: 06-31044438

E-mail: 1517716hovens@zuyd.nl

Bijlage 2 – Inschrijflijs

In de onderstaande lijst kunt u als fysiotherapeut zijnde de initiale, geslacht en leeftijd van de persoon die deel wilt nemen aan het onderzoek noteren. Naast de bovenstaande gegevens vult in de laatste kolom het corresponderende nummer in dat op de patiënten envelop staat.

Initialen proefpersoon	Geslacht	Leeftijd	Corresponderend nummer

Bijlage 3 - Informatie aan proefpersonen

Proefpersoneninformatie voor deelname aan afstudeeronderzoek opleiding Fysiotherapie

Sensorfeedback bij voorstekruisbandreconstructie

Inleiding

Geachte heer/mevrouw,

Wij nodigen u uit om mee te doen aan een afstudeeronderzoek, waarbij wij een nieuwe vorm van sensorfeedback inclusief een app willen gaan testen. Meedoen is vrijwillig. Om mee te doen is wel uw schriftelijke toestemming nodig. U ontvangt deze brief via uw behandelend fysiotherapeut. Dit onderzoek zal plaatsvinden in de fysiotherapiepraktijk waar u behandeld wordt. Dit onderzoek is beoordeeld door de Medisch Ethische Toetsings Commissie van het Zuyderland.

Voordat u beslist of u wilt meedoen aan dit onderzoek, krijgt u uitleg over wat het onderzoek inhoudt. Lees deze informatie rustig door en vraag de onderzoeker uitleg als u vragen heeft. U kunt er ook over praten met uw partner, vrienden of familie. U kunt ook de onafhankelijke deskundige, die aan het eind van deze brief genoemd worden, om aanvullende informatie vragen.

Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is het meten of het gebruik van nieuwe technologie, namelijk 'slimme zooltjes', de 'Arion pressure-sensitive insoles' een positieve bijdrage kan hebben aan een betere voetdrukverdeling na een voorste kruisband reconstructie. Daarnaast willen wij van deelnemers weten of deze slimme zooltjes en de bijbehorende app gebruikersvriendelijk zijn.

Wat meedoen inhoudt

Wanneer u deelneemt aan het onderzoek vragen wij u op twee meetmomenten aanwezig te zijn in de fysiotherapiepraktijk waar u in behandeling bent. Deze meetmomenten hebben een tussen periode van één week. Tijdens het eerste meetmoment ontvangt u van ons een vragenlijst over uw voetdrukverdeling. Daarnaast voeren wij een meting uit wat inhoudt dat u 20 meter loopt, met 2 druk-zolen die door ons bevestigd zijn in uw schoenen. Deze

zolen kunnen de voetdrukverdeling meten. Één week later zullen we dezelfde meting nogmaals uitvoeren, waarbij u wederom 20 meter loopt en weer een korte vragenlijst invult over de voetdrukverdeling en over de gebruiksvriendelijkheid van de 'Arion pressure-sensitive insoles'. De duur van ieder meetmoment zal circa 15 minuten in beslag nemen. De meetmomenten zullen zo gepland worden dat ze voor of na uw reguliere zitting fysiotherapie zullen plaatsvinden zodat u dit kunt combineren en niet extra hoeft te rijden. De testen zullen worden afgenomen in het bijzijn van uw behandelend fysiotherapeut en de onderzoekers. Na de eerste meting mag u één week lang thuis met de zooltjes en de app uw oefenen. Uw fysiotherapeut zal precies aan u uitleggen hoe u dit kunt doen. Wanneer het 2^{de} meetmoment heeft plaatsgevonden zullen de onderzoekers de gegevens analyseren. Deze worden teruggekoppeld met uw fysiotherapeut die met u deze informatie bespreekt.

Wat wordt er van u verwacht

Om het onderzoek goed te laten verlopen is het belangrijk dat u zich aan de volgende afspraken houdt. De afspraken zijn dat u:

- De instructies van de onderzoeker volgt
- Op beide meetmomenten hetzelfde schoeisel draagt
- Afspraken voor bezoeken nakomt of minimaal 48 uur van tevoren afzegt
- Bij de tweede meting de zooltjes en uw smartphone meeneemt

Het is belangrijk dat u contact opneemt met de onderzoeker als:

- U tussen de metingen een blessure aan uw benen of voeten oploopt
- U vragen heeft over de zooltjes of over de app
- U niet meer wilt meedoen aan het onderzoek
- Uw contactgegevens wijzigen

Mogelijke voor- en nadelen

Bij dit onderzoek zijn de risico's die u loopt bij deelname nagenoeg nihil. Het is belangrijk dat u de mogelijke voor- en nadelen goed afweegt voordat u besluit mee te doen. U ervaart waarschijnlijk geen medische voordelen door deel te nemen aan dit onderzoek. Wel bestaat de kans dat het deelnemen uw bewustwording van de voetdrukverdeling vergroot en dit eventueel de revalidatie kan bevorderen. U krijgt meer kennis over nieuwe technologie in de zorg. Het onderzoek zal twee keer een kwartier van uw tijd in beslag nemen.

Als u niet wilt meedoen of wilt stoppen met het onderzoek

U beslist zelf of u meedoet aan het onderzoek. Deelname is vrijwillig. Als u besluit niet mee te doen, hoeft u verder niets te doen. U hoeft niets te tekenen. U hoeft ook niet te zeggen waarom u niet wilt meedoen. Dit heeft geen nadelen voor uw therapie en u wordt op de gebruikelijke manier behandeld. Als u wel meedoet, kunt u zich altijd bedenken en toch stoppen, ook tijdens het onderzoek. Als u patiënt bent dan wordt u weer op de gebruikelijke manier behandeld. U hoeft niet te zeggen waarom u stopt. Wel moet u dit direct melden aan de onderzoeker. De gegevens die tot dat moment zijn verzameld, worden gebruikt voor het onderzoek.

Einde van het onderzoek

Uw deelname aan het onderzoek stopt als:

- u uw bijdrage aan het onderzoek zoals hiervoor beschreven geleverd heeft;
- u zelf kiest om te stoppen;
- het einde van het hele onderzoek zoals hiervoor beschreven is bereikt;
- de onderzoeker het beter voor u vindt om te stoppen;
- uw fysiotherapeut, de overheid of de beoordelende medisch-ethische toetsingscommissie besluit om het onderzoek te stoppen.

Na het verwerken van alle gegevens informeren de onderzoekers u over de belangrijkste uitkomsten van het onderzoek. Dit gebeurt ongeveer 4 weken na uw deelname. Dit gebeurt in samenspraak met uw behandelend fysiotherapeut.

Gebruik en bewaren van uw gegevens

Voor dit onderzoek worden uw persoonsgegevens verzameld, gebruikt en bewaard. Het gaat om gegevens zoals uw naam, adres, geboortedatum en om gegevens over uw voetdrukverdeling. Het verzamelen, gebruiken en bewaren van uw gegevens is nodig om de vragen die in dit onderzoek worden gesteld te kunnen beantwoorden en de resultaten te kunnen publiceren (hierbij worden geen namen en adressen vermeldt). Wij vragen voor het gebruik van uw gegevens uw toestemming.

Vertrouwelijkheid van uw gegevens

Om uw privacy te beschermen krijgen uw gegevens een code. Uw naam en andere gegevens die u direct kunnen identificeren worden daarbij weggelaten. Alleen met de sleutel van de code zijn gegevens tot u te herleiden. De sleutel van de code blijft veilig

opgeborgen bij zuyd Hogeschool. Ook in rapporten en publicaties over het onderzoek zijn de gegevens niet tot u te herleiden. De gegevens die naar de opdrachtgever worden gestuurd bevatten alleen de code, maar niet uw naam of ander gegevens waarmee u kunt worden geïdentificeerd.

Toegang tot uw gegevens voor controle

Sommige personen kunnen op de onderzoek locatie toegang krijgen tot al uw gegevens. Ook tot de gegevens zonder code. Dit is nodig om te kunnen controleren of het onderzoek goed en betrouwbaar is uitgevoerd. Personen die ter controle inzage krijgen in uw gegevens zijn: een controleur/monitor die voor de onderzoekers werkt OF die door de onderzoekers is ingehuurd, nationale en internationale toezichthoudende autoriteiten, bijvoorbeeld de Inspectie Gezondheidszorg en Jeugd. Zij houden uw gegevens geheim. Wij vragen u voor deze inzage toestemming te geven.

Bewaartermijn gegevens

Uw gegevens moeten 10 jaar worden bewaard op de onderzoek locatie en opdrachtgever.

Bewaren en gebruiken van gegevens

Uw gegevens kunnen na afloop van dit onderzoek ook nog van belang zijn voor ander wetenschappelijk onderzoek en opleidingsdoeleinden op het gebied van sensorfeedback en knieletsels. Daarvoor zullen uw gegevens 10 jaar worden bewaard. U kunt op het toestemmingsformulier aangeven of u hier wel of niet mee instemt. Indien u hier niet mee instemt, kunt u gewoon deelnemen aan het huidige onderzoek.

Intrekken toestemming

U kunt uw toestemming voor gebruik van uw persoonsgegevens altijd weer intrekken. Dit geldt voor dit onderzoek en ook voor het bewaren en het gebruik voor het toekomstige onderzoek. De onderzoeksgegevens die zijn verzameld tot het moment dat u uw toestemming intrekt worden nog wel gebruikt in het onderzoek.

Meer informatie over uw rechten bij verwerking van gegevens

Voor algemene informatie over uw rechten bij verwerking van uw persoonsgegevens kunt u de website van Ministerie van Volksgezondheid WeS en de Autoriteit Persoonsgegevens raadplegen. Bij vragen over uw rechten kunt u contact opnemen met de verantwoordelijke voor de verwerking van de persoonsgegevens. Voor dit onderzoek is dat:

Zuyd Hogeschool: Zie bijlage A voor contactgegevens.

Bij vragen of klachten over de verwerking van uw persoonsgegevens raden we u aan eerst contact op te nemen met de onderzoek locatie. U kunt ook contact opnemen met de Functionaris voor de Gegevensbescherming van de instelling, zie bijlage A voor de contactgegevens, of de Autoriteit Persoonsgegevens.

Geen vergoeding voor meedoen

Er zijn geen kosten verbonden aan het onderzoek ook niet wat betreft het eigen risico van de ziektekostenverzekering. U ontvangt helaas geen vergoeding voor het deelnemen aan dit onderzoek.

Heeft u vragen of een klacht?

Bij vragen kunt u contact opnemen met de onderzoekers.

Indien u klachten heeft over dit onderzoek, dan kunt u dit bespreken met de onderzoeker of uw behandelend fysiotherapeut. Wilt u dit liever niet, dan kunt u zich wenden tot de klachtenfunctionaris van uw fysiotherapiepraktijk.

Alle gegevens vindt u in **bijlage A**: Contactgegevens.

Ondertekening toestemmingsformulier

Wanneer u voldoende bedenktijd heeft gehad, wordt u gevraagd te beslissen over deelname aan dit onderzoek. Indien u toestemming geeft, zullen wij u vragen deze op de bijbehorende toestemmingsverklaring schriftelijk te bevestigen. Door uw schriftelijke toestemming geeft u aan dat u de informatie heeft begrepen en instemt met deelname aan het onderzoek. Zowel uzelf als de onderzoeker ontvangen een getekende versie van deze toestemmingsverklaring, deze is te vinden in bijlage B. Dit formulier kunt u samen met de andere formulieren opsturen middels de bijgeleverde retour-envelop. Een postzegel is niet nodig!

Dank voor uw aandacht.

Bijlagen bij deze informatie

Contactgegevens

Toestemmingsformulier

Bijlage 3A - Contactgegevens

Studentonderzoekers

Naam: Louis van Ark & Pim Hovens

Functie: Fysiotherapeut i.o.

Contactgegevens: 1512722ark@zuyd.nl / 1517716hovens@zuyd.nl

(Lokale) Hoofdonderzoeker

Naam: Prof. dr. Fysiotherapie Ton Lenssen

Functie: docent | senior onderzoeker

Contactgegevens: ton.lenssen@zuyd.nl

Contactgegevens Zuyd Hogeschool

Bereikbaarheid: +31 (0)45 400 60 60

Klachten

Indien u klachten heeft over het onderzoek, kunt u dit bespreken met de onderzoeker of uw behandelend fysiotherapeut. Wilt u dit liever niet, dan kunt u zich wenden tot Zuyd Hogeschool te Heerlen (nieuw Eyckholt 300, 6419 DJ) afdeling fysiotherapie bij Dr. Kanera.

Meer informatie over uw rechten bij verwerking van gegevens

Voor algemene informatie over uw rechten bij verwerking van uw persoonsgegevens kunt u de website van de Autoriteit Persoonsgegevens raadplegen. Bij vragen of klachten over het gebruik of de verwerking van uw gegevens, of over uw rechten, kunt u contact opnemen met:

Functionaris Gegevensbescherming (FG) van Zuyd Hogeschool

Naam: Zuyd Hogeschool

Contactgegevens: 045-400 6060

Bereikbaarheid: Nieuw Eyckholt 300 6419 DJ Heerlen

Link naar website instelling met privacyverklaring/privacy reglement:

<http://www.zuyd.nl/contact/heerlen>

Naam externe opdrachtgever:

Naam contactpersoon: Andreas Rothgangel

Contactgegevens: +31-(0)45-4006273

Mail-adres: andreas.rothgangel@zuyd.nl

Bijlage 3B - Informed consent formulier – Toestemmingsformulier

Voetdrukverdeling na voorstekruijsbandreconstructie

Ik heb de informatiebrief gelezen. Ook kon ik vragen stellen. Mijn vragen zijn voldoende beantwoord. Ik had genoeg tijd om te beslissen of ik meedoe. Ik weet dat meedoen vrijwillig is. Ook weet ik dat ik op ieder moment kan beslissen om toch niet mee te doen of te stoppen met het onderzoek. Daarvoor hoef ik geen reden te geven. Ik geef toestemming voor het verzamelen en gebruiken van mijn gegevens voor de beantwoording van de onderzoeksvraag in dit onderzoek.

Ik weet dat voor de controle van het onderzoek sommige mensen toegang tot al mijn gegevens kunnen krijgen. Die mensen staan vermeld in deze informatiebrief. Ik geef toestemming voor inzage door deze personen.

Ik geef ☐ **wel** ☐ **geen** toestemming om mijn persoonsgegevens langer te bewaren en te gebruiken voor toekomstig onderzoek op het gebied van wetenschappelijk onderzoek.

Ik geef ☐ **wel** ☐ **geen** toestemming om mij na dit onderzoek opnieuw te benaderen voor een vervolgonderzoek.

Ik geef ☐ **wel** ☐ **geen** toestemming dat verzamelde onderzoeksdata op een geanonimiseerde manier voor opleidingsdoeleinden gebruikt mogen worden.

Ik wil meedoen aan dit onderzoek.

Naam proefpersoon:

Handtekening:

Datum : __ / __ / __

Ik verklaar dat ik deze proefpersoon volledig heb geïnformeerd over het genoemde onderzoek.

Als er tijdens het onderzoek informatie bekend wordt die de toestemming van de proefpersoon zou kunnen beïnvloeden, dan breng ik hem/haar daarvan tijdig op de hoogte.

Naam onderzoeker 1:

Handtekening:

Datum: __ / __ / __

Naam onderzoeker 2:

Handtekening:

Datum: __ / __ / __

De proefpersoon krijgt een volledige informatiebrief mee, samen met een kopie van het getekende toestemmingsformulier.

Bijlage 4 - Persoonsgegevens

Persoonsgegevens

Deze vragenlijst is opgesteld om enkele gegevens van u te verzamelen. De vragen zijn zowel open als gesloten. Wanneer u twijfelt over een antwoord, overleg dan gerust met uw fysiotherapeut.

1. Wat is uw geboortedatum? . . . - . . . - (dag-maand-jaar)
2. Wat is uw geslacht? Man / Vrouw
3. Wat is uw gewicht?kg
4. Wat is uw lengte in centimeters?cm
5. Wat is uw schoenmaat?EU
6. Aan welke zijde bent u geopereerd voor uw nieuwe kruisband? Rechts/ Links
7. Wat is de datum dat u uw kruisband gescheurd heeft? . . - . . - (dag-maand-jaar)
8. Wat is de datum van de operatie? . . - . . - (dag-maand-jaar)
9. Wat is oorspronkelijk uw sterkere been (voor de blessure)? Rechts / Links
10. Loopt u hedendaags nog met krukken? Ja / Nee
11. Welke sport/sporten beoefende u (voor de blessure)?
.....
12. Welke beroep/beroepen beoefende u (voor de blessure)?
.....
13. Heeft u in het verleden al eens een blessure gehad aan uw aangedane been?
Nee/ Ja, namelijk
.....
14. Heeft u naast een gescheurde kruisband nog overige schade aan de knie opgelopen?
.....
15. Bent u alweer teruggekeerd naar uw sporten? Ja/ Nee

Hartelijk dank voor het invullen van deze vragenlijst!

Bijlage 5 - Aanmeldformulier

Aanmeldformulier

Hierbij meld ik mij aan om deel te nemen aan het onderzoek 'Sensorfeedback bij voorstekruisbandreconstructie' De smartbroek als nieuw feedbacksysteem binnen de VKB-revalidatie'. Ik ga akkoord dat de onderzoekers telefonisch of via de mail contact met mij opnemen. Indien u vragen heeft kunt u met ons contact opnemen via de onderstaande e-mailadressen.

Achternaam:

Voornaam:

Voorletters:

Adres:

Postcode:

Woonplaats:

Mobiel nr.:

E-mail:

Contactgegevens studentonderzoekers

Naam: Louis van Ark & Pim Hovens

Functie: Fysiotherapeut i.o.

E-Mail: 1512722ark@zuyd.nl/ 1517716hovens@zuyd.nl

Bijlage 6 – Instructie meting

De onderzoeker zegt:

Na het startsein loopt u in een voor u comfortabel tempo tot de laatst gemarkeerde lijn op de grond. Op het moment dat u de laatste gemarkeerde lijn bent gepasseerd maakt u een 180° draai, waarna u terugloopt naar het beginpunt. Ik loop tijdens de test niet met u mee. Ik tel tot 3, bij 3 mag u gaan lopen. Eén, twee, ...drie.

Bijlage 7 - Vragenlijst bewustwording voetdrukverdeling

Kruis het antwoord aan dat het best past bij de gestelde vraag.

	Nooit	Zelden	Soms	Vaak	Hee vaak
1. Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van uw voetafwikkeling tijdens het lopen.					
2. Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van uw voetafwikkeling tijdens de therapie.					
3. Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van uw voetafwikkeling tijdens het dagelijks leven.					
4. Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een gelijke drukverdeling tussen uw linker en rechtersoet tijdens het lopen.					
5. Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een gelijke drukverdeling tussen uw linker en rechtersoet tijdens de therapie.					
6. Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een gelijke drukverdeling tussen uw linker en rechtersoet tijdens het dagelijks leven.					
7. Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een gelijke drukverdeling tussen uw linker en rechtersoet in stand.					
8. Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een symmetrisch looppatroon.					
9. Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een symmetrische voetafwikkeling tussen uw linker en rechtersoet.					
10. Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een gecontroleerde voetafwikkeling tijdens het lopen.					

Maat	score
Nooit	0
Zelden	2,5
Soms	5
Vaak	7,5
Heel vaak	10

Interpretatie: Eindscore van 0 (Minst bewust) tot 100 (Meest bewust).

Bijlage 8 – Vragenlijst gebruiksvriendelijkheid APSI

Kruis het antwoord aan dat het best past bij de gestelde vraag, hoe u de afgelopen week heeft gekeken naar de zooltjes.

	Helemaal eens	Eens	Neutraal	Oneens	Helemaal oneens
1. Ik vond het prettig om met de zooltjes en de app te werken.					
2. Ik heb de zooltjes positief besproken met vrienden, familieleden en/of collega's.					
3. Ik zou de zooltjes aanraden aan vrienden, familieleden en/of collega's.					
4. Ik vond de zooltjes en de app eenvoudig te gebruiken.					
5. Ik vond dat de accu van de zooltjes lang genoeg mee ging.					
6. Ik vond de app van de zooltjes duidelijk en overzichtelijk.					
7. Ik vond de zooltjes hygiënisch.					
8. De zooltjes en de app toonde deskundigheid.					
9. De vormgeving van de zooltjes en de app waren goed.					
10. Het taalgebruik in de app was goed.					

Maat	score
Helemaal eens	10
Eens	7,5
Neutraal	5
Oneens	2,5
Helemaal oneens	0

Interpretatie: Eindscore van 0 (negatief) tot 100 (positief)

Bijlage 9 – Non-disclosure agreement (NDA)

NON-DISCLOSURE AGREEMENT

This Agreement is made and entered into by and between:

1. **ATO-gear Holding BV** having its seat and place of business at Torenallee 3, 5617BA Eindhoven, The Netherlands "ATO-gear";

and

2. *Daph. Biometrics* having a registered residence/ place of business at *Munnus Lyckholt 641, 9.D.J. Heerlen, NL* hereinafter referred to as: "*Biometrics*";

hereinafter each referred to as "Party" and/or collectively as "Parties"

WHEREAS:

- Parties wish to have various discussions in order to investigate a certain relationship;
- Both Parties are prepared to disclose information to each other under an obligation of secrecy and confidentiality;

WHEREBY IT IS AGREED AS FOLLOWS:

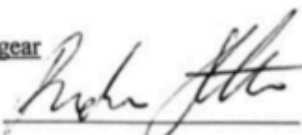
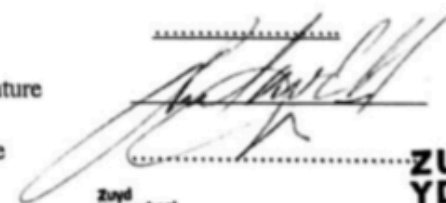
1. The term "INFORMATION" as used herein shall mean all information and knowledge concerning
 - The knowledge position related to the running and movement analysis and measurement system(s), sensors and associated data interpretation methods, price points, costs, supply chain, financial data, software and algorithms, including but not limited to application protocols, user interface(s), feedback methodologies and sensor design(s) commonly referred to as "ARION", "kneebrace", "posture monitoring shirt", "smart shirt", or "ATO-gear".

which one Party, hereinafter referred to as: "DISCLOSING PARTY", discloses to the other Party, hereinafter referred to as: "RECEIVING PARTY" in writing or by means of a confidential sample and which is marked at the time of disclosure to indicate it is confidential, or if it is disclosed in any other manner, is identified and described in writing within thirty (30) days following such disclosure and is marked as confidential.

2. Each Party hereto agrees to receive INFORMATION from the other Party for the sole purpose of evaluating the same to determine their respective interests in a possible co-operation.
3. The RECEIVING PARTY agrees to keep secret and confidential the INFORMATION and refrain from disclosing it to and/or use it on behalf of any third party and will disclose it only to those of its employees who have a need to know for the purpose mentioned under clause 2 and who will exert the same efforts to keep it secret and confidential within their own organisation as is usual with respect to their own proprietary and confidential information. These efforts may certainly not be less than reasonable care.
4. Without the prior written consent of the DISCLOSING PARTY, the RECEIVING PARTY may not analyse, (de)compile, modify, edit, format, improve, copy, derive from, reproduce, reverse engineer, transfer, distribute, publish, (sub)lease, market and/or sell, in whole or in part, the INFORMATION. This Agreement and/or the INFORMATION may not be construed, by implication or otherwise, to convey and/or grant to the RECEIVING PARTY a right under any kind of the DISCLOSING PARTY's intellectual property rights or any kind of licence - to make, have made, use and/or sell a product, system or services using the INFORMATION, both directly and indirectly, in whole or in part.

5. This Agreement will come into force as from the date of signing and will expire after a term of 24 months. The secrecy obligations last until five (5) years after the expiration of this Agreement. Provisions and/or obligations which naturally are intended to continue to exist after the expiration of this Agreement, survive such expiration.
6. The RECEIVING PARTY agrees to keep secret and confidential, in accordance with the above, any and all of the INFORMATION, with the exception of INFORMATION which:
 - a. at the time of disclosure is in the public domain;
 - b. after disclosure becomes a part of the public domain by publication or otherwise, otherwise than by culpable negligence or breach of the Agreement by the RECEIVING PARTY;
 - c. the RECEIVING PARTY can prove it was in its possession at the time of disclosure by the DISCLOSING PARTY;
 - d. the RECEIVING PARTY lawfully obtains from a third party;
 - e. is disclosed by the DISCLOSING PARTY on an unrestricted basis;
 - f. is developed by the RECEIVING PARTY independently of any INFORMATION received from the DISCLOSING PARTY;
 - g. is required to be disclosed on a restricted basis pursuant to a judicial and/or an other lawful governmental order, but only to the extent required by operation of law, regulation or a court order.
7. The INFORMATION is provided 'as is' without any kind of warranties, express, implied and/or statutory, including but not limited to that the application and/or use of the INFORMATION does not infringe the intellectual property rights and/or other rights of a third party. The Parties are liable towards each other only for damages, which are the direct result of a culpable shortcoming, namely a breach of contract, on the part of the breaching Party under this Agreement, and is suffered by the injured Party. The Parties are not liable to each other for any kind of other damages, losses, expenses, indirect and/or consequential damages, which the RECEIVING PARTY suffers, arising out of and/or in connection with the accuracy, completeness and/or other quality issue with respect to, and/or the application and/or use by the RECEIVING PARTY of the INFORMATION.
8. All materials including, without limitation, documents, drawings, models, apparatus, sketches, designs and lists furnished to RECEIVING PARTY by the DISCLOSING PARTY and which are proprietary to one Party, including but not limited to the INFORMATION, are and shall remain the property of such Party and shall be returned to such Party or destroyed promptly at its written request with all copies made thereof. If the DISCLOSING PARTY has not made this request within one (1) month after termination and/or expiration of this Agreement, the RECEIVING PARTY will be free to destroy all such materials.
9. This Agreement shall in all respects be construed and the legal relations between both Parties determined in accordance with the laws of The Netherlands.
10. All disputes arising from or in connection with the Agreement shall exclusively be submitted for settlement to the competent Court in 's-Hertogenbosch, The Netherlands.

IN WITNESS WHEREOF the Parties have executed this Agreement in duplicate,

<u>ATO-gear</u> Signature  By its director: ATO Gear Holding B.V. By its director: Stats B.V. By its director: A. E. Statham Date <u>20-12-2018</u>	Signature  Name <u>Zuyd Hogeschool</u> Title <u>Ludo van Etten, PhD</u> Teamleider Opleiding Biometrie Faculteit Gezondheidszorg <u>20-12-2018</u>
--	---

Bijlage 10 – Loopinstructies vanuit de fysiotherapiepraktijk

Na een VKB-reconstructie wordt uw voet op een andere manier belast. Oorzaken hiervan zijn pijn, zwelling, angst of de gewenning van een andere manier van belasten die zich voor de reconstructie reeds heeft voorgedaan. Het is van belang deze asymmetrie in de vroege fase van het revalidatietraject op te heffen en te vervangen door een symmetrisch gangspoor. Door weer vroeg symmetrisch te lopen na een VKB-reconstructie wordt de kans op het krijgen van blessures en het ontwikkelen van compensatie strategieën verkleind. Door de bovengenoemde factoren is dit in het begin moeilijk, maar hiervoor krijgt u een aantal handvaten mee waarmee u kan oefenen uw gangspoor zo symmetrisch mogelijk te maken.

Instructies om het gangspoor zo symmetrisch mogelijk te maken:

1. Verdeel uw gewicht gelijkmatig over beide benen. Dit kunt u oefenen door voor een spiegel te gaan staan, op beide benen te steunen en een denkbeeldige rechte lijn te trekken tussen neus, navel en het middelpunt tussen de harde binnenkant van beide enkels. Laat de steunname op het geopereerde been leiden door de pijn, die nog eventueel aanwezig is in de knie. Ook met gebruik van krukken kunt u dit prima oefenen.
2. Probeer tijdens het lopen niet te veel naar voren of achteren te leunen. Probeer uw hoofd in een rechte lijn te houden met uw schouder, heup en enkel.
3. Probeer tijdens het lopen met beide benen even lang op iedere been te staan. In het geval van bijvoorbeeld pijn laten veel mensen een mank looppatroon zien, waarbij er minder lang op het geopereerde been wordt gesteund. Probeer dit te vermijden en neem op beide benen even lang steun. Laat hierbij de pijn wederom de leidende factor zijn.
4. Wanneer u een stap naar voren zet, probeer dan uw been ver genoeg naar voren te zetten. Normaal gesproken wordt deze een stuk voor de andere voet geplaatst. Let hierbij op dat de voeten niet te veel naar binnen wordt geplaatst, waardoor de voeten elkaar kruisen.
5. Probeer bij het eerste grondcontact als eerst met de hiel de grond te raken. Het is hierbij belangrijk dat voordat u uw voet plaatst uw knie bijna tot volledig te strekken en uw voet te heffen. Hierdoor wijzen de tenen in een diagonale lijn naar boven, niet meer. Op het moment van hielcontact buigt u lichtjes door de knie en wordt de voet plat op de grond geplaatst.
6. Bij het op de grond plaatsen van de voet let u erop dit rustig en gecontroleerd te laten gebeuren. Hierbij hoort u geen klappend geluid te horen. De afwikkeling van de voet hoort nagenoeg gelijk te zijn tussen links en rechts.
7. Wanneer u op uw geopereerde been staat en het andere been door de lucht zwaait, deze niet te snel bij te zetten, maar wederom een flink stuk voor het geopereerde been te plaatsen, dit bevordert ook weer de steunname op het geopereerde been. Laat ook dit leiden door de pijn in uw knie.
8. Probeer na grondcontact van het andere been, uw geopereerde been genoeg te laten buigen en uw been genoeg naar achteren te laten brengen(strekken). Probeer aan het eind van de afwikkeling van het geopereerde been nog een klein beetje af te zetten met de tenen van het geopereerde been.
9. Laat de zwaifase van het geopereerde been even lang zijn als het andere been.

Bijlage 11 – Locatie sensoren APSI

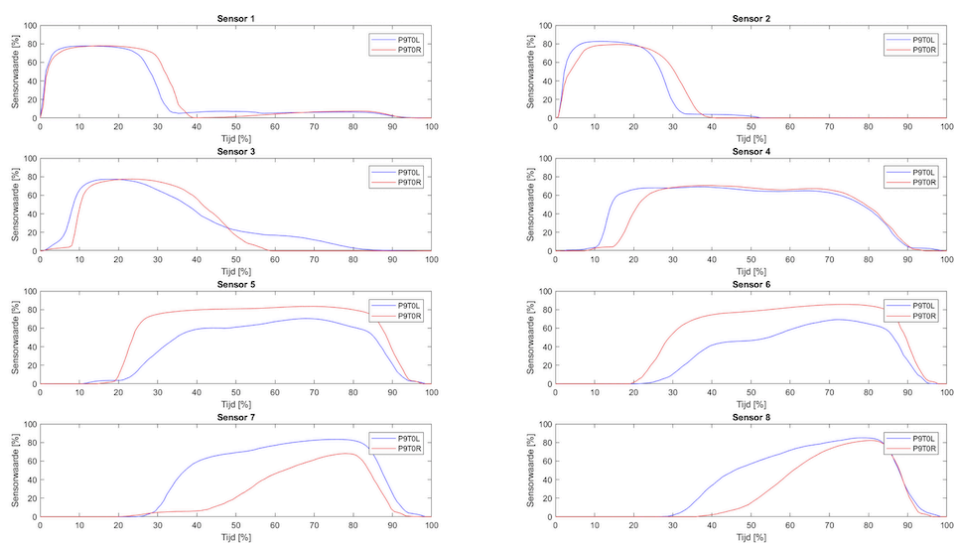
Tabel 5 - Locatie in mm per sensor, Arion pressure sensitive insoles

Sensor Nummer	Locatie X (mm)	Locatie Y (mm)
1. Mediale aspect calcaneus	0	0
2. Laterale aspect calcaneus	27,5	0
3. Laterale middenvoet	37,5	78
4. Vijfde metatarsaal	47,5	138
5. Derde metatarsaal	17,5	150
6. Eerste metatarsaal	-12,5	157
7. Tweede, derde en vierde phalanges	29,5	193
8. Hallux	-4,5	204

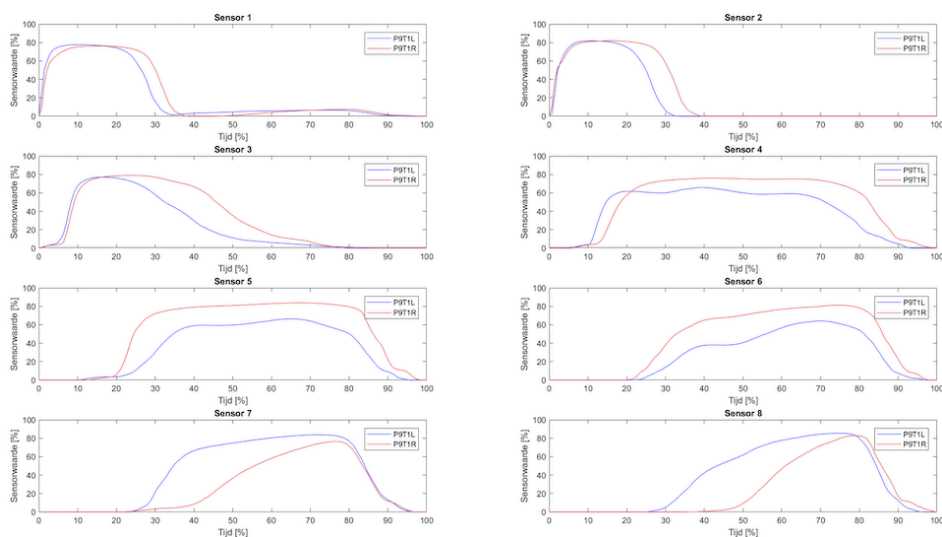
Opmerking: X = x-as, Y = y-as, mm = millimeter

Bijlage 12 – Asymmetrie L-R per sensor + verschilberekening per persoon

Proefpersoon 1



Figuur 8a - Proefpersoon 1 T0 Rechts (rood), Links (blauw)

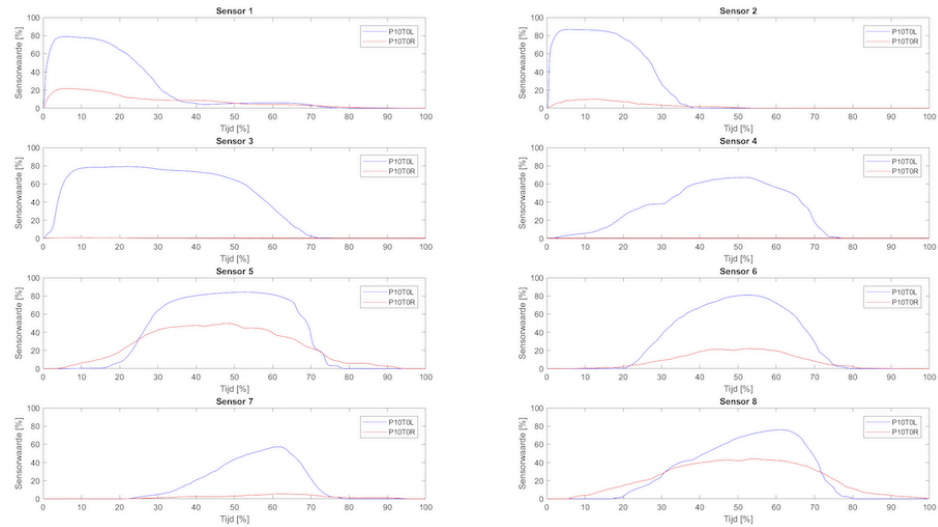


Figuur 8b - Proefpersoon 1 T1 Rechts (rood), Links (blauw)

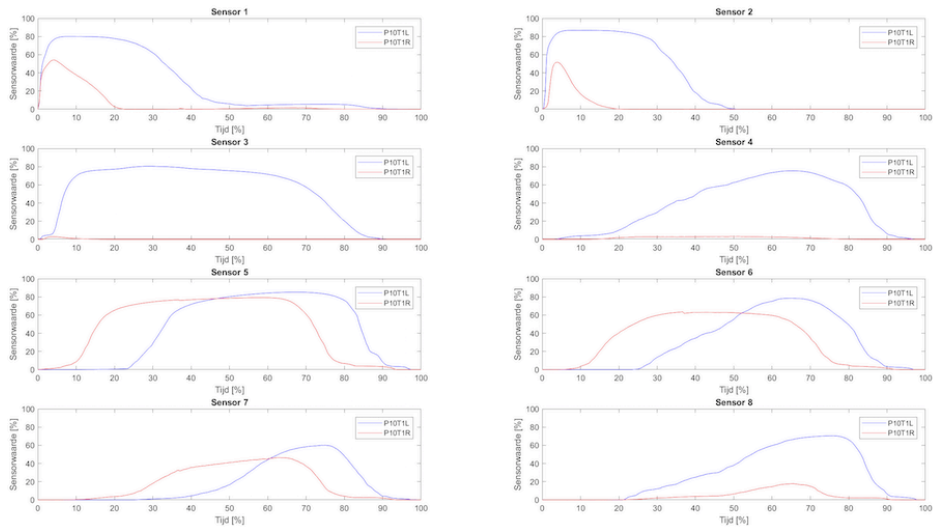
Tabel 6 - Gemiddelde asymmetrie tussen links en rechts per sensor + verschilberekening proefpersoon 1

	T0 (%)	T1 (%)	Versilberekening T0 & T1 (%)
Sensor 1	16,3%	17,7%	+1,4 (8,6%)
Sensor 2	18,6%	22,4%	+3,8 (20,4%)
Sensor 3	24,8%	20,1%	-3,7 (14,9%)
Sensor 4	11,8%	26,7%	+14,9 (126%)
Sensor 5	29,7%	34,9%	+5,2 (17,5%)
Sensor 6	37,2%	36,7%	-0,5 (1,3)
Sensor 7	47,4%	37,4%	-10 (21%)
Sensor 8	31,3%	42,6%	+11,3 (36,1%)
Gemiddelde	27,1%	27,6%	+0,5 (1,8%)

Proefpersoon 2



Figuur 9a - Proefpersoon 2 T0 Rechts (rood), Links (blauw)

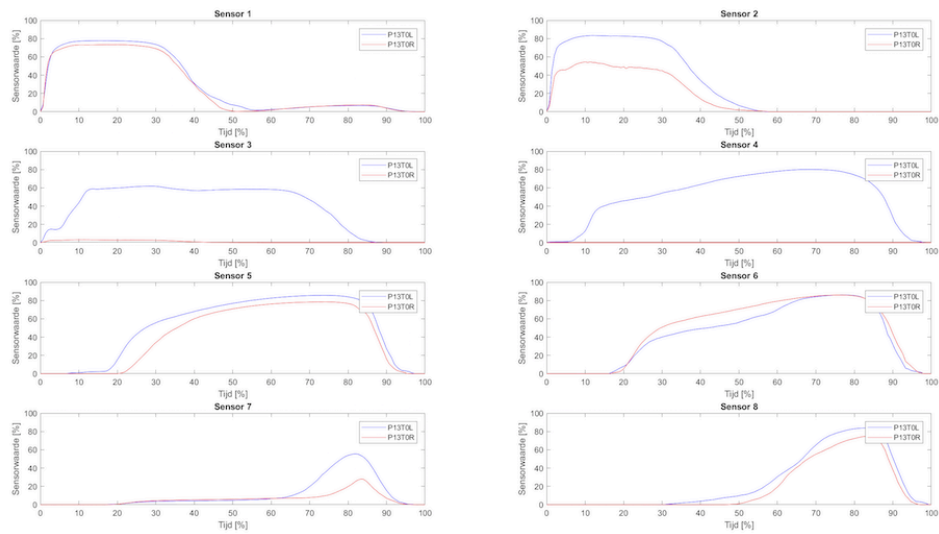


Figuur 9b - Proefpersoon 2 T1 Rechts (rood), Links (blauw)

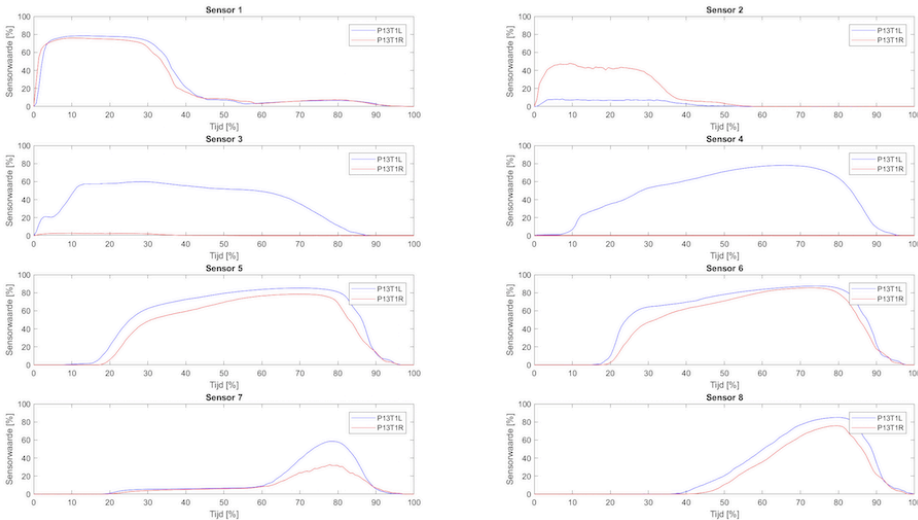
Tabel 7 - Gemiddelde asymmetrie tussen links en rechts per sensor + verschilberekening proefpersoon 2

Sensor 1	69%	76,2%	+7,2 (10,4%)
Sensor 2	90,2%	87,6%	-2,6 (2,8%)
Sensor 3	99,5%	99,6%	+0,1 (0,1%)
Sensor 4	100%	95,8%	-4,2 (4,2)
Sensor 5	45%	41,7%	-3,3 (7,3%)
Sensor 6	73,2%	53,6%	-19,6 (26,7%)
Sensor 7	99%	58,4%	-40,6 (4150)
Sensor 8	37,7%	84,2%	+46,5 (123,3%)
Gemiddelde	76,7	63,3	-13,4 (17,4%)

Proefpersoon 3



Figuur 10a - Proefpersoon 3 T0 Rechts (rood), Links (blauw)

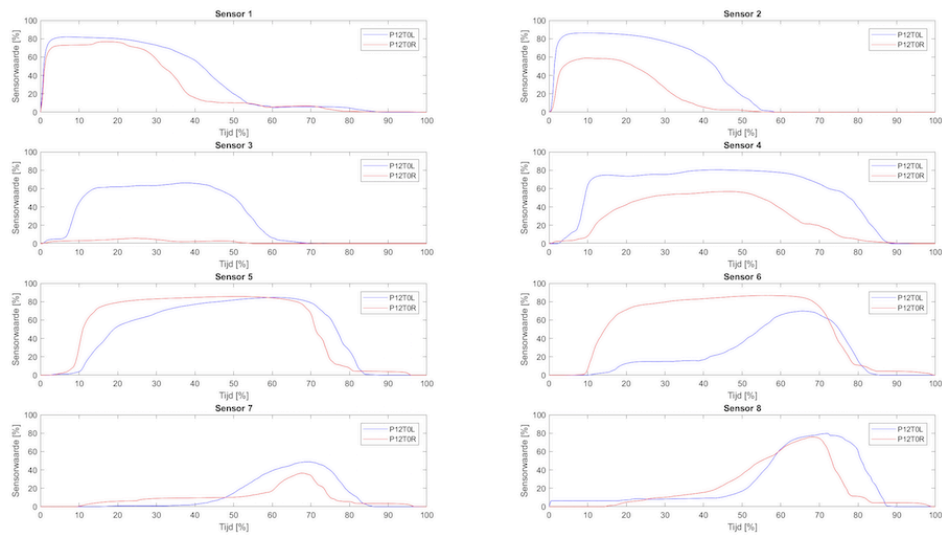


Figuur 10b - Proefpersoon 3 T1 Rechts (rood), Links (blauw)

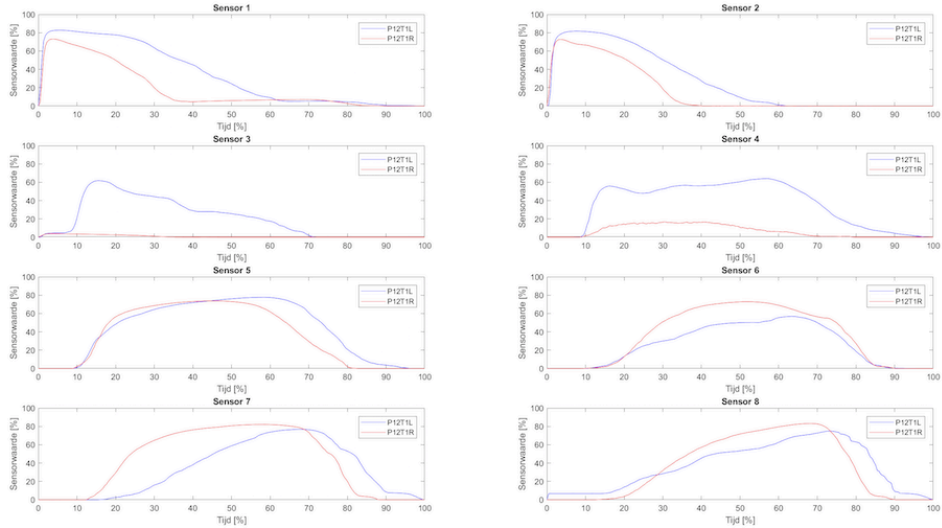
Tabel 8 - Gemiddelde asymmetrie tussen links en rechts per sensor + verschilberekening proefpersoon 3

Sensor 1	8,3%	9,3%	1 (12%)
Sensor 2	32,5%	81,8%	49,3 (151,7%)
Sensor 3	97,3%	97,7%	0,4 (0,4%)
Sensor 4	100%	100%	0 (0%)
Sensor 5	17%	17%	0 (0%)
Sensor 6	12%	12,2%	0,2 (1,6%)
Sensor 7	50,5%	37,6%	12,9 (25,5%)
Sensor 8	22%	22,8%	0,8 (3,6%)
Gemiddelde	42,4%	47,3%	+4,9 (11,5%)

Proefpersoon 4



Figuur 11a - Proefpersoon 4 T0 Rechts (rood), Links (blauw)

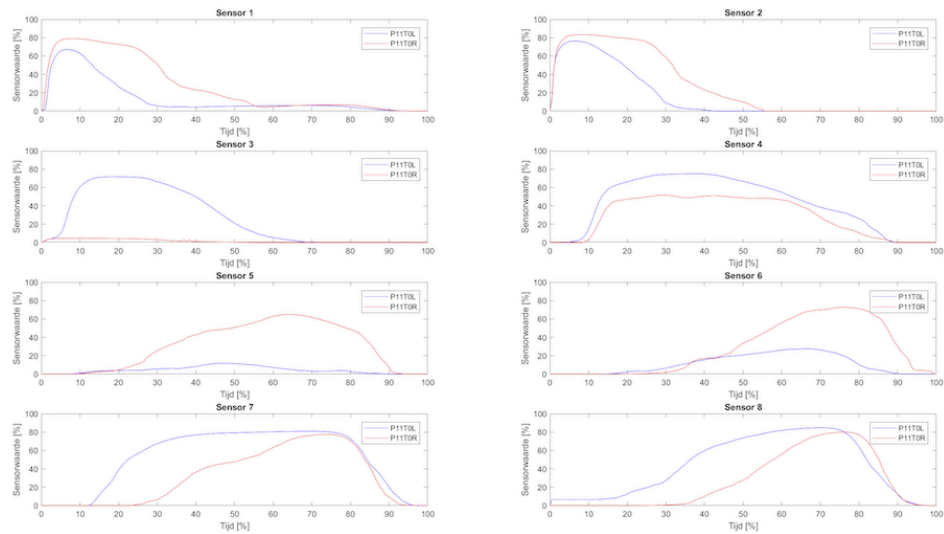


Figuur 11b - Proefpersoon 4 T1 Rechts (rood), Links (blauw)

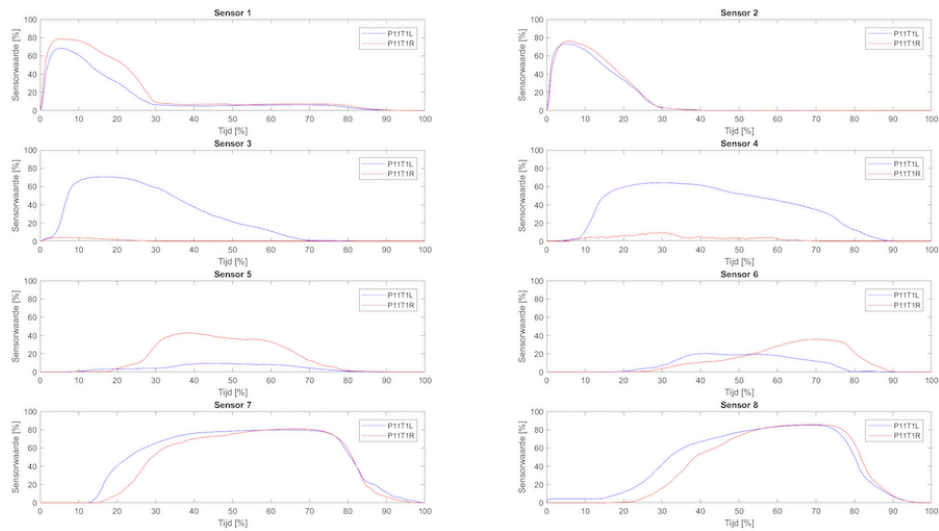
Tabel 9 - Gemiddelde asymmetrie tussen links en rechts per sensor + verschilberekening proefpersoon 4

Sensor 1	23,8%	45%	21,2 (89%)
Sensor 2	54,5%	40,2%	14,3 (26,2%)
Sensor 3	93,9%	95,8%	1,9 (2%)
Sensor 4	48,5%	81,1%	32,6 (67,2%)
Sensor 5	21,8%	19,2%	2,6 (11,9%)
Sensor 6	57,7%	27,4%	30,3 (52,5%)
Sensor 7	53,4%	40,9%	12,5 (23,4)
Sensor 8	36,2%	29,4%	6,8 (18,7%)
Gemiddelde	48,7	47,3	1,4 (2,8%)

Proefpersoon 5



Figuur 12a - Proefpersoon 5 T0 Rechts (rood), Links (blauw)



Figuur 12b - Proefpersoon 5 T1 Rechts (rood), Links (blauw)

Tabel 10 - Gemiddelde asymmetrie tussen links en rechts per sensor + verschilberekening proefpersoon 5

Sensor 1	50,6%	28,6%	22 (43,4%)
Sensor 2	43%	8,6%	34,4 (80%)
Sensor 3	94,2%	97,3%	3,1 (3,2%)
Sensor 4	30,8%	92,2%	61,4 (199,3%)
Sensor 5	86%	76%	10 (11,6)
Sensor 6	64,1%	44,1%	20 (31,2%)
Sensor 7	39,5%	12,4%	27,1 (68,6%)
Sensor 8	44%	16,9%	27,1 (61,6%)
Gemiddelde	56,5%	47%	9,5 (16,8%)

Bijlage 13 - Vragenlijst bewustwording voetdrukverdeling

Tabel 11 - Score bewustwording tijdens T0

	Nooit (0)	Zelden (2,5)	Soms (5)	Vaak (7,5)	Heel vaak (10)	Totaal
1. Voetafwikkeling lopen	I	I	II	I		20
2. Voetafwikkeling therapie	II	I	II			12,5
3. Voetafwikkeling ADL	II	II	I			10
4. Drukverdeling lopen	II	I	I	I		15
5. Drukverdeling therapie	II	I	II			12,5
6. Drukverdeling ADL	III	I	I			7,5
7. Drukverdeling stand	III	II				5
8. Symmetrie looppatroon	III	I		I		10
9. Symmetrie links/ rechts	II	II		I		12,5
10. Voetafwikkeling	I	I	III			17,5
Totaal	0	32,5	60	30	0	122,5

Tabel 12 - Score bewustwording tijdens T1

	Nooit (0)	Zelden (2,5)	Soms (5)	Vaak (7,5)	Heel vaak (10)	Totaal	Verschil T0-T1
1. Voetafwikkeling lopen	I		I	II	I	30	+ 10
2. Voetafwikkeling therapie		I	I	II	I	32,5	+ 20
3. Voetafwikkeling ADL		I	I	I	II	35	+ 25
4. Drukverdeling lopen			II	II	I	35	+ 20
5. Drukverdeling therapie	I		I	I	II	32,5	+ 20
6. Drukverdeling ADL	I		I	I	II	32,5	+ 25
7. Drukverdeling stand		II	I	I	I	27,5	+ 22,5
8. Symmetrie looppatroon		II	II		I	25	+ 15
9. Symmetrie links/ rechts		II		II	I	30	+ 17,5
10. Voetafwikkeling		I	I	I	II	35	+ 17,5
Totaal	0	22,5	55	97,5	140	315	+ 187,5

* 1. Voetafwikkeling lopen = Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van uw voetafwikkeling tijdens het lopen. 2. Voetafwikkeling therapie = Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van uw voetafwikkeling tijdens de therapie. 3. Voetafwikkeling ADL = Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van uw voetafwikkeling tijdens het dagelijks leven. 4. Drukverdeling lopen = Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een gelijke drukverdeling tussen uw linker en rechtersvoet tijdens het lopen. 5. Drukverdeling therapie = Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een gelijke drukverdeling tussen uw linker en rechtersvoet tijdens de therapie. 6. Drukverdeling ADL = Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een gelijke drukverdeling tussen uw linker en rechtersvoet tijdens het dagelijks leven. 7. Drukverdeling stand = Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een gelijke drukverdeling tussen uw linker en rechtersvoet in stand. 8. Symmetrie looppatroon = Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een symmetrisch looppatroon. 9. Symmetrie links/ rechts = Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een symmetrische voetafwikkeling tussen uw linker en rechtersvoet. 10. Voetafwikkeling = Hoe vaak was u de afgelopen week bewust van een gecontroleerde voetafwikkeling tijdens het lopen.

Bijlage 14 - Vragenlijst gebruiksvriendelijkheid APSI

Tabel 13 - Score gebruiksvriendelijkheid APSI, tijdens T1

	Helemaal eens (10)	Eens (7,5)	Neutraal (5)	Oneens (2,5)	Helemaal oneens (0)	Totaal
1. Prettig werken	I	IIII				40
2. Positief besproken	I	III	I			37,5
3. Aanrader	I	III	I			37,5
4. Eenvoudig	I	IIII				40
5. Accu		III	I	I		30
6. Duidelijk en overzichtelijk		IIII				37,5
7. Hygiënisch		IIII	I			35
8. Deskundigheid	II	II	I			40
9. Goede vormgeving	II	III				42,5
10. Goed taalgebruik	IIII	I				47,5
Totaal	120	240	25	2,5	0	387,5

*1. Prettig werken = Ik vond het prettig om met de zooltjes en de app te werken. 2. Positief besproken = Ik heb de zooltjes positief besproken met vrienden, familieleden en/of collega's. 3. Aanrader = Ik zou de zooltjes aanraden aan vrienden, familieleden en/of collega's. 4. Eenvoudig = Ik vond de zooltjes en de app eenvoudig te gebruiken. 5. Accu = Ik vond dat de accu van de zooltjes lang genoeg mee ging. 6. Duidelijk en overzichtelijk = Ik vond de app van de zooltjes duidelijk en overzichtelijk. 7. Hygiënisch = Ik vond de zooltjes hygiënisch. 8. Deskundigheid = De zooltjes en de app toonde deskundigheid. 9. Goede vormgeving = De vormgeving van de zooltjes en de app waren goed. 10. Goed taalgebruik = Het taalgebruik in de app was goed.