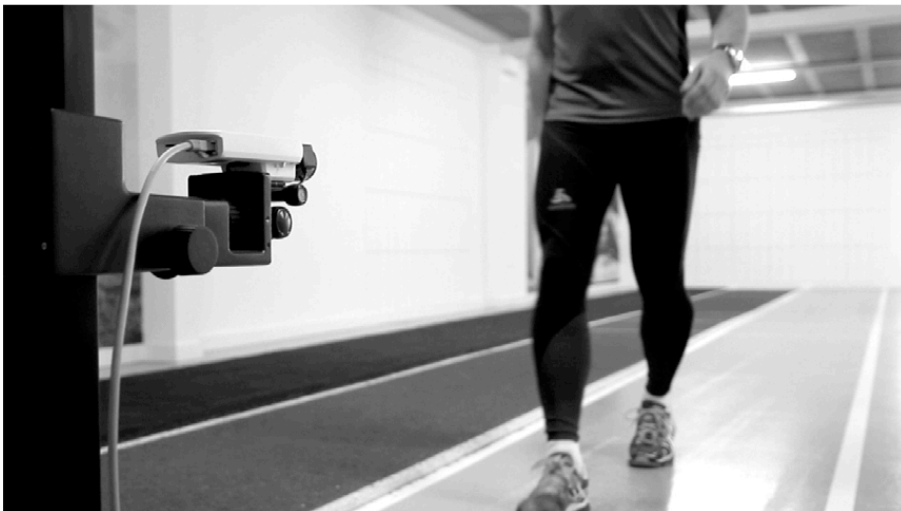




VIDEO ANALYSE:

Wat is de criteriumvaliditeit van de mobiele applicatie Simi Move?

ABSTRACT

In de praktijk wordt het steeds belangrijker om een meetinstrument te gebruiken dat zo dicht mogelijk bij de 'gouden standaard' ligt. Is het mogelijk om het gangpatroon te beoordelen middels een mobiele applicatie en wat is de criterium validiteit van het meetinstrument?

B.E. Boumans 1325191

G.S.M. Goossens 1317202

R. Schoenmaekers 0954624

Namen beoordelaars:

L. Jie

S. Braun

24 mei 2017

©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

Nomenclatuur.....	3
Voorwoord.....	4
Samenvatting.....	5
1 Inleiding.....	6
2 Methode.....	10
2.1 Toegepast onderzoek.....	10
2.2 Onderzoekspopulatie.....	10
2.3 Werving van respondenten.....	11
2.4 Meetinstrumenten.....	11
2.4.1 VICON® Motion Capture.....	11
2.4.2 Simi Move app.....	11
2.5 Onderzoeksopzet.....	12
2.6 Meetprotocol.....	13
2.7 Uitkomstvariabelen.....	14
2.8 Privacy en omgang data.....	15
2.9 Data-analyse.....	15
3 Resultaten.....	17
3.1 Onderzoekspopulatie.....	17
3.2 Gemiddelde afwijking ten opzichte van de gouden standaard.....	17
3.3 Correlatiecoëfficiënt.....	18
4 Discussie en conclusie.....	19
4.1 Conclusie.....	19
4.2 Discussie.....	19
4.3 Aanbevelingen.....	22
Literatuur.....	24
Bijlage 1 Wervingsbrief.....	26
Bijlage 2 Wervingsmail voor medestudenten.....	27
Bijlage 3 Geïntegreerd meetprotocol Simi.....	28
Bijlage 4 Tabel plug in gait model; Lower Extremities.....	29
Bijlage 5 Afbeeldingen plug in gait model; Lower Extremities.....	30
Bijlage 6 Informed consent formulier.....	31
Bijlage 7 Demografische gegevens.....	32
Bijlage 8 Scatterplots Simi Move versus VICON®.....	33

Nomenclatuur

VKB	Voorste kruisband
KNGF	Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie
ICF	International Classification of Functioning, Disability and Health
GALN	Ganganalyselijst Nijmegen
HS	Heel Strike
MS	Midstance
TO	Toe Off
bpm	Beats per minute
BMI	Body Mass Index
°	Graden
R	Correlatiecoëfficiënt
P	Significantie
N	Aantal respondenten
SD	Standaarddeviatie
sig.2.tailed	Procentuele significantie
mm	millimeter
SIAS	Spina iliaca anterior superior
SIPS	Spina iliaca posterior superior

Voorwoord

Op dit moment start u met lezen van een scriptie voor de Bachelor of Science Fysiotherapie Hogeschool Zuyd te Heerlen. Na vier jaar is voor ons, G.S.M. Goossens, B.E. Boumans en R. Schoenmaekers, de tijd aangebroken om de Bachelor of Health Science af te ronden en als competent fysiotherapeut het werkveld te betreden.

Bij het schrijven van deze scriptie hebben wij van verschillende kanten hulp en steun mogen krijgen, waarvoor onze dank. Allereerst willen we onze opdrachtgevers, het lectoraat Autonomie en Participatie van Zuyd en Sportho B.V. bedanken voor het mogelijk maken van deze afstudeeropdracht. Daarnaast willen we onze afstudeerbegeleidster, L. Jie, bedanken. Dit vanwege de tijd en moeite om ons van positieve, nuttige feedback en goede begeleiding te voorzien. Tevens willen we dhr. Odekerken bedanken voor de hulp in het motion lab om VICON® functioneel te kunnen gebruiken. Ten slotte willen we alle proefpersonen bedanken voor de deelname aan ons onderzoek.

Wij wensen u veel leesplezier

Samenvatting

Achtergrond: Technologische hulpmiddelen, zoals apps, worden steeds vaker ingezet in de fysiotherapeutische praktijk. Een voorbeeld is Simi Move, welke gewrichtshoeken kan meten van de onderste extremiteiten. Het is echter onbekend hoe valide de Simi Move app is.

Doel: Het doel van dit onderzoek was de criteriumvaliditeit van de Simi Move app te beoordelen. In deze studie werd Simi Move vergeleken met de gouden standaard (VICON®). De onderzoeksvraag luidt: *Wat is de criteriumvaliditeit van de Simi Move app voor het meten van het knie-, heup- en enkelgewricht bij uitgerevalideerde patiënten na een VKB-reconstructie?*

Methode: De onderzoeksvraag werd onderzocht middels een cross-sectioneel onderzoek. De doelgroep bestond uit dertien respondenten tussen de 18 en 65 jaar. De primaire uitkomstmaat was het meten van het knie-, enkel- en heupgewricht in graden tijdens de Heel Strike, Midstance en Toe Off van de loopcyclus. De gemiddelde afwijking van de Simi Move app werd berekend ten opzichte van VICON®. Daarnaast werd de correlatiecoëfficiënt berekend om een uitspraak te kunnen doen met betrekking tot de lineaire samenhang.

Resultaten: Van dertien respondenten werd de data meegenomen in de resultaten. In totaal week Simi Move gemiddeld 8,1° af van VICON®. Wanneer gekeken werd naar de correlatiecoëfficiënt bleek alleen de heuphoek tijdens de Toe Off fase statistisch significant ($r_s = .713$; $p = .006$).

Conclusie en discussie: Vooralsnog bestaat geen consensus met betrekking tot de criteriumvaliditeit van de Simi Move app. Enerzijds werd geconcludeerd dat de gemiddelde afwijking van Simi Move ten opzichte van VICON® gedurende zeven van de negen fases binnen de afkapwaarden van 11° valt. Anderzijds werd geconcludeerd dat nagenoeg geen correlatie bestaat tussen Simi Move en VICON®. De onderzoeksgroep adviseert verder onderzoek te doen naar de criteriumvaliditeit van ganganalyse apps, met een grotere populatie en de inzet van een test-hertest.

1 Inleiding

In de huisartsenpraktijk melden 48 op de 1000 patiënten zich met knieklachten (1). Knieletsel komt regelmatig voor omdat het kniegewricht zowel kan buigen als draaien. Daardoor ontstaan gemakkelijk blessures aan het kniegewricht. In de meeste gevallen is sprake van bandletsel (2). Wanneer gesproken wordt over bandletsel is de voorste kruisband (VKB) het meest aangedaan. Deze blessures komen voornamelijk voor bij jonge mensen tussen 15-40 jaar die pivoterende oftewel draaiende sporten beoefenen (1, 3). Bij een ruptuur van de VKB kan een abnormale beweging optreden in het kniegewricht in combinatie met een instabiel gevoel. Dit betekent dat het onderbeen zich voorwaarts verplaatst ten opzichte van het bovenbeen. Een gepaste behandeling van een gescheurde kruisband is daarom noodzakelijk om schade of aandoeningen aan het kniegewricht op de lange termijn te minimaliseren.

Een VKB-letsel kan op meerdere manieren worden behandeld, namelijk conservatief en operatief. Beide behandelingen richten zich op het optimaliseren van onder andere mobiliteit, spierkracht, stabiliteit, een dynamische looppatroon en sportspecifieke vaardigheden. Bij een operatieve behandeling, in tegenstelling tot een conservatieve behandeling, vindt een reconstructie van de VKB plaats. Het al dan niet uitvoeren van een reconstructie is afhankelijk van een aantal factoren zoals; de leeftijd, (sport)wensen van de patiënt en de mate waarin een abnormale beweging in het kniegewricht plaatsvindt. Er wordt getracht op basis van evidence based practice een besluit te nemen over het wel of niet opereren en het hier opvolgend beleid van het behandelproces. Dit betekent dat gebruik wordt gemaakt van de best beschikbare theoretische kennis (evidence), de expertise van de behandelend arts en de mening van de patiënt (4). In Nederland worden naar schatting jaarlijks tussen de achtduizend en negenduizend VKB-reconstructies uitgevoerd (1).

Tijdens het revalidatieproces van een VKB-letsel, zowel na een conservatieve als operatieve behandeling, wordt fysiotherapie ingezet. Om de fysiotherapeut handvaten te bieden tijdens het revalidatieproces na een VKB-reconstructie bestaat het Evidence Statement. Deze is recentelijk (2014) door het Koninklijk Nederlands

Genootschap voor Fysiotherapie (KNGF) uitgebracht (1). Het KNGF Evidence Statement beschrijft een revalidatieprotocol dat gebaseerd is op het best beschikbare bewijs, klinische studies en de mening van experts.

De duur van de postoperatieve revalidatie oftewel het revalidatieproces na de operatie is afhankelijk van de hulpvraag van de patiënt met de VKB-reconstructie. In grote lijnen duurt de revalidatie negen tot twaalf maanden en is het proces verdeeld over drie fases. Daarbij gaat het revalidatieprotocol uit van de pijlers van de International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) (5). Dit betekent dat alle drie de fases zijn gericht op de revalidatie van het functie-, activiteiten- en participatieniveau. Samenvattend beschrijft het Evidence Statement drie fases waarbij fase 1 voornamelijk als doel heeft om het dynamisch looppatroon te optimaliseren. Wanneer fase 1 voltooid is, kunnen de volgende twee fases van de revalidatie van start gaan. Fase 2 en 3 richten zich met name op de terugkeer naar sport- en werk gerelateerde activiteiten (1). Om fysiotherapeutische interventies te verantwoorden kunnen verschillende meetinstrumenten ingezet worden.

Binnen het fysiotherapeutisch revalidatieproces spelen meetinstrumenten een belangrijke rol om het methodisch handelen te onderbouwen. Met betrekking tot de loopanalyse bestaan er verschillende meetinstrumenten. Een voorbeeld van een meetinstrument binnen de fysiotherapie is de ganganalyselijst Nijmegen (GALN). Echter is de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van dit meetinstrument erg laag, namelijk 0,42(6). In tegenstelling tot de GALN is VICON® de gouden standaard om het looppatroon te beoordelen. Hoewel de uitkomsten van VICON® zowel betrouwbaar als valide zijn wordt deze meetmethode nauwelijks ingezet in de praktijk (7-9). VICON® bestaat namelijk uit een driedimensionaal-camerasysteem welke bewegingsanalyses mogelijk maakt op basis van lichaamsmarkers. Hiermee kunnen onder andere hoekveranderingen van gewrichten gemeten worden, welke betrouwbare uitkomstmaten biedt (8). Het uitvoeren van deze methode vraagt dus om de inzet van dure apparatuur en neemt over het algemeen veel tijd in beslag. Daarnaast vraagt VICON® een speciale ingerichte ruimte en technische expertise voor zowel de bediening van het systeem, als het verwerken van de data- en analyseprocessen. Dit bemoeilijkt de inzet van het meetinstrument in de fysiotherapeutische praktijk.

Kijkend naar de hedendaagse technologische ontwikkelingen kan hier wellicht verandering in komen. Uit recent onderzoek is namelijk gebleken dat mobiele applicaties (apps) met betrekking tot het analyseren van bewegingen, mogelijk een bruikbaar objectief hulpmiddel kunnen zijn voor de fysiotherapeut (7). Een voorbeeld hiervan is de Simi Move app. In tegenstelling tot conventionele bewegingsanalyses, waaronder de VICON®, zijn apps voor elektronica zoals smartphones en tablets aanzienlijk minder duur in aanschaf en toegankelijker. Het is wenselijk om te onderzoeken of een app zoals Simi Move op een laagdrempelige, maar valide en objectieve manier het looppatroon in kaart kan brengen.

De Simi Move app is ontwikkeld door Simi Reality Motion Systems, een bedrijf dat zich sinds 1992 bezighoudt met data- en bewegingsanalyse (10). Met de Simi Move app kan de fysiotherapeut een bewegingsanalyse uitvoeren. De applicatie maakt het mogelijk om een opname van het looppatroon te maken. Deze opname wordt vervolgens in slow motion en per frame afgespeeld. De app maakt gebruik van voorgedefinieerde protocollen, waarmee landmarks oftewel herkenningspunten op het lichaam geplaatst kunnen worden. Hierdoor is het mogelijk om hoekveranderingen van het lichaam te berekenen. De fysiotherapeut krijgt hierdoor een beeld met betrekking tot de verandering van het looppatroon. Dit onderzoek spitst zich toe op de Simi Move app omdat deze gewrichtshoeken meet en weergeeft. Deze uitkomstmaat maakt het mogelijk om te beoordelen of het looppatroon mogelijk afwijkend is.

Hoewel technologieën een rol kunnen spelen bij het verwezenlijken van bovenstaande wens, ontbreekt het momenteel nog aan wetenschappelijk bewijs (6, 9). Vanwege het gebrek aan wetenschappelijk bewijs is het van essentieel belang om verder onderzoek te doen naar de inzet van een ganganalyse app zoals Simi Move.

De doelstelling binnen dit onderzoek is het beoordelen van de criteriumvaliditeit van de Simi Move app. De uitkomsten van Simi Move worden vergeleken met de uitkomsten van de VICON® (de gouden standaard). Criteriumvaliditeit wordt gedefinieerd als “het vergelijken van uitkomsten van een diagnostische test, ook wel indextest genoemd, met de uitkomsten van de referentiestandaard (de gouden standaard) (11). Zowel de Simi Move app als de VICON® meten de

arthrokinematica, om de strek- en buigmogelijkheden van de knie op een kwantitatieve manier weer te geven in diverse fases van de loopcyclus. VICON® wordt tot op heden beschouwd als de gouden standaard en zal in dit onderzoek worden gebruikt om middels criteriumvaliditeit de betrouwbaarheid van de Simi Move app vast te stellen. De centrale vraagstelling met betrekking tot dit onderzoek luidt daarom:

Wat is de criteriumvaliditeit van de Simi Move app voor het meten van het knie-, heup- en enkelgewricht bij uit gerevalideerde patiënten na een VKB-reconstructie?

Aan de hand van verkregen kennis en inzichten vanuit dit onderzoek kunnen enkele aanbevelingen worden gegeven aan onder andere fysiotherapeuten en/of de gebruikers van de Simi Move app. Getracht wordt om de inzet van mobiele apps voor smartphones en tablets in de fysiotherapeutische praktijk te versterken.

2 Methode

In de methode is procesmatig het onderzoek beschreven. Het komende hoofdstuk worden alle onderdelen van de meting uitvoerig toegelicht. Er is een protocol opgesteld voor het gebruik van de Simi Move app. Met de methode is een start gemaakt naar het beantwoorden van de onderzoeksvraag.

2.1 Toegepast onderzoek

Deze pilotstudie werd vormgegeven door een toegepast onderzoek waarbij de validiteit van de Simi Move app werd onderzocht. Om het onderzoek vorm te geven werd de Simi Move app vergeleken met de VICON® middels een cross-sectioneel onderzoek. Dit betekent dat er maar één meetmoment in de tijd heeft plaatsgevonden per respondent. Hierbij werd data verzameld van beide systemen. Het doel van deze studie is om de criteriumvaliditeit van Simi Move te onderzoeken. Het onderzoek heeft plaatsgevonden in het motion lab van Zuyd Hogeschool in de periode januari 2017 tot en met april 2017.

2.2 Onderzoekspopulatie

De onderzoekspopulatie bestond uit volwassen personen na een VKB-reconstructie. Op basis van de volgende in- en exclusiecriteria werden de respondenten geselecteerd om daadwerkelijk deel te nemen aan het onderzoek:

Respondenten werden geïnccludeerd wanneer zij:

- een leeftijd hadden van 18 jaar tot 65 jaar (1).
- operatief een VKB-reconstructie zijn ondergaan.
- uitbehandeld waren na een VKB-reconstructie.
- de respondenten waren in staat om minimaal veertien keer een afstand van zes meter te kunnen lopen over een verharde ondergrond (6).

Respondenten werden geëxcludeerd wanneer zij:

- tijdens het onderzoek nog in de VKB-revalidatie periode zaten.
- tijdens het onderzoek gebruik maken van een of meerdere loophulpmiddelen omdat hierdoor de ganganalyse negatief beïnvloedt zou kunnen worden.

2.3 *Werving van respondenten*

Uit onderzoek is gebleken dat voor een betrouwbare pilotstudie minimaal twaalf respondenten nodig zijn (12). Julious onderbouwd deze keuze op basis van drie redenen, namelijk; de haalbaarheid, precisie met betrekking tot het gemiddelde, en regelgeving. Daarom werd er binnen dit onderzoek gestreefd naar het includeren van vijftien tot twintig respondenten. De wervingsprocedure vond plaats in samenwerking met Sportho B.V. Deze respondenten werden benaderd via een wervingsbrief (*bijlage 1*) voor deelname aan het onderzoek. Tevens werden respondenten geworven via Zuyd Hogeschool, opleiding fysiotherapie. De studenten van deze opleiding verkregen een e-mail (*bijlage 2*) met informatie omtrent het onderzoek. Om de wervingsprocedure compleet te maken werden via het persoonlijke netwerk van de onderzoekers respondenten benaderd om deel te nemen aan het onderzoek.

2.4 *Meetinstrumenten*

2.4.1 *VICON® Motion Capture*

Vicon Motion Capture is een driedimensionaal opto-elektronisch bewegingsanalyse systeem dat bestaat uit meerdere hardware en softwareapplicaties. De hardware bestaat uit het giganet wat fungeert als hoofdschakelaar tussen de computer en het camerasysteem. Het camerasysteem bestaat uit twaalf infraroodcamera's, deze zorgen ervoor dat een loopgebied van vijftien meter nauwkeurig in kaart kan worden gebracht. Bovenstaande infraroodcamera's brengen bewegingen in kaart op basis van retroreflecterende lichaamsmarkers op het lichaam van de respondent. VICON® Motion Capture is een veelzijdig camerasysteem waarbij meerdere parameters gemeten kunnen worden. Dit onderzoek beperkt zich tot het meten van de gewrichtshoeken in graden. VICON® werd als volgt toegepast; Allereerst is een statische kalibratie van de respondent gemaakt zodat alle markers zichtbaar werden voor het systeem. Vervolgens werd de meting gestart en opgenomen middels VICON Nexus 2.1.1. Aan de hand van de verkregen data werd een frame (stilstaand beeld) gekozen en geanalyseerd met behulp van de software Polygon 4.1.1. (13).

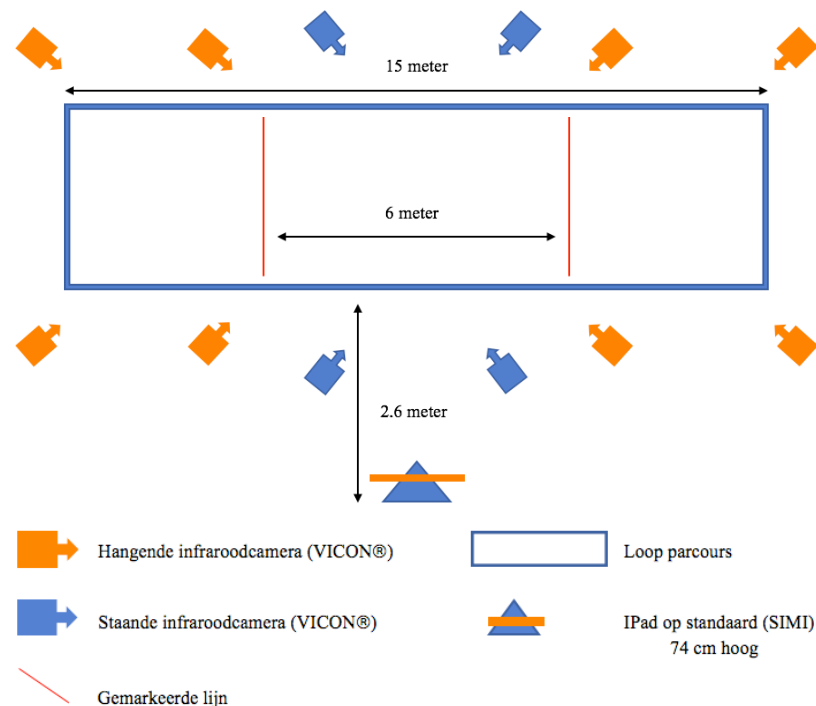
2.4.2 *Simi Move app*

De Simi Move app is een mobiele applicatie die op een iPad geïnstalleerd kan worden, welke ondersteund wordt door de software IOS. Simi Move is verkrijgbaar in de Apple App-Store voor €9,95. Het doel van de app is om 2D bewegingen te

filmen en aansluitend te analyseren zodat gewrichtshoeken eenvoudig gemeten kunnen worden. Om deze gewrichtshoeken te kunnen berekenen maakt de app gebruik van geïntegreerde meetprotocollen. In dit onderzoek werden twee protocollen gebruikt, namelijk ‘sagittal left leg’ of ‘sagittal right leg’ protocol, afhankelijk van het te meten been (*bijlage 3*). Simi Move werd als volgt toegepast; het looppatroon van de patiënt wordt met de geïntegreerde videocamera van de iPad opgenomen. Vervolgens werd aan de hand van de beelden een frame (stilstaand beeld) gekozen. Aan de hand van het geselecteerde protocol koppelde de onderzoeker de landmarks van de app op de aangegeven lichaamspunten (*bijlage 3*). Binnen de huidige opzet van de studie werden de referentiepunten (landmarks) van de app gekoppeld aan de retroflectieve markers op het lichaam (*bijlage 4 & 5*). Deze methode werd gehanteerd om de meting te standaardiseren.

2.5 Onderzoeksopzet

Om de metingen gestructureerd te laten verlopen werd met elke respondent een datum en tijd afgesproken. De metingen werden uitgevoerd in het motion lab aan de Hogeschool Zuyd te Heerlen waarbij een volledige meting ± twintig minuten in beslag nam. *Afbeelding 1* geeft weer hoe de camera's waren gepositioneerd en hoe de ruimte was ingedeeld.



Afbeelding 1 Onderzoeksopzet van VICON® en Simi Move

2.6 *Meetprotocol*

De respondenten doorliepen drie verschillende fases:

Fase 1: Introductie

De eerste stap was het informeren van de respondent over de af te nemen meting.

Tijdens het informeren kwamen de volgende onderwerpen aan bod:

- uitleg verschillende facetten van de meting.
- bespreken en invullen informed consentformulier (*bijlage 6*).

Na akkoord en ondertekening van het formulier werd de respondent gevraagd zich achter een scherm uit te kleden tot op het ondergoed of strak zittende kleding. Per respondent werden zestien markers nauwkeurig aangebracht op de onderste extremiteit volgens het plug in gait model; lower extremities (*bijlage 4 & 5*) (14, 15). Tevens werd ter hoogte van de trochanter major een extra marker geplaatst. Deze marker was essentieel om de gewrichtshoeken van het knie- en heupgewricht te kunnen berekenen middels Simi Move.

Fase 2: De meting

De respondenten werd gevraagd om op het tempo van de metronoom (100 bpm) te lopen. Dit werd gedaan om de metingen zoveel mogelijk te standaardiseren.

Respondenten liepen een proef-trial, waarbij er drie keer op en neer werd gelopen.

Deze trial werd uitgevoerd ter gewenning aan het lopen met behulp van een metronoom en de omgeving. Vervolgens werd gelopen over een zes meter vlakke verharde ondergrond (*afbeelding 1*). Alle deelnemers ontvingen bij de startpositie voor het lopen de volgende gestandaardiseerde instructies:

“Wilt u op het tempo van de metronoom over de tweede gemarkeerde lijn lopen? Ik tel tot drie; bij drie dient u te starten: één, twee, drie” (deze werd geteld op het tempo van de metronoom).

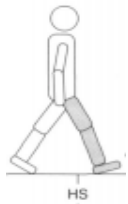
De onderzoekers startten tegelijkertijd de meting van VICON® en Simi Move bij “drie”. De meting werd gestopt op het moment dat de respondent over de tweede gemarkeerde lijn liep. Vervolgens keerde de respondent terug naar het beginpunt waarbij niet gemeten werd. Per respondent werden zeven trials opgenomen, iedere respondent diende dus zeven keer op en neer te lopen (16).

Fase 3: Afsluiting

Na controle van de data/ beeldmateriaal werd de respondent ontdaan van de lichaamsmarkers en verzocht zich weer aan te kleden achter het scherm. Aansluitend werd de respondent bedankt voor zijn/ haar deelname en werd de meting afgerond.

2.7 Uitkomstvariabelen

De patiëntenpopulatie werd in kaart gebracht door het verzamelen van demografische gegevens. Deze gegevens bestonden uit; naam, geslacht, leeftijd, gewicht, BMI, de breedtemaat van het knie- en enkelgewricht (in centimeter), de datum van VKB-reconstructie en het aangedane been. Demografische gegevens werden verzameld via een inventarisatie formulier (*bijlage 7*). De primaire uitkomstmaat in dit onderzoek zijn de gewrichtshoeken van de heup, knie en enkel. De gewrichtshoeken werden gemeten in het sagittale vlak tijdens de Heel Strike (HS), Midstance (MS) en de Toe Off (TO) van de loopcyclus. In *tabel 1* worden de meetmomenten van de loopcyclus nader gespecificeerd (17). De meeteenheid voor het noteren van de gewrichtshoeken is weergegeven in graden (°).

Meetmoment	Toelichting	Figuur
1. Heel Strike	Het moment waarop de hak van het te meten been de grond raakt. Normale range (17): • Heup: $\pm 25^\circ$ flexie • Knie: geheel gestrekt • Enkel: neutrale positie	
2. Midstance	Het moment waarop het totale lichaamsgewicht wordt gedragen door het te meten been en de tenen van het andere been de grond niet meer raken (Toe Off niet te meten been). Normale range (17): • Heup: $\pm 10^\circ$ flexie • Knie: $\pm 0^\circ - 5^\circ$ flexie • Enkel: $\pm 5^\circ$ dorsaalflexie	
3. Toe Off	Het moment waarop de tenen van het te meten been geen contact meer hebben met de grond en het volledige lichaamsgewicht op het niet te meten been rust. Normale range (17): • Heup: $\pm 10^\circ$ extensie • Knie: $\pm 40^\circ$ flexie • Enkel: $\pm 20^\circ$ plantairflexie	

Tabel 1: De gewrichtshoeken gemeten in het sagittale vlak tijdens HS, MS en TO (17).

2.8 Privacy en omgang data

Omwille van de privacy werden alle informed consentformulieren in een aparte map bewaard en zorgvuldig opgeborgen. De verkregen uitkomstmaten van de metingen werden gecodeerd opgeslagen, voorbeeld: P01- L1. De P staat voor respondent met nummering welke vermeld staan in de lijst met demografische gegevens (*bijlage 7*). De opvolgende letter L staat voor “loop/ meting” bij deze respondent.

2.9 Data-analyse

Om de verzamelde data via VICON® te kunnen analyseren werd gebruik gemaakt van Polygon 4.1.1. De meetmomenten HS, MS en TO tijdens de loopcyclus zijn berekend aan de hand van de video-opnamen. Hierbij is handmatig het juiste frame geselecteerd voor HS, MS en TO zoals beschreven in *tabel 1*. Om de verkregen data van de Simi Move app te kunnen analyseren zijn dezelfde momenten in de loopcyclus geselecteerd en middels de geïntegreerde protocollen handmatig de gewrichtshoeken berekend. Vervolgens werd de data door twee onafhankelijke beoordelaars (BB en SG) verzameld. De eerste beoordelaar (BB), een vierdejaars student fysiotherapie, welke de metingen verzamelde van VICON®. De tweede beoordelaar (SG), een vierdejaars student fysiotherapie, welke de metingen verzamelde van Simi Move app.

Binnen dit onderzoek is gekozen voor verschillende analysemethodes om een uitspraak te kunnen doen met betrekking tot de criteriumvaliditeit. Hierbij werden de uitkomstmaten van beide systemen gebruikt om de gemiddelde afwijking van de Simi Move app ten opzichte van de gouden standaard en de correlatiecoëfficiënt te berekenen. Om inzicht te verwerven over de overeenkomsten en/of verschillen in uitkomsten tussen de Simi Move app en VICON® (gouden standaard) zal allereerst de gemiddelde afwijking bepaald worden. Binnen deze studie wordt met “afwijking” het verschil tussen de uitkomstmaten van Simi Move en VICON® bedoeld. De gemiddelde afwijking van de gouden standaard werd voor iedere variabele berekend:

$$\text{Gemiddelde afwijking} = \text{VICON®}_{(x)} - \text{Simi Move app}_{(x)}$$

(x) = fase per gewricht (HS, MS of TO)

Om de gemiddelde afwijking van de Simi Move app ten opzichte van de gouden standaard weer te geven werden alle meetmomenten van zowel de Simi Move app als VICON® middels Microsoft Excel berekend. Hierbij werd er per trial (loop één t/m loop zeven) op de vastgestelde momenten (HS, MS en TO) gekeken naar de afwijking van gewrichtshoeken in het knie-, enkel- en heupgewricht tussen de Simi Move app en VICON®. Om een beter inzicht te geven in de daadwerkelijke data werd naast de gemiddelde afwijking ook de standaarddeviatie vastgesteld (18). De gemiddelde afwijking van de Simi Move app ten opzichte van de gouden standaard worden gepresenteerd middels een boxplot in het hoofdstuk 3.

In deze studie is de gemiddelde afwijking tussen beide variabelen berekend om mogelijke vergelijkbaarheid aan te tonen. Volgens een artikel van Giavarina is naast de gemiddelde afwijking nog een andere parameter nodig om de criteriumvaliditeit te bepalen, namelijk de correlatiecoëfficiënt (19). Giavarina beschrijft dat de correlatiecoëfficiënt de relatie tussen de variabelen weergeeft, echter geen overeenkomstig meetresultaat. Dit werd binnen deze studie opgevangen door zowel de afwijking (mogelijke overeenkomst) en de correlatiecoëfficiënt (relatie) te berekenen.

Om de correlatiecoëfficiënt tussen de Simi Move app en de gouden standaard te kunnen berekenen is er allereerst middels Microsoft Excel per proefpersoon en meetmoment een gemiddelde vastgesteld. Dit werd voor elk meetmoment berekend per gewricht. De correlatiecoëfficiënt werd vervolgens middels de Spearman test in SPSS berekend. Er is voor deze test gekozen vanwege de kleine patiëntenpopulatie. Tevens is de Spearman test aangeraden bij het berekenen van de correlatiecoëfficiënt tijdens een onderzoek met een niet normale verdeling (20).

Beide uitkomstmaten werden vervolgens middels afkapwaarden beoordeeld om een uitspraak te kunnen doen over de criteriumvaliditeit van de Simi Move app. Over de afkapwaarden van de gemiddelde afwijking in graden bestaat geen consensus. Echter in het artikel van Kolber et al. wordt beschreven dat een afwijking van maximaal 11° acceptabel is (21). De correlatie moet ten minste 0,70 zijn om een uitspraak te kunnen doen van een sterke criteriumvaliditeit (22, 23). De P-waarde werd als significant beoordeeld op het moment dat $P < 0.05$ was (24).

3 Resultaten

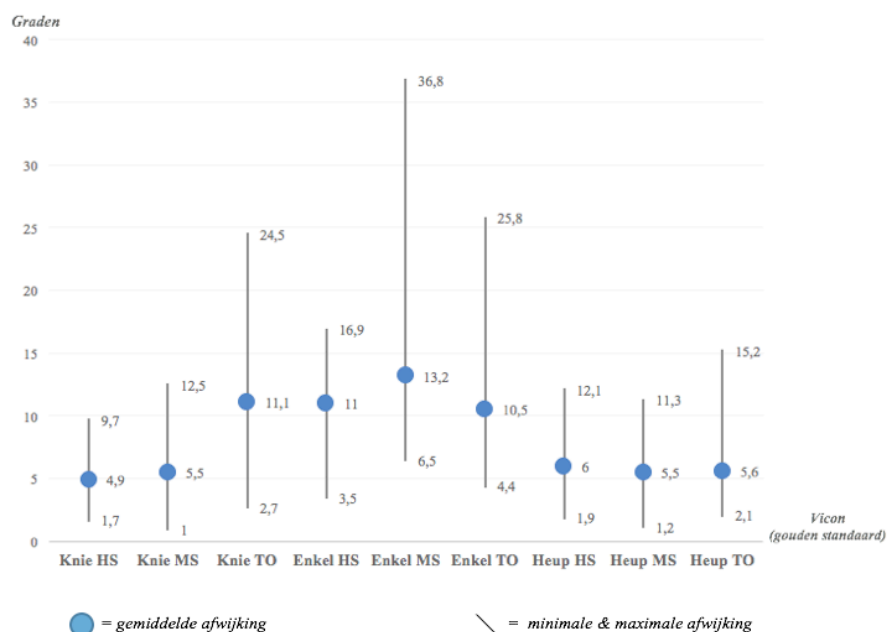
In dit hoofdstuk zullen de feitelijke resultaten worden weergegeven welke na het analyseren van de data verkregen zijn uit het onderzoek.

3.1 Onderzoekspopulatie

Voor dit onderzoek werden zestien respondenten geïnccludeerd. Wegens technische meetfouten (niet zichtbare markers) konden de resultaten van drie respondenten niet worden meegenomen. Waardoor na de data-analyse dertien respondenten overbleven. In totaal bestond de respondentengroep uit acht mannen en vijf vrouwen met een gemiddelde leeftijd van 23,5 jaar ($SD \pm 3,4$ jaar). De gemiddelde 'tijd na reconstructie in maanden' was 34 maanden met een minimum van 8 maanden en een maximum van 98 maanden.

3.2 Gemiddelde afwijking ten opzichte van de gouden standaard

De Simi Move app week in totaal (alle gewrichtshoeken) gemiddeld $8,1^\circ$ ($SD \pm 3,2^\circ$) af van de gouden standaard. Dit komt overeen met een gemiddeld percentiel verschil van 302 %. *Figuur 1* geeft de gemiddelde afwijking van Simi Move weer in graden van het knie-, heup- en enkelgewricht tijdens HS, MS en TO van de loopcyclus ten opzichte van de gouden standaard. Tevens wordt de minimale en maximale afwijking weergegeven ten opzichte van de gouden standaard. Deze afwijking werd per fase per gewricht weergegeven. De resultaten laten zien dat zeven van de negen fases zich binnen de afkapwaarde van 11° bevinden, wat overeenkomt met 77,8% (21).



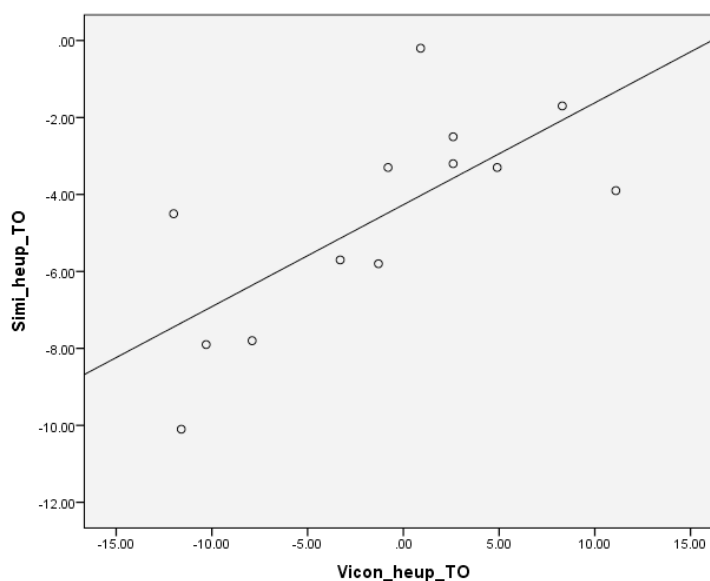
Figuur 1: Gemiddelde afwijking Simi Move ten opzichte van de gouden standaard

3.3 Correlatiecoëfficiënt

Alleen voor de heuphoek tijdens TO ($r_s = .713$; $p = .006$) was een statistisch significante correlatie waarneembaar. Deze resultaten laten zien dat één van de negen fases zich boven de 0,70 bevindt, wat overeenkomt met een percentage van 11,1%. Alle overige fases per gewricht lieten geen statistisch significante correlatie zien. Tabel 2 illustreert de correlatiecoëfficiënt tussen de Simi Move app en de gouden standaard (VICON®) van alle fases per gewricht. De scatterplots zijn weergegeven in bijlage 8. In figuur 2 is de TO van de heup weergegeven middels een scatterplot.

Fase per gewricht	Correlatiecoëfficiënt	P - waarde
Heel Strike knie	.006	.986
Midstance knie	.165	.590
Toe Off knie	.609	.027
Heel Strike enkel	-.052	.865
Midstance enkel	.246	.417
Toe Off enkel	.289	.338
Heel Strike heup	.033	.915
Midstance heup	-.025	.936
Toe Off heup	.713	.006

Tabel 2: Correlatiecoëfficiënt en P-waarde tussen Simi Move app en VICON®



Figuur 2: Scatterplot; TO heup

4 Discussie

Binnen dit slothoofdstuk wordt enerzijds antwoord gegeven op de centrale vraagstelling van het onderzoek. Anderzijds vindt een kritische reflectie ten aanzien van het onderzoek plaats.

4.1 Conclusie

De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat nog geen consensus bestaat met betrekking tot de criteriumvaliditeit van de Simi Move app. Volgens Giavarina zijn namelijk twee parameters nodig om de criteriumvaliditeit te kunnen bepalen, de gemiddelde afwijking en de correlatiecoëfficiënt (19). De resultaten uit het onderzoek tonen voor beide parameters tegenstrijdigheden. Enerzijds toonde de resultaten aan dat de gemiddelde afwijking van Simi Move tijdens zeven van de negen meetfases binnen de afkapwaarde van 11° viel, met een totaal gemiddelde afwijking van $8,1^\circ$. Hierdoor lijkt de Simi Move app op basis van de gemiddelde afwijking in eerste instantie bruikbaar als meetinstrument. Anderzijds werd nagenoeg geen correlatie gevonden tussen de Simi Move app en de gouden standaard. Er werd in dit onderzoek slechts tijdens één van de negen fases een sterke correlatie waargenomen. Om een indruk te krijgen van de Simi Move app ten opzichte van de normaalwaarden van de gangcyclus volgens Beckers & Deckers is er een gemiddelde afwijking van $7,9^\circ$ waargenomen (17). Hieruit kan geconcludeerd worden dat deze waarden binnen de afkapwaarden volgens Kolber et al. vallen (21). Wanneer gekeken wordt per fase per gewricht bevinden zeven van de negen fases zich binnen de afkapwaarden. Wellicht dat de Simi Move app een toegevoegde waarde kan hebben voor de fysiotherapeut om een indruk te krijgen van het looppatroon van een patiënt. Echter kan Simi Move vooralsnog niet worden ingezet als betrouwbaar meetinstrument omdat de verkregen waardes volgens dit onderzoek niet valide blijken.

4.2 Discussie

Nu de centrale vraagstelling van het onderzoek is beantwoord, is het tijd om een kritische reflectie te geven aangaande de toegepaste methodologie en de resultaten. Het is niet geheel duidelijk waarom de gemiddelde afwijking van Simi Move ten opzichte van de gouden standaard positieve uitkomstmaten weergeeft en de correlatie weinig tot geen samenhang tussen Simi Move en VICON® laat zien.

De correlatie is wellicht beïnvloed door de kleine omvang van de respondentengroep binnen dit onderzoek en het feit dat de data een niet normale verdeling vertoonde.

Daarnaast hadden de onderzoekers geen ervaring met het bedienen van VICON® en het plaatsen van de retroreflecterende lichaamsmarkers. Tijdens het afnemen van de metingen werd duidelijk dat het plaatsen van de kniemarker geen gemakkelijke opgave was. In de literatuur wordt beschreven dat de transversale as door het midden van beide femurcondylen loopt, waardoor flexie en extensie mogelijk is. De condylen zijn convex en verschillen in vorm en grootte. De laterale condyl is daarbij vlakker dan de mediale condyl (25). Er is geen eenduidigheid te vinden binnen de literatuur hoe deze sagittale as exact te lokaliseren is. De handleiding van VICON® beschrijft dat de kniemarker op de laterale epicondylus van de knie aangebracht dient te worden (15). Hierdoor bestaat onduidelijkheid over het correct plaatsen van de kniemarker (16). De uitkomsten van het kniegewricht gemeten middels de VICON® en Simi Move kan daardoor naar alle waarschijnlijkheid in twijfel worden getrokken.

Met betrekking tot het berekenen van de knie- en heuphoek middels de Simi Move app, werd door de onderzoekers een extra lichaamsmarker ter hoogte van de trochanter major aangebracht. VICON® berekend deze heuphoek via de aangebrachte markers op de SIAS en SIPS. Simi Move beschrijft in het protocol dat het aanbrengen van de heupmarker op de trochanter major dient te gebeuren. Het is echter niet zeker of VICON® de heuphoek ter hoogte van de trochanter major positioneert. Hierdoor kunnen de uitkomstmaten mogelijk beïnvloed worden. Als gekeken wordt naar het berekenen van het enkelgewricht heeft de onderzoeksgroep voor zowel VICON® als Simi Move de markerplaatsing middels het plug in gait model van VICON® gehanteerd. Echter geeft het meetprotocol van Simi Move aan dat de marker van de voorvoet ter hoogte van basis metatarsale vijf geplaatst dient te worden. Dit kan een mogelijke oorzaak zijn voor de relatief hoge gemiddelde afwijking in het enkelgewricht van Simi Move ten opzichte van de gouden standaard.

Tijdens het plaatsen van de landmarks binnen Simi Move bleek dat de camera specificaties van de Ipad niet toereikend waren. De onderzoeksgroep bevond de framerate (frames per seconde) tijdens TO-fase onvoldoende. Hierdoor werd de plaatsing van de landmarks op de referentiepunten bemoeilijkt (*zie afbeelding 2*).

De onderzoeksgroep neemt aan dat hierdoor de uitkomstmaten mogelijk beïnvloed zijn. Omwille van dit gegeven is ervoor gekozen om de loopsnelheid te standaardiseren (100 bpm). Deze keuze is tot stand gekomen zodat de landmarks zo duidelijk mogelijk zichtbaar bleven tijdens de analyse zonder dat dit ten koste ging van het looppatroon.



Afbeelding 2: Frame Simi Move tijdens TO fase

Met betrekking tot het standaardiseren van het meetmoment bestaat discussie over de plaatsing van het te meten been ten opzichte van de camera. Dit is van belang omdat de meting met Simi Move app vanuit sagittaal aanzicht werd uitgevoerd middels het sagittal ‘right’ of ‘left’ protocol (*bijlage 3*). Dit betekent dat het te meten been zich loodrecht ten opzichte van de camerapositie dient te bevinden. De afwijking in camerahoek kan mogelijk gevolgen hebben op de uitkomstmaten van de Simi Move app.

Tijdens de interpretatie van de data is ervoor gekozen om de gemiddelde afwijking in graden zowel absoluut als procentueel weer te geven. Door de grote verschillen in referentiewaardes (VICON®) bleken de procentuele waardes een vertekend beeld te geven ten opzichte van de absolute waarden. Getracht wordt dit middels een voorbeeld toe te lichten. Een absolute waarde tijdens de Heel Strike in het kniegewricht waarbij 1° gemeten wordt door VICON® en 5° door Simi Move, wat overeenkomt met een absoluut verschil van 4° en een procentueel verschil van 400%.

Op het moment dat dit vergeleken wordt met de Heel Strike in het heupgewricht waar de referentiewaarde groter is laat eenzelfde absolute afwijking van 4° (VICON® 25° – Simi 21°) zien dat een procentueel verschil van 16% aanzienlijk kleiner is.

4.3 *Aanbevelingen*

Aan de hand van de tekortkomingen welke geschetst zijn in voorgaande paragraaf kunnen een aantal aanbevelingen worden gedaan voor verder onderzoek en zodoende verder vervolg te geven aan deze pilotstudie naar de criteriumvaliditeit van de Simi Move app.

Bij een volgend onderzoek is het raadzaam een grotere opzet te kiezen. Er zou middels een poweranalyse het optimale aantal respondenten berekend kunnen worden waardoor de onderzoeksresultaten generaliseerbaar zijn. Bovenstaand gegeven kan een waardevolle toevoeging zijn voor het bepalen van de methodologische kwaliteit tijdens een vervolgstudie.

Tijdens dit onderzoek is veel tijd gestoken in het bedienen van VICON® en het plakken van de retroreflecterende markers bij de respondenten. Om het plakken van de markers beter te laten verlopen zou VICON® de handleiding kunnen specificeren met betrekking tot positionering van de markers. Verder wordt geadviseerd de metingen te standaardiseren via een samenwerking tussen verschillende disciplines. Hierbij kunnen bijvoorbeeld biometriestudenten, welke expertise hebben aangaande het gebruik van VICON®, een toegevoerde waarde hebben bij het bedienen van VICON® en het plakken van de retroreflecterende markers. Anderzijds is het een mogelijkheid om de studenten fysiotherapie een minor met betrekking tot het bedienen van VICON® aan te bieden. Dit zodat vooraf meer kennis en kunde aanwezig is voor het uitvoeren van de metingen en het positioneren van de retroreflecterende markers op het lichaam van de respondenten.

Daarnaast wordt aanbevolen om tijdens een vervolgonderzoek statische metingen mee te nemen aangaande de zichtbaarheid van de markers. Deze pilotstudie beperkte zich tot het beoordelen van het dynamische looppatroon.

Tot slot is het aan te bevelen om bij vervolgonderzoek een beter ontwikkeld bedieningssysteem met betere camera specificaties te gebruiken. Naast de razendsnelle ontwikkeling van applicaties vinden er namelijk ook ontwikkelingen op het gebied van bedieningssystemen en camera specificaties plaats. Een beter ontwikkeld bedieningssysteem kan gebruikt worden om de invloed van de beperkte camera capaciteit te minimaliseren. Hierdoor worden de referentiepunten op het lichaam beter zichtbaar en kunnen de landmarks nauwkeuriger geplaatst worden.

Literatuur

1. Engelen-van Melick N, Hullegie W, al. e. KNGF Evidence Statement. Revalidatie na voorste-kruisbandreconstructie. 2014(Amersfoort).
2. Medisch Dossier. Gezonde gewrichten n.d. [Available from: <http://www.medischdossier.org/>. [Geraadpleegd op: 2016 okt 5].
3. Lohmander S, Englund M, Dahl L, Roos E. The American Journal of Sports Medicine: The Long-term Consequence of Anterior Cruciate Ligament and Meniscus Injuries. 2007;35(Nr 10):1756-69.
4. Offringa M, Assendelft WJJ. Inleiding evidence-based medicine: Bohn Stafleu van Loghum; 2010.
5. Organisation W. ICF: International Classification of Functioning, Disability and Health: World Health Organization; 2001.
6. Brunnekeef JJ, van Uden CJ, van Moorsel S, Kooloos JG. Reliability of videotaped observational gait analysis in patients with orthopedic impairments: BMC Musculoskeletal Disorders; 2005 [6:17:[Available from: <https://bmcmusculoskeletdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2474-6-17>.
7. Garofalo P. Development of motion analysis protocols based on inertial sensors. Bologna, Italy: University of Bologna; 2010.
8. Moorhouse I, Potter D, Schneider S. Vicon Motion Systems Ltd. Oxford United Kingdom 2004 [Available from: <http://www.vicon.com/>. [Geraadpleegd op: 2016 dec 7].
9. Coutts F. Gait analysis in the therapeutic environment. Manual Therapy. 1999;4(1):2-10.
10. Simi Reality Motion Systems GmbH 2014 [Available from: <http://www.simi.com/en/about-us.html?type=rs>. [Geraadpleegd op: 2016 dec 9].
11. Verhagen A, Alessie J. Evidence based diagnostiek van het bewegingsapparaat: Bohn Stafleu van Loghum; 2014. 5-6 p.
12. Julious SA. Pharmaceutical Statistics. 2006(4):287–91.
13. ProCare. Vicon Polygon bewegingsregistratie software Groningen2016 [Available from: <https://www.procarebv.nl/product/vicon-polygon-bewegingsregistratie-software/>. [Geraadpleegd op: 2016 dec 15]

14. Moorhouse I, Potter D, Schneider S. Vicon: Plug-in Gait; Product Guide—Foundation Notes. 2010:76.
15. UK VMSL. Lower body modeling with Plug-in Gait 2016-2017 [Available from: [https://docs.vicon.com/display/Nexus25/Lower+body+modeling+with+Plug-in+Gait - LowerbodymodelingwithPlug-inGait-MarkerSetLowerMarkersetsforPlug-inGaitlowerbodymodel](https://docs.vicon.com/display/Nexus25/Lower+body+modeling+with+Plug-in+Gait+-+LowerbodymodelingwithPlug-inGait-MarkerSetLowerMarkersetsforPlug-inGaitlowerbodymodel)].
16. McGinley JL, Baker R, Wolfe R, Morris ME. The reliability of three-dimensional kinematic gait measurements: A systematic review. 2008:360-9.
17. Deckers J, Beckers D. Ganganalyse en looptraining voor de paramedicus: Bohn: Stafleu Van Loghum; 1996.
18. Imbos T, Janssen MPE, Berger MPF. Methodologie en Statistiek: Deel I: Datawyse Universitaire Pers Maastricht; 1996-2008. 71-6 p.
19. Giavarina D. Understanding Bland Altman analysis. 2015;25(2):141-51.
20. Kooiker R, Broekhoff M, Stumpel H. Marktonderzoek: Noordhoff Uitgevers; 2011. 326-7 p.
21. Kolber MJ, Fuller C, Marshall J, Wright A, Hanney WJ. The reliability and concurrent validity of scapular plane shoulder elevation measurements using a digital inclinometer and goniometer. 2011:361-8.
22. Pereira C. Interpret SPSS output for Spearman's rho correlation London: StatsTutor; 2015 [Available from: <http://www.statstutor.ac.uk/resources/uploaded/21-interpret-spearman's-rho-in-spss.mp4>]. [Geraadpleegd op: 2017 apr 3]
23. Bot S, Terwee CB, Windt DAWM, Bouter LM, Dekker J, Vet HCW. Clinimetric evaluation of shoulder disability questionnaires: a systematic review of the literature2004. 335-41 p.
24. Stratford PW. The Added Value of Confidence Intervals. 2010;90(3):333.
25. Kapandji IA. Bewegingsleer Deel 2: De onderste extremiteit: Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2009.

Bijlage 1 Wervingsbrief



VIDEO-analyse: Wat is de criteriumvaliditeit van de Sim Move app?

Heeft u in het verleden een voorste kruisband revalidatie ondergaan en bent u hiervan uit gerevalideerd? En bent u geïnteresseerd in technologische ontwikkelingen op het gebied van mobiele applicaties in de zorg?

Dan nodigen wij u uit om onderstaande brief in te lezen voor verdere informatie!

We stellen ons kort even voor; Roy Schoenmaekers, Stan Goossens en Bjorn Boumans, momenteel 4^e jaars studenten op de opleiding Fysiotherapie aan Zuyd Hogeschool te Heerlen. Wij verkeren momenteel in de laatste fase van ons afstuderen, en schrijven in deze fase de scriptie.

Doel van het onderzoek:

Het onderzoek gaat uit naar een mobiele applicatie die wellicht bruikbaar is voor de fysiotherapeutische praktijk om een meetbaar en visueel beeld te krijgen van het gangbeeld van een patiënt tijdens en na een voorste kruisbandrevalidatie.

In onze scriptie trachten wij dan ook onderzoek te doen naar de validiteit van de mobiele applicatie Simi Move ten opzichte van het VICON® camerasysteem.

Definitie validiteit: Meet ik wat ik wil meten?

De meting:

Tijdens de meting zult u over een afstand van 10 meter 12 keer op en neer lopen in ondergoed. Dit is in verband door het gebruik van markers tijdens de meting die op het lichaam geplaatst zullen worden. De meting zal +/- 1 uur in beslag nemen.

Afname onderzoek:

In de periode van februari 2017 tot en met april 2017 zal er éénmalig gemeten gaan worden op de locatie van Zuyd Hogeschool te Heerlen in het motion lab (lokaal A.1.106). De datum en tijd zal in overleg met u worden besproken.

Heeft u interesse in ons onderzoek en lijkt het u leuk de innovaties op technologisch gebied in de zorg te verbeteren?

Neem dan contact op met onderstaand e-mailadres:

0954624schoenmaekers@zuyd.nl

Bijlage 2 Wervingsmail voor medestudenten

Onderwerp: Respondenten voor gangbeeld analyse met VICON®

Beste medestudenten fysiotherapie,

Onze studie loopt bijna ten einde! Echter voor het zo ver is zijn we nog druk bezig met het schrijven van de afstudeeropdracht. Voor ons onderzoek zijn wij op zoek naar respondenten van 18 jaar en ouder welke in het verleden een voorste kruisband operatie hebben ondergaan en hiervan reeds uitgerevalideerd zijn.

Deelname geeft je de kans om ervaring op te doen met het VICON® 3D camerasysteem. In het onderzoek wordt er een loopanalyse gemaakt middels het systeem.

Wij hopen op jullie medewerking in ons onderzoek!

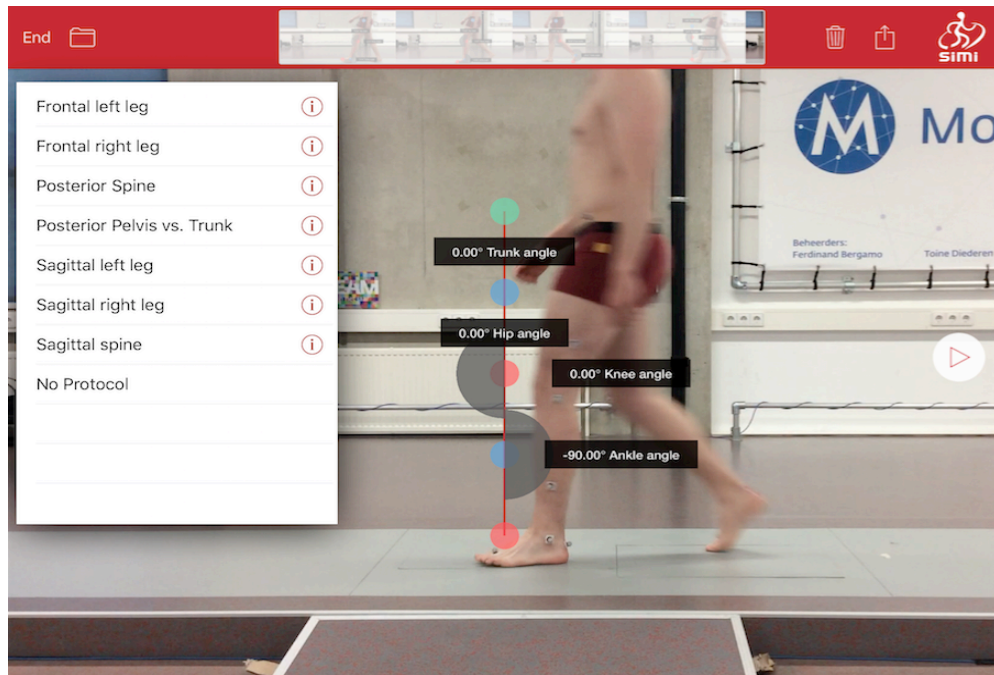
Wil je graag deelnemen aan het onderzoek?

Meld je aan via de mail met je naam en studentnummer!

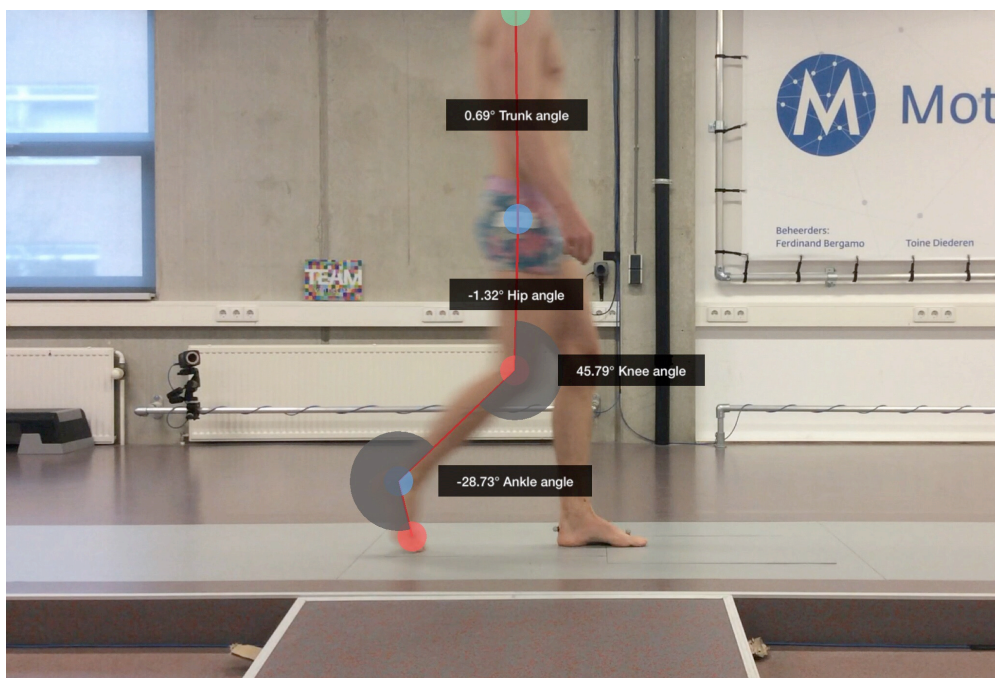
Roy Schoenmaekers 0954624schoenmaekers@zuyd.nl

Alvast bedankt!

Bijlage 3 Geïntegreerd meetprotocol Simi



“Geïntegreerd meetprotocol Simi”

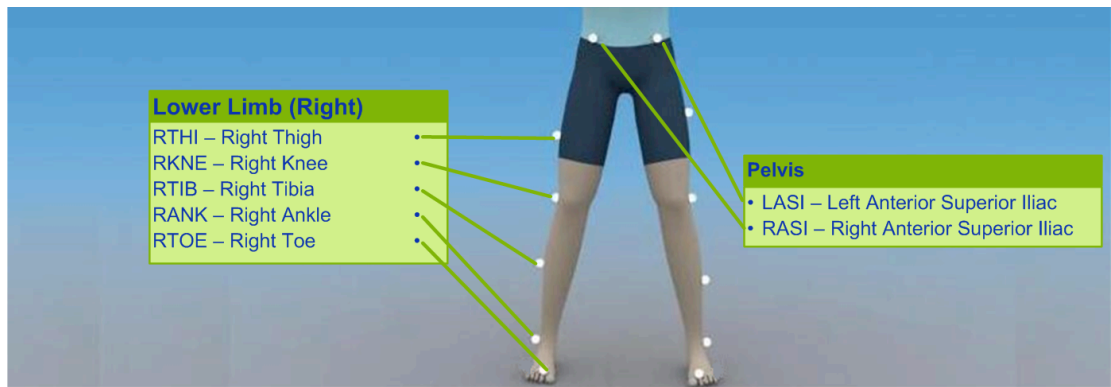


“Sagittal right leg protocol”

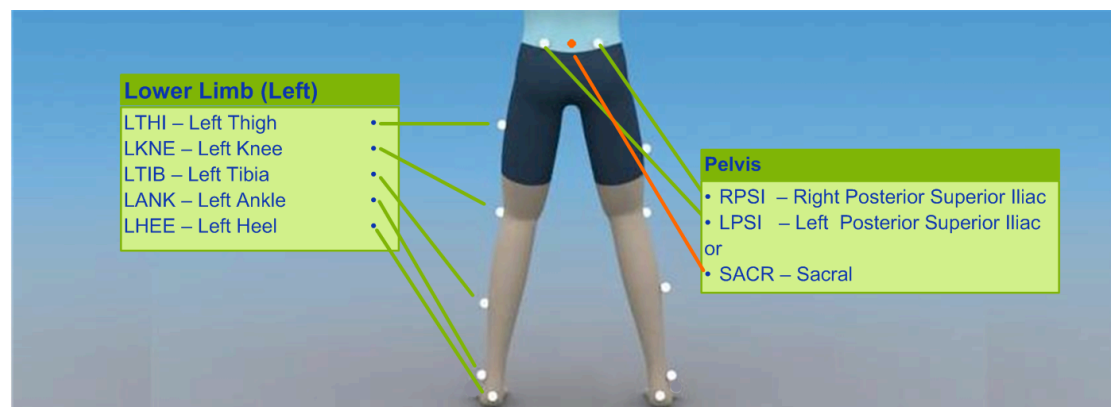
Bijlage 4 Tabel plug in gait model; Lower Extremities

Markernummer	Code	Anatomisch markerpunt	Markerplaatsing
1	LASI	SIAS ¹ links	Direct op SIAS links
2	RASI	SIAS rechts	Direct op SIAS rechts
3	LPSI	SIPS ² links	Direct op SIPS links
4	RPSI	SIPS rechts	Direct op SIPS rechts
5	LKNE	Knie links	Laterale epicondylus van de knie links
6	RKNE	Knie rechts	Laterale epicondylus van de knie rechts
7	LTHI	Femur links	Lateraal op het distale 1/3 van het femur in één lijn met LKNE en LASI
8	RTHI	Femur rechts	Lateraal op het distale 1/3 van het femur in één lijn met RKNE en RASI
9	LANK	Enkel links	Malleolus lateralis links
10	RANK	Enkel rechts	Malleolus lateralis rechts
11	LTIB	Tibia links	Distale 1/3 van de tibia in één lijn met LKNE en LANK
12	RTIB	Tibia rechts	Distale 1/3 van de tibia in één lijn met RKNE en RANK
13	LTOE	Metatarsi links	Kop van de tweede metatarsi links
14	RTOE	Metatarsi rechts	Kop van de tweede metatarsi rechts
15	LHEE	Hiel links	Calcaneus links in één lijn met LTOE
16	RHEE	Hiel rechts	Calcaneus recht in één lijn met RTOE
¹ Spina iliaca anterior superior / ² Spina iliaca posterior superior			

Bijlage 5 Afbeeldingen plug in gait model; Lower Extremities



Afbeelding plaatsbepaling plug in gait model; Lower Extremities (frontal) (15)



Afbeelding plaatsbepaling plug in gait model; Lower Extremities (dorsal) (15)

Bijlage 6 Informed consent formulier

Titel onderzoek: VIDEO-analyse; Wat is de criteriumvaliditeit van de Simi Move app?

Verantwoordelijke onderzoekers: Roy Schoenmaekers, Stan Goossens, Bjorn Boumans

In te vullen door de deelnemer

- Ik verklaar op een voor mij duidelijke wijze te zijn ingelicht over de aard, methode, doel en belasting van het onderzoek.
- Ik weet dat de gegevens en resultaten van het onderzoek alleen anoniem en vertrouwelijk aan derden bekend gemaakt zullen worden.
- Mijn vragen zijn naar tevredenheid beantwoord.
- Ik begrijp dat film-, foto, en videomateriaal of bewerking daarvan uitsluitend voor analyse en/of wetenschappelijke presentaties zal worden gebruikt.

Ik stem geheel vrijwillig in met deelname aan dit onderzoek. Ik behoud me daarbij het recht voor om op elk moment zonder opgave van redenen mijn deelname aan dit onderzoek te beëindigen.

Naam deelnemer:

.....
.

Datum:

Handtekening deelnemer:

In te vullen door de uitvoerende onderzoeker

Ik heb een mondelinge toelichting gegeven op het onderzoek. Ik zal resterende vragen over het onderzoek naar vermogen beantwoorden. De respondent zal van een eventuele voortijdige beëindiging van deelname aan dit onderzoek geen nadelige gevolgen ondervinden.

Naam onderzoeker:

.....
...

Datum:

Handtekening onderzoeker:

Bijlage 7 Demografische gegevens

Proefpersoon	Leeftijd	Geslacht	Tijd na VKB reconstructie	Aangedane knie
P01	23	Man	9 maanden	Links
P02	25	Man	19 maanden	Rechts
P03	29	Man	98 maanden	Links
P04	21	Man	39 maanden	Links
P05	24	Man	8 maanden	Rechts
P06	22	Man	59 maanden	Links
P07	19	Vrouw	26 maanden	Links
P08	20	Man	14 maanden	Rechts
P09	31	Vrouw	51 maanden	Links
P10	26	Man	15 maanden	Links
P11	22	Vrouw	48 maanden	Links
P12	24	Vrouw	24 maanden	Links
P13	21	Vrouw	32 maanden	Rechts

Bijlage 8 Scatterplots Simi Move versus VICON®

