



Fysiotherapie

**ZU
YD**

De smartbroek als nieuw sensorfeedback systeem

**Een kwantitatief onderzoek naar het gebruik van sEMG binnen de
voorstel kruisband-revalidatie**

S.P.M. Habets, 1517007

I.M.W. Rooijackers, 1505408

C.B.W.M. van der Waart, 1504215

Dr. Iris Kanera

Dennis Odekerken MSc

22 mei 2019

©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	1
Samenvatting.....	1
1 Inleiding.....	1
2 Methode	6
2.1 Design.....	6
2.2 Onderzoekspopulatie.....	6
2.2.1 Inclusiecriteria.....	7
2.2.2 Exclusiecriteria	7
2.3 Metingen.....	7
2.3.1 Smartbroek met Mbody Live 3 App	7
2.3.2 Single leg hop test.....	8
2.3.3 Side hop test	9
2.3.4 Vragenlijst	9
2.4 Procedure.....	9
2.4.1 Wervingsprocedure.....	10
2.4.2 Data-verzameling	11
2.5 Data-analyse	12
3 Resultaten.....	14
3.1 Onderzoekspopulatie.....	14
3.2 Verkregen data.....	16
4 Discussie	20
Literatuurlijst	28
Bijlage 1 – Vragenlijst persoonsgegevens.....	31
Bijlage 2 – Therapeuten informatiebrief.....	33
Bijlage 3 – Proefpersonen informatiebrief	36
Bijlage 4 – Informed consent formulier	44
Bijlage 5 – Audiovisuele verklaring	45
Bijlage 6 – Volledige onderzoeksdata	46
Bijlage 7 – Beschrijvende gegevens per proefpersoon.....	48
Bijlage 8 – Uitleg aflezen tabel 3 van de resultaten.....	50
Bijlage 9 – Berekening van verschilcores van de resultaten	51

Voorwoord

Deze scriptie is het afstudeeronderzoek van onze vierjarige bacheloropleiding fysiotherapie aan Zuyd Hogeschool te Heerlen. Afgelopen jaar hebben wij, Sanne Habets, Inge Rooijackers en Charlie van der Waart, onderzoek gedaan naar het gebruik van de smartbroek binnen de revalidatie van patiënten na een voorste kruisband letsel.

De reden dat wij voor dit onderzoek gekozen hebben, is omdat we graag een kwantitatief onderzoek wilden uitvoeren, het liefst in de richting van sport gerelateerde klachten. We hebben voor dit onderwerp gekozen omdat wij alle drie op het gebied van sport actief zijn en vaker blessures hebben gehad aan de knie. Daarnaast vinden we de knie een complex maar zeer interessant gewricht. Tijdens onze eerste stageperiode zijn we in contact gekomen met meerdere VKB-patiënten, waardoor onze interesse voor dit onderwerp verder is gegroeid. Technologie in de zorg wordt tegenwoordig steeds meer ingezet in de revalidatie en dus ook binnen de fysiotherapie. In de toekomst zal dat alleen maar verder toenemen. Wij als studenten vinden het belangrijk om hier onze bijdrage aan te leveren.

Na een jaar hard werken, tonen we u hierbij onze scriptie. Via deze weg willen wij een aantal mensen bedanken die ons hebben ondersteund tijdens de afgelopen periode. Als eerste bedanken we graag dr. Iris Kanera voor haar goede begeleiding en kritische feedback gedurende het gehele proces. Ten tweede bedanken wij Dennis Odekerken MSc en prof. dr. Ton Lenssen voor hun aanvullende feedback. Tot slot gaat onze dank uit naar de deelnemende fysiotherapeuten van het VKB-monitor project en hun patiënten voor deelname aan ons onderzoek.

Heerlen, mei 2019

Sanne Habets, Inge Rooijackers en Charlie van der Waart

Samenvatting

Inleiding. Uit de praktijk blijkt dat patiënten na een VKB-reconstructie vaak niet terugkeren op hun oude (sport)niveau. Na het doorlopen van een langdurig revalidatietraject lijken toch verschillen te bestaan in spieractiviteit tussen het aangedane en niet-aangedane been en is de kans op een re-ruptuur aanzienlijk. Om rechts-links verschillen in kaart te brengen, wordt in de fysiotherapiepraktijk vooralsnog alleen de LSI-score gebruikt, gebaseerd op resultaten van hoptesten. Het doel van dit onderzoek is om eventuele rechts-links verschillen in spieractiviteit van de bovenbeen- en gluteaalmusculatuur meer gedetailleerd inzichtelijk te maken door sEMG-sensorfeedback te gebruiken die geïntegreerd is in een sportbroek en deze gegevens te vergelijken met de LSI-score.

Methode. In deze cross-sectionele studie werd de spieractiviteit van VKB-patiënten, die in de laatste fase van hun revalidatie zitten, tijdens twee hoptesten gemeten. Als meetinstrument werd gebruik gemaakt van de Myontec smartbroek in combinatie met de Mbody Live 3 App. De LSI-score gebaseerd op de hoptesten werd vergeleken met de gegevens uit de app.

Resultaten. Alle patiënten (N=6; één vrouw; leeftijd tussen 18 en 25 jaar) scoorden op de single leg hop test >90% en op de side hop test scoorden twee proefpersonen <90%. Bij de verschillen tussen het aangedane en niet-aangedane been valt op dat bij elke spier steeds één uitschieter aanwezig is. De grootste diversiteit aan verschillen is te zien bij de m. quadriceps.

Conclusie. De smartbroek blijkt rechts-links verschillen in spieractiviteit te kunnen meten bij VKB-patiënten. Middels de single leg hop test zijn verschillen in verhoudingen van spieractiviteit waarneembaar bij proefpersonen met éénzelfde goede LSI-score. Bij de side hop test zijn ook verschillen in deze verhoudingen waarneembaar, maar dan bij proefpersonen met een goede en een slechte LSI-score. De smartbroek kan gegevens omtrent spieractiviteit inzichtelijk maken die op het blote oog of middels een LSI-score niet zijn aan te tonen.

1 Inleiding

Uit onderzoek blijkt dat 50% van de sporters na een voorste kruisband (VKB) reconstructie op de lange termijn niet terugkeert op het oude sportniveau (Kvist, Ek, Sporrstedt, & Good, 2005; Van Melick et al., 2014). Wanneer bij een knieblessure sprake is van bandletsel, is de voorste kruisband het vaakst aangedaan (van Grinsven, Holla, van Cingel, & van Loon, 2008). Opvallend hierbij is dat de incidentie van VKB-rupturen het hoogst is bij jongere mensen tussen de 15 en 40 jaar (Prodromos, Han, Rogowski, Joyce, & Shi, 2007; Van Melick et al., 2014). Jaarlijks krijgt 3% van de amateursporters te maken met een VKB-ruptuur. Dit kan bij prestatiesporters zelfs oplopen tot meer dan 15% (Moses, Orchard, & Orchard, 2012; Van Melick et al., 2014). Sporten waarbij deze rupturen het vaakst voorkomen zijn pivoterende sporten, zoals basketbal, voetbal, handbal en skiën (Belo JN et al., 2010; Moses et al., 2012). Een ruptuur ontstaat in 70% van de gevallen tijdens een “non-contact” moment (Saris et al., 2011; Van Melick et al., 2014). De bewegingen die dit traumamoment met name veroorzaken zijn valgus angulatie van de knie met exorotatie van het bovenbeen (Belo JN et al., 2010; Saris et al., 2011; van Grinsven et al., 2008). Door dit trauma ontstaan verschillende problemen in en rondom het kniegebied (Kapreli et al., 2009).

Door een VKB-ruptuur verandert de informatiestroom tussen knie en hersenen. Dit kan zich uiten in een veranderde proprioceptie, posturale controle, verminderde spierkracht en een verandering van bewegings- en spieractivatiepatronen (Van Melick et al., 2014). Vanwege deze veranderingen, gepaard gaande met inactiviteit, ontstaat atrofie van de bovenbeenmusculatuur. Literatuur toont aan dat er in het algemeen na een periode van vijf dagen minimale inspanning circa 10% spierkracht en 150 gram spiermassa per been verloren gaat (Dirks et al., 2014). Uit onderzoek van Williams et al. (2003) komt naar voren dat de m. quadriceps meer achteruitgaat dan de mm. hamstrings bij mensen na een VKB-ruptuur. Dit kan resulteren in een dysbalans tussen deze spiergroepen (Thomas, Villwock, Wojtys, & Palmieri-Smith, 2013; Williams, Barrance, Snyder-Mackler, Axe, & Buchanan, 2003). In acht moet worden genomen dat de dysbalans tussen eerder genoemde spieren, ontstaan ten gevolge van een veranderde informatiestroom, de kans op blessures of re-rupturen vergroot (LTD, 2018; Thomas et al., 2013).

Uit meerdere onderzoeken blijkt dat veranderingen in de proprioceptie, spieromvang en -kracht na een VKB-ruptuur gepaard gaan met verschuivingen binnen het normale activatiepatroon van bovenbeen- en gluteaalmusculatuur tijdens (sport)activiteiten (Ageberg, 2002; Gokeler et al., 2016; Gokeler et al., 2010; Trigsted et al., 2018). Bij het onderzoek van Gokler et al. uit 2010 is bij negen VKB-patiënten, zes maanden postoperatief, het aanspanningspatroon van de volgende spieren middels een surface electromyography (sEMG) meting onderzocht: de mm. hamstrings, m. quadriceps, gluteaal- en kuitmusculatuur. Als resultaat is uit dit onderzoek naar voren gekomen dat alle spieren, met uitzondering van de m. vastus medialis, significant eerder contraheerden ten opzichte van de spieren in het niet-aangedane been vlak voor de landing van een single leg hop test (Gokeler et al., 2010). Volgens de auteurs betekent dit dat deze patiënten, bewust of onbewust, als beschermingsmechanisme de spierspanning eerder verhogen vlak voor de landing van een single leg hop test. Beweerd wordt dat dit kan komen doordat patiënten zich onbewust of automatisch hebben aangepast vanwege mogelijke angst en het gevoel van instabiliteit in de periode voor de reconstructie. De aanname is dus dat ondanks de reconstructie enkele veranderde spieractivatiepatronen alsnog blijven bestaan. De reden waarom de m. vastus medialis niet vervroegd contraheert, is nog niet bekend. Verder veronderstellen Gokler et al. (2010) dat de spieren in het niet-aangedane been zelfs later contraheerden in vergelijking met de spieren van de gezonde controlegroep. Hieruit volgt de suggestie dat de kans op contralaterale rupturen bij VKB-patiënten zodoende wordt vergroot (Gokeler et al., 2010). In een systematic review van Wright et al. (2011) wordt deze suggestie bevestigd. Uit het eerdergenoemde onderzoek blijkt dat de kans op een contralateraal ruptuur twee keer zo groot is als een ipsilateraal ruptuur indien de spieren van het niet-aangedane been later contraheren. (11,8% versus 5,8%) (Wright, Magnussen, Dunn, & Spindler, 2011). De kans dat zo een contralateraal ruptuur optreedt binnen een tijdsbestek van twee jaar blijkt 3-24% te zijn (Van Melick et al., 2014). Het risico op contralaterale rupturen lijkt dus extra groot wanneer tijdens de behandelingen geen aandacht wordt besteed aan de door het VKB-trauma veranderde spieractivatiepatronen (Trigsted et al., 2018). Deze patronen zijn zichtbaar te maken middels sEMG.

sEMG-onderzoek is een manier om de elektrische activiteit van spieren te meten. Deze sensorfeedback kan worden ingezet om de functies en prestaties van het neuromusculaire systeem te analyseren. Het niveau van deze activiteit wordt bepaald door de hoeveelheid geactiveerde motor units in een spier: hoe hoger de belasting, hoe meer motor units aangestuurd worden om meer kracht te creëren. Vereenvoudigd betekent dit: hoe sterker

de spiercontractie, hoe groter de elektrische activiteit (Mills, 2005). De toepasbaarheid van sEMG blijft in ontwikkeling. Tegenwoordig bestaat de mogelijkheid om sEMG-elektroden te integreren in compressiekleding (LTD, 2015). Met deze nieuwe techniek is het mogelijk om zonder kabels en faciliteiten van een MotionLab op een makkelijke en functionele manier de elektrische activiteit van spieren te meten (Bengs et al., 2017; Colyer & McGuigan, 2018). Op deze manier kunnen fysiotherapeut en patiënt meer inzicht krijgen in het revalidatietraject (Bengs et al., 2017; Finni, Hu, Kettunen, Vilavuo, & Cheng, 2007).

Een voorbeeld van een sEMG geïntegreerd kledingstuk is de smartbroek van Myontec Mbody die de spieractiviteit van de m. quadriceps, mm. hamstring en mm. gluteii in kaart kan brengen. Met behulp van de smartbroek kunnen sportactiviteiten bij gezonde personen nauwkeurig en objectief worden weergegeven (Cardinale & Varley, 2017; Colyer & McGuigan, 2018). De broek wordt gebruikt in combinatie met de Mbody Live 3 App (LTD, 2018). Uit onderzoek van Colyer et al. (2018) blijkt dat de smartbroek vergelijkbare gegevens produceert als de klassieke sEMG-metingen tijdens rennen, fietsen en squatten, gemeten bij gezonde mannen. Echter is de veronderstelling dat de hanteerbaarheid van de smartbroek tijdens functionele activiteiten beter is vanwege het draadloze concept (Colyer & McGuigan, 2018). Het blijkt een valide en betrouwbare methode te zijn om spieractiviteit te meten bij een gezonde populatie (Bengs et al., 2017; Colyer & McGuigan, 2018; Finni et al., 2007). De smartbroek lijkt de potentie te hebben om ook tijdens VKB-revalidatie waardevolle informatie te leveren over de verandering in spieractiviteit (Colyer & McGuigan, 2018). Om deze redenen wordt dit sensorfeedback systeem in deze studie ingezet.

Binnen de verschillende fases van de VKB-revalidatie is reeds onderzoek gedaan met de klassieke sEMG-sensorfeedback methode. Het gebruik van sEMG-feedback, voor het meten van het activatiepatroon van de m. vastus medialis tijdens de vroege postoperatieve fase, blijkt een positief effect te hebben bij het oefenen van de actieve knie-extensie. Er ontstaat hierdoor een verbetering van de coördinatie, de Range Of Motion (ROM) en de spierkracht rondom de knie (Christanell, Hoser, Huber, Fink, & Luomajoki, 2012). De VKB-revalidatie kan op verschillende manieren in fases worden ingedeeld. Volgens een recent systematic review van Thrush et al. (2018) blijkt echter dat er nog altijd niet voldoende evidence is om één specifiek protocol aan te kunnen bevelen (Thrush, Porter, & Devitt, 2018). De auteurs van dit afstudeeronderzoek kiezen daarom voor het protocol van het Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie (KNGF), omdat deze het meest bekend is binnen de

fysiotherapie (Van Melick et al., 2014). In fase 1 van de VKB-revalidatie liggen de doelen vooral op functieniveau. Er zijn verschillende criteria waaraan voldaan moet worden om door te mogen naar de volgende fase. Tijdens fase 2 wordt de belastbaarheid van de revalidant verder opgebouwd met als doel klachtenvrij sportactiviteiten en zwaar fysiek werk uit te kunnen voeren. In fase 3 is het doel volledige terugkeer naar sportactiviteiten. Eén van de criteria voor het beëindigen van de revalidatie en terugkeer naar sport is dat de 'limb symmetry index' (LSI) minimaal 90% moet zijn. Hierna kan fase 3 worden afgerond (Van Melick et al., 2014). De inzet van sensorfeedback in de VKB-revalidatie is een nieuwe ontwikkeling. Over een eventuele meerwaarde hiervan is nog weinig bekend. Aangezien de smartbroek in staat is om tijdens de uitvoering van de hoptesten sEMG-metingen uit te voeren, lijkt dit meetinstrument veelbelovend te zijn om de hoptesten gedetailleerder te kunnen beoordelen. Middels dit afstudeerproject hopen de onderzoekers meer duidelijkheid te krijgen over de bruikbaarheid van de smartbroek in fase 3 van de VKB-revalidatie.

Hoptesten (Gustavsson et al., 2006) worden volgens actuele behandelrichtlijnen gebruikt als evaluatiemiddel tijdens de revalidatie van een VKB-patiënt om verschillen tussen het aangedane en niet-aangedane been inzichtelijk te maken. Dit wordt gedaan aan de hand van de LSI-score (Van Melick et al., 2014). Uit meerdere artikelen blijkt dat de single leg hop test een valide en betrouwbare meting is bij VKB-patiënten om de LSI-score te berekenen (Reid, Birmingham, Stratford, Alcock, & Griffin, 2007; Welling, Benjaminse, Seil, Lemmink, & Gokeler, 2018). Daarnaast raden verschillende onderzoekers aan om ook een hop test voor het spierkrachtuithoudingsvermogen, zoals de side hop test, te gebruiken (Gokeler et al., 2017; Thomeé et al., 2011). Verder wordt het gebruik van de side hop test en de single leg hop test in het artikel van Schelin et al. (2017) aangeraden vanwege de lage kans op bias (Schelin, Tengman, Ryden, & Häger, 2017). Gekoppeld aan deze hoptesten wordt de LSI-score berekend, gebaseerd op gemeten afstanden of aantal goed sprongen. Ondanks de hoge validiteit en betrouwbaarheid van de hoptesten vraagt de interpretatie van en de omgang met de LSI-score voorzichtigheid (Gustavsson et al., 2006). Uit onderzoek van Welling et al. (2018) blijkt namelijk dat ondanks een LSI-score van >90% op het moment van 'return to sport' toch verschil te meten was in de activatiepatronen tussen het aangedane en niet-aangedane been bij VKB-patiënten (Welling et al., 2018). Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat bij afronding van de revalidatie van VKB-patiënten, ondanks een hoge LSI-score, toch een verhoogde kans op re-rupturen of contralaterale rupturen aanwezig blijft (Fältström, Hägglund, & Kvist, 2016; Gokeler et al., 2017). De LSI-score is op dit

moment de enige objectieve meting die wordt gebruikt tijdens het revalidatietraject om verschillen tussen het aangedane en niet-aangedane been te meten. Fysiotherapeuten geven aan behoefte te hebben aan inzicht in de spieractiviteit van hun patiënten waardoor zij nauwkeuriger kunnen behandelen en adviseren. Daar kan een nieuw sensorfeedback systeem zoals de smartbroek mogelijk kansen bieden (Barber-Westin & Noyes, 2011).

Naast de behoefte aan nieuwe en makkelijk hanteerbare sensorfeedback systemen in de VKB-revalidatie, blijkt uit de literatuur dat meer onderzoek gedaan moet worden naar de veranderde spieractivatiepatronen bij VKB-patiënten om her-blessures zo veel mogelijk te voorkomen (Gokeler et al., 2010). Het doel van dit afstudeerproject is om te inventariseren of het met de smartbroek van Myontec Mbody mogelijk is de spieractiviteit bij VKB-patiënten te meten en op een bruikbare en begrijpelijke wijze weer te geven. Verder wordt getracht te achterhalen of er verschillen zichtbaar zijn in spieractiviteit bij patiënten met een goede en een slechte LSI-score. Mogelijk is de smartbroek van meerwaarde bij het doorlopen van de laatste fase van VKB-revalidatie. Hierdoor krijgt de fysiotherapeut, en daarbij ook de patiënt, meer inzicht in het verloop van het revalidatietraject en het moment van 'return to sport'.

Alomvattend zijn de onderzoekers tot de volgende vraagstelling gekomen: *“Welke verschillen zijn te meten in spieractiviteit van de m. quadriceps, mm. hamstrings en de mm. gluteii tussen het aangedane en het niet-aangedane been tijdens de single leg hop test en de side hop test, bij patiënten na een VKB-reconstructie in de leeftijdscategorie van 18-40 jaar, in fase 3 van de revalidatie, gemeten met de smartbroek?”*

Subvraag: *“Welke verschillen zijn te meten in spieractiviteit van bovengenoemde spieren met de smartbroek bij VKB-patiënten die een goede (>90%) en die een slechte (<90%) LSI-score hebben bij de single leg hop test en de side hop test?”*

2 Methode

In dit hoofdstuk staat beschreven hoe te werk is gegaan tijdens het onderzoek om antwoord te kunnen geven op de vraagstelling. Zo wordt beschreven welke proefpersonen hebben deelgenomen aan het onderzoek, welke procedure is gehanteerd en hoe de data zijn verzameld en geanalyseerd.

2.1 Design

Het onderzoeksteam bestond uit drie studenten fysiotherapie van Zuyd Hogeschool. Om rechts-links verschillen in spieractiviteit van de bovenbeen- en gluteaalmusculatuur te meten, hebben de onderzoekers gekozen voor een kwantitatief, cross-sectioneel onderzoek. Hierbij worden éénmalig observaties verricht (Bouter, van Dongen, & Zielhuis, 2005). Middels dit design proberen de onderzoekers antwoord te geven op de vraagstelling. Hierbij is maar één meetmoment noodzakelijk, aangezien de vraagstelling van het onderzoek alleen fase 3 betreft en niet het gehele verloop van het revalidatietraject. Deze observaties omvatten klinische testen en een vragenlijstonderzoek. De numerieke data worden vervolgens verwerkt in tabellen en grafieken. Huidig afstudeeronderzoek is goedgekeurd door de Medisch Ethische ToetsingsCommissie Zuyderland (METC Z), met nummer 17N108 (Zuyderland, 2018).

2.2 Onderzoekspopulatie

De onderzoekspopulatie in deze studie bestond uit patiënten die een VKB-reconstructie hebben ondergaan en zich in de laatste fase van hun revalidatietraject bevonden. Zij moesten voldoen aan de opgestelde inclusiecriteria om de populatie af te bakenen, passend bij de vraagstelling. Beoogd werd dat er +/- 10 proefpersonen zouden deelnemen aan dit afstudeeronderzoek. Voor dit aantal is gekozen vanuit praktisch oogpunt. De onderzoekers wilden graag zo veel mogelijk proefpersonen testen om de betrouwbaarheid van dit afstudeeronderzoek zo hoog mogelijk te houden. Echter moest er rekening gehouden worden met de beperkte tijd en het aantal deelnemende praktijken. Door de samenwerking van dit afstudeeronderzoek met het VKB-monitor project zijn de onderzoekers afhankelijk van de daarin deelnemende praktijken (Braun & Tuijthof, 2016). Wat dit VKB-monitor project inhoudt wordt in de sub-paragraaf wervingsprocedure toegelicht. Daarnaast was de doelgroep van dit onderzoek dermate specifiek, dat deelname van een veel groter aantal proefpersonen niet realistisch zou zijn.

2.2.1 Inclusiecriteria

- Leeftijd 18 jaar en ouder;
- De proefpersoon bevindt zich in fase 3 van de VKB-revalidatie;
- Er mag naast de VKB-ruptuur sprake zijn van bijkomend ligamenteair letsel, meniscectomie of meniscus hechting en/of kraakbeen pathologie aan de aangedane knie (ontstaan tijdens hetzelfde traumamoment);
- De proefpersoon heeft broekmaat M/L;
- De proefpersoon beheerst de Nederlandse taal voldoende.

2.2.2 Exclusiecriteria

- De proefpersoon heeft op het moment van de meting overige blessure(s) aan de onderste extremiteit;
- De proefpersoon heeft een re-ruptuur/revisieoperatie gehad;
- De proefpersoon heeft een contralaterale ruptuur (gehad);
- De proefpersoon is op het moment van de meting niet in staat om de single leg hop test en/of de side hop test te kunnen uitvoeren.

2.3 Metingen

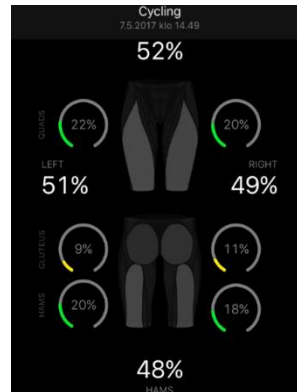
Deze alinea licht de smartbroek in combinatie met de Mbody Live 3 App toe. Daarnaast worden het testprotocol inclusief beide hoptesten en vragenlijst beschreven.

2.3.1 Smartbroek met Mbody Live 3 App

Om de gegevens van de smartbroek te kunnen aflezen, is gebruik gemaakt van de bijbehorende Mbody Live 3 App. Om de app te kunnen gebruiken is deze via bluetooth gekoppeld aan de MCell Smart. Dit is een kastje dat op de broek wordt bevestigd (zie figuur 1). Deze neemt gegevens op en stuurt ze door naar de app. Om een opname te kunnen maken is de MCell Smart geactiveerd via het knopje aan de voorkant waarna een blauw lampje zichtbaar werd. Vervolgens kon via de telefoon een opname worden gestart en gestopt. Tijdens een opname gaat het lampje sneller knipperen waardoor te controleren is of de opname bezig is. Nadat de opname is beëindigd wordt in de app direct zichtbaar in welke mate de m. quadriceps, mm. hamstrings en mm. gluteii aanspannen tijdens de sprong, uitgedrukt in gemiddelden (%). Figuur 2 toont de gegevens die zichtbaar zijn in de app.



Figuur 1: Smartbroek met MCell Smart (Runnersweb, 2014)



Figuur 2: weergave van de meetgegevens in de Mbody Live 3 App (LTD, 2018)

2.3.2 Single leg hop test

In huidige studie is gekozen voor de single leg hop test vanwege zijn hoge betrouwbaarheid en validiteit. Gebruikt in een cluster samen met de side hop test levert dit een sensitiviteit op tussen de 60-85% (Thomeé et al., 2012). In huidig onderzoek wordt gebruik gemaakt van twee hoptesten aangezien het artikel van Shaw et al (2004) beschrijft dat de sensitiviteit van functionele hoptesten toeneemt bij het uitvoeren van twee of meer testen samen (Shaw, Chipchase, & Williams, 2004). De procedure van de single leg hop test was als volgt: de proefpersoon staat op één been, met de tenen achter een lijn. De handen worden op de rug gehouden. De proefpersoon wordt gevraagd middels één sprong een zo groot mogelijke afstand af te leggen en te landen op hetzelfde been, waarbij de handen op de rug moeten blijven. De proefpersoon moet in één keer stilstaan zonder verschuiving van de voet en kan deze positie minimaal twee seconden handhaven. Tijdens de sprong was het toegestaan om het geheven been mee te laten zwaaien. De afstand van de sprong werd vervolgens in centimeters gemeten vanaf de startlijn tot aan de hiel van het landingsbeen van de proefpersoon (Gustavsson et al., 2006; van Grinsven et al., 2008). Iedere proefpersoon kreeg drie oefensprongen per been alvorens de test begon (Gustavsson et al., 2006). Voor de test zelf kregen ze eveneens drie kansen om een zo groot mogelijke afstand te springen (Myer, Ford, & Hewett, 2004). Tussen iedere poging moest de proefpersoon 30 seconden rust nemen om herstel te kunnen laten plaatsvinden (Gustavsson et al., 2006; Reid et al., 2007; van Grinsven et al., 2008).

2.3.3 Side hop test

Naast de single leg hop test is tijdens dit onderzoek ook de side hop test uitgevoerd. Zodoende is er ook een test voor het spierkrachtuithoudingsvermogen meegenomen in het onderzoeksprotocol. Deze test is relevant aangezien een patiënt tijdens dagelijkse (sport)activiteiten de stabiliteit van de onderste extremiteit gedurende een langere periode moet kunnen handhaven. De procedure van de side hop test was als volgt: de proefpersoon staat op het te testen been met de handen op de rug. Op de vloer zijn twee stroken tape aangelegd met een afstand van 40 cm van elkaar vandaan. De proefpersoon wordt gevraagd gedurende 30 seconden zo vaak mogelijk van links naar rechts over deze markering heen te springen met hetzelfde been, waarbij de handen op de rug blijven. Het aantal sprongen wordt door de onderzoekers genoteerd, waarbij foutsprongen worden afgetrokken van het totaal. Foutsprongen worden gedefinieerd als het aanraken van de tape tijdens de landing of een sprong binnen de twee stroken tape. Wanneer meer dan 25% van de sprongen als fout wordt beoordeeld, moet de test na drie minuten opnieuw worden uitgevoerd (Ageberg & Roos, 2016; Gokeler et al., 2017; Gustavsson et al., 2006; Kockum & Heijne, 2015). Vanwege het feit dat tijdens deze test vermoeidheid van de spieren optreedt, is in samenspraak met fysiotherapeutisch expert Prof. Dr. A.F. Lenssen en vanuit literaire achtergrond ervoor gekozen om de test maar éénmalig uit te voeren per been, exclusief de éénmalige oefenronde (Thomeé et al., 2012). Van tevoren kreeg iedere proefpersoon kort de tijd om de test een keer te oefenen. Tussen de oefenronde en de daadwerkelijke test zat drie minuten rustpauze.

2.3.4 Vragenlijst

In een korte vragenlijst met 17 items die de proefpersonen vooraf aan het onderzoek schriftelijk thuis ontvingen, is gevraagd naar patiënt specifieke gegevens. De vragen met betrekking tot deze gegevens gingen over: geslacht, leeftijd, gewicht, lengte, sport, blessuregeschiedenis en het VKB-revalidatietraject. De volledige vragenlijst is terug te vinden in bijlage 1. Deze gegevens zijn gebruikt om de onderzoekspopulatie te beschrijven en mogelijke relaties en opvallende zaken te observeren.

2.4 Procedure

In deze paragraaf staat beschreven hoe de fysiotherapeuten en de VKB-patiënten, onderdeel van het VKB-monitor project, zijn geworven. Tevens wordt benoemd hoe de onderzoekers te werk zijn gegaan vooraf en tijdens het uitvoeren van het onderzoek.

2.4.1 Wervingsprocedure

Door de samenwerking met het VKB-monitor project zijn de onderzoekers tijdens een bijeenkomst in september 2018 in contact gekomen met deelnemende fysiotherapeuten in dat onderzoeksproject. Bovengenoemd project is een onderzoek dat zich richt op het ontwikkelen en testen van een prototype van een zelf-monitoringssysteem bij VKB-patiënten. De fysiotherapeuten zijn mondeling en schriftelijk ingelicht over huidig onderzoek. De mondelinge toelichting heeft plaatsgevonden tijdens een bijeenkomst van de deelnemende fysiotherapeuten binnen het VKB-monitor project op 20 februari 2019. Tijdens de bijeenkomst zijn contactgegevens uitgewisseld tussen de fysiotherapeuten en onderzoekers om verdere afspraken omtrent de metingen bij de VKB-patiënten in de toekomst te kunnen maken. Daarnaast kon zo via de mail een therapeuten informatiebrief gestuurd worden. De gedetailleerde therapeuten informatiebrief is te vinden in bijlage 2. Via de geïnteresseerde fysiotherapeuten zijn vervolgens geschikte proefpersonen met een VKB-reconstructie, die voldeden aan de inclusiecriteria, door hen mondeling benaderd. De inclusiecriteria stonden vermeld in de therapeuten informatiebrief. De onderzoekers hebben binnen enkele dagen na de bijeenkomst contact opgenomen met de fysiotherapeuten over het beschikbare aantal proefpersonen in de praktijk. De onderzoekers hebben vervolgens een envelop naar de deelnemende praktijken gezonden. Deze envelop bestond uit een pakketje met hierin een proefpersonen informatiebrief (bijlage 3), een vragenlijst, een informed consent formulier (bijlage 4), een audiovisuele verklaring (bijlage 5) en de retourenvelop. Ieder pakket is door de onderzoekers genummerd, waarbij alle bijgevoegde formulieren hetzelfde nummer kregen. Op deze manier is aan elke patiënt een proefpersoon nummer gekoppeld. Daardoor werd het mogelijk om de gegevens geanonimiseerd te verzamelen en de communicatie tussen onderzoekers en fysiotherapeuten te vereenvoudigen in verband met de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) (Schermer, Hagenauw, & Falot, 2018). De therapeut heeft de pakketten uitgedeeld aan de proefpersonen en heeft daarbij een lijst bij met initialen en nummers van pakketontvangers bijgehouden. De onderzoekers en fysiotherapeuten hielden zo bij, wie en hoeveel patiënten een pakket ontvangen hadden en hoeveel proefpersonen uiteindelijk hebben deelgenomen aan het onderzoek aan de hand van de nummering. De proefpersoon kreeg vervolgens een week bedenktijd voor de keuze om wel of niet deel te nemen aan het onderzoek. Bij instemming is het volledige pakket middels de retourenvelop naar het secretariaat fysiotherapie van Zuyd Hogeschool opgestuurd. Wanneer een proefpersoon niet na een week had gereageerd, werd hij/zij via de therapeut mondeling eraan herinnerd om alsnog te reageren. Vervolgens is contact

opgenomen met de therapeut om een afspraak te maken met de proefpersoon voor het uitvoeren van de hoptesten tijdens een reguliere behandelsessie.

2.4.2 Data-verzameling

Het onderzoek vond plaats in de fysiotherapiepraktijk waar de proefpersoon op dat moment onder behandeling was. Alvorens werd gestart met het onderzoek werd gecontroleerd of alle formulieren volledig waren ingevuld. Was dit niet het geval dan werd dit terplekke alsnog gedaan. Tevens werden vraag 15 t/m 17 over de inhoudelijke gegevens van het revalidatietraject samen met de therapeut ingevuld. Daarna kregen de proefpersonen toelichting over de verschillende sprongen die zij hierna zouden gaan uitvoeren. Wanneer alles duidelijk was, werd de proefpersoon gevraagd de smartbroek aantrekken in een afgesloten ruimte. Voordat deze kon worden aangetrokken, werd elke elektrode met een spuitbus tweemaal natgemaakt met water (H₂O) door een van de onderzoekers. Omdat het belangrijk was dat de elektroden direct contact maakten met de huid is vanwege hygiënische redenen door de onderzoekers gezorgd voor gepast ondergoed, namelijk een wegwerp tangaslip. In figuur 3 is zichtbaar hoe de elektroden verdeeld zijn over de broek.



Figuur 3: Elektroden smartbroek (Graepel, 2014)

Het protocol voor het uitvoeren van de sprongen was als volgt: er werd begonnen met het drie keer oefenen van de single hop test op zowel het niet-aangedane als het aangedane been. Daarna werd gestart met het drie keer uitvoeren van de single leg hop test op het niet-aangedane been, gevolgd door drie keer met het aangedane been (Gokeler et al., 2017). Op het moment dat de proefpersoon op het sprongbeen klaarstond, werd via de Mbody Live 3 App door één van de onderzoekers de meting gestart. Na de landing, waarbij twee seconden moest worden stilgestaan, werd de meting op dezelfde manier stopgezet. Na iedere poging werd de gesprongen afstand gemeten en samen met de percentages uit de app genoteerd in een gezamenlijk Excel bestand (zie bijlage 6). De beste uitkomstwaarde van de drie sprongen werd gebruikt voor de data-analyse. Na de single leg hop test kreeg de proefpersoon drie minuten rust alvorens gestart werd met de side hop test (Gustavsson

et al., 2006). Deze mocht één keer zowel op het niet-aangedane als het aangedane been worden geoefend alvorens de echte meting plaatsvond, in verband met de vermoeidheid die optreedt. Bij de uitvoering van de test gold, net als bij de single leg hop test, dat de sprong eerst op het niet-aangedane been werd uitgevoerd en daarna op het aangedane been. Met een stopwatch werd de tijd bijgehouden. Zodra de proefpersoon op één been stond, werd door één van de onderzoekers afgeteld van drie naar één waarna de app en de stopwatch gelijktijdig gestart werden en de proefpersoon zijn sprong mocht inzetten. Vanaf 27 seconden werd door één onderzoeker hardop meegeteld zodat de proefpersoon wist wanneer de test was afgelopen. Bij 30 seconden werden zowel de app als de stopwatch gelijktijdig stopgezet. Het aantal sprongen binnen de 30 seconden en de percentages uit de app werden genoteerd in bovengenoemd Excel bestand. De proefpersonen konden na het uitvoeren van de testen alle gegevens inzien. Van iedere sprong werd een video-opname gemaakt met een smartphone, indien door de proefpersoon toestemming gegeven was middels de audiovisuele verklaring (bijlage 5), zodat de onderzoekers op elk gewenst moment de sprongen konden terugkijken mocht dit nodig zijn. Om de privacy te waarborgen werden alleen opnames gemaakt van de onderste extremiteit.

2.5 Data-analyse

Voor de data-analyse is gebruik gemaakt van de verkregen percentages uit de Mbody Live 3 App. Deze gegevens werden per proefpersoon beschreven in combinatie met de uitslagen van beide hoptesten. Aan de hand van deze testen is de LSI-score berekend, wat werd gedaan voor de single leg hop test met de formule: *afstand aangedane been / afstand niet-aangedane been * 100%*. Voor de side hop test is dit: *aantal goede sprongen aangedane been / aantal goede sprongen niet-aangedane been * 100%*. Dit bepaalt of de proefpersoon de test goed (>90%) of slecht (<90%) uitvoerde (Van Melick et al., 2014). Alle bovenstaande gegevens zijn overzichtelijk weergegeven in tabellen met de volgende gegevens per proefpersoon: enkele patiëntkarakteristieken, de body mass index (BMI), het type graft als reconstructietechniek, de duur van de individuele fases van de VKB-revalidatie, uitslag single leg hop test aangedane been (in cm), uitslag single leg hop test niet-aangedane been (in cm), LSI-score single leg hop test (in %), uitslag side hop test aangedane been (aantal goed/totaal), uitslag side hop test niet-aangedane been (aantal goed/totaal), LSI-score side hop test (in %) en de percentages spieractiviteit per spiergroep uit de Mbody Live 3 App. In de laatste tabel van de resultaten worden berekende verschilscores tussen het aangedane en niet-aangedane been per spiergroep weergegeven. De overige gegevens van de

proefpersonen, zoals blessuregeschiedenis en revalidatieverloop, verkregen uit de vragenlijst, worden beschrijvend weergegeven in bijlage 7.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van huidig onderzoek beschreven. De data-verzameling en -analyse heeft plaatsgevonden in de periode april tot en met mei 2019. De patiëntenpopulatie wordt weergegeven en toegelicht middels tabel 1. Vervolgens wordt de verkregen data overzichtelijk gepresenteerd in de overige tabellen, aangevuld met beschrijvende data.

3.1 Onderzoekspopulatie

Voor het onderzoek zijn zeven fysiotherapeuten benaderd en via hen zijn 11 geschikte proefpersonen geselecteerd. Hiervan hebben er uiteindelijk zes deelgenomen afkomstig van drie fysiotherapeuten. De overige vijf patiënten hadden geen interesse in deelname. De groep deelnemers bestond uit vijf mannen en één vrouw in de leeftijdscategorie tussen 18 en 25 jaar. De overige patiëntkarakteristieken zijn terug te vinden in tabel 1. Gedurende het onderzoeksproces hebben zich geen deelnemers afgemeld.

Tabel 1 – Patiëntkarakteristieken

Proefpersoon	Geslacht	Leeftijd	BMI	Sport	Trauma- moment (maanden geleden)	Tijdperiode trauma - operatie (maanden)	Aangedane zijde	Type Graft	Duur Fase 1 (maanden)	Duur Fase 2 (maanden)	Duur Fase 3 tot nu toe (maanden)
1	Man	19	19,4	Voetbal	13	7	Links	Hamstring	1,5	2	2
2	Vrouw	20	29,1	Handbal	15	1,5	Links	Hamstring	2	4	7
3	Man	23	22,5	Voetbal	12	1,5	Links	Patella	1,5	8	1
4	Man	18	20,1	Voetbal	15	1,5	Links	Hamstring	2,5	7-8	2
5	Man	18	18,9	Voetbal	17	9	Links	Hamstring	1	3	4,5
6	Man	25	22,6	Voetbal	9	1,5	Rechts	Patella	1,5-2	4-5	1

3.2 Verkregen data

Deze alinea presenteert de verzamelde data uit de hoptesten en de smartbroek. De numerieke data van de hoptesten en de gemiddelde percentages spieractiviteit verkregen uit de smartbroek worden weergegeven in tabel 2. De overige gegevens verkregen uit de smartbroek en de Mbody Live 3 App worden grafisch weergegeven in tabel 3. De berekende verschijscores per spier kunnen worden afgelezen uit tabel 4. In bijlage 6 zijn de onbewerkte resultaten terug te vinden. In bijlage 7 zijn de gegevens per proefpersoon uit de vragenlijst beschreven.

Tabel 2 – Gegevens van beide hoptesten en gemiddelde percentages van alle spieren per been, verkregen uit de smartbroek

Proefpersoon (aangedane zijde)	Single leg hop test ¹		LSI- score ¹	Side hop test		LSI- score	Single leg hop test ²		Side hop test ²	
	Gegevens in cm		In %	Aantal goed/ totaal aantal		In %	Gegevens smartbroek In %			
	Links	Rechts		Links	Rechts		Links	Rechts	Links	Rechts
1 (links)	173	184	94%	44/59	56/60	79%	68%	51%	80%	61%
2 (links)	113	110	103%	22/26	20/26	110%	69%	77%	71%	74%
3 (links)	158	156	101%	69/75	65/75	106%	67%	63%	79%	75%
4 (links)	125	119	105%	58/75	60/71	97%	66%	78%	68%	74%
5 (links)	171	177	97%	62/64	58/63	107%	58%	64%	76%	76%
6 (rechts)	128	120	94%	65/71	57/68	88%	69%	60%	71%	63%

Opmerkingen:

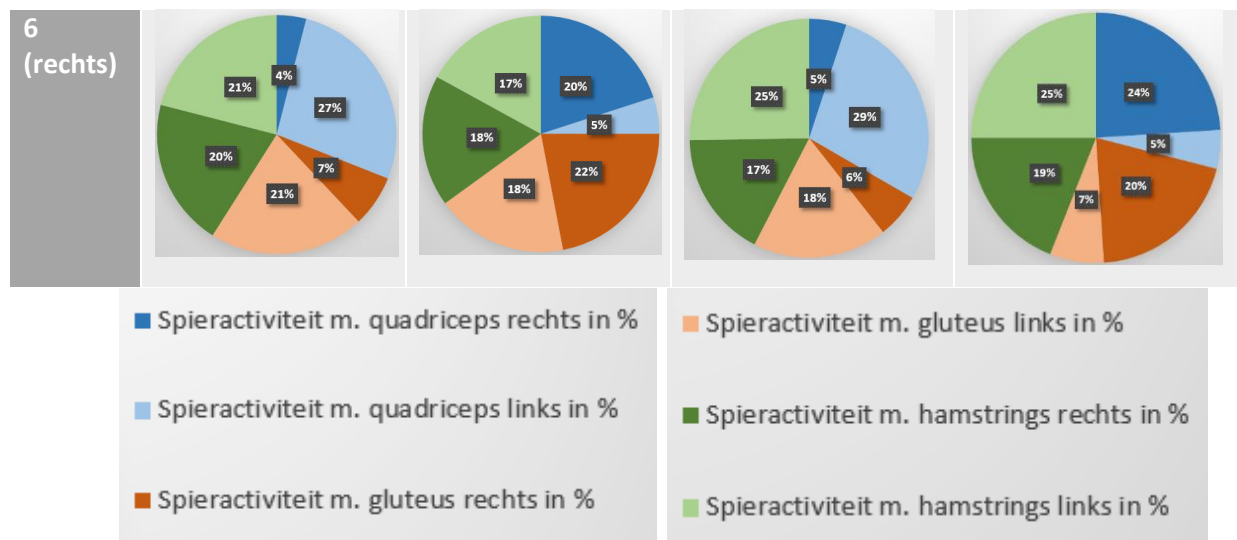
¹ Alleen de beste van de drie uitkomstmaten wordt hier weergegeven.

² De percentages staan voor de gemeten spieractiviteit van de m. quadriceps, mm.

hamstrings en mm. gluteii samen van het onderzochte been, gemeten met de smartbroek en de Mbody Live 3 App.

Tabel 3 – Gegevens uit de Mbody Live 3 App in percentages

Proef- persoon (aan gedane been)	Single leg hop test niet-aangedane been	Single leg hop test aangedane been	Side hop test niet- aangedane been	Side hop test aangedane been
1 (links)				
2 (links)				
3 (links)				
4 (links)				
5 (links)				



Zoals te zien in tabel 3 zijn tussen de proefpersonen onderling verschillen waarneembaar. Indien gewenst kan in bijlage 8 teruggevonden worden hoe tabel 3 afgelezen dient te worden. Proefpersoon 1 en 5 vertonen meer mm. gluteii activiteit. Bij proefpersoon 1 is dit te zien bij de side hop test van zijn aangedane been en bij proefpersoon 5 gedurende alle testen. Naast bovengenoemde valt op dat proefpersoon 1 en 4 meer m. quadriceps activiteit vertonen. Proefpersoon 1 toont dit bij de eerste drie sprongen en proefpersoon 4 bij al zijn sprongen. Bij proefpersonen 5 en 6 komt uit de metingen naar voren dat ze beide minder m. quadriceps activiteit vertonen gedurende de vier sprongen ten opzichte van de overige proefpersonen.

In tabel 4 zijn de verschil scores in spieractiviteit van alleen de sprongbenen in kaart gebracht. Deze zijn het meest relevant met betrekking tot het beantwoorden van de hoofdvraag. In tabel 5, terug te vinden in bijlage 9, is een voorbeeldberekening terug te vinden voor de waardes van proefpersoon 1 van de single leg hop test.

Tabel 4 – Verschil scores tussen het aangedane en niet-aangedane sprongbeen.

Proefpersoon	Single leg hop test			Side hop test		
	Quadriceps	Gluteii	Hamstrings	Quadriceps	Gluteii	Hamstrings
1	-2%	-3%	-12%	-1%	-21%	-2%
2	+4%	-1%	+5%	+4%	-2%	0%
3	+1%	0%	-2%	-4%	0%	-1%
4	+18%	-3%	-3%	+7%	0%	-1%
5	+2%	+7%	-3%	-1%	+2%	0%
6	+7%	-1%	+3%	+5%	-2%	+6%

Opmerkingen:

Berekening: percentage niet-aangedane been – percentage aangedane been per spier.

- + → Spiergroep van het aangedane been spant minder aan dan de spiergroep van het niet-aangedane been.
- → Spiergroep van het aangedane been spant meer aan dan de spiergroep van het niet-aangedane been.

Als wordt gekeken naar de verschillen bij de individuele proefpersonen (horizontaal gezien in de tabel) tussen het aangedane en niet-aangedane been is te zien dat van de 36 resultaten er drie een verschil van meer dan 10% tonen (zie vetgedrukte waardes in tabel 4). Die uitschieters doen zich voor bij proefpersonen 1 en 4. Bij proefpersonen 2, 3, 5 en 6 liggen de verschillen over de hele linie tussen de -4 en +7. Bij proefpersoon 3 liggen de verschillen bij beide testen van alle spiergroepen het dichtst bij elkaar.

Gekeken naar de verschillende spiergroepen (verticaal gezien in de tabel), is te zien in tabel 4 dat de totale range van de verschillen varieert tussen de -21% en +18%. Daarnaast is te zien dat bij alle drie de spiergroepen steeds één grote uitschieter aanwezig is, met de grootste verschillen bij de mm. gluteii van de side hop test. De grootste diversiteit aan verschillen is over de gehele populatie te zien bij de m. quadriceps. Geen enkele proefpersoon heeft dezelfde verschillen bij deze spier, dit in tegenstelling tot de mm. hamstrings en mm. gluteii waar wel dezelfde verschillen tussen de proefpersonen te zien zijn.

4 Discussie

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de hoofd- en subvraag van dit onderzoek, gevolgd door reflectie op de gevonden resultaten. Ook worden deze uitkomsten, waar mogelijk, vergeleken met de bestaande literatuur. Vervolgens worden de sterkte- en zwaktepunten van het onderzoek toegelicht. Tevens wordt een vertaalslag gemaakt naar de bruikbaarheid van de smartbroek in de praktijk. Als laatste worden de aanbevelingen en conclusie beschreven.

In deze studie werd getracht een antwoord te geven op de vraag: welke verschillen zijn te meten in spieractiviteit van de m. quadriceps, mm. hamstrings en de mm. gluteii tussen het aangedane en het niet-aangedane been tijdens de single leg hop test en de side hop test, bij patiënten na een VKB-reconstructie in de leeftijdscategorie van 18-40 jaar, in fase 3 van de revalidatie, gemeten met de smartbroek? Daarnaast wilden de onderzoekers middels een subvraag achterhalen welke verschillen te meten zijn in spieractiviteit van bovengenoemde spieren met de smartbroek bij VKB-patiënten die een goede (>90%) en die een slechte (<90%) LSI-score hebben bij de single leg hop test en de side hop test.

Door met de smartbroek de spieractiviteit van de drie grote spiergroepen te meten tijdens de single leg hop test en de side hop test is gebleken dat er verschillen (= asymmetrie) in spieractiviteit meetbaar zijn tussen het aangedane en niet-aangedane been bij patiënten na een VKB-reconstructie. Gekeken naar beide testen zijn bij alle spiergroepen uitschieters te zien van >10%. Deze verschillen zijn bij iedere spiergroep anders. De onderzoekers houden als verschil een waarde van meer dan 10% aan, gezien het feit dat deze er voor hen duidelijk bovenuit sprongen. Dit is niet gebaseerd op literatuur en kan dus niet zomaar worden gegeneraliseerd naar andere studies. Bij de m. quadriceps is de diversiteit het grootst ten opzichte van de mm. gluteii en de mm. hamstrings omdat geen enkele waarde tussen de verschillende proefpersonen overeenkomt, terwijl dit wel zo is bij de twee laatstgenoemde spieren. In totaliteit liggen de verschillen tussen de -21% en +18% als gekeken wordt naar alle proefpersonen, alle spiergroepen en beide sprongen. In de literatuur zijn geen afkapwaarden te vinden om de resultaten van huidige studie mee te kunnen vergelijken of het antwoord op de hoofdvraag te kunnen onderbouwen met feiten. Wel kon gesteld worden, op basis van de onderzoeksgegevens waarbij elke proefpersoon zich op een ander tijdstip in fase 3 van de revalidatie bevond, dat proefpersonen die zich verder in fase 3 bevonden meer symmetrie tussen het aangedane en niet-aangedane been

toonde. Dit is terug te zien bij proefpersonen 2 en 3, die meer symmetrie vertonen ten opzichte van proefpersonen 1 en 6. Dit komt overeen met de studie van Moya et al. uit 2017 die stelt dat de symmetrie toeneemt tot 12 maanden na de reconstructie, vooral bij testen waarbij de benen individueel gescoord worden, zoals bij de single leg hop test (Moya-Angeler, Vaquero, & Forriol, 2017).

Gekeken naar de uitkomsten van de single leg hop test werd vastgesteld dat de LSI-score van alle proefpersonen boven de 90% lag terwijl de LSI-score berekend op basis van de side hop test bij twee van de zes proefpersonen (1 en 6) onder de 90% lag. Bij proefpersoon 1 is opgevallen dat hij in vergelijking met de andere proefpersonen meer mm. gluteii activiteit en minder mm. hamstrings activiteit toont. Bij proefpersoon 6 viel op dat er in vergelijking met de andere proefpersonen minder m. quadriceps activiteit en meer mm. hamstrings activiteit aanwezig was. Deze twee personen verschillen op één specifiek kenmerk ten opzichte van de overige proefpersonen, namelijk dat deze twee proefpersonen zich vroeg in de laatste revalidatiefase bevonden, terwijl de meeste proefpersonen zich laat in de laatste revalidatiefase bevonden. Deze twee proefpersonen verschillen onderling in het type graft. Proefpersoon 1 heeft een hamstring graft en proefpersoon 6 een patella graft. De grote verschillen in spieractiviteit, en ook de slechte LSI-score, komen overeen met het artikel van Moya et al. (2017) uit de vorige alinea waaruit blijkt dat de symmetrie toeneemt naarmate het revalidatietraject vordert. Dit zou bij proefpersonen 1 en 6 nog moeten blijken. Bovenstaande impliceert dat het 'return to sport' moment nog niet aan de orde is voor deze twee proefpersonen, gebaseerd op zowel de LSI-score als op de gegevens van de smartbroek.

Ondanks dat bij de single leg hop test alle proefpersonen een LSI-score boven de 90% hadden, is door de onderzoekers gedetailleerder gekeken naar mogelijke verschillen in spieractiviteit tussen de proefpersonen. De onderzoekers verwachtte een verschil te zien tussen proefpersonen met een LSI-score net boven de 90% en proefpersonen met een LSI-score ruim boven de 90% bij de single leg hop test. Echter is opmerkelijk dat niet alleen tussen proefpersonen met uiteenlopende goede LSI-scores verschillen in spieractiviteit gemeten zijn, maar dat ook grote verschillen te zien zijn bij proefpersonen met éénzelfde LSI-score (proefpersoon 1 en 6 met 94%). Hieruit kan voorzichtig worden gesteld dat de smartbroek meer gedetailleerde data kan bieden dan een LSI-score. In hoeverre deze gegevens klinisch relevant kunnen zijn is nog niet bekend.

Naast het beantwoorden van de hoofd- en subvraag zijn nog andere opvallende zaken waarop gereflecteerd kan worden. Zo zijn er enkele uitschieters te zien in de verschillen per spiergroep. Bij proefpersoon 1 (LSI <90% bij de side hop test) is een verschilscore gemeten in de mm. glutei van -21%. Dit resultaat, waarbij de mm. glutei van het aangedane been 21% meer aanspande dan van het niet-aangedane been, lijkt te passen bij een patiënt die vanaf het traumamoment een beschermingsmechanisme zou hebben ontwikkeld aan het aangedane been. Hetgeen zoals in de literatuurstudie vermeld ook blijkt uit het onderzoek van Gokeler et al. uit 2010 (Gokeler et al., 2010). Echter bij de single hop test, waarbij de uitschieter te zien is bij de mm. hamstrings (-12%), geeft de LSI-score aan dat de proefpersoon wél gereed is voor 'return to sport', wat volgens de smartbroek nog niet mogelijk zou zijn. Bij proefpersoon 4 (LSI >90% bij beide testen) is dit ook terug te zien wat betreft de m. quadriceps, met een verschilscore van +18% bij de single leg hop test. Dit wil zeggen dat de m. quadriceps van het aangedane been 18% minder aanspande dan het niet-aangedane been. Wederom toont de smartbroek hier verschillen aan die de LSI-score niet geconstateerd had, dus proefpersoon 4 is volgens de smartbroek waarschijnlijk ook niet klaar voor sporthervatting. Zoals eerder benoemd moet deze uitspraak voorzichtig geïnterpreteerd worden, omdat nog niet bekend is vanaf welke mate van verschil in spieractiviteit van een klinisch relevant verschil gesproken kan worden. Het feit dat, ondanks een goede LSI-score toch nog grote verschillen in spieractiviteit aanwezig blijken te zijn, zou mogelijk samen kunnen hangen met de kans op een re-ruptuur.

Bij proefpersoon 6 werd, zoals eerder benoemd, een lage mate van m. quadricepsactiviteit gemeten. Bij deze proefpersoon heeft de operatie met een patella graft als reconstructietechniek plaatsgevonden en de proefpersoon rapporteerde gedurende de meting angstklachten gerelateerd aan anterieure kniepijn. Of er een eventuele samenhang bestaat tussen deze variabelen valt uit huidige studie niet af te leiden. Echter, Freedman et al. (2003) ontdekten dat bij het gebruik van een patella graft vaker anterieure kniepijn optreedt dan bij een hamstring graft (Freedman, D'Amato, Nedeff, Kaz, & Bach, 2003). Volgens Daniel et al. (2015) blijkt daarnaast ook dat kniepijn zorgt voor een verminderde activatie van de m. quadriceps ten opzichte van de andere bovenbeenspieren (Daniel & Thomas, 2015). De verhoudingen tussen deze spieren veranderen hierdoor enigszins. Ook dit is terug te zien in de resultaten van proefpersoon 6. Volgens de LSI-score van de side hop test (<90%) was deze proefpersoon nog niet klaar voor sporthervatting, wat in tegenstelling is met de gegevens uit de smartbroek. Proefpersoon 6 vertoont ten opzichte van proefpersoon 1, met ook een slechte LSI-score (79%), geen uitschieters in

verschilscores. In dit geval is de meerwaarde van de smartbroek minder aanwezig dan bij proefpersoon 1. Bij proefpersoon 4 impliceerde de LSI-score van beide hoptesten dat de proefpersoon klaar was voor sporthervatting, terwijl de smartbroek wel een groot verschil in m. quadriceps activiteit toonde, namelijk meer dan 10%. Hieruit kan voorzichtig gesuggereerd worden dat de LSI-score samen met de smartbroek zou kunnen worden ingezet om het moment van 'return to sport' beter te bepalen. Vervolgstudies kunnen hier mogelijk meer duidelijkheid over verschaffen.

Dit onderzoek, met zijn sterkte- en zwaktepunten, levert een bijdrage aan nieuwe en relevante kennis in de wetenschap, met name binnen het actuele domein van technologie in de zorg. Tijdens het afnemen van de metingen is gebleken dat de deelnemende fysiotherapeuten zeer geïnteresseerd waren in deze geavanceerde technologie. Hiermee kunnen zij het behandeltraject ondersteunen en het 'return to sport' moment aan de hand van meer objectieve gegevens onderbouwen. Een sterkte binnen deze studie is dat naast het gebruik van de smartbroek ook een vragenlijst over proefpersoon karakteristieken en VKB-gerelateerde variabelen is gehanteerd. Hiermee konden mogelijke relaties gelegd worden tussen de uitschieters in de meetwaarden en de gegevens van de proefpersonen. Een zwakte van deze studie is dat gebruik gemaakt werd van een cross-sectioneel design. Hierdoor werd maar één moment binnen het revalidatietraject van een proefpersoon inzichtelijk gemaakt en niet het verloop hiervan. Voor het beantwoorden van de hoofdvraag van huidige studie was dit echter het meest geschikte design. Een ander sterk punt van deze studie is dat er voorafgaand aan de metingen een pilot test met de smartbroek is uitgevoerd. De onderzoekers hebben hierdoor meer kennis opgedaan over het meetinstrument in combinatie met de bijbehorende app en vervolgens is een duidelijke rolverdeling naar voren gekomen voor de onderzoekers die op dezelfde manier werd gehanteerd gedurende het gehele onderzoek. Dit maakt de resultaten van deze studie betrouwbaarder. Een verdere sterkte van huidige studie is dat het opgestelde protocol strikt is gehanteerd. Het protocol was alleen niet duidelijk met de fysiotherapeuten gecommuniceerd waardoor niet alle proefpersonen bekend waren met de te springen afstand van de side hop test. Een ander zwaktepunt was dat in het protocol niet was meegenomen in welke richting de proefpersoon moest starten met springen tijdens deze test. Nu kon de proefpersoon zelf bepalen of hij tijdens zijn eerste sprong naar mediaal of naar lateraal startte. Mogelijk hebben deze factoren de resultaten van huidig onderzoek beïnvloed. Daarnaast is een zwak punt van dit onderzoek dat maar zes proefpersonen hebben deelgenomen terwijl ongeveer 10 proefpersonen het gewenste aantal was. Dit

zorgt voor een minder goede betrouwbaarheid dan gehoopt. De reden hiervoor is dat alleen patiënten in fase 3 van de VKB-revalidatie geïnccludeerd werden. Echter was dit een bewuste keuze om de onderzoeksvraagstellingen te kunnen beantwoorden en zo het 'return to sport' moment meer inzichtelijk te maken. Bovendien kon de werving alleen bij fysiotherapeuten plaatsvinden die deel uitmaakten van het VKB-monitor project. Een sterk punt van dit onderzoek was dat de leeftijden van de proefpersonen dicht bij elkaar lagen (18-25 jaar). Dit maakte de vergelijking van de resultaten eenvoudiger. Nadelig hieraan is dat de resultaten niet te generaliseren zijn naar de gehele VKB-populatie. Een ander nadelig punt is dat het gebruikte meetinstrument niet helemaal voldoet aan de verwachtingen van de onderzoekers. In de Mbody Live 3 App worden de spiergroepen in drie clusters weergegeven. Zoals bekend bestaan de m. quadriceps, mm. hamstrings en de mm. glutei per spiergroep uit meerdere spieren. De data van de individuele spieren is dus niet te verkrijgen. Zou dit wel mogelijk zijn dan zou tijdens het behandeltraject het accent mogelijk nóg meer gelegd kunnen worden op specifiek één gedeelte van de spiergroep. Daarnaast loopt de broek niet volledig tot aan de knie waardoor waarschijnlijk niet het volledige verloop van de spier kan worden gemeten, zeker niet bij proefpersonen met langere benen. Of dit met datacorrectie wordt rechtgezet is niet bekend. Deze informatie is namelijk niet te verkrijgen via Myontec. Of dit zorgt voor bias in deze studie kan dus niet worden vastgesteld. Wanneer men dit gedeelte van de spieren zou willen meten, dan zou deze meting moeten plaatsvinden in een MotionLab of moet er gekeken worden naar een andere sEMG-broek. Een sterk punt van dit onderzoek is dat geprobeerd werd het moment van 'return to sport' inzichtelijker te maken middels een nieuw meetinstrument. Met de smartbroek worden gegevens over spieractiviteit aangetoond die men met het blote oog niet kan zien. De verkregen data uit de smartbroek zijn eenvoudig af te lezen uit de Mbody Live 3 App, maar zijn niet geheel eenvoudig te interpreteren. Over het algemeen lijkt de smartbroek de potentie te hebben om therapeut, en ook patiënt, te helpen beslissen of het verantwoord is de sportactiviteiten weer te hervatten.

Aangezien de smartbroek een nieuw meetinstrument binnen de fysiotherapie zou kunnen zijn, worden kort enkele voor- en nadelen besproken. Eén van de voordelen van dit product is dat het makkelijk te hanteren is en dat op elk gewenste locatie een sEMG-meting van de bovenbeen- en gluteaalmusculatuur af te nemen is. Een ander voordeel is dat gegevens omtrent spieractiviteit tijdens bewegingen kunnen worden weergegeven die door middel van observatie of een LSI-score niet vastgesteld kunnen worden. Nadelen van de smartbroek zijn dat er technische mankementen bestaan, zoals een mogelijk niet

consequente start van de opname, problemen met de synchronisatie van de broek met de app en een beschikbaarheid voor enkel iOS smartphones. Tevens is weinig concrete informatie te vinden over de betekenis van de uitkomsten uit de app, waardoor in de ogen van de onderzoekers de app niet optimaal te gebruiken is. Daarnaast zullen met de gegevens uit de app nog berekeningen uitgevoerd moeten worden om tot de gewenste uitkomsten te komen die bruikbaar zijn voor de VKB-revalidatie. Gezien de hygiëne is het niet altijd even praktisch deze broek te gebruiken in de praktijk. De broek moet namelijk op de hand gewassen worden en het dragen van bedekkend ondergoed is niet mogelijk vanwege de elektroden in de mm. gluteii streek.

Vanuit deze studie geeft de projectgroep een drietal aanbevelingen voor eventueel verder onderzoek. De eerste aanbeveling is om een studie te doen naar de validiteit van de smartbroek bij VKB-patiënten. Tot nu toe blijkt de smartbroek alleen valide te zijn getest op gezonde proefpersonen (Bengs et al., 2017; Colyer & McGuigan, 2018; Finni et al., 2007). Een aanvullende studie hiernaar zou het gebruik van de smartbroek als nieuw meetinstrument tijdens de VKB-revalidatie kunnen ondersteunen. De tweede aanbeveling is om eenzelfde onderzoek te laten plaatsvinden gedurende een langere tijdsperiode (longitudinaal onderzoek) en/of met een controlegroep (RCT-onderzoek) met als doel de normwaarden te bepalen. Hierbij zouden meer proefpersonen en/of meerdere meetmomenten aan bod moeten komen. De hypothese dat er verschillen te meten zijn in spieractiviteit tussen het aangedane en niet-aangedane been is in huidige studie bevestigd. De gevonden verschilscores zijn niet te onderbouwen doordat er geen maatstaf bestaat in de literatuur. Door de studie gedurende een langere tijdsperiode uit te voeren kunnen ook de periode na het beëindigen van de VKB-revalidatie en het optreden van re-rupturen met mogelijke oorzaken in kaart worden gebracht. Door een toetsing uit te voeren in een volgende studie hopen de onderzoekers de resultaten op een betere manier te kunnen onderbouwen met significante verschillen. Dan kan tevens een afkapwaarde voor de verschilscores worden bepaald, die door de onderzoekers nu nog op 10% is gesteld. Op de lange termijn kan een schematisch overzicht gemaakt worden met de normwaarden omtrent de verhoudingen van spieractiviteit, weergegeven in percentages zoals in de Mbody Live 3 App. Door dit ook voor gezonde personen te doen kan een fysiotherapeut in één oogopslag zijn patiënt vergelijken met de gezonde populatie en dus het einddoel van de revalidatie. Dit schematisch overzicht is nu nóg nodig aangezien de gegevens uit de app momenteel niet direct toegepast kunnen worden op VKB-patiënten, omdat vooraf nog berekeningen plaats moeten vinden om de uitkomsten te kunnen implementeren in de

praktijk. De laatste aanbeveling is dat naar de mening van de onderzoekers een nieuwe studie omtrent de smartbroek zou mogen plaatsvinden met meer aandacht voor het zelfmanagement van de patiënten tijdens hun eigen revalidatie. Dit zou meer inzicht kunnen geven over het bevorderen van het zelfmanagement binnen de VKB-revalidatie middels de smartbroek, doordat de patiënt meer inzicht heeft in zijn eigen behandeltraject. Dit aspect is in huidig onderzoek nog achterwegen gelaten.

De onderzoekers zijn middels deze afstudeerstudie tot de conclusie gekomen dat verschillen in spieractiviteit aanwezig zijn tussen het aangedane en niet-aangedane been bij patiënten na een VKB-reconstructie. Mogelijk kan gedetailleerde weergave van spieractiviteit van meerwaarde zijn om het moment van sporthervatting na een VKB-reconstructie mede te bepalen. Met name bij de m. quadriceps activiteit lijkt de diversiteit in verschillen tussen het aangedane en niet-aangedane been het grootst. Gezien de kleine onderzoeksgroep kunnen geen duidelijke verbanden worden gelegd tussen verschillen in spieractiviteit en mogelijke andere VKB-gerelateerde variabelen. Gekeken naar alle proefpersonen kan op basis van de single leg hop test geconcludeerd worden dat er geen eenduidig patroon in spieractiviteit zichtbaar is tussen proefpersonen met verschillende goede LSI-scores, en niet eens tussen proefpersonen met dezelfde goede LSI-scores. Gezien de waardes van de side hop test kan worden gesteld dat er verschil zit in spieractiviteit bij proefpersonen met een goede en een slechte LSI-score, namelijk in de verhoudingen tussen de spieren. Echter, een eventuele klinische relevantie van de gevonden verschillen in spieractiviteit kan door deze studie niet worden gegeven. De resultaten van proefpersonen 1 en 6 geven weer dat zij, naast een slechte LSI-score op de side hop test, ook het laagst scoorden op de single leg hop test ondanks dat deze wel boven de 90% was. Het is dus gebleken dat het belangrijk is beide testen af te nemen om het 'return to sport' moment te bepalen. De resultaten van proefpersonen 1 en 4 geven weer dat de single leg hop test op basis van de LSI-score het 'return to sport' moment impliceert, terwijl de smartbroek nog grote verschillen tussen het aangedane en niet-aangedane been waarneemt. Bij proefpersoon 6 geeft de LSI-score van de side hop test een slechte symmetrie aan, terwijl de smartbroek minimale verschillen tussen het aangedane en niet-aangedane been aantoont. Naast beide hoptesten lijken dus ook zowel de LSI-score als de smartbroek in combinatie te moeten worden ingezet om het moment van 'return to sport' beter te bepalen. De smartbroek lijkt gegevens omtrent spieractiviteit inzichtelijk maken die op het blote oog of middels een LSI-score niet zijn aan te tonen. De verkregen data zijn eenvoudig af te lezen uit de app, maar zijn niet eenvoudig te interpreteren. Hiervoor zijn

nog enige vervolgstappen nodig. Alomvattend lijkt de smartbroek de potentie te hebben om, indien gevalideerd voor de doelgroep, extra informatie te kunnen verschaffen die de LSI-score alléén niet kan bieden.

Literatuurlijst

- Ageberg, E. (2002). Consequences of a ligament injury on neuromuscular function and relevance to rehabilitation — using the anterior cruciate ligament- injured knee as model. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 12(1), 205-212.
- Ageberg, E., & Roos, E. (2016). The Association Between Knee Confidence and Muscle Power, Hop Performance, and Postural Orientation in People With Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Orthop Sports Phys Ther*, 46(6), 477-482.
- Barber-Westin, S. D., & Noyes, F. R. (2011). Facotrs used to determine return to unrestricted sports activities after antrior cruciate ligament reconstruction. *The journal of arthroscopic and related surgery*, 27(12), 1697-1705.
- Belo JN, Berg HF, Klein Ikkink AJ, Wildervanck-Dekker CMJ, Smorenburg HAAJ, & LW., D. (2010). NHG-Standaard Traumatische knieproblemen. Retrieved from <https://www.nhg.org/standaarden/volledig/nhg-standaard-traumatische-knieproblemen>
- Bengs, D., Jeglinsky, I., J., S., Hellsten, T., Ring, J., & Kettunen, J. (2017). Reliability of Measuring Lower-Limb-Muscle Electromyography Activity Ratio in Activities of Daily Living With Electrodes Embedded in the Clothing. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(4), 1-4.
- Bouter, L., van Dongen, C., & Zielhuis, G. (2005). *Epidemiologisch onderzoek Opzet en interpretatie* (5 ed.). Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Braun, S., & Tuijthof, G. (2016). De patiënt (weer) in zijn kracht: Revalidatie op maat door zelf-monitoring van herstel bij een orthopedische aandoening. *RAAK Publiek*, 1(1), 2-23.
- Cardinale, M., & Varley, M. (2017). Wearable Training-Monitoring Technology: Applications, Challenges, and Opportunities. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(1), 55-62.
- Christanell, F., Hoser, C., Huber, R., Fink, C., & Luomajoki, H. (2012). The influence of electromyographic biofeedback therapy on knee extension following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, 4(1), 1-10.
- Colyer, S. L., & McGuigan, P. M. (2018). Textile Electrodes Embedded in Clothing: A Practical Alternative to Traditional Surface Electromyography when Assessing Muscle Excitation during Functional Movements. *journal of Sports Science and Medicine*, 17(1), 101-109.
- Daniel, P., & Thomas, J. (2015). Considerations for late stage acl rehabilitation and return to sport to limit re-injury risk and maximize athletic performance. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 256-271.
- Dirks, M. L., Wall, B. T., Snijders, T., Ottenbros, C. L. P., Verdijk, L. B., & van Loon, L. J. C. (2014). Neuromuscular electrical stimulation prevents muscle disuse atrophy during leg immobilization in humans. *Acta Physiologica*, 210(1), 628-641.
- Finni, T., Hu, M., Kettunen, P., Vilavuo, T., & Cheng, S. (2007). Measurement of EMG activity with textile electrodes embedded into clothing. *Physiol Meas*, 11(1), 1405-1419.
- Freedman, K., D'Amato, M., Nedeff, D., Kaz, A., & Bach, B. (2003). Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Am J Sports Med*, 31(1), 2-11.
- Fältström, A., Hägglund, M., & Kvist, J. (2016). Functional performance among active female soccer players after unilateral primary anterior cruciate ligament reconstruction compared with knee-healthy controls. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(2).

- Gokeler, A., Bisschop, M., Myer, G., Benjaminse, A., Dijkstra, P., van Keeken, H., . . . Otten, E. (2016). Immersive virtual reality improves movement patterns in patients after ACL reconstruction: implications for enhanced criteria- based return-to-sport rehabilitation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 24(1), 2280-2286.
- Gokeler, A., Hof, A. L., Arnold, M. P., Dijkstra, P. U., Postema, K., & Otten, E. (2010). Abnormal landing strategies after ACL reconstruction. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(1), e12-e19.
- Gokeler, A., Welling, W., Benjaminse, A., Lemmink, K., Seil, R., & Zaffagnini, S. (2017). A critical analysis of limb symmetry indices of hop tests in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: A case control study. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 103(6), 947-951.
- Graepel, S. (2014). \$1,000 Shorts Coach Your Workout. Retrieved from <https://gearjunkie.com/myontec-mbody-smart-shorts>
- Gustavsson, A., Neeter, C., Thomeé, P., Silbernagel, K. G., Augustsson, J., Thomeé, R., & Karlsson, J. (2006). A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14(1), 778-788.
- Kapreli, E., Athanasopoulos, S., Gliatis, J., Papathanasiou, M., Peeters, M., Strimpakos, N., . . . Sunaert, S. (2009). Anterior Cruciate Ligament Deficiency Causes Brain Plasticity A Functional MRI Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(12), 2419-2426.
- Kockum, B., & Heijne, A. (2015). Hop performance and leg muscle power in athletes: reliability of a test battery. *Physical Therapy in Sport*, 16(1), 222-227.
- Kvist, J., Ek, A., Sporrstedt, K., & Good, L. (2005). Fear of re-injury: a hindrance for returning to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 13(1), 393-397.
- LTD, M. (2015). Utilization of EMG. Retrieved from <http://www.myontec.com/benefits/technology/>
- LTD, M. (2018). Mbody live app (iOS). Retrieved from <http://www.myontec.com/products/mbody-live/>
- Mills, K. (2005). The Basics of electromyography. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 76(1), 32-35.
- Moses, B., Orchard, J., & Orchard, J. (2012). Systematic review: Annual incidence of ACL injury and surgery in various populations. *Res Sports med*, 20(3-4), 157-179.
- Moya-Angeler, J., Vaquero, J., & Forriol, F. (2017). Evaluation of lower limb kinetics during gait, sprint and hop tests before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Traumatol*, 18(1), 177-184.
- Myer, G., Ford, K., & Hewett, T. (2004). Rationale and Clinical Techniques for Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Among Female Athletes. *J Athl Train*, 39(4), 352-364.
- Prodromos, C., Han, Y., Rogowski, J., Joyce, B., & Shi, K. (2007). A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy*, 23(12), 1320-1325.
- Reid, A., Birmingham, T. B., Stratford, P. W., Alcock, G. K., & Griffin, J. R. (2007). Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy*, 87(3), 337-349.
- Runnersweb. (2014). Myontec Makes Professional Intelligent Sportswear Available to Consumers through Mbody. Retrieved from https://runnersweb.com/running/news_2014/rw_news_20140923_Myontec.html
- Saris, D., Diercks, R., Meuffels, D., Fievez, A., Patt, T., van der Hart, C., . . . Lenssen, A. (2011). Richtlijn Voorste kruisbandletsel. Retrieved from http://www.med-info.nl/Richtlijnen/Bewegingsapparaat/Voorste_kruisbandletsel.pdf

- Schelin, L., Tengman, E., Ryden, P., & Häger, C. (2017). A statistically compiled test battery for feasible evaluation of knee function after rupture of the Anterior Cruciate Ligament – derived from long-term follow-up data. *PLoS ONE*, 12(5).
- Schermer, B., Hagenauw, D., & Falot, N. (2018). Handleiding Algemene verordening gegevensbescherming. *Ministerie van Justitie en Veiligheid*, (1), 9- 98.
- Shaw, T., Chipchase, L., & Williams, M. (2004). A users guide to outcome measurement following ACL reconstruction. *Physical Therapy in Sport*, 5(1), 57-67.
- Thomas, A. C., Villwock, M., Wojtys, E. M., & Palmieri-Smith, R. M. (2013). Lower Extremity Muscle Strength After Anterior Cruciate Ligament Injury and Reconstruction. *Journal of Athletic Training*, 48(5), 610-620.
- Thomeé, R., Kaplan, Y., Kvist, J., Myklebust, G., Risberg, M., Theisen, D., . . . Witvrouw, E. (2011). Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19(1), 1798-1805.
- Thomeé, R., Neeter, C., Gustavsson, A., Thomeé, P., Augustsson, J., Eriksson, B., & Karlsson, J. (2012). Variability in leg muscle power and hop performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20(1), 1143-1151.
- Thrush, C., Porter, T., & Devitt, B. (2018). No evidence for the most appropriate postoperative rehabilitation protocol following anterior cruciate ligament reconstruction with concomitant articular cartilage lesions: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 26(1), 1065-1073.
- Trigsted, S., Cook, D., Pickett, K., Cadmus-Bertram, L., Dunn, W., & Bell, D. (2018). Greater fear of reinjury is related to stiened jump-landing biomechanics and muscle activation in women after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. doi:10.1007/s00167-018-4950-2
- van Grinsven, S., Holla, C., van Cingel, R., & van Loon, C. (2008). 'Evidence based' nabehandeling van voorstekruisbandreconstructie. Retrieved from http://www.ntv-orthopaedie.nl/downloads/NTvO_ED_2_08.pdf
- Van Melick, N., Hullegie, W., Brooijmans, F., Hendriks, C., Neeter, C., van Tienen, T., & van Cingel, R. (2014). KNGF Evidence Statement Revalidatie na voorstekruisbandreconstructie. Retrieved from https://www.fysionet-evidencebased.nl/images/pdfs/evidence_statements/voorstekruisbandreconstructie_2013/es_revalidatie-na-voorstekruisbandreconstructie.pdf
- Welling, W., Benjaminse, A., Seil, R., Lemmink, K., & Gokeler, A. (2018). Altered movement during single leg hop test after ACL reconstruction: implications to incorporate 2-D video movement analysis for hop tests. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. doi:10.1007/s00167-018-4893-7
- Williams, G. N., Barrance, P. J., Snyder-Mackler, L., Axe, M. J., & Buchanan, T. S. (2003). Specificity of muscle action after anterior cruciate ligament injury. *Journal of Orthopaedic Research*, 20(3), 1131-1137.
- Wright, R. W., Magnussen, R. A., Dunn, W. R., & Spindler, K. P. (2011). Ipsilateral Graft and Contralateral ACL Rupture at Five Years or More Following ACL Reconstruction. *J Bone Joint Surg. Am.*, 93(1), 1159-1165.
- Zuyderland. (2018). METC Z. Retrieved from <https://www.zuyderland.nl/zuyderland/bestuur-en-organisatie/metc-z/>

Bijlage 1 – Vragenlijst persoonsgegevens

Vragenlijst Persoonsgegevens

Deze vragenlijst is opgesteld om enkele specifieke gegevens van u te verzamelen. Enkele vragen zijn gesloten, de overige open. Probeer graag zo kort mogelijk antwoord te geven op de open vragen. Wanneer u twijfelt over een antwoord, overleg dan gerust met uw fysiotherapeut.

1. Wat is uw leeftijd?

.....

2. Wat is uw geslacht?

☐

Man

☐

Vrouw

3. Wat is uw gewicht?

.....

4. Wat is uw lengte?

.....

5. Welke sport beoefende u in de periode voordat u de blessure opliep?

.....

6. Heeft u in het verleden al eens (of meerdere malen) een blessure gehad aan het been?

☐

Ja

☐

Nee

7. Indien vraag 6 beantwoord is met ja, welke blessure(s) was/waren dit?

.....

8. Indien vraag 6 beantwoord is met ja, weet u nog hoe vaak u deze blessure(s) heeft gehad?

.....

9. Indien vraag 6 beantwoord is met ja, weet u nog hoe lang geleden u deze blessure(s) heeft gehad?

.....

10. Hoeveel maanden geleden is uw kruisband gescheurd?

.....

11. Hoeveel tijd zat er tussen het trauma en de operatie (schrijf beide datums op)?

.....

12. Heeft u naast een gescheurde kruisband nog overige schade aan de knie opgelopen?

.....

13. Bent u alweer teruggekeerd naar uw sporten?

Sport 1: ☐ Ja ☐ Nee
Sport 2: ☐ Ja ☐ Nee ☐ n.v.t.

14. Indien vraag 13 beantwoord is met ja, hoe lang bent u alweer aan het sporten?

.....

Vraag 15 t/m 17 worden ingevuld samen met de behandelend therapeut

15. Hoe lang heeft fase 1 van uw revalidatie geduurd? (vraag uw therapeut)

.....

16. Hoe lang heeft fase 2 van uw revalidatie geduurd? (vraag uw therapeut)

.....

17. Hoe lang heeft fase 3 van uw revalidatie tot nu toe geduurd? (vraag uw therapeut)

.....

Hartelijk dank voor het invullen van deze vragenlijst!

Bijlage 2 – Therapeuten informatiebrief

Geachte heer/mevrouw,

Wij zijn drie studenten fysiotherapie die dit jaar afstuderen aan de Zuyd Hogeschool te Heerlen. Wij willen u vragen om mee te doen aan ons afstudeeronderzoek. Wij zijn op zoek naar patiënten in fase 3 van de VKB-revalidatie. Wij zouden het fijn vinden als het onderzoek kan plaatsvinden in uw eigen praktijk. Wij hopen in totaal minimaal 10 geschikte deelnemers te vinden. Het onderzoek zal plaatsvinden in uw praktijk. De testen zullen door ons worden geïnstrueerd en begeleid.

1. Doel van het onderzoek

Veel sporters die een voorste kruisband operatie hebben ondergaan, keren niet terug op hun oude sportniveau of krijgen te maken met een re-ruptuur. Middels ons onderzoek willen wij met behulp van de smartbroek (een broek met geïntegreerde elektroden die de spieractiviteit meten) onderzoeken welke verschillen in spieractiviteit tussen het aangedane en niet-aangedane been gemeten kunnen worden tijdens de single leg hop test en de side hop test. Wij hopen middels deze gegevens fysiotherapeuten en patiënten meer inzicht te kunnen geven in de revalidatie en te voorzien van mogelijke aandachtspunten. De criteria om verder te mogen naar de volgende fase in de revalidatie wordt zo op een objectieve manier weergegeven. Door ons afstudeeronderzoek hopen wij uw kennis over sensorfeedback systemen binnen de fysiotherapie te vergroten.

2. Vraagstelling onderzoek

De hoofdvraag van ons onderzoek luidt:

Welke verschillen zijn te meten in spieractiviteit van de m. quadriceps, mm. hamstrings en de mm. gluteii tussen het aangedane en het niet-aangedane been tijdens de single leg hop test en de side hop test, bij patiënten na een VKB-reconstructie in de leeftijdscategorie van 18-40 jaar, in fase 3 van de revalidatie, gemeten met de smartbroek?

Subvraag: “Welke verschillen zijn te meten in spieractiviteit van bovengenoemde spieren met de smartbroek bij VKB-patiënten die een goede (> 90%) en die een slechte (< 90%) LSI-score hebben bij de single leg hop test en de side hop test?”

3. In- en exclusiecriteria

De patiënten dienen te voldoen aan verschillende inclusiecriteria:

- Leeftijd 18+;
- De proefpersoon bevindt zich in fase 3 van de VKB-revalidatie;
- Er mag naast de VKB-ruptuur sprake zijn van bijkomend ligamentair letsel, meniscectomie of meniscus hechting en/of kraakbeen pathologie aan de aangedane knie (ontstaan tijdens hetzelfde traumamoment);
- De proefpersoon heeft maat M/L in de broek;
- De proefpersoon beheerst de Nederlandse taal voldoende.

Bij aanwezigheid van een of meerdere van onderstaande criteria, sluiten wij de patiënten uit van ons onderzoek:

- De proefpersoon heeft op het moment van de meting overige blessure(s) aan de onderste extremiteit;
- De proefpersoon heeft een re-ruptuur/revisieoperatie gehad;
- De proefpersoon heeft een contralaterale ruptuur (gehad);
- De proefpersoon is op het moment van de meting niet in staat om de single leg hop test en/of de side hop test te kunnen uitvoeren.

4. Patiënten werven

Wanneer u geïnteresseerd bent in deelname aan ons scriptieonderzoek ontvangt u van ons een envelop met daarin meerdere genummerde pakketten met de volgende inhoud: een proefpersonen informatiebrief, een informed consent formulier, een audiovisuele toestemmingsverklaring, de patiënt specifieke vragenlijst en een retourenvelop met antwoordnummer. Als u denkt een geschikte proefpersoon in behandeling te hebben, zouden wij het op prijs stellen als u hen een pakket overhandigt en opschrijft wie welk pakketnummer krijgt. Daarna kunnen de patiënten zelf binnen een week beslissen of ze mee willen doen aan het onderzoek. Na deze week zullen wij u nogmaals contacteren over de huidige stand van zaken. De proefpersonen die mee willen doen zullen het pakket met de ingevulde formulieren middels de retourenvelop naar ons terugsturen. Wij zullen daarna telefonisch of via de mail contact opnemen met u over afspraken met betrekking tot de meetmomenten van de patiënten.

Contactgegevens

Email: scriptiesmartbroek@gmail.com

Tel nummer: 0651954835 (bij dringende vragen)

Proefpersoneninformatie voor deelname aan afstudeeronderzoek opleiding Fysiotherapie

De smartbroek als nieuw feedbacksysteem binnen de VKB-revalidatie

(VKB = voorste kruisband van de knie)

1. Inleiding

Geachte heer/mevrouw,

Wij zijn 3 studenten fysiotherapie aan de Zuyd Hogeschool in Heerlen en willen u vragen om mee te doen aan ons afstudeeronderzoek. Meedoen is vrijwillig. Om mee te doen is uw schriftelijke toestemming nodig. U ontvangt deze brief omdat wij deel uitmaken van een groter onderzoeksproject en zo zijn wij in contact gekomen met uw fysiotherapeut. Wij benaderen u omdat u een gescheurde voorste kruisband heeft, waarvoor u bent geopereerd. Dit onderzoek is beoordeeld door de medisch-ethische toetsingscommissie. 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 (student-)onderzoeker uitleg als u vragen heeft. Onze contactgegevens staan onder aan deze brief vermeldt.

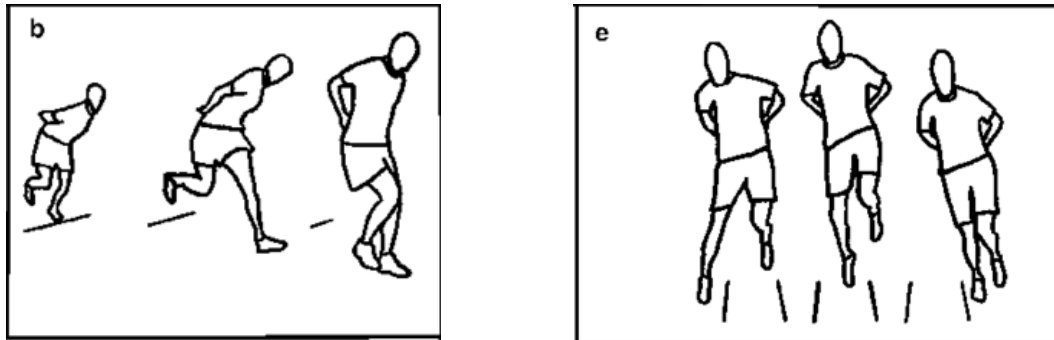
2. Doel van het onderzoek

Middels deze studie willen wij onderzoeken of er verschillen kunnen worden gemeten in spieractivatiepatronen tussen het aangedane en niet-aangedane been tijdens het uitvoeren van sprongtesten. Hiervoor maken wij gebruik van nieuwe technologie, namelijk van de smartbroek (een broek met sensoren die de spieractiviteit kan meten). Door de spieraanspanning te meten verwachten wij meer inzicht te krijgen in het herstel en kan de revalidatie nog beter worden afgestemd op de persoon.

3. Wat meedoen inhoudt

Het eenmalige onderzoek zal er als volgt uit gaan zien: U wordt gevraagd twee verschillende sprongen enkele malen uit te voeren op het linker- en rechterbeen. De testen worden afgenomen in de fysiotherapiepraktijk tijdens een reguliere fysiotherapeutische behandeling. Het afnemen van de testen gaat ongeveer 20 minuten duren. De testen zullen worden afgenomen in het bijzijn van de behandelend fysiotherapeut en de onderzoekers.

Tijdens de test wordt u gevraagd om een strakke broek (lijkt op een fietsbroek) met sensoren aan te trekken. Het is van belang dat de sensoren in de Smartbroek direct contact maken met de huid, vandaar dat u van de onderzoekers een wegwerp tangaslip krijgt voordat het onderzoek plaatsvindt. Er zullen video-opnames gemaakt worden van de sprongen indien u hier toestemming voor geeft, zodat de onderzoekers de sprongen achteraf kunnen terugkijken. Uw gezicht wordt hierbij niet in beeld gebracht.



Voorbeeld van de verschillende sprongen

4. Wat wordt er van u verwacht

Om het onderzoek goed te laten verlopen is het belangrijk dat u zich aan de volgende afspraken houdt. We vragen u om de instructies van de onderzoeker op te volgen, de afspraken voor het bezoek na te komen en de bijgevoegde toestemmingsformulieren in te vullen.

Mocht u niet meer willen meedoen aan het onderzoek of mochten u contactgegevens wijzigen neem dan contact op met ons studentonderzoekers.

5. Mogelijke voor- en nadelen

Bij dit onderzoek zijn de risico's die u loopt bij deelname nagenoeg nihil. De testen worden uitgevoerd in de praktijk waar u fysiotherapie volgt. Uw eigen fysiotherapeut zal beoordelen of u deze testen veilig kunt uitvoeren. Het is wel belangrijk dat u de mogelijke voor- en nadelen goed afweegt voordat u besluit mee te doen. Door deel te nemen aan dit onderzoek ervaart u geen medische voordelen. U krijgt meer kennis over nieuwe technologie in de zorg en over de revalidatie na een voorste kruisband operatie. Deelname zal echter een klein gedeelte van uw dag in beslag nemen.

6. 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. Als u patiënt bent wordt u 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 onderzoekers. De gegevens die tot dat moment zijn verzameld, worden gebruikt voor het onderzoek. Als er nieuwe informatie over het onderzoek is die belangrijk voor u is, laten de onderzoekers dit aan u weten. U wordt dan gevraagd of u blijft meedoen.

7. 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
- De praktijkhouder of de beoordelende medisch-ethische toetsingscommissie besluit om het onderzoek te stoppen

Na het verwerken van alle gegevens informeren de onderzoekers u, mocht u hier interesse in hebben, over de belangrijkste uitkomsten van het onderzoek. Dit gebeurt ongeveer 3 maanden na uw deelname.

8. 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 gezondheid. 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. 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 die voor de onderzoekers van het onderzoek werkt. Deze houdt 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 15 jaar bij de opdrachtgever.

Bewaren en gebruiken van gegevens

Uw gegevens kunnen na afloop van dit onderzoek ook nog van belang zijn voor ander wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de verdere ontwikkeling van de smartbroek. 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, Welzijn en Sport (VWS) 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.

9. Geen vergoeding voor meedoen

Er zijn geen kosten verbonden aan het onderzoek ook niet wat betreft het eigen risico van de ziektekostenverzekering. Op de retourenvelop die u heeft ontvangen, staat een antwoordnummer. Hierdoor is een postzegel niet nodig.

U ontvangt helaas geen vergoeding voor het deelnemen aan dit onderzoek.

10. 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 onderzoekers of uw behandelend arts. Wilt u dit liever niet, dan kunt u zich wenden tot de klachtencommissie van uw ziekenhuis. Alle gegevens vindt u in **bijlage A: Contactgegevens**.

11. 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.

Dank voor uw aandacht!

Bijlagen bij deze informatie

- A. Contactgegevens
- B. Toestemmingsformulier

Bijlage A: contactgegevens voor Zuyd Hogeschool

Contactgegevens studentonderzoekers

Naam: Sanne Habets, Inge Rooijackers, Charlie van der Waart

Functie: Fysiotherapeut i.o.

e-mail: 1517007habets@zuyd.nl; 1505408rooijackers@zuyd.nl; 1504215waart@zuyd.nl

(Lokale) Hoofdonderzoeker

Naam: Prof. dr. Fysiotherapie Ton Lenssen

Functie: docent | senior onderzoeker

Contactgegevens: ton.lenssen@zuyd.nl

Klachten

Indien u klachten heeft over het onderzoek, kunt u dit bespreken met de onderzoeker of uw behandelend therapeut. 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: Nicky van Melick

Naam contactpersoon: Nicky van Melick

Contactgegevens: 085- 782 3600

Mail-adres: nicky@pece-zorg.nl

Bereikbaarheid: Vijfkamplaan 8 sportcomplex Eindhoven Noord 5624 EB Eindhoven

Bijlage B: toestemmingsformulier proefpersoon en aanmeldformulier

De smartbroek als nieuw feedbacksysteem binnen de VKB-revalidatie

(VKB = voorste kruisband van de knie)

- 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 de onderzochte behandelwijze.
- Ik geef ☐ **wel**
☐ **geen** toestemming dat videomateriaal dat tijdens de testen is opgenomen voor opleidingsdoeleinden gebruikt mag 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 (of diens vertegenwoordiger):

Handtekening:

Datum: __ / __ / __

* Doorhalen wat niet van toepassing is.

Aanmeldformulier

Hierbij meld ik mij aan om deel te nemen aan het onderzoek '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-mail adressen.

Achternaam: Voornaam:

Voorletters:

Adres: Postcode:

Woonplaats:

Mobiel nr.: E-mail:

Contactgegevens studentonderzoekers

Naam: Sanne Habets, Inge Rooijackers, Charlie van der Waart

Functie: Fysiotherapeut i.o.

E-Mail: 1517007habets@zuyd.nl; 1505408rooijackers@zuyd.nl; 1504215waart@zuyd.nl

Bijlage 4 – Informed consent formulier

Ondergetekende verklaart hierbij:

- Voldoende over het onderzoek geïnformeerd te zijn en de schriftelijke informatie gelezen en begrepen te hebben.
- In de gelegenheid gesteld te zijn geweest om vragen over het onderzoek te kunnen stellen en deze vragen zijn naar tevredenheid beantwoord.
- Voldoende tijd te hebben gehad om na te denken over de participatie in het onderzoek.
- Uit vrije wil toestemming te geven voor de participatie in het onderzoek
- Toestemming te geven voor het anonieme verwerken van de persoonlijke gegevens en de onderzoeks- en behandelgegevens, zodat deze niet naar mij als persoon terug te leiden zijn.
- Toestemming te geven voor rechtstreekse inzage in mijn medisch dossier aan medewerkers van de medische ethische toetsingscommissie en de bevoegde autoriteiten om procedures en onderzoeksgegevens te controleren. Voorwaarde is dat de vertrouwelijkheid van de gegevens gewaarborgd wordt.
- Op de hoogte gesteld te zijn de toestemming voor de participatie in het onderzoek op ieder moment weer in te kunnen trekken, zonder dat ervoor een reden opgegeven dient te worden.

Ik wens wel/ niet* te worden geïnformeerd over resultaten van het onderzoek, die middels publicaties openbaar gemaakt worden.

**omcirkelen wat van toepassing is*

Ik ga akkoord en werk volledig mee aan dit onderzoek,

Datum:

Naam en handtekening:

Ondergetekende, verantwoordelijke onderzoeker, verklaart dat de hierboven genoemde participant zowel schriftelijk als mondeling over het bovenvermelde onderzoek is geïnformeerd en vragen van de participant naar beste weten beantwoord zijn. Hij/ zij verklaart tevens dat de persoonlijke gegevens, onderzoeks- en behandelgegevens van de participant anoniem verwerkt worden, zodat deze niet naar de participant als persoon terug te leiden zijn. Verder verklaart hij/ zij, dat de participant recht heeft op ieder moment zijn toestemming weer in te trekken, zonder dat ervoor een reden opgegeven dient te worden.

Datum:

Naam en handtekening:

Dit informed consent formulier is in tweevoud verstrekt. Een versie is bestemd voor de participant. De andere versie is bestemd voor de onderzoekers.

Bijlage 5 – Audiovisuele verklaring

Audio Visuele verklaring - Voor deelnemers aan afstudeerscriptie: Smartbroek

ONDERGETEKENDE

Naam:

Adres:

Postcode: Woonplaats:

Geboren: Te:

VERKLAART HIERBIJ:

1. Toestemming te verlenen tot het vervaardigen van audiovisueel materiaal (foto's, video's, interviews) betreffende de afstudeerscriptie over de Smartbroek
2. Door de voor deze productie verantwoordelijke functionaris volledig te zijn voorgelicht aangaande gebruiksdoel en nut van het vervaardigde materiaal.
3. Geen bezwaar te hebben tegen gebruikmaking van de productie en/of delen hiervan bij de hierna genoemde instellingen en/of doelgroepen:
Aankruisen hetgeen van toepassing is:
 - o Zuyd Hogeschool intern
 - o Algemeen informatief (inclusief eventuele presentaties, publicaties en als opleidingsmateriaal)
4. Dat voor vervaardiging en gebruik van het materiaal geen nadere vergoeding door de producent verschuldigd is.
5. Alle rechten met betrekking tot de productie toekomen aan de producent.

*Optioneel, omcirkel indien gewenst:

- Verklaart toestemming te verlenen voor het gebruik van materiaal voor de afstudeerscriptie maar niet voor intern gebruik op Zuyd Hogeschool.

Datum en plaats:

Handtekening:.....

VERANTWOORDELIJKE FUNCTIONARIS

Naam:

Handtekening:

Bijlage 6 – Volledige onderzoeksdata

AFSTANDEN	links = aangedane	links = aangedane	links = aangedane	links = aangedane b	links = aangedane b	rechts = aangedane
single leg hop	patient 1	patient 2	patient 3	patient 4	patient 5	patient 6
afstand 1 niet aangedaan	1,84	0,75	1,56	1,12	1,64	1,11
afstand 2 niet aangedaan	1,64	0,97	1,53	1,16	1,77	1,24
afstand 3 niet aangedaan	1,67	1,1	1,56	1,19	1,75	1,28
afstand 1 aangedaan	1,56	1,04	1,58	1,25	1,66	1,09
afstand 2 aangedaan	1,7	1,13	1,53	1,18	1,71	1,2
afstand 3 aangedaan	1,73	1,04	1,54	1,21	1,69	1,2

APP	patient 1	patient 2	patient 3	patient 4	patient 5	patient 6
single leg hop						
1. niet aangedaan quad	65	42	48	62	55	41
1. niet aangedaan hamst	35	58	52	38	45	59
1. niet aangedaan links	49	38	40	25	32	74
1. niet aangedaan rechts	51	62	60	75	68	26
1. niet aangedaan quad li	33	11	8	4	12	30
1. niet aangedaan glut li	3	7	13	3	11	18
1. niet aangedaan hamst li	13	20	19	18	9	26
1. niet aangedaan quad re	24	22	26	50	19	2
1. niet aangedaan glut re	9	14	17	10	32	3
1. niet aangedaan hamst re	18	26	17	15	17	21
2. niet aangedaan quad	67	27	51	57	59	40
2. niet aangedaan hamst	33	63	49	43	41	60
2. niet aangedaan links	38	45	32	35	36	71
2. niet aangedaan rechts	62	53	68	65	64	29
2. niet aangedaan quad li	26	9	6	4	14	28
2. niet aangedaan glut li	6	8	11	4	12	17
2. niet aangedaan hamst li	6	28	15	27	10	26
2. niet aangedaan quad re	27	12	28	44	18	3
2. niet aangedaan glut re	15	13	22	11	34	7
2. niet aangedaan hamst re	20	28	18	10	12	19
3. niet aangedaan quad	73	46	50	66	47	43
3. niet aangedaan hamst	27	54	50	34	53	57
3. niet aangedaan links	39	23	36	22	38	69
3. niet aangedaan rechts	60	77	63	78	62	31
3. niet aangedaan quad li	28	10	6	3	10	27
3. niet aangedaan glut li	3	6	14	4	10	21
3. niet aangedaan hamst li	8	7	16	15	18	21
3. niet aangedaan quad re	36	26	28	53	20	4
3. niet aangedaan glut re	7	15	16	11	26	7
3. niet aangedaan hamst re	17	36	19	15	16	20

1. aangedaan quad	45	24	49	53	53	44
1. aangedaan hamst	55	76	51	47	47	56
1. aangedaan links	70	66	67	66	66	57
1. aangedaan rechts	30	34	33	34	34	43
1. aangedaan quad li	23	13	30	34	26	6
1. aangedaan glut li	11	18	16	14	23	35
1. aangedaan hamst li	36	35	21	18	17	16
1. aangedaan quad re	16	6	8	10	8	15
1. aangedaan glut re	3	5	8	5	12	17
1. aangedaan hamst re	11	23	17	19	14	11
2. aangedaan quad	60	43	52	45	36	43
2. aangedaan hamst	40	57	48	55	64	57
2. aangedaan links	69	69	66	61	58	36
2. aangedaan rechts	31	31	34	38	42	64
2. aangedaan quad li	30	22	30	31	16	4
2. aangedaan glut li	12	16	16	13	27	15
2. aangedaan hamst li	27	31	20	17	15	17
2. aangedaan quad re	20	11	11	6	6	21
2. aangedaan glut re	5	8	6	4	14	26
2. aangedaan hamst re	6	12	17	28	22	17

3. aangedaan quad	57	35	47	43	49	42
3. aangedaan hamst	43	65	53	57	51	58
3. aangedaan links	68	74	68	53	55	40
3. aangedaan rechts	32	26	32	47	45	60
3. aangedaan quad li	26	19	27	24	21	5
3. aangedaan glut li	12	19	17	9	18	18
3. aangedaan hamst li	30	36	24	20	16	17
3. aangedaan quad re	23	7	8	13	10	20
3. aangedaan glut re	3	6	8	6	19	22
3. aangedaan hamst re	6	13	16	28	16	18

AANTAL SPRONGEN	links = aangedaan	links = aangedaan	links = aangedaan	links = aangedaan	links = aangedaan	rechts = aangedaan
side hop	patient 1	patient 2	patient 3	patient 4	patient 5	patient 6
1. niet aangedaan totaal	60	26	75	71	63	71
1. niet aangedaan fout	4	6	10	11	5	6
1. niet aangedaan goed	56	20	65	60	58	65
1. aangedaan totaal	59	26	75	75	64	68
1. aangedaan fout	15	4	6	17	2	11
1. aangedaan goed	44	22	69	58	62	57
APP						
side hop	patient 1	patient 2	patient 3	patient 4	patient 5	patient 6
1. niet aangedaan quad	73	51	49	61	53	45
1. niet aangedaan hamst	27	49	51	39	47	55
1. niet aangedaan links	39	26	25	26	23	71
1. niet aangedaan rechts	61	74	75	74	76	28
1. niet aangedaan quad li	26	8	5	6	7	28
1. net aangedaan glut li	6	7	7	5	6	18
1. niet aangedaan hamst li	7	11	13	15	10	25
1. niet aangedaan quad re	33	33	33	46	28	5
1. niet aangedaan glut re	13	13	15	11	26	6
1. niet aangedaan hamst re	15	28	27	17	22	17
1. aangedaan quad	63	47	50	53	51	40
1. aangedaan hamst	37	53	50	47	49	60
1. aangedaan links	80	71	79	68	76	37
1. aangedaan rechts	20	28	20	32	24	63
1. aangedaan quad li	43	28	36	39	30	5
1. aangedaan glut li	15	15	15	11	24	7
1. aangedaan hamst li	22	28	28	18	22	25
1. aangedaan quad re	9	9	4	5	4	24
1. aangedaan glut re	3	4	6	6	8	20
1. aangedaan hamst re	8	15	10	21	12	19

Bijlage 7 – Beschrijvende gegevens per proefpersoon

Proefpersoon 1 is als volgt te omschrijven: tijdens de operatie werd gebruik gemaakt van een hamstring graft; de proefpersoon heeft nooit eerder blessures aan de aangedane extremiteit gehad; met voetballen is hij linksbenig. De periode tussen het trauma en de operatie duurde zeven maanden aangezien hij eerst conservatief is behandeld maar dit bleek achteraf niet voldoende te zijn. Fase 1 van de revalidatie heeft anderhalve maand geduurd, fase 2 heeft twee maanden geduurd en fase 3 duurde tot nog toe twee maanden. De revalidatie is tot nu toe voorspoedig en zonder complicaties verlopen, volgens zijn fysiotherapeut. Na het afnemen van de testen gaf hij wel aan snel aan last te hebben van krampen in zijn hamstring van zijn aangedane been. Zijn sport heeft hij nog niet hervat.

Proefpersoon 2 is als volgt te omschrijven: tijdens de operatie werd gebruik gemaakt van een hamstring graft; naast de VKB-ruptuur is er sprake geweest van bijkomend meniscusletsel; de proefpersoon heeft nooit eerder blessures aan de aangedane extremiteit gehad; met handbal is haar sprongbeen links. Fase 1 van de revalidatie heeft twee maanden geduurd, fase 2 heeft vier maanden geduurd en fase 3 duurde zeven maanden. De revalidatie is voorspoedig verlopen volgens haar fysiotherapeut, ondanks het bijkomende letsel. Na het afnemen van de testen gaf zij aan sneller vermoeid te zijn in haar aangedane been, met name in haar hamstrings gedurende gelijkwaardige activiteiten. Ze is inmiddels al enige tijd aan het handballen.

Proefpersoon 3 is als volgt te omschrijven: tijdens de operatie werd gebruik gemaakt van een patella graft; naast de VKB-ruptuur is er sprake geweest van bijkomend meniscusletsel; de proefpersoon heeft anderhalf jaar geleden een gebroken voet gehad aan de aangedane extremiteit, dit beperkt hem niet meer in het dagelijks leven; met voetballen is hij rechtsbenig. Fase 1 van de revalidatie heeft anderhalve maand geduurd, fase 2 heeft acht maanden geduurd en fase 3 duurde één maand. Een deel van fase 3 heeft al in fase 2 plaatsgevonden. Ook zijn revalidatie is voorspoedig en zonder complicaties verlopen, naar mening van zijn fysiotherapeut. Hij is kortgeleden weer begonnen met voetbalwedstrijden.

Proefpersoon 4 is als volgt te omschrijven: tijdens de operatie werd gebruik gemaakt van een hamstring graft; de proefpersoon heeft anderhalf jaar geleden meerdere enkel- en achillespees blessures aan de aangedane extremiteit gehad, echter zonder blijvende gevolgen; met voetballen is hij rechtsbenig. Fase 1 van de revalidatie heeft tweeënhalve

maand geduurd, fase 2 heeft zeven/acht maanden geduurd en fase 3 duurde twee maanden. De revalidatie is ook voorspoedig en zonder complicaties verlopen, volgens zijn fysiotherapeut. Hij is alweer enige tijd aan het sporten en heeft zijn wedstrijdniveau hervat.

Proefpersoon 5 is als volgt te omschrijven: tijdens de operatie werd gebruik gemaakt van een hamstring graft; de proefpersoon heeft nooit eerder blessures aan de aangedane extremiteit gehad; met voetballen is hij rechtsbenig. De periode tussen het trauma en de operatie duurde maar liefst negen maanden aangezien hij eerst conservatief is behandeld maar dit bleek achteraf niet voldoende te zijn. Fase 1 van de revalidatie heeft één maand geduurd, fase 2 heeft drie maanden geduurd en fase 3 duurt viereneenhalve maand tot nu toe. De revalidatie na de reconstructie is voorspoedig verlopen, naar de mening van zijn fysiotherapeut. Er blijven alleen pijnklachten bestaan vanwege osteosynthese materiaal, maar dit belemmert het verloop van de revalidatie niet. Hij is van plan binnen op korte termijn weer mee te gaan trainen.

Proefpersoon 6 is als volgt te omschrijven: tijdens de operatie werd gebruik gemaakt van een patella graft; de proefpersoon heeft vier jaar geleden enkelbandletsel gehad aan de aangedane extremiteit, dit zorgt op dit moment niet voor problemen; met voetballen is hij rechtsbenig, daarnaast doet hij ook aan volleybal. Fase 1 van de revalidatie heeft anderhalf/twee maanden geduurd, fase 2 heeft vier/vijf maanden geduurd en fase 3 duurt één maand tot nu toe. De revalidatie is volgens zijn fysiotherapeut voorspoedig verlopen, ondanks dat de proefpersoon aangaf een 'painful arc' te ervaren in de knie. Door deze pijn gaf hij aan voorzichtiger en terughoudender te zijn met springen. Hij is momenteel bezig met trainen, volledige sporthervatting is nog niet aan de orde.

Bijlage 8 – Uitleg aflezen tabel 3 van de resultaten

Tabel 3 dient als volgt afgelezen te worden als je meerdere proefpersonen met elkaar vergelijkt: omdat bij proefpersoon 1 t/m 5 hetzelfde been is aangedaan mag je hier dezelfde kleuren met elkaar vergelijken. Aangezien proefpersoon 6 het andere been heeft aangedaan dienen hier de lichte en donkere kleuren met elkaar te worden omgedraaid, om een correcte vergelijking te kunnen maken.

Tabel 3 dient als volgt afgelezen te worden als je binnen één proefpersoon de spieren vergelijkt: eerst wordt gekeken welk been is aangedaan, vervolgens met welk been de sprong is uitgevoerd en ten slotte moeten donkere en lichte kleuren van beide single leg hop tests met elkaar vergeleken worden om een correcte vergelijking tussen de spieren te maken (zie legenda). Dit omdat er gewisseld wordt van sprongbeen terwijl de legenda gelijk blijft. Bijvoorbeeld proefpersoon 1 heeft zijn linker been aangedaan, hij springt met zijn aangedane been de single leg hop test. Dan worden voor het verschil in m. quadriceps activiteit lichtblauw (26%) van de sprong op het aangedane been met donkerblauw (24%) van de sprong op het niet-aangedane been vergeleken.

Bijlage 9 – Berekening van verschillscores van de resultaten

Tabel 5 – Spieractiviteit berekenen van de single leg hop test bij proefpersoon 1 per spiergroep

	Niet-aangedane been	Aangedane been	Verschijscores
Quadriiceps rechts	24%	23%	+10%
Quadriiceps links	33%	26%	-2%
Gluteus rechts	9%	3%	0%
Gluteus links	3%	12%	-3%
Hamstrings rechts	18%	6%	+7%
Hamstrings links	13%	30%	-12%

Opmerking:

Berekening = % niet-aangedane been - % aangedane been