



Accelerometrie & Fysiotherapie

De betrouwbaarheid van de accelerometer bij het meten van de frequentie en duur tijdens het uitvoeren van squat - en lunge oefeningen



Naam: H.H.A.M Jacobs
student nummer: 2148965
Begeleider: Martijn Pisters

Fontys Paramedische Hogeschool
Opleiding Fysiotherapie
-Januari 2013-



Contactgegevens

Naam

Naam student: Helen Jacobs

Studentnummer: 2148965

Contactgegevens

Adres: Ridder Thibaldstraat 22

Postcode en plaats: 6444 EC Brunssum

Telefoonnummer: 06-19740290

E-mailadres: helen.jacobs@student.fontys.nl

Verantwoordelijke organisatie

Instituut: Fontys Paramedische Hogeschool

Adres: Ds. Th Fliednerstraat 2

Postcode en plaats: 5631 BN Eindhoven

Telefoonnummer: 0877-877011

Docentbegeleider

Naam: Dr. M. F. Pisters

E-mailadres: m.pisters@fontys.nl

Voorwoord

Dit verslag is geschreven naar aanleiding van de afstudeeropdracht van de Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven, opleiding fysiotherapie.

Een aantal personen leverden een zeer nuttige bijdrage, waardoor het realiseren van het afstudeeronderzoek voor mij mogelijk werd gemaakt. Een speciaal woord van dank gaat uit naar mijn docentbegeleider, Martijn Pisters, voor het geven van adviezen en feedback gedurende het onderzoek en het kritisch beoordelen van het projectplan en de verslaglegging. Ook bedank ik Tim Gerbrands voor het helpen verwerken van de verkregen resultaten na het uitvoeren van het onderzoek. Daarnaast bedank ik alle andere docenten die een bijdrage hebben geleverd tijdens het afstuderen, zoals het geven van colleges en het beoordelen van zowel projectplan als verslaglegging.

Een speciaal woord van dank gaat tevens uit naar de studenten uit mijn scriptiegroepje.

- Suzanne van Dijk
- Martijn Antes
- Joris Reijnen
- Alex Haas

Samen hebben we van het spannende idee van de scriptie, een ontspannende en leerzame periode weten te maken. Door middel van hard werken, elkaar feedback geven, maar ook ontspannende momenten zijn we zover gekomen.

Tot slot wil ik alle proefpersonen en iedereen die op enige wijze een positieve inbreng heeft geleverd aan het tot stand komen van dit onderzoek bedanken voor de medewerking die zij hebben geleverd.

Eindhoven, 14 december 2012

Helen Jacobs

Samenvatting

Achtergrond

Therapietrouw is over het algemeen genomen laag. Strategieën om deze te verhogen zijn bijvoorbeeld; doelen, een tijdlijn uitzetten en het meten van voortgang. Vragenlijsten voor het meten van lichamelijke activiteit kennen beperkingen. Een mogelijk alternatief om therapietrouw bij uitvoering van oefeningen objectief te meten zou kunnen met behulp van accelerometers. Er is echter weinig bekend of complexe bewegingen zoals fysiotherapeutische huiswerkoefeningen betrouwbaar gemeten kunnen worden. Daarbij kan de volgende vraag worden gesteld:

Wat is de betrouwbaarheid van de accelerometer bij het meten van de frequentie en duur waarin squat- en lunge oefeningen uitgevoerd worden door gezonde proefpersonen?

Het onderzoek heeft als doel het bepalen of de accelerometer de frequentie en tijdsduur van relatief complexe bewegingen betrouwbaar kan meten. Wanneer dit blijkt, kan er worden onderzocht of therapietrouw te vergroten is middels een accelerometer. De uitkomsten van dit onderzoek zullen worden meegenomen naar een vervolg onderzoek dat zal bepalen of er algoritmen kunnen worden ontwikkeld om oefeningen te kunnen identificeren.

Methode

De betrouwbaarheid van het meten van de frequentie en duur van squat- en lunge oefeningen met een accelerometer werd getoetst middels een test-hertest onderzoeksdesign. Er werden 34 proefpersonen geschikt gevonden voor deelname aan het onderzoek. De gemiddelde leeftijd van een participant was 21,9 ($\pm 1,95$) jaar. Er werd gebruik gemaakt van een Delsys Trigno Wireless System accelerometers met een sensitiviteit van $\pm 4g$. Voor het registreren en opslaan van de metingen is er gebruik gemaakt van EMGWorks Acquisition.

Resultaten

Na de test-hertest is er bij de 'frequentie lunge' een ICC gevonden van 0,797. Bij 'tijd lunge' was dit 0,732. Dit duidt op een goede betrouwbaarheid volgens de Cohen's Kappa schaal. Bij 'frequentie squat' was de ICC 0,489 en bij 'tijd squat' was deze 0,536 wat voor beide duidt op een matige tot slechte betrouwbaarheid.

Conclusie

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat er nog niet betrouwbaar kan worden gemeten middels een Delsys accelerometer tijdens het uitvoeren van squat – en lunge oefeningen.

Summary

Objective

Treatment adherence is generally low. Strategies to increase these are; goals, timelines and measuring progress. Inquiries for measuring physical activity have its boundaries. A possible alternative for measuring treatment adherence objectively of implementation of exercises could be done with the help of accelerometers. Little is known though about the reliability of this when measuring complex movements like physiotherapeutic homework exercises. The following question can now be asked:

What is the reliability of the accelerometer while measuring the frequency and duration when squat- and lunge exercises are being done by healthy participants?

The research has as goal to determine if the accelerometer can reliably measure the frequency and duration of relatively complex movements. If this turns out to be true then it can be examined if treatment adherence can be increased when using an accelerometer. The findings of this research will be included in a follow-up study which will determine if certain algorithms can be developed to identify exercises.

Method

The reliability of measuring the frequency and duration of squat- and lunge exercises with an accelerometer will be tested by using a test-retest research design. 34 participants were approved to participate in the research. The average age of a participant was 21.9 (+/- 1.95) years. Delsys Trigno Wireless System accelerometers with a sensitivity of +/- 4g were used. For registering and saving of the measurements EMGWorks Acquisition was used.

Results

After the test-retest an ICC of 0.797 was found at the "frequency lunge". At the "duration lunge" this was 0.732. This indicates a good reliability according to Cohen's Kappa scale. At the "frequency squat" there was an ICC of 0.489 and at the "duration squat" this was 0.536, this means for both that the reliability is mediocre to bad.

Conclusion

From this research it can be concluded that there cannot be any reliable measurements done by using a Delsys accelerometer when carrying out squat- and lunge exercises.

Inhoud

Contactgegevens	2
Naam	2
Contactgegevens	2
Verantwoordelijke organisatie.....	2
Docentbegeleider	2
Voorwoord.....	3
Samenvatting	4
Summary.....	5
1. Inleiding.....	8
2. Methode	10
§2.1 Design.....	10
§2.2 Onderzoekspopulatie.....	10
§2.3 Locatie.....	10
§2.4 Meetinstrumenten.....	11
§2.5 Meetprotocol.....	11
§2.6 Analyse	12
§2.7 Ethische paragraaf	13
3. Resultaten	14
§3.1 Populatie	14
§3.2 Betrouwbaarheid meetinstrument.....	14
§3.3 Bland-Altman Plot.....	16
4. Discussie.....	19
§4.1 Onderzoek en verwachtingen	19
§4.2 Resultaten en literatuur.....	20
§4.3 Sterke en zwakke punten onderzoek.....	21
5. Conclusie & aanbevelingen	23
§5.1 Conclusie	23
§5.2 Aanbevelingen.....	23
6. Literatuur	24
Bijlagen	I
Bijlage I: informatiebrief	II
Bijlage II: informed consent	IV

Bijlage III: vragenlijst participanten	V
Bijlage IV: meetprotocol.....	VI
Bijlage V: sensorplaatsing	VII
Bijlage VI: Goedkeuring projectplan.....	VIII
Bijlage VII: Projectplan	XI
Bijlage VIII: Geheimhoudingsverklaring	XXV
Bijlage IX: Overdrachtsbevestiging	XXVI

1. Inleiding

Binnen de fysiotherapie wordt het belang erkend van het stimuleren van zelfmanagement en therapietrouw om de effectiviteit van therapieën te vergroten.¹ Therapietrouw kan worden gedefinieerd als de mate waarin het gedrag van een patiënt overeen komt met aanbevelingen van de fysiotherapeut.² Een hogere mate van therapietrouw is geassocieerd aan gunstige uitkomstmaten van pijn en fysieke functies.³ Echter, na beëindiging van de behandeling op lange termijn vermindert de therapietrouw.² Aangezien therapietrouw over het algemeen genomen al laag is, zal dit ongunstig zijn op de uitkomstmaten van de patiënt.^{4,5} Mogelijke oorzaak voor therapieontrouw zou onder andere kunnen zijn onvoldoende begeleiding door de fysiotherapeut.^{1,3} Persoonkenmerken van de patiënt, zoals motivatie en zelfdiscipline, lijken echter ook een rol te spelen.¹ Het niet oefenen buiten de consulten wordt door de patiënt toegeschreven aan barrières die daarbij in de weg staan, bijvoorbeeld het moeilijk kunnen inpassen van de oefeningen in het algemeen dagelijks functioneren.⁵ Daarnaast geven patiënten aan dat zij de oefeningen vaak niet goed begrijpen en positieve feedback missen bij huiswerk oefeningen.^{1,6}

Strategieën om de therapietrouw te verhogen zijn bijvoorbeeld het stellen van doelen en het uitzetten van een tijdlijn. Daarnaast is het vooral belangrijk om therapietrouw te meten en te controleren.^{7,8} Er zijn gangbare methoden om therapietrouw ten aanzien van geadviseerde oefeningen en/of activiteiten te meten, bijvoorbeeld vragenlijsten. Echter, deze vragenlijsten kennen een aantal beperkingen zoals de afhankelijkheid van herinnering, sociale wenselijke beantwoording en de discipline die vereist is om de vragenlijst goed in te vullen. Een mogelijk alternatief om therapietrouw te meten is met behulp van accelerometers.^{8,9}

Accelerometers zijn sensoren die een versnelling meten langs een sensitiviteitsas. Deze accelerometers reageren op de statische zwaartekracht en op externe versnellingen die het gevolg zijn van beweging. Wanneer er geen beweging is, zal de accelerometer geen externe versnelling registreren. De accelerometer zal dan de projectie van de zwaartekracht op de sensitiviteitsas meten.^{9,10} Accelerometers zijn klein en licht, weinig belastend en relatief goedkoop in vergelijking met andere objectieve meetmethoden. Bovendien zijn accelerometers doorontwikkeld uit eenvoudige mechanische stappentellers tot drie-assige versnellingsmeters die gebruikt kunnen worden om lichamelijke activiteit en/of energieverbruik in kaart te brengen.⁹ Ten opzichte van andere bewegingssensoren heeft een accelerometer een aantal significante voordelen bij gebruik van het analyseren van bewegingen. Zo registreren de accelerometers bijvoorbeeld zowel de frequentie als de intensiteit van de uitgevoerde bewegingen.¹⁰ Accelerometrie in de bewegingsanalyse is dus zeer uitgebreid en geeft een algemeen beeld van fysieke activiteit.⁹

Tegenwoordig worden accelerometers in toenemende mate gebruikt in onderzoek.⁹ Aan de hand van één of meerdere accelerometers wordt informatie over de bewegingen van het menselijk lichaam geregistreerd. Algoritmes voor de detectie van de verschillende bewegingen zijn daarbij cruciaal. Plaatsing en het aantal accelerometers die gebruikt worden is hierbij van belang. Wanneer men zich beperkt tot één driedimensionale accelerometer, plaatst men de accelerometer in het massamiddelpunt van het lichaam.¹⁰ Voor een aantal activiteiten, zoals het lopen, zitten en liggen zijn inmiddels algoritmen ontwikkeld om specifieke activiteiten te kunnen herkennen in de verzamelde gegevens. Er is echter ook behoefte aan het kunnen detecteren van oefeningen.¹¹ Indien het mogelijk zou zijn om met behulp van een accelerometer oefeningen te kunnen onderscheiden, zou dit een oplossing kunnen zijn om therapietrouw op een objectieve manier te meten.

Voor de therapietrouw is het belangrijk om de frequentie en tijdsduur, waarin oefeningen worden uitgevoerd, te kunnen meten. Eerder onderzoek heeft immers aangetoond dat hoe beter patiënten geadviseerde intensiteit, frequenties en duur opvolgen, hoe beter het effect zal zijn van de behandeling.^{1,4,5,7} Voordat er algoritmen ontwikkeld worden om oefeningen te kunnen identificeren, zal er eerst onderzocht moeten worden of de frequentie en tijdsduur van relatief complexe bewegingen überhaupt betrouwbaar gemeten kan worden. Er is al veel onderzoek gedaan naar het gebruik van accelerometers bij relatief makkelijke beweegactiviteiten, zoals lopen, opstaan en gaan zitten.¹¹ Het streven van het huidige onderzoek is dan ook om te bepalen of de accelerometer een betrouwbaar instrument is bij het meten van zowel frequentie als de tijd bij fysiotherapeutische oefeningen. Een voorbeeld van een relatief complexe beweging zou de squat of lunge kunnen zijn. Daarbij kan de volgende hoofdvraag worden gesteld: Wat is de betrouwbaarheid van de accelerometer bij het meten van de frequentie en duur waarin squat en lunge oefeningen uitgevoerd worden door gezonde proefpersonen?

2. Methode

§2.1 Design

De betrouwbaarheid van het meten van de frequentie en duur van squat - en lunge oefeningen met een accelerometer werd getoetst middels een test-hertest onderzoeksdesign. Door deze squat- en lunge oefeningen twee series van vijf herhalingen te laten uitvoeren, kon de betrouwbaarheid, waarmee frequentie en tijd gemeten wordt, bepaald worden.

§2.2 Onderzoekspopulatie

Voorafgaand aan het onderzoek werd er gezocht naar participanten door middel van persoonlijk contact en via de e-mail op de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven. In deze e-mail stond een korte toelichting betreffende het onderzoek met daarbij de vraag wie deel wilde nemen aan het onderzoek. Vervolgens werd er een e-mail verzonden naar de participanten die hadden toegezegd, met daarin een uitgebreide informatiebrief (zie bijlage I) en een informed consent (zie bijlage II).

Voor deelname aan het onderzoek moesten participanten voldoen aan de volgende in- en exclusiecriteria:

- Op het moment van meten vrij van klachten die het looppatroon kunnen beïnvloeden;
- Participant moet in staat zijn schriftelijke, verbale en visuele instructies te kunnen volgen;
- Leeftijd tussen de 18 en 30 jaar;
- Participanten mogen geen belemmerende kleding dragen die invloed kan hebben op de uitvoering van de activiteiten en/of het plaatsen van de sensoren;
- Participanten dienen het informed consent te ondertekenen voor aanvang van het onderzoek (zie bijlage II).

§2.3 Locatie

Voor het uitvoeren van het onderzoek werd gebruik gemaakt van beschikbare faciliteiten op de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven. Het onderzoek werd uitgevoerd in het beweeglaboratorium.

§2.4 Meetinstrumenten

Er werd gebruik gemaakt van een Delsys Trigno Wireless System accelerometer met een sensitiviteit van $\pm 4g$. Dit is een tri-axiale accelerometer, die tevens gebruikt kan worden als EMG-meter. Voor dit onderzoek werd er alleen gebruik gemaakt van de accelerometrie-functie. De fysieke activiteiten die werden gemeten zijn de squat en lunge. Voor het registreren en opslaan van de metingen is er gebruik gemaakt van EMGWorks Acquisition. De karakteristieken van deelnemers werden in kaart gebracht met een korte vragenlijst, waarin aan proefpersonen gevraagd werd naar hun leeftijd, geslacht, gewicht, lengte en het voldoen aan beweegnorm (zie bijlage III).

§2.5 Meetprotocol

Bij binnenkomst van het beweeglaboratorium werd de participant verzocht om de informatiebrief en het informed consent door te lezen en te ondertekenen. Vervolgens werd de participant verzocht om zich te ontdoen van schoeisel en gepaste kleding (sportbroekje en t-shirt) aan te trekken, waarbij de kans op aanraking van de sensoren zo klein mogelijk zou worden. Op deze manier werd er voorkomen dat er een extra variabele toegevoegd zou worden aan de uitkomst.

Doordat er meerdere onderzoeken met behulp van accelerometrie gelijktijdig werden uitgevoerd, werd er in een circuit een aantal oefeningen uitgevoerd. Omdat er middels een test-hertest onderzoeksdesign werd getoetst, werd het circuit twee maal uitgevoerd. Daarnaast werd er gezorgd voor exact dezelfde instructie bij meting één en meting twee. De eerste ronde werd de participant gevraagd om het circuit uit te voeren van station één naar station vier. Bij de tweede ronde werd de participant gevraagd om het circuit uit te voeren van station vier naar station één. Tussen deze rondes in werden de accelerometers van het lichaam van de participant verwijderd. In de praktijk zal de fysiotherapeut bij een patiënt namelijk de accelerometers na een consult afhalen en tijdens een volgend consult eventueel weer opnieuw bevestigen. Op deze manier kon het gebruik in de praktijk gewaarborgd blijven. De participant kreeg daarbij vijf minuten rust en er werd gevraagd om een korte vragenlijst in te vullen.

Tijdens deze pauze werd de volgende participant binnengelaten om deze te prepareren en de eerste ronde te laten uitvoeren. Na de vijf minuten rust werden dezelfde accelerometers bij de participant bevestigd voor de tweede ronde. Op deze manier konden de sensoren voor verschillende uitkomstmaten worden getest. Voor een overzicht van het meetprotocol zie bijlage IV.

Sensorplaatsing

Nadat de participanten zich hadden omgekleed, werden er op verschillende plaatsen accelerometer-sensoren bevestigd. Deze plaatsen zijn als volgt; één sensor werd precies in het midden tussen de

twee spinae iliaca posterior superior geplaatst; één sensor aan de epicondylis lateralis van het articulatio genu zowel links als rechts. Om een beeld te krijgen van de sensorplaatsing zie bijlage V. De sensoren werden bevestigd met dubbelzijdige tape. Dit was nodig om ruis te voorkomen door het bewegen van de sensoren ten opzichte van de huid, wat als gevolg foutmetingen kan veroorzaken. Wanneer dit het geval is, kunnen er vibraties geregistreerd worden. De participanten droegen een korte sportbroek waardoor de sensoren op het bovenbeen niet belemmerd konden worden. De sensor op het sacrum werd vrij gehouden doordat het shirt middels een wasknijper vast bleef zitten.

Test-hertest

Voordat de participant mocht beginnen met een oefening en/of test, werd telkens eerst van '5' naar '0' afgeteld. Op het moment dat er afgeteld was tot '2' werd er al op start gedrukt bij de computer. Bij '0' mocht de participant beginnen met de oefening en/of test. Dit was nodig in verband met twee seconden vertraging van de computer naar de connectie met sensoren. Zo werd er voorkómen dat de participant al startte, terwijl de computer nog niet gestart was.

Het meetprotocol ging als volgt; nadat de onderzoeker had afgeteld vanaf 5 naar 0, begon de participant met traplopen, een activiteit die van belang was voor een ander onderzoeksproject. Na het uitvoeren van het traplopen werd er met de volgende oefeningen verder gegaan, respectievelijk de squat en de lunge. Hierbij was het de bedoeling dat de participanten 2x5 keer de squat en lunge uitvoerden, met 15 seconden rust ertussen. Voorafgaand aan het uitvoeren van de oefeningen werd er teruggeteld van 5 naar 0, waarna er begonnen kon worden met de oefening. Dit werd ook gedaan na de seriepauze. Bij de lunges werd er gekozen voor een walking lunge omdat deze dynamisch uitgevoerd wordt. Dit in tegenstelling tot de squat die vanuit een statische basispositie wordt uitgevoerd. Vervolgens werd er van de participant gevraagd om een test uit te voeren, respectievelijk de Timed Up & Go-test. Ook deze test was van belang voor een ander onderzoeksproject.

Na deze oefening had de participant vijf minuten pauze, alvorens aan de tweede ronde werd begonnen. Deze tweede ronde ging in omgekeerde richting, wat wil zeggen dat er begonnen werd met de Timed Up & Go-test en er geëindigd werd met het traplopen. Dit om gewenning te voorkomen. In totaal waren er per twee participanten 30 minuten nodig om het onderzoek te kunnen uitvoeren.

§2.6 Analyse

De uitkomstmaten waarvan de betrouwbaarheid onderzocht werd, zijn zowel de frequentie als de tijd waarin oefeningen werden uitgevoerd. Tijdens het onderzoek werd er gemeten met in totaal vijf sensoren, die elk 3 assen (horizontale, verticale en transversale as) hebben. Op basis van het

accelerometer signaal van de drie assen werd een resultante berekend. Vervolgens werd de resultante van de vijf sensoren berekend. Dit geeft een 15 dimensionale resultante.

Vervolgens konden de gegevens worden geanalyseerd middels een ontwikkeld algoritme, waarbij gebruik werd gemaakt van MathLab. Met het algoritme werd het aantal pieken boven een bepaalde grens (frequentie waarin een oefening werd uitgevoerd) geteld en daarnaast het verschil in tijdsduur van een serie oefeningen tussen de eerste en laatste piek in seconden gemeten.

De gegevens uit MathLab werden vervolgens in een SPSS-file gezet, gebruikmakend van IBM SPSS versie 19.0 voor Windows. Beschrijvende data inclusief gemiddelde metingen met standaard afwijkingen (SD) werden voor elke sessie berekend. De betrouwbaarheid werd bepaald door de Intraclass Correlation Coefficient (ICC), waarbij gebruik werd gemaakt van een Two-way Mixed-model. De ICC waarden werden geïnterpreteerd volgens de Cohen's Kappa-schaal.^{13,14} Hierbij werd een waarde boven de 0,7 geclassificeerd als goede betrouwbaarheid en een waarde onder de 0,7 werd geclassificeerd als matig tot slechte betrouwbaarheid. Alle resultaten werden verwerkt in een Bland-Altman Plot. De gegevens van de vragenlijst, in §2.4 beschreven, werden door middel van SPSS geanalyseerd en in een tabel gezet.

§2.7 Ethische paragraaf

Omdat er geen sprake was van experimenteel onderzoek en het onderzoek uitgevoerd werd bij een gezonde populatie participanten was het huidige onderzoek niet WMO-plichtig.^{15,16} Het onderzoek werd afgenomen volgens de zorgvuldigheidseisen van medisch wetenschappelijk onderzoek. Dit wil zeggen dat alle participanten zowel mondeling als schriftelijk geïnformeerd worden over het onderzoek. Alle deelnemers kregen een informatiebrief (bijlage I) en ondertekenden een informed consent (bijlage II) waarin deze aangaven akkoord te gaan met deelname aan het onderzoek. De participant kon ten alle tijden besluiten af te zien van deelname aan het onderzoek, zonder opgave van enige reden. Er werden geen persoonsgegevens van de participanten verzameld waardoor proefpersonen herleidbaar waren (zoals studentnummers, adresgegevens). De participanten werden binnen een maand nadat de onderzoeksresultaten bekend waren persoonlijk op de hoogte gesteld van de resultaten.

3. Resultaten

§3.1 Populatie

Aan de hand van de criteria werden er 34 proefpersonen geschikt gevonden voor deelname aan het onderzoek. Na analyse bleek dat er bij de lunge vier metingen (11,8%) geëxcludeerd moesten worden. Bij de squat waren dat zeven metingen (20,6%). De gemiddelde leeftijd van een participant was 21,9 ($\pm 1,95$) jaar, een gemiddelde lengte van 178,2 ($\pm 9,51$) centimeter en een gemiddeld gewicht van 70,8 ($\pm 9,87$) kilogram. Voor verdere demografische gegevens van de participanten, zie tabel 3.1.1.

Tabel 3.1.1 Demografische gegevens

Aantal participanten	34
Leeftijd; mean (sd) jaar	21,9 (1,95)
Geslacht: man n (%)	20 (58,80)
Lengte; mean (sd) cm	178,2 (9,51)
Gewicht; mean (sd) kg	70,8 (9,87)
Sport: JA %	94,1
Uren sport; mean (sd)	5,8 (3,50)

Leeftijd; mean (sd) jaar = gemiddelde leeftijd (standaard deviatie); Geslacht: man n (%) = aantal mannen (%); Lengte; mean (sd) cm = gemiddelde lengte (standaard deviatie); Gewicht; mean (sd) kg = gemiddelde gewicht (standaard deviatie); Sport: JA% = % sportende participanten; Uren sport; mean (sd) = Gemiddelde uren sport per week (standaard deviatie).

§3.2 Betrouwbaarheid meetinstrument

Om te bepalen of het gebruik van de accelerometer een goede betrouwbaarheid heeft voor het registreren van beweging bij een groep participanten, werd gebruik gemaakt van de Intraclass Correlation Coefficient (ICC). De ICC kan worden gezien als een schatting van de werkelijkheid. De ICC moet ten minste een waarde hebben van 0,70 om te kunnen spreken van een goede betrouwbaarheid. De ICC is zowel afhankelijk van de spreiding van uitkomsten, als van de heterogeniteit van de populatie. Voor een overzicht van de ICC zie tabel 3.4.1.

Tabel 3.4.1 Intraclass Correlation Coefficient

Variabelen	ICC	Lower bound	Upper bound
Frequentie lunge	0,797	0,617	0,898
Tijd lunge	0,732	0,513	0,862
Frequentie squat	0,489	0,145	0,729
Tijd squat	0,536	0,199	0,758

ICC = intraclass correlation coefficient; Lower bound/upper bound = bij een grotere onderzoekspopulatie zal de ICC met 95% kans tussen deze twee waardes liggen.

In bovenstaande tabel zijn verschillende variabelen te zien. Met 'frequentie lunge' worden het aantal pieken, die de accelerometer heeft gemeten tijdens de uitvoering van de lunge, bedoeld. Met 'tijd lunge' wordt de duur, in seconden bedoeld, die nodig was voor het uitvoeren van de lunge. Hetzelfde geldt voor 'frequentie squat' en 'tijd squat'.

Bij de variabelen 'frequentie lunge' en 'tijd lunge' wordt een ICC-waarde aangegeven boven de 0,70 en kan er volgens de interpretatie van Kappa worden gesproken van een goede betrouwbaarheid.^{12,14} De variabelen 'frequentie squat' en 'tijd squat' zitten echter onder de 0,70. Dit wil zeggen dat er wordt gesproken van een matige tot slechte betrouwbaarheid.^{12,14} De waardes van 'lower bound' en 'upper bound' geven aan, wanneer het onderzoek wordt herhaald met een grotere onderzoekspopulatie, dat er met 95% zekerheid kan worden gezegd dat de ICC dan tussen de lower bound waarde en de upper bound waarde zal komen te liggen.

Er zijn outlayers (uitschieters) in de populatie/resultaten wat de ICC kan beïnvloeden. Omdat de resultaten van de 'lunge' volgens de interpretatie van Kappa al een goede betrouwbaarheid heeft, worden deze gegevens niet meer vergeleken met een ICC zonder outlayers. Om een vergelijking te maken zijn de outlayers van de 'squat' uit de resultaten gehaald. Voor een overzicht zie tabel 3.6.1.

Tabel 3.6.1 Intraclass Correlation Coefficient squat, outlayers verwijderd

Variabelen	ICC	Lower bound	Upper bound
Frequentie squat	0,760	0,513	0,891
Tijd squat	0,841	0,667	0,928

ICC = intraclass correlation coefficient; Lower bound/upper bound = bij een grotere onderzoekspopulatie zal de ICC met 95% kans tussen deze twee waardes liggen.

Zoals eerder vermeld in §3.4 werd de ICC van de variabele frequentie squat en de variabele tijd squat genoemd als matige betrouwbaarheid. Door de outlayers uit de resultaten te verwijderen, wordt de

ICC van beide variabelen aanzienlijk hoger. Om een overzicht te krijgen van het verschil in ICC, zie tabel 3.6.2.

Tabel 3.6.2 Verschil ICC squat

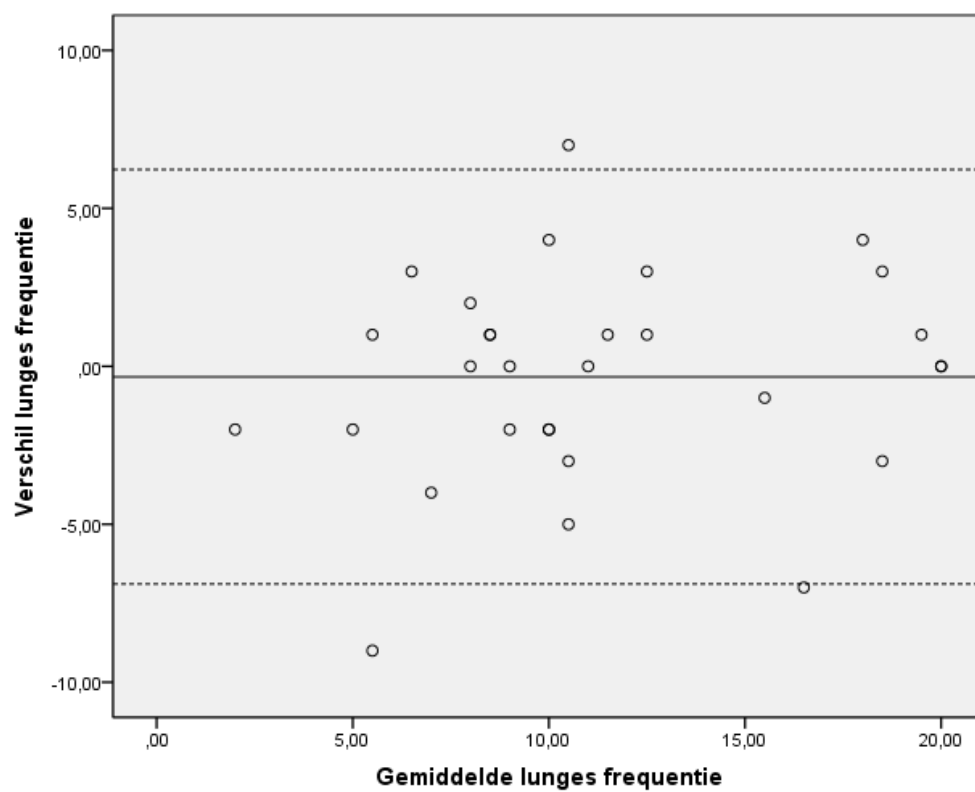
Variabelen	Oorspronkelijke ICC	ICC zonder outlayers
Frequentie squat	0,489	0,760
Tijd squat	0,536	0,841

ICC = intraclass correlation coefficient; ICC zonder outlayers = ICC met uitschieters uit de resultaten verwijderd.

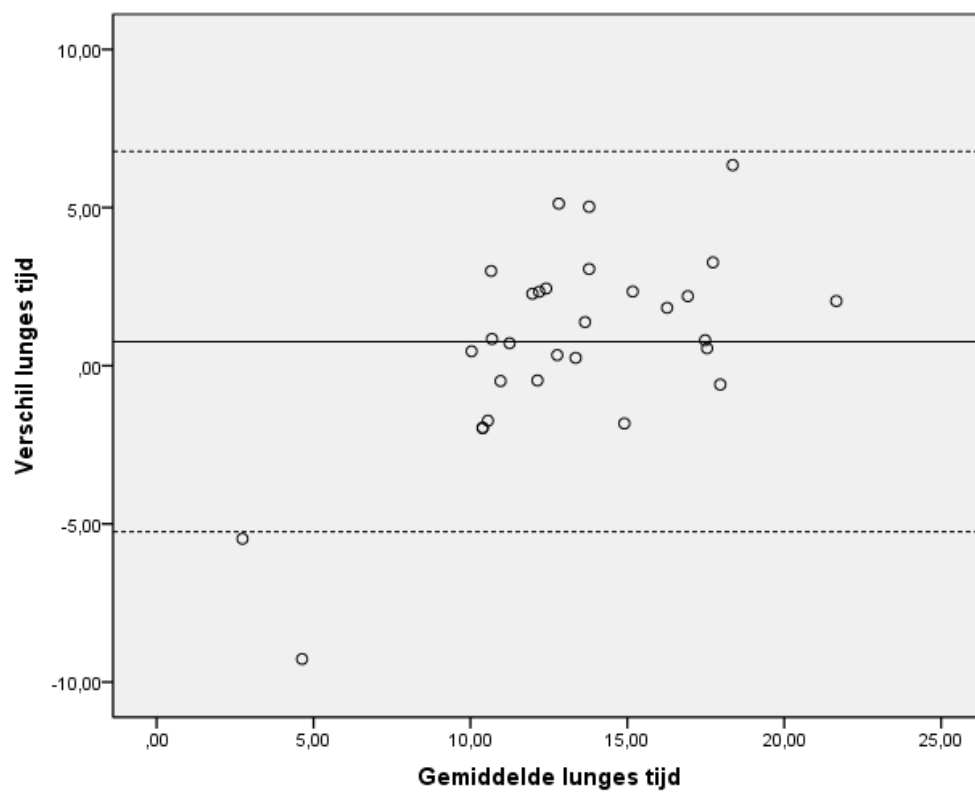
§3.3 Bland-Altman Plot

Alle resultaten zijn verwerkt middels een Bland-Altman Plot. Hierbij is elke participant weergegeven als een stip. Op de x-as wordt het gemiddelde per participant weergegeven en op de y-as wordt het verschil per participant weergegeven. Verder worden er in de grafiek drie lijnen weergegeven, waarbij de middellijn het gemiddelde aangeeft. De bovenste lijn is het gemiddelde + (1,96 x standaard deviatie) en de onderste lijn is het gemiddelde – (1,96 x standaard deviatie).

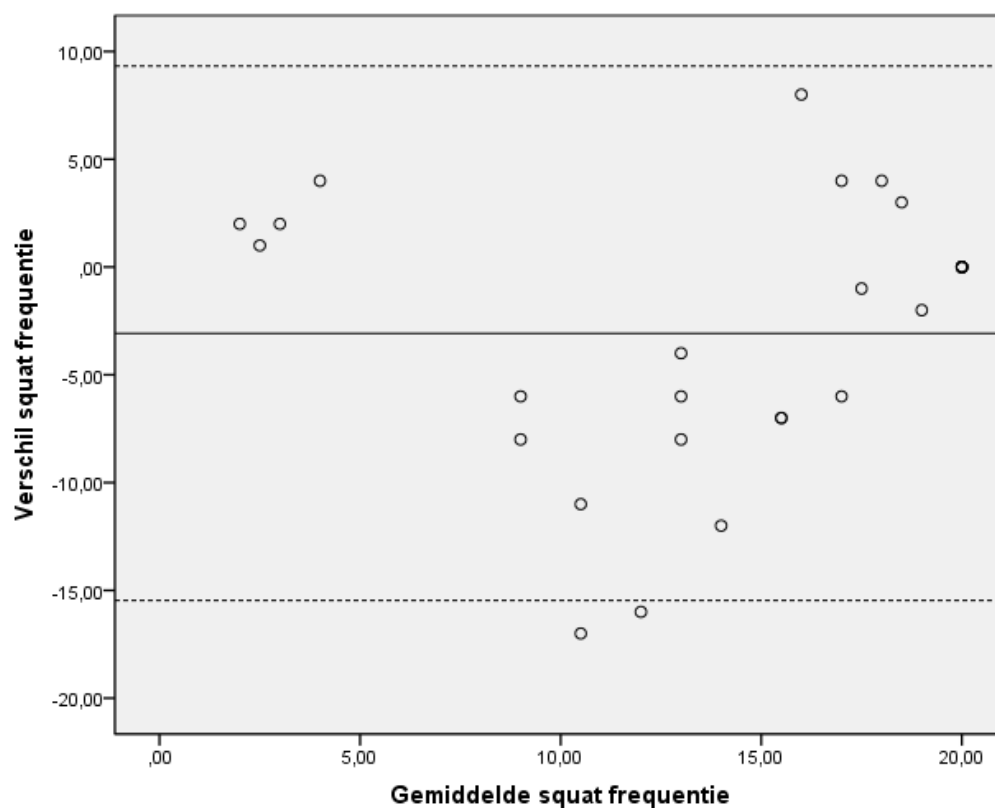
In totaal zijn er vier grafieken gemaakt: frequentie lunge; tijd lunge; frequentie squat; tijd squat. Om een beeld te krijgen van hoe deze er uitzien, zie grafiek 3.5.1 tot en met grafiek 3.5.4.



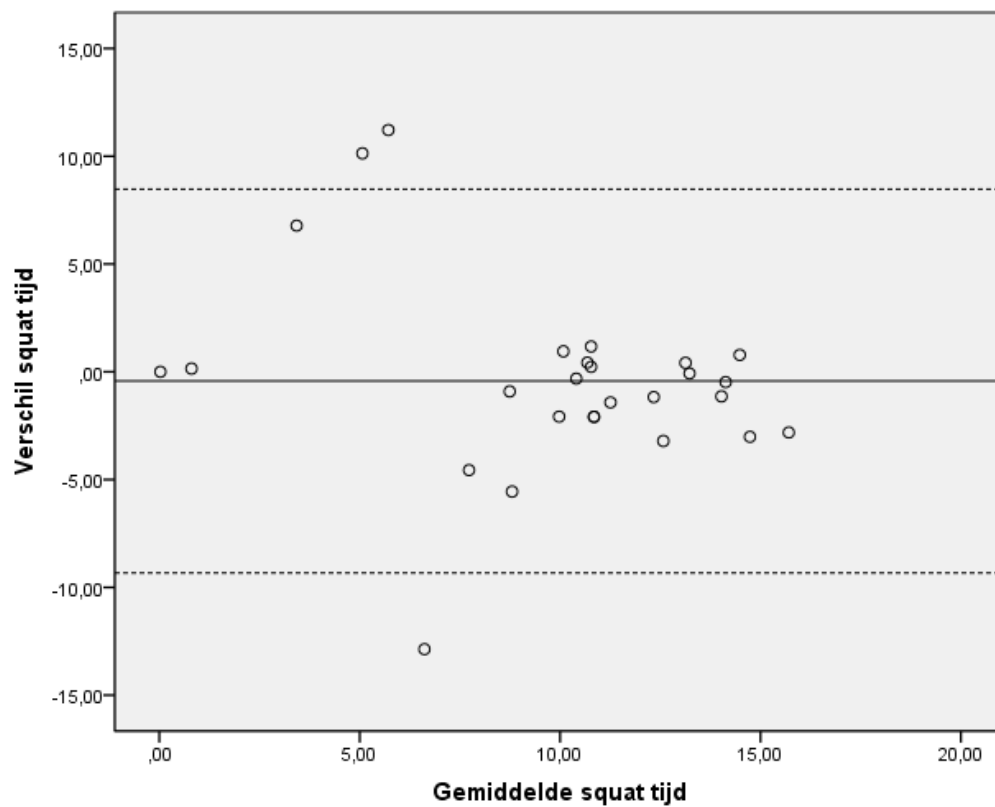
Grafiek 3.5.1 Frequentie lunge



Grafiek 3.5.2 Tijd lunge



Grafiek 3.5.3 Frequentie squat



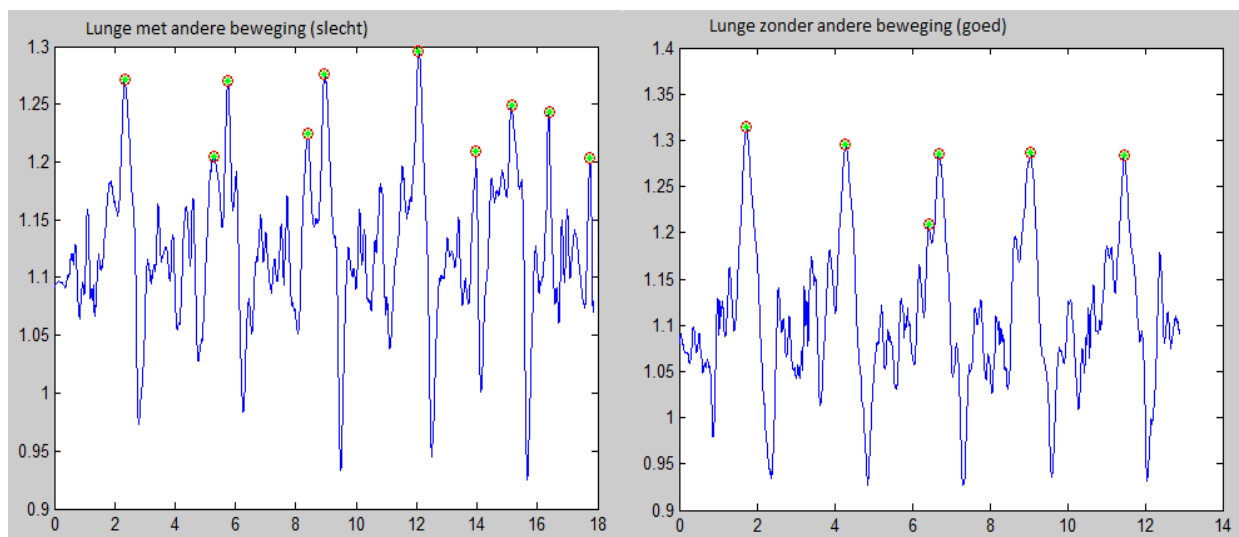
Grafiek 3.5.4 Tijd squat

4. Discussie

§4.1 Onderzoek en verwachtingen

De betrouwbaarheid van het meten van de frequentie en duur van squat - en lunge oefeningen met een accelerometer werd getoetst middels een test-hertest onderzoeksdesign.

De verwachting was dat de pieken van de algoritmen precies konden laten zien wanneer een herhaling werd uitgevoerd. Dit was echter niet zo omdat de participant na instructie niet altijd door had dat hij/zij na uitvoering van de oefening even stil moest staan. Dit was nodig omdat de accelerometer elke beweging registreert. Als er dan een andere beweging na de oefening plaats vindt, is dit ook te zien aan de pieken. Om hiervan een beeld te krijgen zie figuur 4.1.1.



Figuur 4.1.1 Vergelijking metingen lunge

§4.2 Resultaten en literatuur

Zoals bij de resultaten verteld is, is de ICC-waarde bij beide variabelen frequentie lunge en tijd lunge boven de 0,7 en kan er worden gezegd dat deze een goede betrouwbaarheid hebben. Echter, bij beide variabelen frequentie squat en tijd squat is dit niet het geval. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat er bij de lunges werd er gekozen voor een walking lunge omdat deze dynamisch uitgevoerd wordt. Dit kan worden vergeleken met het gaan (lopen) in combinatie met grote passen zetten en diep door de knie zakken. Het gaan is ook een dynamische beweging en kan al betrouwbaar gemeten worden.¹¹ Daarentegen werd de squat in een statische basispositie uitgevoerd. Tijdens het onderzoek bleek de squat dan ook lastiger uit te voeren dan de lunge. Een andere verklaring kan zijn dat de uitvoering van de squat door de participanten bij herhaling heel wisselend werd uitgevoerd. Dit zou dan weer een verklaring kunnen zijn voor de outlayers in de resultaten van de squat. In §3.2 werd een vergelijking gemaakt van de originele ICC-waarde met de ICC-waarde zonder outlayers. Als bij de resultaten van de squat de outlayers werden weggelaten, kwam er een ICC-waarde uit boven de 0,7 wat wil zeggen dat deze als betrouwbaar kan worden gezien. Dit zou iets kunnen zeggen over de onderzoekspopulatie.

Bij de schatting van de ICC (§3.2), voornamelijk de resultaten van de squat, is een groot betrouwbaarheidsinterval (upper- en lower bound) zichtbaar. Deze schatting is dus niet heel precies. Als er een grotere onderzoekspopulatie was geweest, zou dat hebben geleid tot een kleiner betrouwbaarheidsinterval en zou de ICC ook preciezer zijn. Als er verder in plaats van de interpretatie van Kappa, een andere interpretatie was gebruikt, konden de ICC-waardes als betrouwbaarder worden geïnterpreteerd. Volgens Landis en Koch wordt een ICC tussen de 0.61 en 0.80 als betrouwbaar gezien.¹⁴ De 'frequentie squat' met een ICC van 0,536 zit dan niet meer zo ver van een goede betrouwbaarheid af. De 'frequentie lunge' met een ICC van 0,797 zit dan zelfs bijna aan een 'bijna perfecte betrouwbaarheid'.¹⁴

De resultaten zijn verkregen met behulp van een algoritme. Het ontwikkelen van dit algoritme is op een eenvoudige manier gedaan op basis van een meting van één persoon. Dit was gedaan om te onderzoeken of het mogelijk was om met eenvoud de specifieke beweging te kunnen registreren. Dit was echter niet het geval. Daarnaast had het algoritme geen filter. Dit zou de oorzaak kunnen zijn van de aanwezigheid van een ruis. Een gevolg hiervan zou kunnen zijn dat de pieken van de frequentie niet goed konden worden gedetecteerd. Een complexer algoritme zou ervoor kunnen zorgen dat de resultaten betrouwbaarder worden.

Tijdens het onderzoek werd rekening gehouden met het gebruik van accelerometers binnen de praktijk. In de praktijk zal de fysiotherapeut bij een patiënt namelijk de accelerometers na een consult afhalen en tijdens een volgend consult eventueel weer opnieuw bevestigen met dubbelzijdig plakband.

Voordeel hiervan is dan ook dat het realiseerbaar was voor gebruik in de praktijk. Een nadeel was dat accelerometers niet elke keer goed vast bleven zitten, waardoor er ruis kan zijn ontstaan. Echter, geadviseerd werd om de sensoren zodanig, eventueel met tape, op het lichaam te bevestigen dat ruis en het loslaten kan worden voorkomen.¹⁷ De pieken zouden dan nauwkeuriger zijn geweest door de verminderde beweging ten opzichte van de huid. Voor dit onderzoek werd dit echter, om gebruik in de praktijk te handhaven, niet toegepast. Het tijdsinterval tussen ronde één en ronde twee was niet gebaseerd op de praktijk. Het gehele onderzoek duurde per participant ± 30 minuten. Tussen meting één en meting twee zat dan ook maar een tijd van ± 15 minuten. In de praktijk zal er na een consult pas weer een dag erna een volgend consult plaatsvinden. Dit heeft als gevolg dat er door middel van dit onderzoek onbekend is wat de betrouwbaarheid van de accelerometer zal zijn bij een groter tijdsinterval.

Er waren een aantal nadelen van de accelerometer zelf. De Delsys accelerometer had zelf geen opslagfunctie. Dit gebeurde via een aparte harde schijf met maar een minimale meetafstand. Omdat er naast de accelerometrie functie, ook nog andere functies, zoals EMG, opzaten, is de Delsys accelerometer niet goedkoop in aanschaf.^{11,18} Om een onderzoek als dit realiseerbaar te maken in de praktijk zal er een opslag functie op de accelerometer zelf moeten zitten. Daarnaast zal er een goede accu in moeten zitten om huiswerk oefeningen te kunnen realiseren. De validiteit van de accelerometer is ten aanzien van de frequentie van beide oefeningen laag. De geregistreeerde frequentie lijkt systematisch hoger te zijn dan de werkelijk uitgevoerde frequentie. Het algoritme zal moeten worden verbeterd om juiste uitkomsten te kunnen geven. Het is uiteindelijk belangrijk om betrouwbaar te kunnen meten met een accelerometer. Hoe kleiner de meetfout, hoe eerder er kan worden gezegd dat een verandering in resultaten (bijvoorbeeld vooruitgang van een patiënt) betrouwbaar kan worden gemeten.

§4.3 Sterke en zwakke punten onderzoek

Wat ging er goed?

Het onderzoek verliep samen met een viertal andere onderzoeken over accelerometrie. Daarbij werd veel samengewerkt. Deze samenwerking verliep goed en er was een goede taakverdeling tijdens het uitvoeren van het onderzoek. Het opslaan van resultaten en verwerken ervan verliep prima. Het kwam een aantal keer voor dat er foutieve metingen tussen zaten. Door middel van een back-up bestand werd bijgehouden welke resultaten juist en welke onjuist waren. De foutieve metingen werden verwijderd en zo kon worden voorkomen dat er afwijkende metingen tussen de resultaten zouden zitten die de ICC negatief zouden kunnen beïnvloeden. Daarnaast werd er goed nagedacht over de realiteit. In de praktijk zullen de accelerometers opnieuw worden bevestigd als men opnieuw wil meten om eventueel vooruitgang te bepalen. Dit gebeurde ook tijdens het onderzoek. Als de participant vijf minuten rust kreeg, werden de accelerometers verwijderd en na de rust opnieuw bevestigd.

Hoe had het onderzoek beter kunnen gaan?

Om uitschieters te voorkomen was het beter geweest om een protocol te hebben voor het uitvoeren van de oefeningen. Daarnaast zou het kunnen helpen bij elke uitvoering een ritme aan te geven hoe snel de uitvoering moet zijn. Zo zal elke participant precies weten wat er van hem/haar wordt verwacht en zal de uitvoering van oefeningen gelijkmatiger verlopen. Doordat de oefening dan, tijdens het uitvoeren van een test-hertest, gelijkmatiger wordt uitgevoerd, zal zowel de betrouwbaarheid als de validiteit van de accelerometer beter kunnen worden getest.

De onderzoekspopulatie bestond verder enkel uit studenten. Als de tijd het had toegelaten, was het beter geweest om ook participanten van buitenaf te benaderen.¹¹ Hoe groter de onderzoekspopulatie, des te betrouwbaarder er kan worden geschat. De ICC kan namelijk worden gezien als een schatting van de werkelijkheid. Als er meer participanten waren geweest, was dit waarschijnlijk een betrouwbaarder onderzoek geweest.

Voor het verkrijgen van betere resultaten had er een beter algoritme moeten worden ontwikkeld. Tijdens het onderzoek zaten de accelerometers niet altijd goed vast, met als gevolg dat er ruis over de metingen kon komen. Daarnaast vielen ze af en toe af wat ook weer foutmetingen en verwarring tot gevolg had. Het was beter geweest om deze foutmetingen direct te verwijderen, zodat er later geen sprake kan zijn van verwarring.

Er waren een aantal nadelen van de Delsys accelerometer. Deze had zelf geen opslagfunctie.^{11,18} Om een onderzoek als dit realiseerbaar te maken in de praktijk zal er een opslag functie op de accelerometer zelf moeten zitten. Daarnaast zal er een goede accu in moeten zitten om huiswerkoefeningen te kunnen realiseren.

5. Conclusie & aanbevelingen

§5.1 Conclusie

Het onderzoek had als doel te bepalen of de accelerometer de frequentie en tijdsduur van relatief complexe bewegingen betrouwbaar kan meten. De betrouwbaarheid werd getoetst middels een test-hertest onderzoeksdesign. De resultaten geven het volgende weer: bij de variabelen frequentie lunge en tijd lunge werd een ICC-waarde aangegeven boven de 0,70 en kan er volgens de interpretatie van Kappa worden gesproken van een goede betrouwbaarheid. De variabelen frequentie squat en tijd squat zitten echter onder de 0,70. Met deze resultaten kan er een antwoord worden gegeven op de hoofdvraag:

Wat is de betrouwbaarheid van de accelerometer bij het meten van de frequentie en duur waarin squat en lunge oefeningen uitgevoerd worden door gezonde proefpersonen?

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat er nog niet betrouwbaar kan worden gemeten met de accelerometer tijdens het uitvoeren van complexere bewegingen. De betrouwbaarheid van de accelerometer is namelijk bij het meten van de lunge voldoende. Zowel bij het meten van de frequentie als van de tijd bij de lunge is de ICC-waarde volgens Kappa voldoende. Echter, bij het meten van de squat is de accelerometer nog niet betrouwbaar. Daarbij waren zowel de frequentie als de tijd beneden de 0,70 en dus volgens de interpretatie van Kappa matig tot slecht betrouwbaar.

§5.2 Aanbevelingen

Voor een vervolg onderzoek wordt aanbevolen om een uitgebreidere onderzoekspopulatie te benaderen vanwege de brede grenzen binnen de upper- en lower bound van de ICC-waarde. Bij een grotere onderzoekspopulatie zullen deze grenzen dichterbij elkaar liggen.¹¹ Daarnaast wordt er aanbevolen om meerdere complexe oefeningen te meten met de accelerometer, waarbij een ritme voor de oefeningen en een protocol worden aangeraden ter instructie van deze complexe oefeningen.¹¹ Ook wordt er aangeraden om bij een vervolg onderzoek gebruik te maken van verschillende typen accelerometers om een vergelijking te kunnen maken van deze accelerometers. Wellicht zijn er typen accelerometers die het gebruik in de praktijk meer benadrukken dan de Delsys accelerometer. Om ruis, wegens het niet goed vastzitten van de accelerometers, te voorkomen, wordt geadviseerd een manier te vinden om de accelerometers goed te bevestigen op een patiëntvriendelijke en betaalbare manier.¹⁷ Om meerdere complexe oefeningen te kunnen meten zal er per oefening of activiteit een ander algoritme moeten worden ontwikkeld.¹¹ Vervolgens kan worden onderzocht of het meten van complexe oefeningen en het geven van realtime-feedback daadwerkelijk therapietrouw verbetert.

6. Literatuur

1. Verhulst FJCM, Van Den Borne HW, Mudde A. State of the art. Doen en blijven doen. Patiëntenvoorlichting met hulp van de stappenreeks en persoonsgebonden factoren, op zoek naar evidence. Nederlands tijdschrift voor fysiotherapie 2007;117:34-35.
2. Pisters MF, Veenhof C, Schellevis FG, Twisk JWR, Dekker J, De Bakker DH. Exercise adherence improving long-term patient outcome in patients with osteoarthritis of the hip and/or knee. Arthritis Care & Research 2010;62 (8):1087-1094.
3. Köke AJA, van den Ende CHM, Jansen MJ, Steultjens MPM, Veenhof C. KNGF-standaard Beweeginterventie artrose. Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie 2005.
4. Knibbe NE, Knibbe JJ, Elvers JWH, Oostendorp RAB. Rugscholing, wat heeft zin? Onderzoek naar determinanten van advies- en therapietrouw. Nederlands tijdschrift voor fysiotherapie 1997;3:60-64.
5. Bos SV. (2008). 'Therapietrouw bij patiënten fysiotherapie en manuele therapie met lage rugklachten.' Verkregen op 01-10-2012 van http://lnx-hrl-075v.web.pwo.ou.nl/bitstream/1820/2547/4/Psy_AO_Bos_2008.pdf
6. Keers JC, Ubink-Veltmaat LJ. Therapietrouw is abnormaal gedrag. Empowerment als basis voor adequate zelfzorg bij mensen met diabetes. Huisarts en Wetenschap 2005;48 (13):30-35.
7. Niven A. Rehabilitation adherence in sport injury: sport physiotherapists' perceptions. Journal of Sport Rehabilitation 2007;16, 93-110.
8. Chen C, Anton S, Helal A. (2008). 'A Brief Survey of Physical Activity Monitoring Devices'. Verkregen op 14-09-2012 van <http://blog.icta.ufl.edu/projects/publications/chao08a.pdf>
9. De Vries SI, Verheijden M, Garre FG, Engbers L. Bewegen gemeten: Een stap voorwaarts met vragenlijsten en versnellingsmeters. Trendrapport bewegen en gezondheid 2009:159-169.
10. Decreane N. (2007). 'Bewegingsanalyserende electronica voor medische doeleinden.' p. 25-30. Verkregen op 03-09-2012 van <http://tfcg.elis.ugent.be/student/scripties/2006/decreane.pdf>
11. Cheung VH, Gray L, Karunanithi M. Review of accelerometry for determining daily activity among elderly patients. American Congress of Rehabilitation Medicine 2011:988-1014.

12. Steele BG. et al. Bodies in motion: Monitoring daily activity and exercise with motion sensors in people with chronic pulmonary disease. Journal of Rehabilitation Research and Development 2003; 40 (5):45-58.
13. Schouten H. Klinische Statistiek. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 1999. p. 277.
14. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 1977; 33 (1):159–174.
15. [http://www.olvg.nl/opleiding_en onderzoek/wetenschappelijk onderzoek/onderscheid_wmo_plichtig_en niet_wmo plichtig onderzoek](http://www.olvg.nl/opleiding_en Onderzoek/wetenschappelijk onderzoek/onderscheid_wmo_plichtig_en_niet_wmo_plichtig Onderzoek)
16. <http://www.metc.nl/Home/tabid/36/Default.aspx>
17. Yang C, Hsu Y. A review of accelerometry-based wereable motion detectors for physical activity monitoring. Sensors 2010 (8):7772-7788.
18. Delsys Inc. Trigno™ Wireless System User's Guide. Boston: Delsys Incorporated 2009: 36.

Bijlagen

Bijlage I:	informatiebrief	II
Bijlage II:	informed consent	IV
Bijlage III:	vragenlijst participanten	V
Bijlage IV:	meetprotocol	VI
Bijlage V:	sensorplaatsing	VII
Bijlage VI:	Goedkeuring projectplan	VIII
Bijlage VII:	Projectplan	XI
Bijlage VIII:	Geheimhoudingsverklaring	XXV
Bijlage IX:	Overdrachtsbevestiging	XXVI

Bijlage I: informatiebrief

Onderzoek naar de betrouwbaarheid van accelerometrie

Fontys Eindhoven
Paramedische Hogeschool, Fysiotherapie
Ds. Th. Fliednerstraat 2
5631 BN Eindhoven



Eindhoven, 25 Oktober 2012

Geachte heer/mevrouw,

U bent via e-mail en/of persoonlijk contact gevraagd deel te nemen aan een onderzoek. Voor u ligt een informatiebrief waarin we u uitleg geven over dit onderzoek. In het onderzoek wordt de betrouwbaarheid van de accelerometer, oftewel een versnellingsmeter, onderzocht tijdens het uitvoeren van een aantal fysiotherapeutische oefeningen en testen. Bij dit onderzoek zijn de resultaten van de accelerometer van belang en niet de resultaten van de participant. Om te kunnen beslissen of u wel of niet wilt meedoen aan het onderzoek, moet u kunnen baseren op goede voorlichting. Deze brief bevat daarom een beschrijving van het doel van het onderzoek en wat deelname aan het onderzoek voor u betekent. Lees deze informatiebrief rustig door. Indien u vragen heeft na het lezen van deze brief kunt u terecht bij een van onze onderzoekers. De contactgegevens staan onderaan deze brief vermeld. Het onderzoek vindt plaats onder verantwoordelijkheid van Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven.

Wat is het doel van het onderzoek?

Therapietrouw is over het algemeen genomen nogal laag. Een optie om terapietrouw positief te beïnvloeden is door middel van real-time feedback. Een mogelijkheid hiervoor is de accelerometer. Echter is er nog geen betrouwbaarheid over de accelerometer bij het meten van verschillende fysiotherapeutische oefeningen of testen. Daarom wordt de betrouwbaarheid van de accelerometer nu in een wetenschappelijk onderzoek onderzocht.

Welk product wordt onderzocht?

Het product is een accelerometer met de naam: DelSys Trigno Wireless EMG Systems met een sensitiviteit van $\pm 4g$. Accelerometrie is een techniek om bewegingen te registreren en te meten. Hierbij kan er gedacht worden aan bewegingsintensiteit, het energieverbruik van deze bewegingen en de frequentie van de bewegingen.

Hoe wordt het onderzoek uitgevoerd?

Voor het onderzoek is er één meetmoment nodig. U hoeft dus maar één keer te komen. Voorafgaand het uitvoeren van de fysieke activiteiten wordt bepaald of u mee kunt doen aan dit onderzoek. U kunt aan het onderzoek deelnemen als u aan de volgende criteria voldoet:

- Op het moment van meten klachtenvrij zijn die het looppatroon kunnen beïnvloeden.
- Leeftijd tussen de 18 en 30 jaar
- U moet in staat zijn om verbale en visuele instructies te volgen.

Voorafgaand het onderzoek zal er nogmaals uitgelegd worden wat er wordt gedaan. Er is dan ook tijd voor eventuele vragen te stellen. Vervolgens krijgt u drie accelerometers bevestigd waarvan twee om beide benen en één op uw lage rug. Daarna wordt u gevraagd om drie oefeningen en één test uit te

voeren, een korte vragenlijst in te vullen en daarna de drie oefeningen nogmaals te herhalen. Tijdens het onderzoek mag er geen belemmerende kleding gedragen worden die invloed kunnen hebben op de uitvoering van de activiteiten en/of het plaatsen van sensoren. De benodigde tijd per participant zal ongeveer 25 tot 30 minuten bedragen.

Wat wordt er van u verwacht?

Er wordt verwacht dat u de instructies van de fysieke activiteiten opvolgt en uitvoert. Daarnaast wordt verwacht dat u de korte vragenlijst volledig invult.

Wat zijn mogelijke bijwerkingen en voor-/nadelen van deelname aan dit onderzoek?

Er zijn geen risico's verbonden aan deelname aan het onderzoek. U hebt waarschijnlijk zelf geen direct voordeel bij deelname aan het onderzoek. Uw deelname is echter wel zeker van belang. De uitkomsten van dit onderzoek levert belangrijke informatie op ten aanzien van de toepasbaarheid van de accelerometervoor gebruik in de fysiotherapiepraktijk en in wetenschappelijk onderzoek. In de toekomst zullen andere mensen er baat bij hebben.

Wat gebeurt er met uw gegevens?

Meewerken aan dit onderzoek is strikt anoniem. De gegevens van de accelerometervoor zullen worden opgeslagen in een document, waar alleen een code is vermeld. Uw naam en persoonlijke gegevens komen daar niet op voor. Ook in eventuele publicaties is uw naam niet terug te vinden. Testgegevens worden bewaard zonder dat te herleiden is van wie ze afkomstig zijn.

Zijn er extra kosten/is er een vergoeding wanneer u besluit aan dit onderzoek mee te doen?

Er zijn geen extra kosten aan het onderzoek verbonden. Onkosten worden niet vergoed. Wel worden er vijf 1/5 staatloten verloot onder de participanten.

Wat gebeurt er als u niet wenst deel te nemen aan dit onderzoek?

Deelname aan het onderzoek is vrijwillig. U beslist zelf of u meedoet. Mogelijk hebt u de tijd nodig om erover na te denken of u aan dit onderzoek wilt meewerken. Ook zult u er misschien met anderen over willen praten. Hiervoor hebt u ruim de gelegenheid. Als u besluit niet mee te doen, hoeft u verder niets te doen. Als u wel deelneemt aan het onderzoek, kunt u zich ten allen tijde bedenken en de deelname stoppen. U hoeft niet te zeggen waarom u wilt stoppen.

Aanmelden voor het onderzoek

Indien u ervoor kiest om aan dit onderzoek mee te doen, vragen wij u bijgevoegd formulier (toestemmingsformulier) te ondertekenen. Hiermee bevestigt u uw voornemen om aan het onderzoek deel te nemen.

Hoe te handelen bij vragen of klachten?

Mocht u na het lezen van deze brief, voor of tijdens het onderzoek, nog nadere informatie willen ontvangen of komen er nog vragen bij u op, dan kunt u altijd contact opnemen met een van de uitvoerders van het onderzoek, Helen Jacobs, 06 – 19 740 290.

Met vriendelijke groet,

Alex Haas
Joris Reijnen
Suzanne van Dijk
Helen Jacobs
Martijn Antes

Studenten Fysiotherapie

Bijlage II: informed consent

Fontys Eindhoven
Paramedische Hogeschool, Fysiotherapie
Ds. Th. Fliednerstraat 2
5631 BN Eindhoven



Eindhoven, 18 September 2012

Deelnemers aan het Accelerometrie onderzoek,

U bent gevraagd om deel te nemen aan een onderzoek naar de betrouwbaarheid van accelerometers (versnellingsmeters / bewegingsmeters), om therapietrouw te bevorderen. Dit onderzoek wordt uitgevoerd door J. Reijnen, S. van Dijk, A. Haas, M. Antes en H. Jacobs in het kader van de opleiding Fysiotherapie aan de Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven. De bedoeling van dit onderzoek is niet de deelnemers te testen, maar de betrouwbaarheid en het gebruik van de accelerometer te beoordelen met behulp van de deelnemers.

In dit onderzoek wordt alleen accelerometrie getest. U zal gevraagd worden om verschillende fysieke activiteiten uit te voeren met het dragen van een accelerometer. Er zal één meetmoment plaatsvinden waarbij drie metingen zullen worden uitgevoerd.

Deelname aan dit onderzoek is vrijwillig. Alle informatie zal strikt vertrouwelijk behandeld worden. De resultaten van het onderzoek zullen gebruikt worden om het betreffende apparaat op betrouwbaarheid te beoordelen, maar er zal zorg gedragen worden dat dit volledig zonder mogelijke identificatie van de participanten gebeurt. U kunt op ieder moment het onderzoek stop zetten en de toestemming alsnog in trekken. Mocht u na het onderzoek nog vragen hebben, dan kunt u contact opnemen met A. Haas via de e-mail: alex.haas@student.fontys.nl.

Ik heb dit formulier gelezen en stem er mee in,

.....

.....

Datum

Handtekening participant

Bijlage III: vragenlijst participanten

Vragenlijst Accelerometrie

In deze vragenlijst zullen er een aantal vragen worden gesteld zodat er een beeld ontstaat over de populatie van participanten die aan het onderzoek mee doen. Gelieve deze vragen naar waarheid in te vullen.

1. Wat is uw geslacht?

- ☐ Man
- ☐ Vrouw

2. Wat is uw leeftijd?

3. Wat is uw lengte (in centimeter)?

4. Wat is uw gewicht (in kilogram)?

5. Beoefent u een sport?

- ☐ Ja, ga naar vraag 6.
- ☐ Nee

6. Welke sport beoefent u en hoeveel uur per week beoefent u deze sport gemiddeld?

Eventuele opmerkingen:

Bijlage IV: meetprotocol

Participant A

1 ^{ste} meetronde	Vragenlijst	2 ^{de} meetronde
5 MIN	5 MIN	5 MIN

Participant B

1 ^{ste} meetronde	Vragenlijst	2 ^{de} meetronde
5 MIN	5 MIN	5 MIN

1^{ste} meetronde

- Participant A en B komen binnen.
- Participant A en B ondertekenen informed consent.
- Participant A en B krijgen tijd voor vragen over onduidelijkheden.
- Participant A en B kleden zich om, indien nodig.
- Drie accelerometers worden bevestigd.
- Participant A voert oefeningen uit, op chronologische volgorde:
Voordat er aan een oefening gestart wordt, telt de persoon aan de computer terug vanaf 5. De meters worden gestart wanneer er 2 wordt gezegd i.v.m. vertraging.
 - Instructie + oefening
 - Instructie + lunges
 - Instructie + squats
 - Instructie + test*

Na deze meetronde worden de accelerometers afgenomen van de participant en 5 minuten lang weggelegd. Participant B begint nu aan de oefeningen.

Vragenlijst

- De accelerometers zijn afgenomen en weggelegd.
- Participant krijgt demografische vragenlijst.
- Participant vult vragenlijst in.
- Participant krijgt opnieuw DEZELFDE drie accelerometers bevestigd.
- Participant A gaat verder naar meetronde 2.
- Participant B begint aan de vragenlijst.

2^{de} meetronde

- Participant A voert oefeningen uit, op chronologische volgorde:
Voordat er aan een oefening gestart wordt, telt de persoon aan de computer terug vanaf 5. De meters worden gestart wanneer er 2 wordt gezegd i.v.m. vertraging.
 - Instructie + test
 - Instructie + squats
 - Instructie + lunges
 - Instructie + oefening*
- Na deze meetronde worden de accelerometers afgenomen van de participant.

Participant B begint nu aan de 2^{de} meetronde.

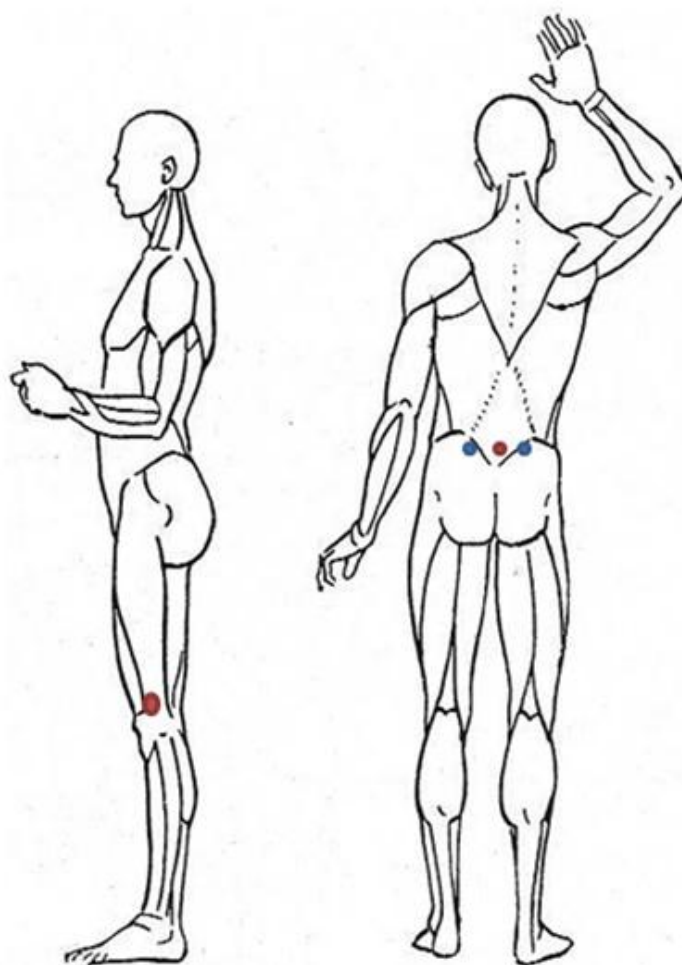
* Alleen de metingen van de squats en lunges zijn voor dit onderzoek van belang.

Bijlage V: sensorplaatsing

Bevestigingspunten accelerometers

Er worden 3 accelerometers bevestigd aan het lichaam. Deze worden bevestigd op de volgende punten:

- Tussen de twee SIPS aan de achterzijde van het lichaam
- Net boven de epicondyles lateralis femur (aan beide zijden)



Bijlage VI: Goedkeuring projectplan



Beoordelingsformulier projectplan

Naam student: Helen Jacobs

Datum: 21-10-2012

Diversen

- | | |
|---|----|
| - Het projectplan is opgesteld volgens het format | ja |
| - Spelling en taalgebruik zijn correct | ja |

Probleemomschrijving en probleemstelling (inleiding)

- | | |
|--|----|
| - De probleemomschrijving is voldoende helder geformuleerd | ja |
| - Uit de probleemomschrijving, blijkt de maatschappelijke en paramedische relevantie | ja |
| - Op basis van de probleemstelling wordt een concrete en relevante vraagstelling (of meerdere) geformuleerd met eventueel sub vragen | ja |

Doelstelling

De doelstelling is:

- | | |
|--|----|
| - Voldoende helder en concreet geformuleerd | ja |
| - Relevant voor een gekozen doelgroep binnen de (paramedische) beroepspraktijk | ja |
| - Praktisch uitvoerbaar | ja |
| - Haalbaar binnen de tijd | ja |

Projectproduct

Het projectproduct:

- | | |
|--|----|
| - Sluit aan bij de probleemstelling, vraagstelling en doelstelling | ja |
| - Is bruikbaar voor de gekozen doelgroep | ja |
| - Sluit aan bij de wens van de opdrachtgever | ja |
| - De producteisen zijn nauwkeurig omschreven | ja |

Activiteiten/methode

Er wordt voldoende inzicht gegeven in soorten activiteiten en soorten bronnen voor het uitvoeren van het onderzoek en het tot stand komen van het product	ja
---	----

Tijdpad

- | | |
|---|----|
| - Het tijdpad geeft voor het project als geheel een globale fasering en tijdbesteding en voor de eerstkomende weken een steeds gedetailleerdere invulling | ja |
| - In de tabel zijn belangrijke momenten (typografisch opvallend) vastgelegd, (bv. contactmomenten, inlevermomenten e.d.) | ja |

Studiehandleiding FPH versie 2012 - 2013

- In het tijdpad wordt al een globale invulling gegeven van de taakverdeling bij de geplande activiteiten ja

Begrote kosten

Er wordt een helder inzicht gegeven in:

- De te verwachten soorten kosten qua geld en uren ja
- De verdeling van deze kosten (projectleider, student, opleiding) ja

Literatuur

- Gebruikte en geplande literatuur is specifiek en in voldoende omvang genoemd ja
- Er wordt verwezen naar relevante en recente literatuur ja
- Literatuurverwijzingen, in lopende tekst en in literatuurlijst, worden gegeven volgens de Schrijfwijzer (Wouters 2012) ja

Toelichting:

- Prima projectplan.
- veel referenties zijn weergegeven als webcite verwijzing....referen naar tijdschriftartikel moet echter anders. Dit dient aangepast te worden.
- Deelnemers informatiebrief moet aangepast en uitgebreider potentiële deelnemers informeren over het onderzoek

Alle punten onder B3.1 tot en met B3.8 moeten met 'ja' beantwoord zijn om een GO voor het project te krijgen. De begeleider bespreekt met de student op welke punten wijzigingen nodig zijn.

ALGEMEEN:

GO

Naam beoordelaar:

Dr. MF Pisters


Ani B

Datum + Handtekening

21-10-2012

Bijlage VII: Projectplan



Helen Jacobs

Inhoud

1. Personalia	XIII
1.1 Naam	2
1.2 Contactgegevens	2
1.3 Verantwoordelijke organisatie	2
1.4 Docentbegeleider	2
2. Inleiding	XIV
2.1 Achtergrond	XIV
2.2 Probleemstelling	XV
2.3 Vraagstelling	XV
2.4 Operante definities	XV
3. Doelstellingen	XV
4. Methode	XVI
4.1 Onderzoekspopulatie	XVI
4.2 Meetinstrumenten	XVI
4.3 Meetprocedure	XVI
4.4 Statische verwerking	XVII
4.5 Ethische paragraaf	XVII
5. Tijdpad	XVIII
6. Begrote kosten	XIX
7. Voorlopige literatuur	XX
Bijlagen	XXII
Bijlage I: Informatiebrief participant	XXII
Bijlage II: Informed consent	XXIV

1. Personalia

1.1 Naam

Naam student: Helen Jacobs

Studentnummer: 2148965

1.2 Contactgegevens

Adres: Ridder Thibaldstraat 22

Postcode en plaats: 6444 EC Brunssum

Telefoonnummer: 06-19740290

E-mailadres: helen.jacobs@student.fontys.nl

1.3 Verantwoordelijke organisatie

Instituut: Fontys Paramedische Hogeschool

Adres: Ds. Th Fliednerstraat 2

Postcode en plaats: 5631 BN Eindhoven

Telefoonnummer: 0877-877011

1.4 Docentbegeleider

Naam: Dr. M. F. Pisters

E-mailadres: m.pisters@fontys.nl

2. Inleiding

2.1 Achtergrond

Binnen de fysiotherapie wordt het belang erkend van de factoren zelfmanagement en therapietrouw als middel om de effectiviteit van therapieën te vergroten.¹ Therapietrouw kan worden gedefinieerd als de mate waarin het gedrag van een patiënt overeen komt met aanbevelingen van de fysiotherapeut.² Betere therapietrouw is geassocieerd met gunstige uitkomstmaten van pijn en fysieke functies. Echter, na beëindiging van de behandeling op lange termijn vermindert de therapietrouw.² Aangezien therapietrouw over het algemeen genomen al laag is, zal dit ongunstig zijn op de uitkomstmaten van de patiënt.^{3,4} Mogelijke oorzaak voor therapieontrouw zou onder andere kunnen zijn onvoldoende begeleiding door de fysiotherapeut.¹ Strategieën om de therapietrouw te verhogen zijn bijvoorbeeld doelen en een tijdlijn uitzetten. Daarnaast is het belangrijk om de voortgang te meten en te controleren.⁵ Gangbare methoden om lichamelijke activiteit te meten, met name vragenlijsten, kennen beperkingen zoals de afhankelijkheid van herinnering, sociale wenselijkheid en de discipline die vereist is om de vragenlijst goed in te vullen. Een alternatief om lichamelijke activiteit te meten zou kunnen met behulp van accelerometers.⁶

Tegenwoordig worden accelerometers in toenemende mate gebruikt in onderzoek. Dergelijke beweegmeters zijn klein en licht, weinig belastend en relatief goedkoop in vergelijking met andere objectieve meetmethoden. Bovendien zijn accelerometers doorontwikkeld van eenvoudige mechanische stappentellers tot drie-assige versnellingsmeters die gebruikt kunnen worden om lichamelijke activiteit en/of energieverbruik in kaart te brengen.⁶ Ten opzichte van andere bewegingssensoren heeft een accelerometer een aantal significante voordelen bij gebruik van het analyseren van bewegingen. Zo registreren de accelerometers bijvoorbeeld zowel de frequentie als de intensiteit van de uitgevoerde bewegingen.⁷ De accelerometers geven dus een algemeen beeld van fysieke activiteit.⁶ Voor een aantal activiteiten, zoals het lopen, zitten en liggen zijn inmiddels algoritmen ontwikkeld om specifieke activiteiten te kunnen herkennen in de verzamelde gegevens. Er is echter ook behoefte aan het kunnen detecteren van oefeningen.⁸ Indien het mogelijk zou zijn om met behulp van een accelerometer oefeningen te kunnen onderscheiden, zou dit een oplossing kunnen zijn om therapietrouw op een objectieve manier te meten.

Voor de therapietrouw is het belangrijk om de frequentie en tijdsduur, waarin oefeningen worden uitgevoerd, te weten. Eerder onderzoek heeft immers aangetoond dat hoe beter patiënten geadviseerde intensiteit, frequenties en duur opvolgen, hoe beter het effect zal zijn van de behandeling.^{1,3,4,5} Voordat er algoritmen ontwikkeld worden om oefeningen te kunnen identificeren zal er eerst onderzocht moeten worden of de frequentie en tijdsduur van relatief complexe bewegingen betrouwbaar kan worden gemeten. Daarbij kan de volgende hoofdvraag worden gesteld: Wat is de betrouwbaarheid van de accelerometer bij het meten van de frequentie en duur waarin squat- en lunge oefeningen uitgevoerd worden door gezonde proefpersonen?

2.2 Probleemstelling

Therapietrouw wordt geassocieerd met gunstige uitkomstmaten van pijn en fysieke functies.² Over het algemeen genomen is therapietrouw echter erg laag.^{3,4} Strategieën om de therapietrouw te verhogen zijn bijvoorbeeld doelen en een tijdlijn uitzetten, waarbij het belangrijk is om de voortgang te kunnen meten.⁵ Gangbare methoden om lichamelijke activiteit te meten, zoals vragenlijsten, kennen beperkingen waardoor de meting matig betrouwbaar en subjectief blijft. Een mogelijk alternatief om therapietrouw bij uitvoering van oefeningen objectief te meten zou kunnen met behulp van accelerometers.⁶ Er is echter weinig bekend of meer complexe bewegingen zoals fysiotherapeutische huiswerk oefeningen betrouwbaar gemeten kunnen worden.⁸

2.3 Vraagstelling

Wat is de betrouwbaarheid van de accelerometer bij het meten van de frequentie en duur waarin squat- en lunge oefeningen uitgevoerd worden door gezonde proefpersonen?

Volgens de PICO-methode:

- Patient:* Gezonde proefpersonen van 18 tot en met 30 jaar.
Intervention: Het meten van de oefeningen squat en lunge met behulp van de accelerometer
Comparison: Niet van toepassing
Outcome: Worden dezelfde resultaten, tijd en frequentie, gemeten bij herhaling van de meting?

2.4 Operante definities

Een aantal begrippen vragen om verduidelijking:

- *Therapietrouw*
De mate waarin het gedrag van een persoon overeenkomt met de afgesproken aanbevelingen van de fysiotherapeut, ofwel in hoeverre de patiënt de huiswerk oefeningen daadwerkelijk uitvoert.^{2,3}
- *Accelerometer*
Een sensor die een versnelling opmeet langs een sensitiviteitsas. Daarnaast kunnen bewegingen en de benodigde energie geregistreerd worden.⁷
- *Betrouwbaarheid*
De uitkomsten van de metingen die genomen zijn, zijn niet afhankelijk van toevalligheden. Met andere woorden: bij elke meting wordt daadwerkelijk hetzelfde gemeten.⁸

3. Doelstellingen

Het onderzoek heeft als doel te bepalen of de accelerometer de frequentie en tijdsduur van relatief complexe bewegingen betrouwbaar kan meten. Als blijkt dat de accelerometer betrouwbaar meet, kan er worden onderzocht of therapietrouw te vergroten is met behulp van een accelerometer. De uitkomsten van dit onderzoek zullen worden meegenomen naar een vervolg onderzoek. Het vervolg onderzoek gaat bepalen of algoritmen ontwikkeld kunnen worden om oefeningen te identificeren middels een accelerometer.

4. Methode

De betrouwbaarheid van het meten van de frequentie en duur van squat- en lunge oefeningen met een accelerometer zal worden getoetst middels een test-hertest onderzoeksdesign. Hiervoor worden twee veel voorkomende oefeningen in de fysiotherapie gemeten. Door deze oefeningen twee series van vijf herhalingen te laten uitvoeren, kan worden bepaald of de accelerometer deze frequentie kan aangeven.

4.1 Onderzoekspopulatie

Om het onderzoek uit te kunnen voeren wordt er gestreefd naar deelname van 30 gezonde participanten. De participanten zullen geworven worden op de Fontys Paramedische Hogeschool. De participantengroep zal daarom voornamelijk bestaan uit studenten en docenten. Enerzijds worden de potentiële participanten persoonlijk benaderd, bijvoorbeeld tijdens een werkgroep. Middels een korte toelichting over het onderzoek en de vraag naar participanten wordt de informatie verspreid. Anderzijds zal er een algemene e-mail worden verstuurd naar alle studenten en docenten van de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven met dezelfde toelichting en vraag. Vervolgens zullen de participanten die toe hebben gezegd, een e-mail met nadere informatie ontvangen. De participanten moeten voldoen aan de volgende criteria:

- Op het moment van meten vrij van klachten die het looppatroon kunnen beïnvloeden;
- Participant moet in staat zijn schriftelijke, verbale en visuele instructies te kunnen volgen;
- Leeftijd tussen de 18 en 30 jaar;
- Participanten mogen geen belemmerende kleding dragen die invloed kan hebben op de uitvoering van de activiteiten en/of het plaatsen van de sensoren;
- Participanten dienen het informed consent te ondertekenen voor aanvang van het onderzoek (zie bijlage).

4.2 Meetinstrumenten

Er wordt gebruik gemaakt van een Delsys Trigno Wireless System met een sensitiviteit van $\pm 4g$. Dit is een tri-axiale accelerometer, die tevens gebruikt kan worden als EMG-meter. Voor dit onderzoek zal er alleen gebruik worden gemaakt van de accelerometrie-functie. De fysieke activiteiten die worden gemeten zijn de squat en lunge.

De volgende kenmerken van de participanten worden gevraagd door middel van een vragenlijst; leeftijd, geslacht, gewicht, lengte en het voldoen aan beweegnorm.

4.3 Meetprocedure

Het onderzoek zal plaatsvinden in het bewegingslab van de Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven. Bij binnenkomst worden de participanten geïnformeerd over het doel van het onderzoek, de voorwaarden en de tijdsduur. Voor aanvang van het onderzoek worden de desbetreffende participanten geacht het informed consent te ondertekenen, waarin onder andere beschreven staat

dat de participanten ten alle tijden, zonder opgave van een rede, mogen stoppen met het onderzoek. Voorafgaand het onderzoek krijgt de participant meerdere accelerometer-sensoren bevestigd op het lichaam. Voor dit onderzoek zal de meting van de accelerometer op het lichaamszwaartepunt van belang zijn, daarom wordt er gekozen om de sensoren op het sacrum te plaatsen.⁵ Er zal één meetmoment plaatsvinden, waarbij meerdere metingen worden uitgevoerd.

De participanten komen een voor een binnen. Elke participant zal zowel een squat als een lunge uitvoeren en zal worden gedaan in een serie van twee met daarbij elk vijf herhalingen. Na afloop van de meting met een participant, zal de participant worden gevraagd een korte vragenlijst in te vullen. In deze vragenlijst wordt gevraagd naar het geslacht, de leeftijd, lengte, gewicht en aantal uren sporten per week. Elke participant zal ongeveer 10 minuten bezig zijn met het onderzoek.

4.4 Statistische verwerking

Met behulp van beschrijvende statistiek worden de zullen kenmerken van de onderzoekspopulatie in kaart gebracht worden. De uitkomstmaten waarvan de betrouwbaarheid onderzocht zal worden zijn zowel de frequentie als de tijd waarin oefeningen uitgevoerd worden. Alle resultaten zullen worden verwerkt in een Bland-Altman Plot. Daarnaast wordt de Intra-Class Correlation Coefficient berekend. De uitkomsten van de ICC zullen worden geïnterpreteerd volgens de Cohen's Kappa-schaal.¹² Voor alle statistische analyses zal gebruik gemaakt worden van SPSS.

4.5 Ethische paragraaf

Omdat er geen sprake is van experimenteel onderzoek en het onderzoek uitgevoerd wordt bij een gezonde populatie participanten is het huidige onderzoek niet WMO-plichtig.^{10,11} Het onderzoek zal worden afgenomen volgens de zorgvuldigheidseisen van medisch wetenschappelijk onderzoek. Dit wil zeggen dat alle participanten zowel mondeling als schriftelijk geïnformeerd worden over het onderzoek. Alle deelnemers krijgen een informatiebrief (zie bijlage II) en ondertekenen een informed consent (zie bijlage I) waarin deze aangeven akkoord te gaan met deelname aan het onderzoek. De participant kan ten alle tijden besluiten af te zien van deelname aan het onderzoek, zonder opgave van enige reden. Er worden geen persoonsgegevens van de participanten verzameld waardoor proefpersonen herleidbaar zijn (zoals studentnummers, adresgegevens). De participanten worden binnen een maand nadat de onderzoeksresultaten bekend zijn persoonlijk op de hoogte gesteld van de resultaten.

5. Tijdpad

Datum	Activiteit	Locatie
30-08-2012	Introductie scriptie	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
06-09-2012	Brainstorm hoofdvragen	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
07-09-2012	Literatuur zoeken, beoordelen	Thuis, Brunssum
13-09-2012	Definitieve hoofdvragen formuleren met projectgroep	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
17-09-12	Presentatie projectplan & feedback met projectgroep	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
18-09-2012	Werken aan projectplan + maken van informed consent	Thuis, Brunssum
21-09-2012	Werken aan projectplan	Thuis, Brunssum
22-09-2012	Projectplan sturen naar projectgroep voor feedback + feedback aan groepsleden	Thuis, Brunssum
26-09-2012	Feedback inleiding projectplan projectbegeleider	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
28-09-2012	Feedback verwerken in projectplan	Thuis, Brunssum
03-10-2012	Feedback methode projectplan van projectbegeleider	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
04-10-2012	Feedback verwerken in projectplan en opsturen naar projectgroep	Thuis, Brunssum
08-10-2012	Inleveren + beoordeling projectplan	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
18-10-2012	Projectplan go/no go	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
15-10-2012 – 21-10-2012	Bijeenkomst Projectgroep	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
22-10-2012 – 28-10-2012	Bijeenkomst Projectgroep	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
29-10-2012 – 04-11-2012	Bijeenkomst Projectgroep	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
05-11-2012 – 11-11-2012	Uitvoeren metingen	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
12-11-2012 – 18-11-2012	Uitvoeren metingen	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
19-11-2012 – 25-11-2012	Statistische analyse	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
26-11-2012 – 03-12-2012	Statistische analyse	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
04-12-2012 – 10-12-2012	Onderzoeksverslag	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
11-12-2012 – 07-01-2013	Onderzoeksverslag	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
08-01-2013	Inleveren onderzoeksverslag	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
28-01-2013 – 30-01-2013	Presenteren onderzoeksverslag + verdediging	Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven

6. Begrote kosten

De gemaakte kosten komen volledig voor rekening van de student:

Activiteit	Kosten
Printen + inbinden verslag (5 maal)x 30 pagina's	€17.50
Huur accelerometers + bewegingslab	€0
Present loting participatie	€5,00
Onvoorziene kosten	€40
	TOTAAL: €62.50

7. Voorlopige literatuur

Artikelen

1. Verhulst FJCM, Van Den Borne HW, Mudde A. State of the art. Doen en blijven doen. Patiëntenvoorlichting met hulp van de stappenreeks en persoonsgebonden factoren, op zoek naar evidence. Nederlands tijdschrift voor fysiotherapie 2007;117:34-35.
2. Pisters MF, Veenhof C, Schellevis FG, Twisk JWR, Dekker J, De Bakker DH. Exercise adherence improving long-term patient outcome in patients with osteoarthritis of the hip and/or knee. Arthritis Care & Research 2010;62 (8):1087-1094.
3. Knibbe NE, Knibbe JJ, Elvers JWH, Oostendorp RAB. Rugscholing, wat heeft zin? Onderzoek naar determinanten van advies- en therapietrouw. Nederlands tijdschrift voor fysiotherapie 1997;3:60-64.
4. Bos, SV. (2008). 'Therapietrouw bij patiënten fysiotherapie en manuele therapie met lage rugklachten.' Verkregen op 01-10-2012 van http://lnx-hrl-075v.web.pwo.ou.nl/bitstream/1820/2547/4/Psy_AO_Bos_2008.pdf
5. Niven A. Rehabilitation adherence in sport injury: sport physiotherapists' perceptions. Journal of Sport Rehabilitation 2007;16, 93-110.
6. De Vries SI, Verheijden M, Garre FG, Engbers L. Bewegen gemeten: Een stap voorwaarts met vragenlijsten en versnellingsmeters. Trendrapport bewegen en gezondheid 2009:159-169.
7. Decreane, N (2007). 'Bewegingsanalyserende electronica voor medische doeleinden.' p. 25-30. Verkregen op 03-09-2012 van <http://tfcg.elis.ugent.be/student/scripties/2006/decreane.pdf>
8. Cheung VH, Gray L, Karunanithi M. Review of accelerometry for determining daily activity among elderly patients. American Congress of Rehabilitation Medicine 2011:988-1014.
9. Chen, C. Anton, S. & Helal, A. (2008). 'A Brief Survey of Physical Activity Monitoring Devices'. Verkregen op 14-09-2012 van <http://blog.icta.ufl.edu/projects/publications/chao08a.pdf>

Websites

10. http://www.olvg.nl/opleiding_en Onderzoek/wetenschappelijk onderzoek/onderscheid_wmo_plichtig_en_niet_wmo_plichtig_Onderzoek
11. <http://www.metc.nl/Home/tabid/36/Default.aspx>

Boeken

12. Schouten, H (2002). Klinische Statistiek. Houten: Bohn Stafleu van Loghum, 1999. p. 277

Bijlagen

Bijlage I: Informatiebrief participant

Onderzoek naar de betrouwbaarheid van accelerometrie

Fontys Eindhoven
Paramedische Hogeschool, Fysiotherapie
Ds. Th. Fliednerstraat 2
5631 BN Eindhoven



Eindhoven, 25 Oktober 2012

Geachte heer/mevrouw,

U bent via e-mail en/of persoonlijk contact gevraagd deel te nemen aan een onderzoek. Voor u ligt een informatiebrief waarin we u uitleg geven over dit onderzoek. In het onderzoek wordt de betrouwbaarheid van de accelerometer, oftewel een versnellingsmeter, onderzocht tijdens het uitvoeren van een aantal fysiotherapeutische oefeningen en testen. Bij dit onderzoek zijn de resultaten van de accelerometer van belang en niet de resultaten van de participant. Om te kunnen beslissen of u wel of niet wilt meedoen aan het onderzoek, moet u kunnen baseren op goede voorlichting. Deze brief bevat daarom een beschrijving van het doel van het onderzoek en wat deelname aan het onderzoek voor u betekent. Lees deze informatiebrief rustig door. Indien u vragen heeft na het lezen van deze brief kunt u terecht bij een van onze onderzoekers. De contactgegevens staan onderaan deze brief vermeld. Het onderzoek vindt plaats onder verantwoordelijkheid van Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven.

Wat is het doel van het onderzoek?

Therapietrouw is over het algemeen genomen nogal laag. Een optie om therapietrouw positief te beïnvloeden is door middel van real-time feedback. Een mogelijkheid hiervoor is de accelerometer. Echter is er nog geen betrouwbaarheid over de accelerometer bij het meten van verschillende fysiotherapeutische oefeningen of testen. Daarom wordt de betrouwbaarheid van de accelerometer nu in een wetenschappelijk onderzoek onderzocht.

Welk product wordt onderzocht?

Het product is een accelerometer met de naam: DelSys Trigno Wireless EMG Systems met een sensitiviteit van $\pm 4g$. Accelerometrie is een techniek om bewegingen te registreren en te meten. Hierbij kan er gedacht worden aan bewegingsintensiteit, het energieverbruik van deze bewegingen en de frequentie van de bewegingen.

Hoe wordt het onderzoek uitgevoerd?

Voor het onderzoek is er één meetmoment nodig. U hoeft dus maar één keer te komen. Voorafgaand het uitvoeren van de fysieke activiteiten wordt bepaald of u mee kunt doen aan dit onderzoek. U kunt aan het onderzoek deelnemen als u aan de volgende criteria voldoet:

- Op het moment van meten klachtenvrij zijn die het looppatroon kunnen beïnvloeden.
- Leeftijd tussen de 18 en 30 jaar
- U moet in staat zijn om verbale en visuele instructies te volgen.

Voorafgaand het onderzoek zal er nogmaals uitgelegd worden wat er wordt gedaan. Er is dan ook tijd voor eventuele vragen te stellen. Vervolgens krijgt u vijf accelerometers bevestigd waarvan vier om beide benen en één op uw lage rug. Daarna wordt u gevraagd om drie oefeningen en één test uit te

voeren, een korte vragenlijst in te vullen en daarna de drie oefeningen nogmaals te herhalen. Tijdens het onderzoek mag er geen belemmerende kleding gedragen worden die invloed kunnen hebben op de uitvoering van de activiteiten en/of het plaatsen van sensoren. De benodigde tijd per participant zal ongeveer 25 tot 30 minuten bedragen.

Wat wordt er van u verwacht?

Er wordt verwacht dat u de instructies van de fysieke activiteiten opvolgt en uitvoert. Daarnaast wordt verwacht dat u de korte vragenlijst volledig invult.

Wat zijn mogelijke bijwerkingen en voor-/nadelen van deelname aan dit onderzoek?

Er zijn geen risico's verbonden aan deelname aan het onderzoek. U hebt waarschijnlijk zelf geen direct voordeel bij deelname aan het onderzoek. Uw deelname is echter wel zeker van belang. De uitkomsten van dit onderzoek levert belangrijke informatie op ten aanzien van de toepasbaarheid van de accelerometervoor gebruik in de fysiotherapiepraktijk en in wetenschappelijk onderzoek. In de toekomst zullen andere mensen er baat bij hebben.

Wat gebeurt er met uw gegevens?

Meewerken aan dit onderzoek is strikt anoniem. De gegevens van de accelerometervoor zullen worden opgeslagen in een document, waar alleen een code is vermeld. Uw naam en persoonlijke gegevens komen daar niet op voor. Ook in eventuele publicaties is uw naam niet terug te vinden. Testgegevens worden bewaard zonder dat te herleiden is van wie ze afkomstig zijn.

Zijn er extra kosten/is er een vergoeding wanneer u besluit aan dit onderzoek mee te doen?

Er zijn geen extra kosten aan het onderzoek verbonden. Onkosten worden niet vergoed. Wel worden er vijf 1/5 staatloten verloot onder de participanten.

Wat gebeurt er als u niet wenst deel te nemen aan dit onderzoek?

Deelname aan het onderzoek is vrijwillig. U beslist zelf of u meedoet. Mogelijk hebt u de tijd nodig om erover na te denken of u aan dit onderzoek wilt meewerken. Ook zult u er misschien met anderen over willen praten. Hiervoor hebt u ruim de gelegenheid. Als u besluit niet mee te doen, hoeft u verder niets te doen. Als u wel deelneemt aan het onderzoek, kunt u zich ten allen tijde bedenken en de deelname stoppen. U hoeft niet te zeggen waarom u wilt stoppen.

Aanmelden voor het onderzoek

Indien u ervoor kiest om aan dit onderzoek mee te doen, vragen wij u bijgevoegd formulier (toestemmingsformulier) te ondertekenen. Hiermee bevestigt u uw voornemen om aan het onderzoek deel te nemen.

Hoe te handelen bij vragen of klachten?

Mocht u na het lezen van deze brief, voor of tijdens het onderzoek, nog nadere informatie willen ontvangen of komen er nog vragen bij u op, dan kunt u altijd contact opnemen met een van de uitvoerders van het onderzoek,naam tel/e-mail

Met vriendelijke groet,

Alex Haas
Joris Reijnen
Suzanne van Dijk
Helen Jacobs
Martijn Antes

Studenten Fysiotherapie

Bijlage II: Informed consent

Fontys Eindhoven
Paramedische Hogeschool, Fysiotherapie
Ds. Th. Fliednerstraat 2
5631 BN Eindhoven



Eindhoven, 18 September 2012

Deelnemers aan het Accelerometrie onderzoek,

U bent gevraagd om deel te nemen aan een onderzoek naar de betrouwbaarheid van accelerometers (versnellingsmeters / bewegingsmeters), om therapietrouw te bevorderen. Dit onderzoek wordt uitgevoerd door J. Reijnen, S. van Dijk, A. Haas, M. Antes en H. Jacobs in het kader van de opleiding Fysiotherapie aan de Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven. De bedoeling van dit onderzoek is niet de deelnemers te testen, maar de betrouwbaarheid en het gebruik van de accelerometer te beoordelen met behulp van de deelnemers.

In dit onderzoek wordt alleen accelerometrie getest. U zal gevraagd worden om verschillende fysieke activiteiten uit te voeren met het dragen van een accelerometer. Er zal één meetmoment plaatsvinden waarbij drie metingen zullen worden uitgevoerd.

Deelname aan dit onderzoek is vrijwillig. Alle informatie zal strikt vertrouwelijk behandeld worden. De resultaten van het onderzoek zullen gebruikt worden om het betreffende apparaat op betrouwbaarheid te beoordelen, maar er zal zorg gedragen worden dat dit volledig zonder mogelijke identificatie van de participanten gebeurt. U kunt op ieder moment het onderzoek stop zetten en de toestemming alsnog in trekken. Mocht u na het onderzoek nog vragen hebben, dan kunt u contact opnemen met A. Haas via de e-mail: alex.haas@student.fontys.nl.

Ik heb dit formulier gelezen en stem er mee in,

.....

.....

Datum

Handtekening participant

Bijlage VIII: Geheimhoudingsverklaring

Geheimhoudingsverklaring

Naam: Helen Jacobs

Studentnr: 2148965

Titel: Accelerometrie & Fysiotherapie

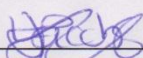
Inhoud (omschrijving):

De betrouwbaarheid van de accelerometer bij het meten van de frequentie en duur tijdens het uitvoeren van squat en lunge oefeningen.

1. Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven verbindt zich door ondertekening van deze verklaring, informatie met betrekking tot de verstrekte gegevens en uit onderzoek verkregen resultaten waarvan in het kader van bovengenoemd project praktijkgericht onderzoek kennis wordt genomen en waarvan bekend is of redelijkerwijs begrepen kan worden dat dit als geheim of vertrouwelijk wordt beschouwd, strikt geheim te houden.
2. Tevens geldt deze geheimhoudingsverplichting voor de werknemers van Fontys Paramedische Hogeschool, evenals voor anderen die op enigerlei wijze uit hoofde van hun functie toegang hebben of kennis nemen van bedoelde informatie.
3. Bovenstaande laat onverlet dat de student het project praktijkgericht onderzoek kan uitvoeren volgens geldende voorschriften en regels.

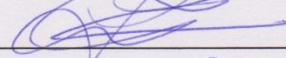
Student:

Naam: Helen Jacobs


(handtekening) Datum: 20/12/2022

Begeleider:

Naam: M.F. Piskens


(handtekening) Datum: 20/12/2022

Coördinator: voor ontvangst

Naam: _____

(handtekening) Datum: / /

Bijlage IX: Overdrachtsbevestiging

Overeenkomst overdracht rechten

OVEREENKOMST

houdende overdracht van rechten en de plicht tot
overdracht/retournering van data, software en andere middelen

Ondergetekenden:

1. de heer/mevrouw Helen Hendrik Anna Maria Jacobs [volledige
namen als vermeld in paspoort], woonachtig te 6444 EC Beunssum [postcode,
woonplaats] aan de Pidder Thibakst Rood 22 [adres en huisnummer], hierna aan te
duiden als "**Student**"

en

2. Stichting Fontys h.o.d.n. Fontys Hogescholen, Rachelsmolen 1, 5612 MA Eindhoven, hierna
"**Fontys**"

CONSIDERANS

- A. Student studeert aan de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven en heeft in het kader van zijn/haar studie, al dan niet tezamen met derden en/of in opdracht van derden, (diverse) activiteiten verricht, of zal deze nog verrichten, in het kader van onderzoeken die onder supervisie staan van het lectoraat van Fontys Paramedische Hogeschool. Voornoemde activiteiten zullen hierna worden aangeduid als "**Lectoraat Studieactiviteiten**". Ten tijde van ondertekening van deze verklaring superviseert het lectoraat van Fontys Paramedische Hogeschool in ieder geval de onderzoeken die zijn opgesomd in bijlage 1, maar deze opsomming is niet uitputtend en kan in de toekomst veranderen.
- B. Het is voor Fontys Paramedische Hogeschool van essentieel belang dat (uitwerkingen van) de Lectoraat Studieactiviteiten ongehinderd en zonder enige beperking verder kunnen worden ontwikkeld en toegepast door Fontys Paramedische Hogeschool en/of voor onderwijs van andere studenten kunnen worden gebruikt. Fontys wil in ieder geval – maar niet uitsluitend – (uitwerkingen van) de Lectoraat Studieactiviteiten (i) kunnen delen met en/of over te dragen aan derden, (ii) op eigen naam kunnen publiceren, waarbij Student mogelijk als co-auteur kan worden vernoemd mits dit gezien de omstandigheden redelijk is, (iii) kunnen gebruiken als basis voor nieuwe onderzoeksprojecten.

- C. Als op (uitwerkingen van) Lectoraat Studietoelichtingen intellectuele eigendomsrechten (komen te) rusten en/of daaraan verwante aanspraken van Student, wensen partijen – het onder (B) genoemde in aanmerking nemend – dat Fontys Paramedische Hogeschool de enige rechthebbende ten aanzien van deze rechten en aanspraken is. Student wenst dan ook al zijn/haar huidige en toekomstige intellectuele eigendomsrechten alsook daaraan verwante aanspraken met betrekking tot (uitwerkingen van) de Lectoraat Studietoelichtingen aan Fontys over te dragen, onder de hierna te noemen voorwaarden;
- D. Student wenst voorts de verplichting op zich te nemen – wederom het onder (B) genoemde in aanmerking nemend – om alle door hem/haar in het kader van (uitwerkingen van) de Lectoraat Studietoelichtingen door hem/haar verzamelde data aan Fontys over te dragen en geen kopieën daarvan te bewaren, en eveneens alle in het kader van (uitwerkingen van) de Lectoraat Studietoelichtingen aan hem/haar door Fontys verstrekte eerder verzamelde data, software en/of andere middelen, zoals meet- en testapparatuur, aan Fontys te retourneren zonder kopieën daarvan te bewaren, dit alles onder de hierna te noemen voorwaarden.

KOMEN OVEREEN ALS VOLGT

1. Overdracht intellectuele eigendomsrechten

1.1 Student draagt hierbij over aan Fontys Paramedische Hogeschool al zijn/haar huidige en toekomstige intellectuele eigendomsrechten en aanverwante aanspraken met betrekking tot (uitwerkingen van) de Lectoraat Studietoelichtingen, voor de volledige duur van die rechten.

1.2 Onder intellectuele eigendomsrechten en/of daaraan verwante aanspraken wordt tenminste – maar niet uitsluitend – verstaan het auteursrecht, het databankenrecht, het octrooirecht, het merkenrecht, het handelsnamenrecht, het tekeningen- en modellenrecht, het kwekersrecht, bescherming van knowhow en bescherming tegen oneerlijke mededinging.

1.3 De in 1.1 omschreven overdracht is onbeperkt. Zodoende omvat de overdracht alle aan de overgedragen rechten en aanspraken verbonden bevoegdheden, en geldt de overdracht voor alle landen ter wereld.

1.4 Voor zover enige nationale wetgeving enige nadere medewerking van Student vereist voor de overdracht genoemd onder 1.1, zal Student deze medewerking op eerste verzoek van Fontys Paramedische Hogeschool onmiddellijk en zonder enig voorbehoud verlenen.

1.5 Fontys aanvaardt de in 1.1 omschreven overdracht.

2. Afstand van persoonlijkheidsrechten

2.1 Voor zover toegestaan onder artikel 25 Auteurswet, en andere eventueel toepasselijke nationale wetgeving, doet Student afstand van zijn/haar persoonlijkheidsrechten, waaronder begrepen – maar niet uitsluitend – het recht op vermelding van de naam van Student en het recht zich te verzetten tegen wijzigen van (uitwerkingen van) de Lectoraat Studietoelichtingen. Indien en voor zover aan Student onder enige nationale wetgeving een beroep toekomt op persoonlijkheidsrechten ondanks het bovenstaande, zal Student zich niet op onredelijke gronden op deze persoonlijkheidsrechten beroepen.

2.2 In afwijking van hetgeen in 2.1 is bepaald kan Fontys Paramedische Hogeschool besluiten de naam van Student wel te vermelden als dit gezien de omvang van zijn/haar bijdrage en werkzaamheden redelijk is.

3. Vergoeding

Student gaat ermee akkoord dat hij/zij geen vergoeding voor de in deze verklaring omschreven rechtenoverdracht en -afstand van Fontys zal ontvangen.

4. Garantie ten aanzien van intellectuele eigendomsrechten

Student verklaart bevoegd te zijn tot de overdracht en afstand, en verklaart geen licentie(s) tot enigerlei wijze van gebruik van (uitwerkingen van) de Lectoraat Studietoelichtingen aan enige derde(n) te hebben verleend of in de toekomst te zullen verlenen. Student vrijwaart Fontys voor iedere aanspraak van derden in dit kader.

5. Plicht tot overdracht/retournering van data, software en andere middelen

5.1 Op het moment dat Student niet langer Lectoraat Studietoelichtingen verricht en/of niet langer student van Fontys is, verplicht Student zich tot overdracht aan Fontys van alle in het kader van (uitwerkingen van) de Lectoraat Studietoelichtingen door hem/haar verzamelde data, in de ruimste zin van het woord, daaronder begrepen – maar niet uitsluitend – onderzoeken en onderzoeksresultaten, tussentijdse notities, documenten, afbeeldingen, tekeningen, modellen, prototypes, specificaties, productiemethoden, procesbeschrijvingen en techniekbeschrijvingen.

5.2 Student garandeert op geen enkele wijze, in welke vorm dan ook, kopieën van de in 5.1 bedoelde data bewaard te hebben.

5.3 Student verplicht zich om aan Fontys te retourneren alle in het kader van de Lectoraat Studieactiviteiten aan hem/haar door Fontys verstrekte data, software en/of andere middelen, en garandeert op geen enkele wijze, in welke vorm dan ook, kopieën van de verstrekte software en/of andere middelen bewaard te hebben.

5.4 Student gaat ermee akkoord dat indien hij in strijd met de verplichtingen en garanties genoemd onder 5.1 tot en met 5.3 handelt en/of gehandeld blijkt te hebben, (a) hij/zij aansprakelijk is voor alle schade die Fontys hierdoor heeft geleden en/of nog zal lijden, en (b) dat dit als fraude kwalificeert en Fontys daaraan passende sancties mag verbinden. De door Fontys op te leggen sancties kunnen onder meer bestaan uit het niet toekennen van studiepunten, het tijdelijk uitsluiten van Ondergetekende van deelname aan examens, maar ook uit het definitief uitschrijven van Ondergetekende als student van Fontys.

6. Afstand

Student doet afstand van het recht op ontbinding van deze overeenkomst.

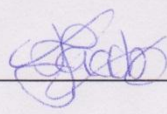
7. Overig

7.1 Voor zover deze overeenkomst afwijkt van het studentenstatuut geldt dat deze overeenkomst voor gaat.

7.2 Deze overeenkomst wordt beheerst door Nederlands recht. Alle uit deze verklaring voortvloeiende geschillen zullen worden voorgelegd aan de bevoegde rechter te Amsterdam.

Student:

Naam: Helen Jacobs


(handtekening)

Datum: 20/12/2012

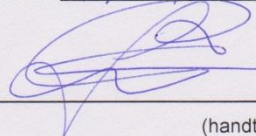
Plaats: Eindhoven

Stichting Fontys

h.o.d.n. Fontys Hogescholen

begeleider:

Naam: M.F. Piskens


(handtekening)

Datum: 20/12/2012

Plaats: Eindhoven