Een stap richting de toekomst!

Nauwkeurigheid van activiteitenmeters bij ouderen met een loophulpmiddel

Auteurs:

N.Y.M. Batteljee; 1202561

A. Naegler; 1222899

Afstudeerbegeleider:

K. van Vijven, MSc

Tweede begeleider:

Drs. E. Beekman, MSc

Datum:

25-05-2016

Zuyd Hogeschool, Faculteit Gezondheidszorg,

Opleiding Fysiotherapie

©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 de Zuyd Hogeschool

Dankwoord

Graag willen wij via deze weg onze dank uitspreken naar een aantal personen, die ons begeleid, gestuurd en geholpen hebben bij het tot stand komen van deze scriptie. Dankzij jullie hulp, medewerking en inzet is deze scriptie geworden zoals deze is.

Allereerst gaat een speciale dank uit naar onze afstudeerbegeleidster Kim van Vijven. Bedankt voor de goede feedback en het kritisch meekijken. Ten tweede willen wij de tweede beoordelaar en opdrachtgever Emmylou Beekman hartelijk bedanken voor haar hulp en aanwijzingen, hierdoor zijn wij ook goed op weg geholpen.

Ook willen we Stichting Sevagram, en in het bijzonder Paul Oosterink, hartelijk bedanken voor de hulp bij het vinden van geschikte deelnemers. Bedankt voor het enthousiasme en de tijd. Tevens willen wij alle deelnemers bedanken die vrijwillig en erg gemotiveerd aan het onderzoek hebben deelgenomen.

Tot slot gaat onze grote dank uit naar Dennis Odekerken en Toine Diederen. Bedankt voor de tijd, de uitleg en het beantwoorden van al onze vragen.

Samenvatting

Doel: Het doel van deze studie is om te achterhalen hoe nauwkeurig de volgende activiteitenmeters het aantal gemaakte stappen bij 65-plussers met een loophulpmiddel tellen: Jawbone UP24 (UP24), Fitbit Flex (FF), Fitbit One (FO), Activ8 (A8) en Lumo Back (LB). Hierbij is de invloed van de staplengte, spoorbreedte, loopsnelheid en armbeweging op de resultaten onderzocht.

Methode: In dit cross-sectioneel onderzoek zijn middels multiple case series vier deelnemers met en vier zonder loophulpmiddel gevraagd om een loopafstand van 100 m in een bewegingslaboratorium af te leggen. Hierbij droegen de deelnemers activiteitenmeters, waarvan de uitkomsten zijn vergeleken met de gouden standaard, de zichtbare stappen op videobeelden. Middels het Vicon Motion Capture System zijn de ganggerelateerde determinanten geobjectiveerd. De resultaten zijn binnen een koppel, een deelnemer met en een zonder loophulpmiddel, vergeleken.

Resultaten: Driekwart van de resultaten, betreffend de UP24 en FF, weken bij deelnemers met een loophulpmiddel 65% of meer af van de gouden standaard. Daarentegen vertoonde de FO bij een loopsnelheid boven 0,7 m/s een maximale afwijking van 18%. De A8 week bij de helft van de deelnemers 20% of meer af van de gouden standaard. Vervolgens had de LB drie van de vier keer bij deelnemers met een loophulpmiddel een afwijking van 14% of lager. Deelnemers met een stok vertoonden een lagere loopsnelheid en een kleinere staplengte dan de deelnemers met een rollator. Echter bleken deze nauwelijks armbeweging te hebben.

Discussie / Conclusie: Dit onderzoek toont dat de FO en LB, in tegenstelling tot de UP24 en FF, nauwkeuriger meten bij ouderen met een loophulpmiddel. De verminderde armbeweging en lage loopsnelheid beperken de nauwkeurigheid van de UP24 en FF. Tot slot vertoonde de A8 veel spreiding in resultaten. De combinatie van een lage loopsnelheid en kleine staplengte beperken de nauwkeurigheid van de FO, A8 en LB.

Abstract

Introduction: This study aimed to examine the following activity-trackers among adults over 65 years using a walking-aid: Jawbone UP24 (UP24), Fitbit Flex (FF), Fitbit One (FO), Activ8 (A8) and Lumo Back (LB). In addition the influence of step-length, step-width, walking-speed and arm-movement on the accuracy of the activity-trackers were examined.

Method: Four participants with and four without a walking-aid took part in this cross-sectional study with multiple-case series. Equipped with activity-trackers, they were asked to walk a 100 m distance in a movement analysis laboratory. Steps counted by the activity-trackers were compared to steps seen on a video camera, the gold standard. The gait-parameters were analysed by a Vicon movement analysis system. Ultimately the results were compared within a matched-pair, consisting of a participant with and a participant without a walking-aid.

Results: One-fourth of the results from the UP24 and the FF worn by walking-aid users showed a deviation of 65% or higher compared to the gold standard. Whereas the results from the FO by walking-aid users with a walking-speed over 0,7 m/s showed a maximum discrepancy of 18%. The A8 showed a discrepancy of 20% or higher within half of the population. The LB showed that three of four results deviated 14% or less. Participants with a walking-cane walked slower and had a smaller step-length compared to participants with a wheeled-walker. Those however had less arm-movement.

Discussion / Conclusion: The study has shown that the FO and LB are more accurate than the UP24 and FF for walking-aid users. The limited arm-movement and the slow walking-speed had a negative influenced on the results from the UP24 and FF. The A8 appeared to be less accurate due to significant variation in results. A slow walking-speed and a short step-length might reduce the accuracy of the FO, A8 and LB.

Inhoudsopgave

1. Inleiding 1

2. Methode 5

2.1 Design 5

2.2 Populatie 5

2.3 Procedure 7

2.4 Meetinstrumenten 10

2.5 Dataverwerking en Data-analyse 12

3. Resultaten 15

3.1 Koppel 1 16

3.2 Koppel 2 19

3.3 Koppel 3 22

3.4 Koppel 4 24

4. Discussie 27

4.1 Beantwoording van de vraagstelling 27

4.2 Sterkte-zwakte analyse 29

4.3 Resultaten in vergelijking met literatuur 30

4.4 Aanbevelingen voor de praktijk en vervolgonderzoek 32

5. Conclusie 34

Literatuurlijst 35

Bijlagen 39

Bijlage 1: MMSE 39

Bijlage 2: METC Z goedkeuring 41

Bijlage 3: Informatiebrief 43

Bijlage 4: Toestemmingsverklaring 46

Bijlage 5: Formulier Deelnemerverklaring Inzake Audiovisuele Producties 47

Bijlage 6: Deelnemersformulier 48

1. Inleiding

Fysieke inactiviteit is een veel voorkomend verschijnsel onder ouderen. Het is aangetoond dat inactiviteit een verhoogd valrisico teweegbrengt en ook gepaard gaat met vroegtijdig overlijden en chronische aandoeningen. Tevens leidt inactiviteit tot hogere kosten in de gezondheidszorg. Inactieve ouderen worden eerder hulpbehoevend dan ouderen die fysiek nog wel actief zijn (1, 2).

Om zelfstandigheid te behouden en het valrisico te verminderen maken veel ouderen gebruik van hulpmiddelen. Loophulpmiddelen worden ingezet om functioneringsproblemen te beperken en een verminderde balans te compenseren. Een arts of fysiotherapeut kan daarom adviseren een loophulpmiddel aan te schaffen zodra een ouder persoon vaker steun zoekt tijdens het lopen (3). Uit onderzoek blijkt dat van de ouderen tussen de 65 en 74 jaar, 8% gebruik maakt van een loophulpmiddel. Boven de 75 jaar maakt al bijna een derde van de ouderen gebruik van een loophulpmiddel (4, 5). Dit wijst op een leeftijdsgebonden stijging in het gebruik van hulpmiddelen voor het bewegen. Twee verschillende en veel gebruikte loophulpmiddelen zijn de loopstok en de rollator. Deze zorgen voor een belastingreductie van de benen tijdens het lopen en ondersteunen de balans. Ze worden hoofdzakelijk ingezet om steun en zekerheid van de gebruiker te waarborgen, maar ook om pijnklachten te verminderen (3).

Er bestaat een verband tussen functieverlies en fysiologische achteruitgang van het lichaam (6). Wanneer ouderen afhankelijk worden van loophulpmiddelen is het essentieel om toenemende fysieke achteruitgang, oftewel deconditionering, tegen te gaan. Het doel van de fysiotherapeut is in dit geval om een zo hoog mogelijke kwaliteit van leven te behouden en de algehele fitheid te bevorderen om ziektes te voorkomen. Een goede fysieke fitheid, mobiliteit en zelfstandigheid, met daarmee het tegengaan van functieverlies en het verminderen van het valrisico, zijn dan ook de belangrijkste behandeldoelen voor de fysiotherapeut bij de oudere generatie (7).

Uit onderzoek blijkt dat regelmatige fysieke activiteit deconditionering van het lichaam vertraagt (6). Fysieke activiteit wordt door Caspersen et al. gedefinieerd als:

"*elke krachtsinspanning van skeletspieren resulterend in meer energieverbruik dan in rustende toestand*" (8).

Een voorbeeld van een matig intensieve fysieke activiteit is wandelen. Wandelen heeft voor ouderen een positief effect omdat deconditionering, het verliezen van spiermassa en de kans op fracturen hiermee kunnen worden tegengegaan (6, 9). Recente studies tonen aan dat er een verband bestaat tussen wandelen en een vermindering van sterfgevallen bij ouderen (1).

Ouderen zijn fysiek minder actief en zetten dagelijks minder stappen dan jongeren (1). Naarmate een persoon ouder wordt, treden er door natuurlijke verouderingsprocessen belangrijke veranderingen op in het looppatroon. Ouderen hebben een kleinere staplengte en een grotere spoorbreedte (10). Tevens vermindert de loopsnelheid en wordt de armzwaai kleiner (10, 11). Daarnaast zorgt de behoefte aan veiligheid, door een afname in balans en coördinatie, ervoor dat de dubbele standfase langer wordt in vergelijking tot de zwaaifase (12). Kortom, lichaamsbewegingen en loopritme worden trager en bewegingsuitslagen kleiner. Naast deze veranderingen in het looppatroon, treden bij ouderen die gebruik maken van een loophulpmiddel nog markantere beperkingen op. Härdi et al. (2014) onderzocht de verschillen in het looppatroon van ouderen met een stok en een rollator in vergelijking met leeftijdsgenoten van hetzelfde geslacht die zonder loophulpmiddel lopen. Hierbij vertoonden de ouderen met een loophulpmiddel een lagere loopsnelheid en een kleinere staplengte. Ook werd aangetoond dat ouderen met een stok een lagere loopsnelheid en een kleinere staplengte hebben dan ouderen met een rollator. Tevens beperken de stok en de rollator de armzwaai, de rompbewegingen en de staplengte (13). Dit brengt beperkingen in het dynamische looppatroon teweeg, waardoor het natuurlijke looppatroon van de ouderen verandert.

Terwijl een op de vijf 65-plussers afhankelijk wordt van loophulpmiddelen, is de waardering om de regie over het eigen leven te behouden groot (4). Ook de problemen om zorg voor ouderen beschikbaar, bereikbaar en betaalbaar te houden, veroorzaken een trend die erop gericht is om zorg dichter bij huis te krijgen. Dit leidt ertoe dat een groter beroep zal worden gedaan op de technische ondersteuning in de huidige zorg om dagelijkse fysieke activiteiten te kunnen objectiveren. Volgens het beroepsprofiel van de fysiotherapeut is deze door technische ondersteuningen in staat om fysieke activiteiten van patiënten op afstand te controleren en bij te sturen. Het gaat daarbij om zowel de preventieve als ook de evaluatieve behandeling door de fysiotherapeut (7). Telemonitoring biedt een goede mogelijkheid om verzamelde data

over fysieke activiteiten, zoals het aantal gemaakte stappen per dag, van de patiënt te monitoren en naar de fysiotherapeut op afstand te rapporteren. Het aantal gemaakte stappen verdeeld over een dag wordt geëvalueerd en indien nodig vindt motivatie door de fysiotherapeut plaats (7).

Een vorm van telemonitoring zijn activiteitenmeters. Activiteitenmeters zijn kleine draagbare meters, die fysieke activiteiten, zoals het aantal gemaakte stappen per dag en de loopafstand registreren (14, 15). Dit is mogelijk omdat ze versnellingen registreren en multiaxiaal meten, dat wil zeggen dat ze bewegingen in meerdere dimensies en assen waarnemen (16). Uit eerder onderzoek blijkt dat het gebruik van activiteitenmeters de lichamelijke activiteit met 26.9% doet stijgen. Activiteitenmeters blijken daarom een goede optie om ouderen te motiveren om lichamelijk actief te blijven (1, 17).

Om activiteitenmeters bij ouderen met loophulpmiddelen te kunnen implementeren is het van belang dat de resultaten accuraat zijn en elke gemaakte stap daadwerkelijk wordt geteld. In deze pilotstudie wordt de focus op de activiteitenmeters Jawbone UP24 (UP24), Fitbit Flex (FF), Fitbit One (FO), Activ8 (A8) en Lumo Back (LB) gelegd. Deze meters zijn commercieel verkrijgbaar, relatief goedkoop en worden op verschillende lichaamsplaatsen gedragen, zoals de pols, lumbale wervelkolom of in de broekzak. Door deze activiteitenmeters te vergelijken, zou men tevens kunnen achterhalen welke draagplaats het meest geschikt is voor ouderen die met een loophulpmiddel lopen.

Uit een studie van Case et al. (2015) is gebleken dat de UP24 nauwkeurig is in het tellen van stappen bij gezonde volwassenen. In dit onderzoek werden 478 van de 500 en 1477 van de 1500 stappen door de UP24 geteld (18). Diaz et al. (2015) onderzocht de validiteit van de FF tijdens vier verschillende loopsnelheden op een loopband. Hierbij vertoonde de FF tijdens de laagste loopsnelheid van 0,85 m/s een onderschatting van 16% (19). Een recente studie van Simpson et al. (2015) onderzocht de nauwkeurigheid van de FO bij 65-plussers en verschillende loopsnelheden (0,3 – 0,9 m/s). De resultaten toonden aan dat de nauwkeurigheid van de FO, gedragen om de heup, onder 90% ligt wanneer de loopsnelheid lager is dan 0,8 m/s (20). De A8 is in 2013 onderzocht door de Erasmus MC University bij jongeren tijdens algemene dagelijkse levensverrichtingen. Hierbij vertoonde de A8

een overeenkomst van 92% met de gouden standaard (21). Tot slot onderzocht Kooiman et al. (2015) de validiteit van de LB bij gezonde proefpersonen. Uit de resultaten komt naar voren dat de LB slechts een gemiddelde absolute procentuele fout had van 0,2% tijdens het lopen op een loopband en van 0,4% tijdens algemene dagelijkse levensverrichtingen (22).

Echter zijn geen studies bekend die deze activiteitenmeters op nauwkeurigheid hebben onderzocht bij 65-plussers die gebruik maken van een stok of een rollator. De meetnauwkeurigheid van de activiteitenmeters is een voorwaarde om deze in te kunnen zetten bij het monitoren van gemaakte stappen bij ouderen met een loophulpmiddel. Het aantal gemaakte stappen kan worden geobjectiveerd en er kan informatie worden verkregen of er meer ondersteuning door een fysiotherapeut plaats moet vinden om doelen op het gebied van gemaakte stappen te bereiken. Het doel van deze studie is om een indicatie te krijgen over de nauwkeurigheid van de activiteitenmeters, gedragen bij 65-plussers met een stok of een rollator. Daarnaast zal worden onderzocht of veranderingen in het looppatroon, zoals een verminderde armbeweging, staplengte, loopsnelheid en grotere spoorbreedte van invloed zijn op het correct meten van de activiteitenmeters. Dit wordt vergeleken met ouderen die zonder loophulpmiddel lopen. Om de ganggerelateerde determinanten te kunnen objectiveren zal het onderzoek plaats vinden in een bewegingslaboratorium. De vraagstelling luidt als volgt:

Hoe correct tellen de activiteitenmeters Jawbone UP24, Fitbit Flex, Fitbit One, Activ8 en Lumo Back het aantal gemaakte stappen bij 65-plussers die lopen met een rollator of stok in vergelijking tot ouderen die zonder loophulpmiddel lopen, gemeten in een bewegingslaboratorium? En wat voor een invloed hebben de armbeweging, staplengte, spoorbreedte en loopsnelheid op de resultaten over het aantal gemaakte stappen van de activiteitenmeters?

2. Methode

In deze pilotstudie is een indruk verkregen over de nauwkeurigheid van de Jawbone UP24 (UP24), de Fitbit One (FO), de Fitbit Flex (FF), de Activ8 (A8) en de Lumo Back (LB) in het tellen van stappen bij 65-plussers die lopen met een rollator of een stok. Dit werd vergeleken met 65-plussers die zonder loophulpmiddel lopen. Daarbij is gekeken naar de invloed van verschillende ganggerelateerde determinanten, namelijk de armbeweging, de staplengte, de spoorbreedte en de loopsnelheid op de resultaten van de activiteitenmeters. Het onderzoek vond plaats van februari tot en met maart 2016 in het bewegingslaboratorium op de Zuyd Hogeschool te Heerlen.

2.1 Design

Tijdens dit exploratief onderzoek is naar mogelijke verklaringen gezocht voor het verschil in uitkomsten van de benoemde activiteitenmeters, gebruikt bij ouderen. Daarbij is gebruik gemaakt van een cross-sectioneel design. Door middel van multiple case series is een klein aantal deelnemers onderzocht. Voor elke deelnemer met een loophulpmiddel is gezocht naar een passende match zonder loophulpmiddel. Hierbij is het looppatroon van ouderen die tijdens algemene dagelijkse levensverrichtingen met een loophulpmiddel lopen, vergeleken met het looppatroon van ouderen die zonder loophulpmiddel lopen. Dit om een indruk te krijgen van de nauwkeurigheid van de activiteitenmeters. Tevens is aan de hand van de ganggerelateerde determinanten naar mogelijke verklaringen gezocht voor de uitkomsten van de activiteitenmeters.

2.2 Populatie

Voor dit onderzoek is gestreefd naar een populatie van acht deelnemers. Allereerst is er gezocht naar vier oudere deelnemers waarvan er twee gebruik maakten van een rollator en twee van een loopstok. De volgende criteria zijn gehanteerd bij het werven van deelnemers:

Inclusie criteria:

- Ouderen boven de 65 jaar
- Ouderen die een minimale loopafstand van 100 meter kunnen afleggen (met of zonder korte pauze)

Exclusie criteria:

- Ouderen die wonen in een verpleeghuis
- Ouderen met neurologische aandoeningen, zoals CVA, Parkinson etc.
- Ouderen bij wie een of meerdere ledematen geamputeerd zijn
- Oudere met een Mini-Mental State Examination score < 24

De Mini-Mental State Examination (MMSE) is een meetinstrument waarmee de onderzoekers de aanwezigheid van cognitieve stoornissen vast konden stellen (zie bijlage 1) (23). De maximale score van de MMSE bedraagt 30 punten. Om de aanwezigheid van cognitieve beperkingen uit te sluiten en deel te kunnen nemen aan de metingen moest minimaal een score van 24 worden behaald. Ouderen met neurologische aandoeningen, zoals bijvoorbeeld een CVA en Parkinson konden niet deelnemen aan het onderzoek. Het looppatroon mocht namelijk niet door asymmetrieën, ten gevolge van neurologische aandoeningen, worden beïnvloed. De reden hiervoor is dat uit eerder onderzoek bleek dat een asymmetrisch looppatroon ten gevolge van niet-aangeboren hersenletsel de validiteit van de UP24, FF, FO en A8 negatief beïnvloedt. Dit onderzoek toonde aan dat de validiteit, met betrekking tot het tellen van stappen, tussen 4% en 136% lag (24).

Wanneer een deelnemer met een loophulpmiddel gevonden was, kon gezocht worden naar een passende match die zonder loophulpmiddel liep. Beide deelnemers vormden een koppel. Deze werd op dezelfde bovenstaande in- en exclusie- criteria gescreend. Omdat het geslacht, de beenlengte en de leeftijd het looppatroon beïnvloeden was het van belang dat deze drie factoren binnen een koppel overeenkwamen (25). Hierdoor kon de invloed van het loophulpmiddel op de ganggerelateerde determinanten en daarmee de invloed op de uitkomsten van de activiteitenmeters beter in kaart worden gebracht. De leeftijd mocht echter maximaal vijf jaar verschillen. De beenlengte mocht binnen een koppel twee centimeter verschillen, omdat de meetlintmethode voor het afnemen van de beenlengte door de slecht definieerbare referentiepunten niet zeer nauwkeurig is en meetfouten van twee centimeter kunnen ontstaan (26). De resultaten van beide deelnemers werden vergeleken in de data-analyse.

2.3 Procedure

Om dit onderzoek uit te mogen voeren, was een toestemming van de Medische Ethische Toetsingscommissie Zuderland-Zuyd (METC Z) vereist. De METC Z heeft positief ingestemd en daarmee toestemming verleend voor uitvoering van het onderzoek. Het onderzoek is goedgekeurd en heeft het METC Z nummer 15-N-197 (zie bijlage 2).

Deelnemerswerving

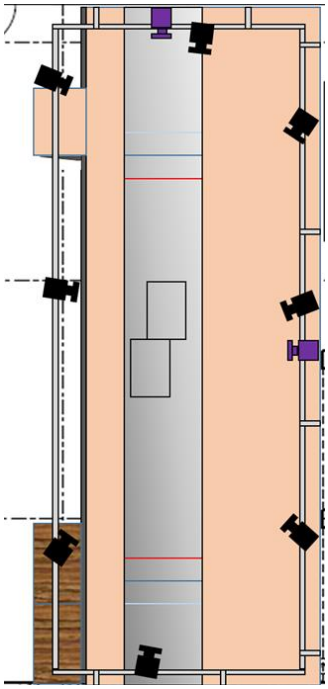
Deelnemers met een loophulpmiddel zijn gezocht via de fysiotherapeuten van Sevagram. Via hen kon contact worden opgenomen met ouderen die in aanleunwoningen van Sevagram wonen en interesse hadden in deelname. Daarnaast zijn deelnemers geworven bij fysiotherapiepraktijken in Heerlen, Kerkrade en Stijn. Ook is via bekenden van de onderzoekers uit de omgeving van Maastricht en Heerlen gezocht naar passende deelnemers.

Het eerste contact met de potentiële deelnemers verliep telefonisch, waarbij een korte uitleg werd gegeven over het onderzoek. Vervolgens is een afspraak gemaakt om de informatiebrief te overhandigen (zie bijlage 3) en om de geïnteresseerde op in- en exclusie -criteria te screenen. Tevens werd de beenlengte van beide benen in stand, door middel van een meetlint bepaald. De beenlengte werd hierbij vanaf de Spina Iliaca Anterior Superior (SIAS) tot aan de mediale malleolus gemeten (27).Tot slot is de afspraak gemaakt voor de metingen in het bewegingslaboratorium aan de Zuyd Hogeschool. Deze werd langer dan een week vooruit gepland zodat de deelnemers voldoende bedenktijd hadden om een toestemmingsverklaring en een patiëntenverklaring inz. Audiovisuele Producties te tekenen (zie bijlage 4 en 5). Door deze te tekenen, stemden zij ermee in dat hun testgegevens gebruikt zouden worden voor onderzoek en dat videomateriaal van de armbewegingen en het aantal gemaakte stappen werd vastgelegd. De deelnemers bleven anoniem en hadden te allen tijde de mogelijkheid om te stoppen met het onderzoek.

Vicon motion capture systeem

Tijdens het onderzoek in het bewegingslaboratorium aan Zuyd Hogeschool te Heerlen is het looppatroon van de deelnemers met behulp van het Vicon motion capture systeem (VMCS) en de bijbehorende software Vicon Nexus 2.1 in kaart gebracht (28). Het VMCS wordt gebruikt om bewegingen van reflecterende markers,

bevestigd op mensen of objecten, te analyseren. Hierbij worden de 3D coördinaten van de markers tijdens de metingen door acht optische camera's (type Bonita 10, VICON) met een opnamefrequentie van 120 Hz opgeslagen. De optische camera's zijn rondom een loopbaan van ongeveer 12 m geplaatst (fig. 1). Echter meten de optische camera's het looppatroon enkel binnen een traject van 5,20 m. Tijdens en na de metingen was een dynamisch beeld van de markers in Vicon Nexus 2.1 terug te zien. Om metingen in Vicon Nexus 2.1 uit te kunnen voeren, moesten enkele basismetingen bij de deelnemers worden afgenomen. Daarbij ging het om de lichaamslengte, het gewicht, de beenlengte en de breedte van beide knieën en enkels. Dit laatste werd met een anthropometer gemeten.



Figuur 1: Overzicht van de plaatsing van de acht optische camera's rondom de loopbaan in het bewegingslaboratorium

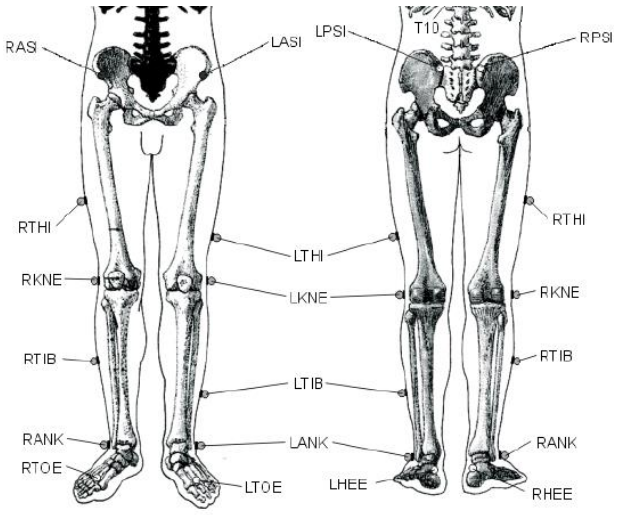
Nadat de metingen in Vicon Nexus 2.1 zijn opgeslagen, is voor de dataverwerking gebruik gemaakt van Vicon Polygon 4. Vicon Polygon 4 rekent per meetmoment een gemiddelde uit van onder andere de staplengte, de spoorbreedte en de loopsnelheid.

Meetprotocol

De metingen in het bewegingslaboratorium zijn door twee onderzoekers uitgevoerd, waarbij een vaste taakverdeling bestond. Tevens was tijdens de metingen van de deelnemers met een loophulpmiddel een fysiotherapeut voor de veiligheid aanwezig. Voordat de metingen uitgevoerd konden worden, zijn een aantal stappen doorlopen. Allereerst werden de gegevens over de leeftijd, het geslacht en indien van toepassing het soort loophulpmiddel van de deelnemers verzameld (zie bijlage 6).

Na de hierboven genoemde basismetingen is de deelnemers een lange stretch broek aangereikt die zij tijdens de metingen konden dragen. Aansluitend zijn zestien reflecterende markers op de stretch broek en de huid van de onderste extremiteit geplaatst volgens een gestandaardiseerd protocol, namelijk het VICON Plug-in-Gait Model (lower limb model) (fig. 2). Dit is een standaard model van het VMCS voor het plaatsen van de markers aan de onderste extremiteit. Bovendien zijn reflecterende

onderdelen van de rollator of de stok met niet-reflecterende tape dicht geplakt, zodat het systeem deze niet als markers zou registreren. Dit voorkomt mogelijke meetfouten. Vervolgens konden de deelnemers één keer op en neer proeflopen op de loopbaan.



Figuur 2: Posities van de markers op de voor- en achterzijde van de benen volgens het VICON Plug-in-Gait Model

Na het proeflopen werd de deelnemer gevraagd om op de loopbaan te gaan staan voor een statische meting. Hiervoor moest de deelnemer twintig seconden stil blijven staan zodat de optische camera's de markers in de ruimte konden plaatsen. Vervolgens kon de deelnemer plaats nemen op een stoel die op het startpunt was geplaatst. Hier werden de activiteitenmeters door beide onderzoekers bevestigd. Om een indruk te krijgen over de nauwkeurigheid van de activiteitenmeters, zijn deze bij alle deelnemers zowel aan de rechter als aan de linker extremiteiten geplaatst. Met uitzondering van de LB, daar deze om de lumbale wervelkolom werd bevestigd. De negen activiteitenmeters zijn volgens de aanbevelingen van de fabrikant bevestigd. De UP24 en de FF zijn aan de polsen, de FO aan de bovenrand van de broek en de A8 beiderzijds in een beenband om het bovenbeen bevestigd. Om verwisselingen tijdens het plaatsen van de activiteitenmeters te voorkomen was één onderzoeker altijd voor het plaatsen op de rechter lichaamshelft en de andere onderzoeker voor de activiteitenmeters aan de linker lichaamshelft verantwoordelijk.

Tot slot werden de deelnemers gevraagd om op eigen tempo een afstand van 100 m over een 10 m lang traject van de loopbaan af te leggen. Dit komt overeen met vijf keer op en neer lopen. Er is gekozen voor 100 m om te garanderen dat de deelnemers de metingen in zijn geheel konden uitvoeren en niet vermoeid zouden raken. Tevens konden voldoende stappen worden gezet om een indruk te krijgen over de nauwkeurigheid van de activiteitenmeters (29,30). Het looppatroon van de deelnemers werd tijdens de tien meetmomenten door het VMCS in kaart gebracht. Om het aantal gemaakte stappen en de armbeweging op videobeeld vast te leggen, is

tijdens de metingen in het bewegingslaboratorium gebruik gemaakt van een videocamera van het merk Panasonic en het model HC-V210. Deze was op een rolstatief gepositioneerd en werd tijdens de metingen door een onderzoeker bediend zodat de armbewegingen en de onderste extremiteit van de deelnemers zichtbaar waren. Het videomateriaal diende als gouden standaard voor het aantal gemaakte stappen. De videocamera werd aan het begin van de metingen aangezet en uitgezet zodra de deelnemer 100 m had afgelegd. Het gezicht werd hierbij zo min mogelijk in beeld gebracht.

Voor de veiligheid werd er tijdens de metingen een stoel aan de rand van de loopbaan geplaatst zodat de deelnemers, die behoefte hadden aan een pauze, konden gaan zitten. Een onderzoeker zat tijdens de metingen achter de computer en bediende het VMCS, terwijl de ander de camera bediende en in de buurt van de deelnemer bleef om veiligheid te waarborgen. De activiteitenmeters werden voor en onmiddellijk na de metingen op een tafel neergelegd en uitgelezen.

2.4 Meetinstrumenten

Activiteitenmeters

Tijdens dit onderzoek zijn de volgende activiteitenmeters gebruikt:

Jawbone UP24

Figuur 3: Jawbone UP24

De Jawbone UP24 (UP24) (fig. 3) is een triaxiale activiteitenmeter en wordt als armband om de pols gedragen. De synchronisatie verloopt via bluetooth en met behulp van de UP24 app is inzicht in de data mogelijk (31).

Fitbit Flex

De Fitbit Flex (FF) (fig. 4) is een triaxiale activiteitenmeter en wordt om de pols gedragen. Voordat de FF data kan verzamelen, moet er worden ingelogd via de app of de website. Op deze manier worden de data automatisch gesynchroniseerd en opgeslagen (14).

Figuur 4: Fitbit Flex

Fitbit One

Figuur 5: Fitbit One

De Fitbit One (FO) (fig. 5) is een triaxiale activiteitenmeter. De FO kan worden vastgemaakt aan de broekriem, de broekzak of door middel van een beenband aan het bovenbeen. De FO heeft dezelfde functies als de FF. Het aantal gemaakte stappen is op de activiteitenmeter zelf terug te zien of via de app of de computer. (14).

Activ8

De Activ8 (A8) (fig. 6) is een triaxiale activiteitenmeter en wordt in de broekzak gedragen of met behulp van een band aan het been vastgemaakt. Om de vijf minuten worden de data opgeslagen. De data worden in het systeem gesynchroniseerd, opgeslagen en kunnen online worden ingezien (32).

Figuur 6: Activ8

Lumo Back

Figuur 7: Lumo Back

De Lumo Back (LB) (fig. 7) is een activiteitenmeter die om het bekken, ter hoogte van de lumbale wervelkolom wordt gedragen. De LB telt niet alleen het aantal gemaakte stappen, maar corrigeert ook de houding. De LB wordt gesynchroniseerd en het gemaakte aantal stappen worden ingezien met de LB app (15).

Ubersense Hudl Technique app

De Ubersense Hudl Technique app wordt gebruikt om video-opnames in slow motion weer te geven. Hiervoor dient men gemaakte video's in de app te importeren. Wanneer men een video-opname in de app terug kijkt, kan middels een werkbalk een hoek handmatig worden ingevoerd. Met behulp van deze app konden de armbewegingen van de deelnemers worden geobjectiveerd (33).

2.5 Dataverwerking en Data-analyse

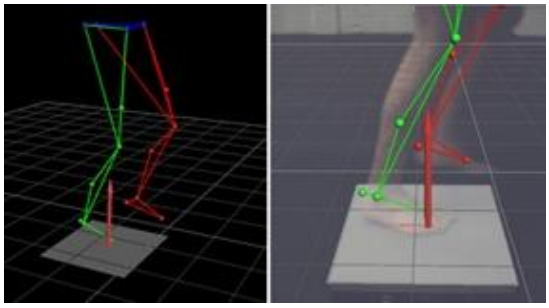
Activiteitenmeters en gouden standaard

Nadat de meting van een deelnemer in het bewegingslaboratorium was afgerond zijn de uitkomsten over het aantal getelde stappen per activiteitenmeter berekend. Hiervoor zijn de uitkomsten per activiteitenmeter telkens voor en na de metingen van een deelnemer uitgelezen en genoteerd. Vervolgens is het verschil berekend tussen de beide uitkomsten. Het resultaat hiervan zijn de door de activiteitenmeters getelde stappen. Alle uitkomsten werden op het formulier 'Deelnemersformulier' genoteerd (zie bijlage 6). Om de gouden standaard per deelnemer vast te kunnen leggen zijn de videobeelden door beide onderzoekers individueel terug gekeken. Wanneer de resultaten tussen beide onderzoekers meer dan twee stappen afweken zijn de stappen door een derde beoordelaar geteld. Het gemiddelde van het aantal getelde stappen werd vervolgens genoteerd. Een beweging telde als stap, wanneer de voet van de grond werd opgetild en weer op de grond neer kwam, of wanneer een voor-, achter- of zijwaartse verplaatsing van het been plaats vond. Per koppel zijn de uitkomsten van zowel de activiteitenmeters als van de gouden standaard in één Excel bestand verwerkt.

Ganggerelateerde determinanten

De staplengte, spoorbreedte en de loopsnelheid zijn met behulp van zestien markers van het VMCS in kaart gebracht. De staplengte komt voort uit de afstand tussen het hielcontact van het ene been en het hielcontact van het andere been (34). De spoorbreedte resulteert uit de afstand tussen de rechter en linker hiel en de mediaanlijn (35). Tot slot geeft de loopsnelheid weer hoeveel meter per seconde wordt afgelegd (36). Echter is niet bekend welke markers van het VMCS deze ganggerelateerde determinanten bepalen.

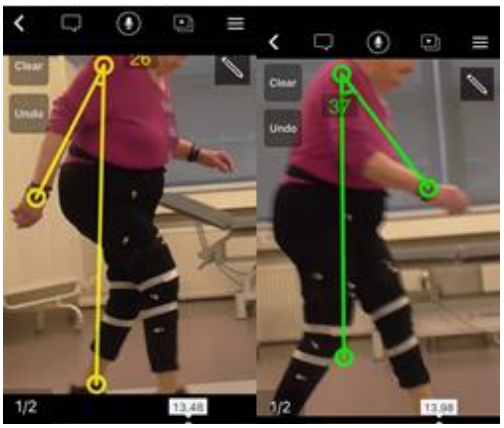
Vicon Polygon 4 is per meetmoment in staat het gemiddelde van de staplengte, spoorbreedte en loopsnelheid te berekenen. Om dit te kunnen berekenen zijn de referentiepunten van de zestien markers bij elk meetmoment in Vicon Nexus 2.1 handmatig gelabeld. Dit om



Figuur 8: Dynamisch beeld van de zestien markers (lower limb model)

logische verbindingen te leggen tussen de markers (fig. 8), waardoor een dynamisch beeld van elk meet-moment werd weergegeven. Vervolgens zijn events toegekend. Dit betekent dat voor elke stap, die zichtbaar was in Vicon Nexus 2.1, het moment van de toe-off een de heel-strike in de tijdlijn werd gemarkeerd. Na het invoeren van deze events kon Vicon Polygon 4 per meetmoment een tabel met de gemiddelde waardes van de rechter en linker staplengte, spoorbreedte en loopsnelheid weergeven. De waardes van de rechter en linker loopsnelheid en spoorbreedte zijn vervolgens door de onderzoekers bij elkaar opgeteld waaruit een totale spoorbreedte en een totale loopsnelheid per meetmoment resulteert. Per determinant zijn de tien meetmomenten in Excel tabellen ingevoerd.

De armbeweging is met behulp van de app Ubersense Hudl Technique vastgelegd. Hierbij is er gekeken naar de maximale anteriore en posteriore verplaatsingen van de pols tijdens het lopen. Voor deze beide verplaatsingen is de hoek tussen acromion-activiteitenmeters aan de pols en acromion-loodrechte lijn naar de grond vastgelegd (fig. 9). Deze hoek werd handmatig door de onderzoekers in de video's ingevoerd. De anteriore en posteriore hoek zijn vervolgens bij elkaar opgeteld en vormen één armbeweging. Per deelnemer was het mogelijk om met de gemaakte video-opnames twee armbewegingen per kant te bepalen. Per kant is hiervan het gemiddelde berekend.



Figuur 9: Hoek van de armbeweging naar posterior en anterior

Bovenstaande uitkomsten zijn binnen een koppel met elkaar vergeleken. Hiervoor werd de afwijking in uitkomsten van de activiteitenmeters in vergelijking tot de gouden standaard als volgt berekend:

$$\frac{\text{Stappen gouden standaard} - \text{Stappen activiteitenmeter}}{\text{Stappen gouden standaard}} \times 100$$

Dit werd per koppel in een grafiek weergegeven. De resultaten over de nauwkeurigheid van de activiteitenmeters zijn vervolgens binnen het deelnemerskoppel met elkaar vergeleken.

Bovendien zijn de resultaten van de ganggerelateerde determinanten per koppel in grafieken gezet. Hiervoor is per determinant een grafiek gemaakt. Zo konden veranderingen in de tijd van de drie ganggerelateerde determinanten per meetmoment nauwkeurig worden verwerkt. De uitslagen van de armbewegingen zijn per koppel in een tabel geplaatst. Op deze manier konden zowel de resultaten van de activiteitenmeters als van de ganggerelateerde determinanten binnen een koppel met elkaar worden vergeleken. Ook kon worden achterhaald of de loophulpmiddelen een invloed hebben op de activiteitenmeters. Er is aangenomen dat de resultaten van de diverse activiteitenmeters niet door alle ganggerelateerde determinanten kunnen worden beïnvloed (zie tabel 1).

Tabel 1: Activiteitenmeters en geanalyseerde ganggerelateerde determinanten

Activiteitenmeters	Ganggerelateerde determinanten
UP24, FF (bovenste extremiteit)	Armbewegingen, Loopsnelheid
FO, A8, LB (romp en onderste extremiteit)	Loopsnelheid, Staplengte, Spoorbreedte

Om de resultaten van de UP24 en de FF te verklaren zijn de resultaten van de staplengte en de spoorbreedte niet geanalyseerd. Er is vanuit gegaan dat de staplengte en de spoorbreedte de resultaten van activiteitenmeters, die aan de pols bevestigd zijn, niet beïnvloeden. Om de resultaten van de FO, A8 en de LB te interpreteren is de invloed van de armbeweging bij deze activiteitenmeters niet geanalyseerd omdat er vanuit is gegaan dat de armbeweging de resultaten van deze activiteitenmeters niet kan beïnvloeden.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de verkregen resultaten over de uitkomsten van de activiteitenmeters en de ganggerelateerde determinanten per deelnemerskoppel beschreven. In totaal vormden acht deelnemers vier verschillende koppels. De leeftijd van de deelnemers lag tussen 75 en 91 jaar. Alle deelnemers waren vrouwen. De persoonskenmerken zijn per deelnemerskoppel in Tabel 2 weergegeven.

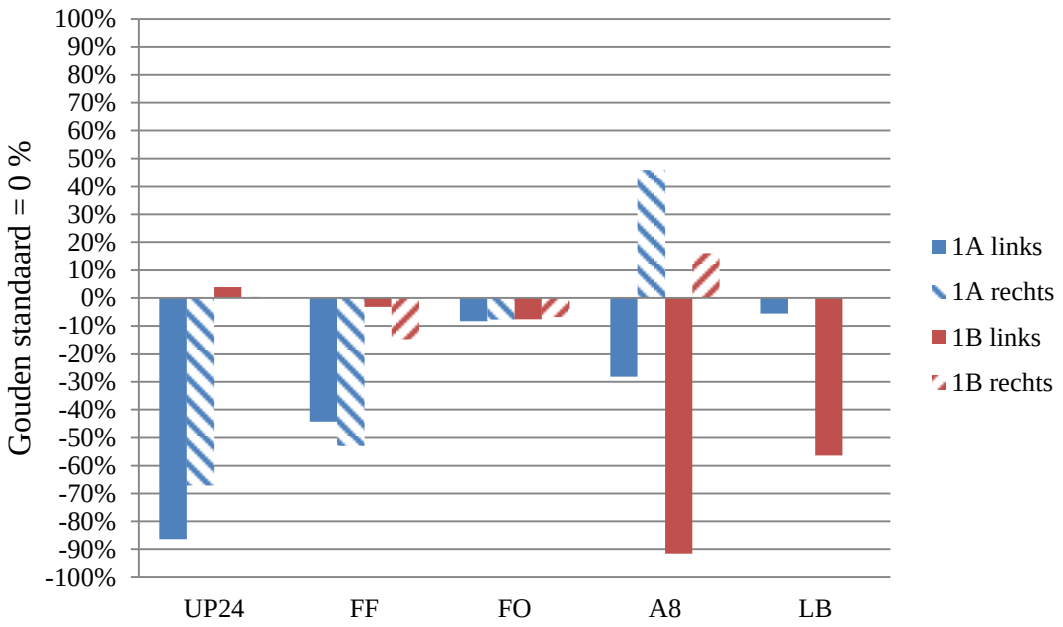
Tabel 2: Kenmerken van de deelnemers. A = deelnemer met loophulpmiddel, B = deelnemer zonder loophulpmiddel, V= Vrouw

	Koppel 1		**Koppel 2**		**Koppel 3**		**Koppel 4**	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Geslacht	V	V	V	V	V	V	V	V
Leeftijd (j)	86	86	83	75	91	86	84	82
Hulpmiddel	Stok rechts	/	Stok links	/	Rollator	/	Rollator	/
Beenlengte (cm)	87,5	87	85	87	87,5	87	88	90
MMSE	29	29	24	29	29	30	29	29

3.1 Koppel 1

Activiteitenmeters

In figuur 10 is weergegeven hoeveel procent de resultaten van de activiteitenmeters van de gouden standaard afwijken. Hoe nauwkeuriger de resultaten van de activiteitenmeters hoe dichter de balk bij 0% blijft. Zo zijn bijvoorbeeld door de UP24 bij deelnemer 1A links 46 stappen geteld terwijl de deelnemer 338 stappen heeft gezet. Dit leidde tot een afwijking in percentage van 86%. Deze berekening geldt ook voor de grafieken van de overige koppels.



Figuur 10: Resultaten van de activiteitenmeters in vergelijking tot de gouden standaard. De percentages op de y-as geven de mate van afwijking weer. UP24= Jawbone UP24, FF= Fitbit Flex, FO= Fitbit One, A8= Activ8, LB= Lumo Back. De Lumo Back werd niet links maar in het midden gedragen.

De resultaten van zowel de UP24 als de FF laten bij deelnemer 1A zien dat een afwijking van 40% en hoger bestaat in vergelijking tot de gouden standaard. Uit de resultaten van de FO komt naar voren dat deze bij beide deelnemers minder dan 10% afweken van de gouden standaard. Integendeel vertoonde de A8 veel spreiding in resultaten binnen het koppel maar ook tussen de linker en rechter A8. Tot slot toonde de LB een slecht resultaat bij deelnemer 1B.

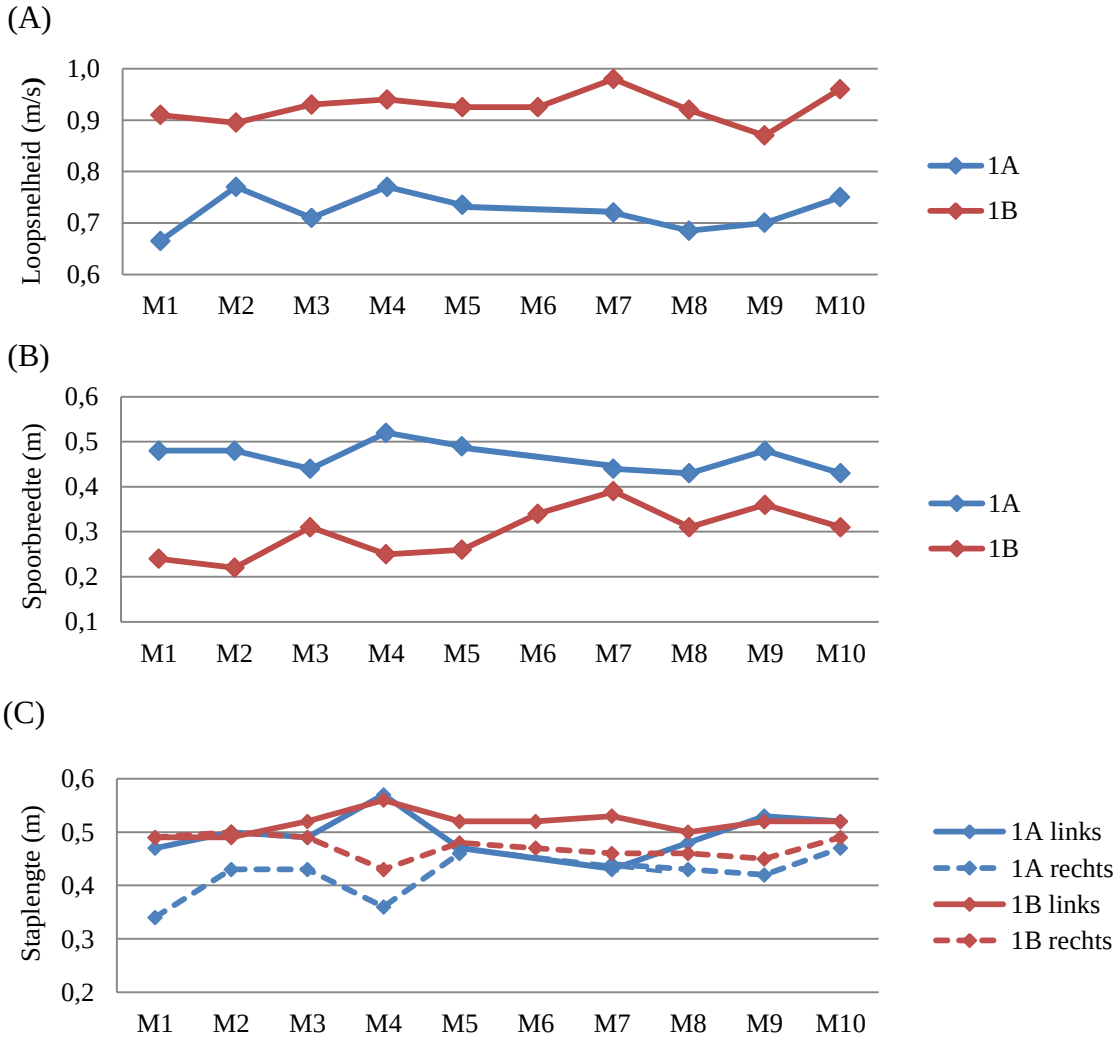
Ganggerelateerde determinanten

In tabel 3 wordt de armbeweging van de deelnemers 1A en 1B weergegeven. De mate van armbeweging verschilt hier niet alleen tussen beide deelnemers, maar ook tussen de linker en rechter kant van een deelnemer.

Tabel 3: Range of motion van de armbewegingen in graden (°)

Armbewegingen (°)		
	Links	**Rechts**
Deelnemer 1A	44	19
Deelnemer 1B	58	69

In figuur 11 worden respectievelijk de loopsnelheid, spoorbreedte en staplengte weergegeven voor beide deelnemers voor 10 meetmomenten.



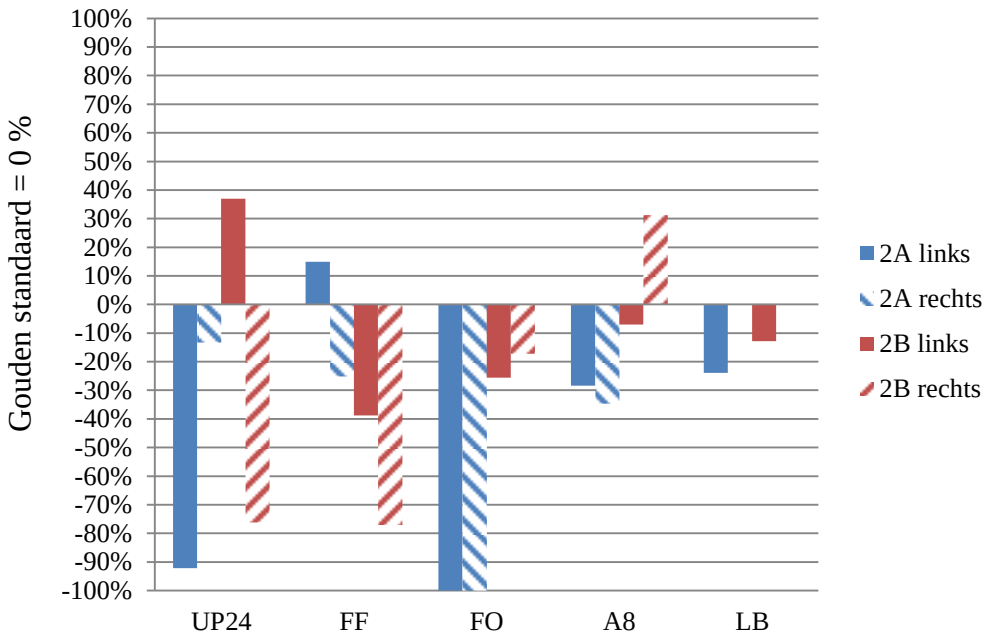
Figuur 11: Ganggerelateerde determinanten bij koppel 1. M = Meetmoment. Loopsnelheid in meter per seconde (A), spoorbreedte in meter (B) en staplengte in meter (C).

Deelnemer 1B had een hogere loopsnelheid en een kleinere spoorbreedte in vergelijking tot deelnemer 1A. De staplengte verschilde echter nauwelijks tussen beide deelnemers (zie fig. 11). Meetmoment 6 ontbreekt bij deelnemer 1A omdat tijdens deze meting een marker op de grond viel.

Voor het verschil in resultaten van de UP24 en de FF binnen het koppel zijn twee verklaringen gevonden. Ten eerste kon de aanwezigheid van de stok bij deelnemer 1A de resultaten van de rechter UP24 en FF negatief beïnvloeden. Ten tweede konden de nauwkeurigere resultaten bij deelnemer 1B het gevolg zijn van het vertonen van meer armbeweging en het hebben van een hogere loopsnelheid dan deelnemer 1A.
De accurate resultaten van de FO bij beide deelnemers zouden verklaard kunnen worden door het feit dat de deelnemers ongeveer dezelfde staplengte hadden. Er is geen verklaring gevonden voor de slechte resultaten van de linker A8 bij deelnemer 1B. Tevens is geen oorzaak gevonden voor de ruime overschatting van de rechter A8 en de onderschatting van de linker A8 bij deelnemer 1A. Verder kunnen de grote afwijking in resultaten van de LB bij deelnemer 1B niet worden toegelicht.

3.2 Koppel 2

Activiteitenmeters



Figuur 12: Resultaten van de activiteitenmeters in vergelijking tot de gouden standaard. De percentages op de y-as geven de mate van afwijking weer. UP24 = Jawbone UP24, FF = Fitbit Flex, FO = Fitbit One, A8 = Activ8, LB = Lumo Back. De Lumo Back werd niet links maar in het midden gedragen

Wanneer men de uitkomsten tussen beide UP24 bij deelnemer 2A vergelijkt, valt op dat de linker UP24, aan de kant van de stok, haast geen stappen heeft geteld. De resultaten van de UP24 bij deelnemer 2B waren tegenstrijdig en weken meer dan 30% af van de gouden standaard (zie fig. 12). De linker FF blijkt bij deelnemer 2A, met een lichte overschatting, beter te meten dan de rechter FF. Bovendien hebben beide FF bij deelnemer 2B het aantal gemaakte stappen onderschat.

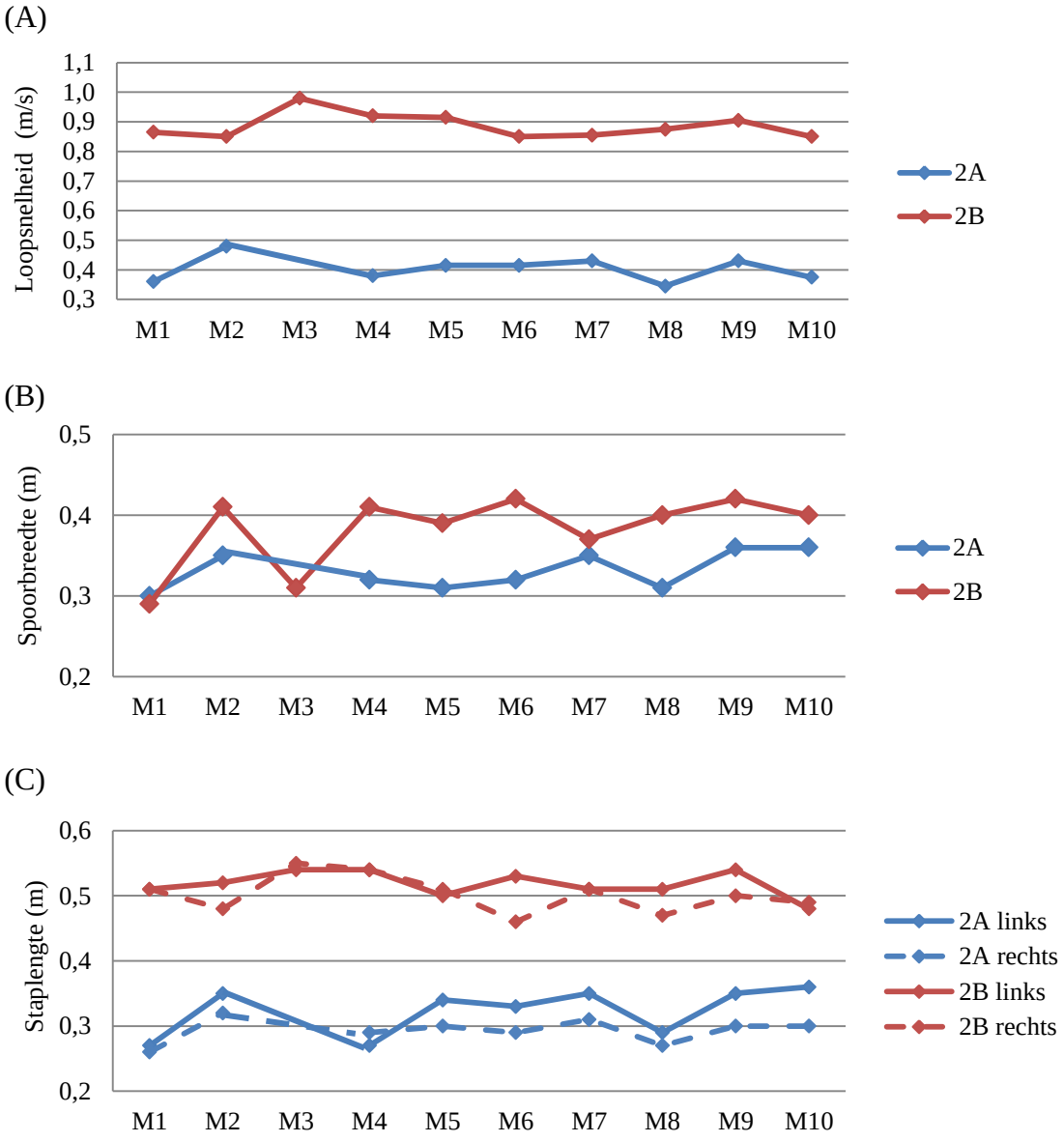
De FO heeft bij deelnemer 2A zowel links als ook rechts geen enkele stap geteld. Verder hebben ook beide A8 en de LB bij deelnemer 2A minder correct gemeten dan bij deelnemer 2B. De LB en de linker A8 bij deelnemer 2B blijken met een afwijking van minder dan 15 % te hebben gemeten.

Ganggerelateerde determinanten

Onderstaande tabel 4 geeft de verschillen in armbeweging weer binnen koppel 2. Hieruit blijkt dat deelnemer 2A minder armzwaai vertoont dan deelnemer 2B.

Tabel 4: Range of motion van de armbewegingen in graden (°)

Armbewegingen (°)		
	Links	**Rechts**
Deelnemer 2A	15	13
Deelnemer 2B	34	33



Figuur 13: Ganggerelateerde determinanten bij koppel 2. M = Meetmoment. Loopsnelheid in meter per seconde (A), spoorbreedte in meter (B) en staplengte in meter (C).

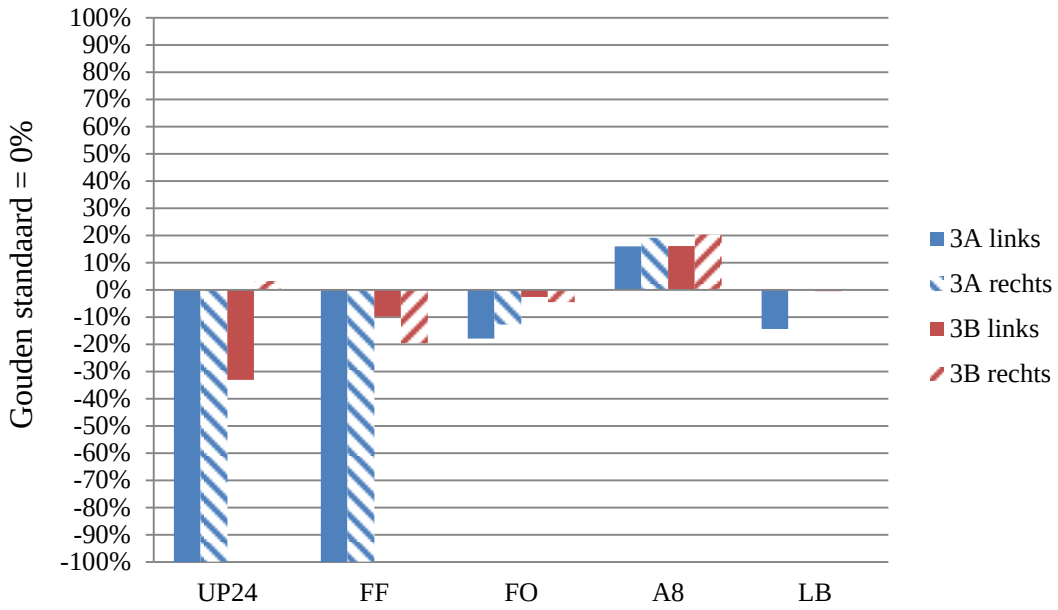
Beide deelnemers onderscheiden zich duidelijk in de loopsnelheid en de staplengte, waarbij deelnemer 2B een hogere loopsnelheid en een grotere staplengte vertoonde (zie fig. 13). De loopsnelheid van gemiddeld 0,3 m/s was bij deelnemer 2A, net als de staplengte, opvallend laag. Echter was het verschil in spoorbreedte tussen de deelnemers gering. Meetmoment drie ontbreekt bij deelnemer 2A, omdat een marker tijdens deze meting op de grond viel.

Ondanks het feit dat de armbewegingen bij deelnemer 2A beiderzijds even laag was, heeft de rechter UP24 nauwkeuriger gemeten dan de linker UP24. Een verklaring hiervoor kan zijn dat deelnemer 2A de stok aan de linker kant hield en dit ervoor heeft gezorgd dat de resultaten ruimer afwijken van de gouden standaard. De lage loopsnelheid bleek geen negatieve invloed te hebben op de uitkomsten van de rechter UP24. Voor beide uitkomsten van de UP24 bij deelnemer 2B zijn geen mogelijke oorzaken gevonden. De linker FF blijkt bij deelnemer 2A, met een lichte overschatting, beter te hebben gemeten dan aan de andere kant. Het is mogelijk dat de stok er hier voor heeft gezorgd dat meer stappen werden geteld dan dat er zijn gezet. De rechter FF bij deelnemer 2A heeft wederom te weinig stappen gemeten. Dit kon veroorzaakt zijn door weinig armbewegingen en een lage loopsnelheid. Er is geen toelichting voor de slechte uitkomsten van beide FF bij deelnemer 2B.

De FO heeft bij deelnemer 2A zowel links als rechts geen enkele stap geteld. Dit zou veroorzaakt kunnen zijn door de lage loopsnelheid van 0,4 m/s en een kleine staplengte van 0,29 m. Tevens hebben ook beide A8 en de LB bij deelnemer 2A minder correct gemeten dan bij deelnemer 2B. Een mogelijke verklaring hiervoor zou wederom de lagere loopsnelheid en kleinere staplengte bij deelnemer 2A kunnen zijn. Op basis van de onderzochte ganggerelateerde determinanten kan niet worden aangegeven waarom de rechter A8 bij deelnemer 2B minder correct heeft gemeten.

3.3 Koppel 3

Activiteitenmeters



Figuur 14: Resultaten van de activiteitenmeters in vergelijking tot de gouden standaard. De percentages op de y-as geven de mate van afwijking weer. UP24= Jawbone UP24, FF= Fitbit Flex, FO= Fitbit One, A8= Activ8, LB= Lumo Back. De Lumo Back werd niet links maar in het midden gedragen

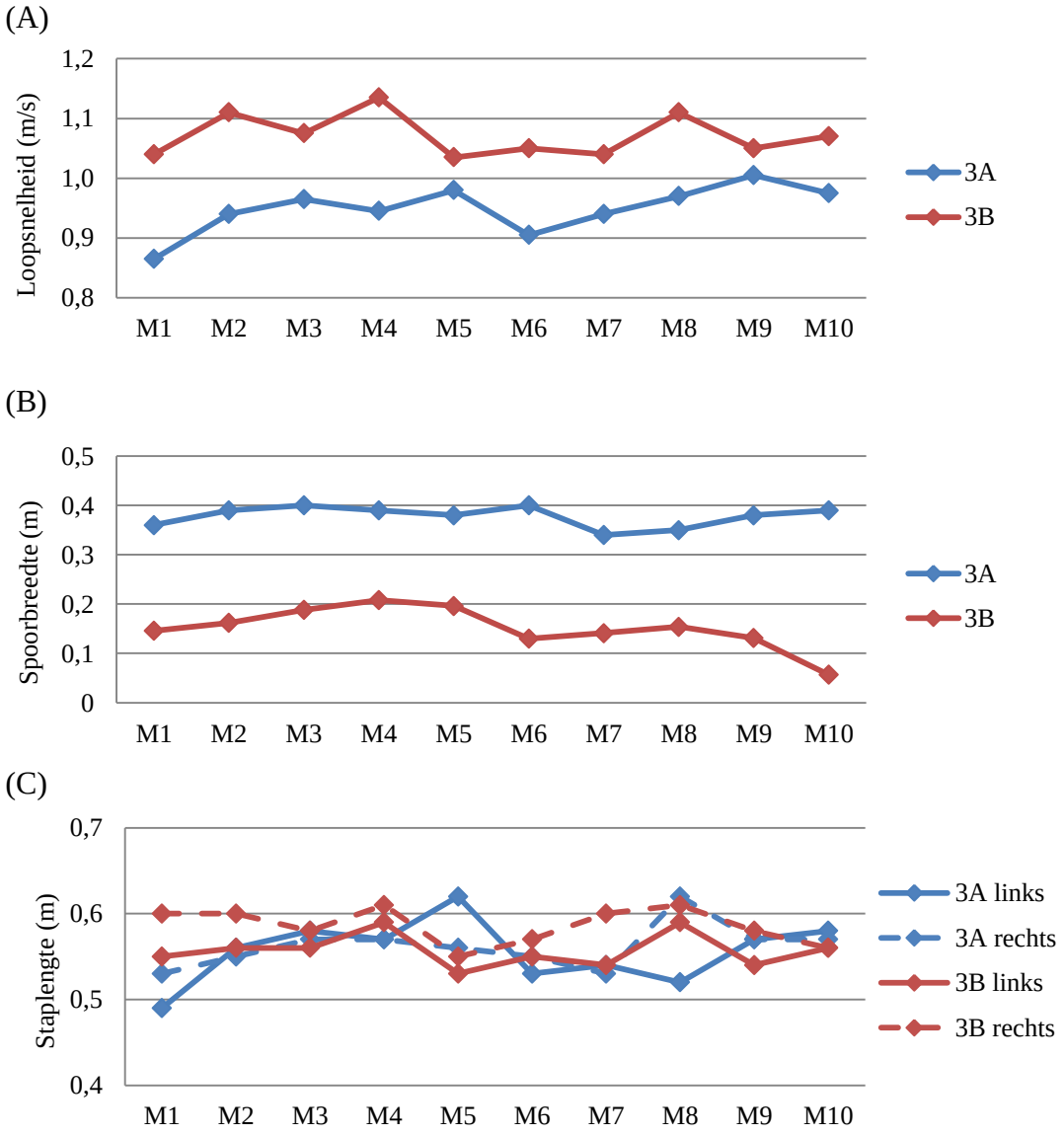
Bij deelnemer 3A hebben beide UP24 en FF, in tegenstelling tot deelnemer 3B, geen stappen gedetecteerd (zie fig. 14). Alle resultaten van zowel de FO, de A8 en de LB hebben bij dit deelnemerskoppel een afwijking van minder dan 20% in vergelijking tot de gouden standaard. De rechter FO heeft bij deelnemer 3A het best gemeten. Bij deelnemer 3B hebben de FO en de LB het meest correct gemeten.

Ganggerelateerde determinanten

Tabel 5 toont een verschil in armbeweging tussen beide deelnemers van 19 graden of meer. Deelnemer 3A lopende met een rollator vertoont haast geen armbeweging.

Tabel 5: Range of motion van de armbewegingen in graden (°)

Armbewegingen (°)		
	Links	**Rechts**
Deelnemer 3A	4	1
Deelnemer 3B	24	32



Figuur 15: Ganggerelateerde determinanten bij koppel 3. M = Meetmoment. Loopsnelheid in meter per seconde (A), spoorbreedte in meter (B) en staplengte in meter (C).

Uit figuur 15 komt naar voren dat deelnemer 3B een hogere loopsnelheid en een kleinere spoorbreedte heeft dan deelnemer 3A. De staplengte komt tussen beide deelnemers echter overeen.

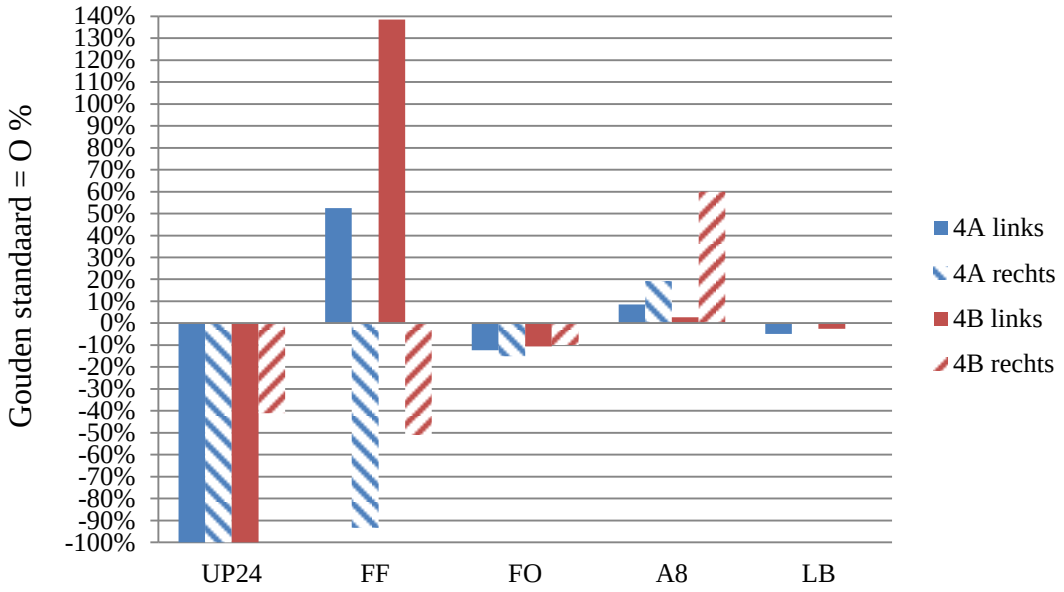
Voor de resultaten van de UP24 en de FF bij deelnemer 3A geldt dat de rollator en de daarmee samenhangende beperkte armbewegingen ervoor zorgden dat geen stappen werden geteld. Deelnemer 3B vertoonde meer armbewegingen dan deelnemer 3A en had een gemiddelde loopsnelheid van 1,07 m/s. Dit zou de betere uitkomsten van de UP24 en de FF bij deelnemer 3B kunnen verklaren. Opmerkelijk bij deelnemer 3B is,

dat de linker UP24 33% afweek van de gouden standaard. Dit zou eventueel te maken kunnen hebben met de armbewegingen. Deze was links minder dan rechts.

De resultaten van de FO, de A8 en de LB kunnen worden verklaard door een relatief hoge loopsnelheid van gemiddeld 0,95 m/s bij deelnemer 3A en gemiddeld 1,07 m/s bij deelnemer 3B. Ook kon dezelfde gemiddelde staplengte van 0,56 m ervoor zorgen dat deze activiteitenmeters nauwkeuriger hebben gemeten.

3.4 Koppel 4

Activiteitenmeters



Figuur 16: Resultaten van de activiteitenmeters in vergelijking tot de gouden standaard. De percentages op de y-as geven de mate van afwijking weer. UP24= Jawbone UP24, FF= Fitbit Flex, FO= Fitbit One, A8= Activ8, LB= Lumo Back. De Lumo Back werd niet links maar in het midden gedragen

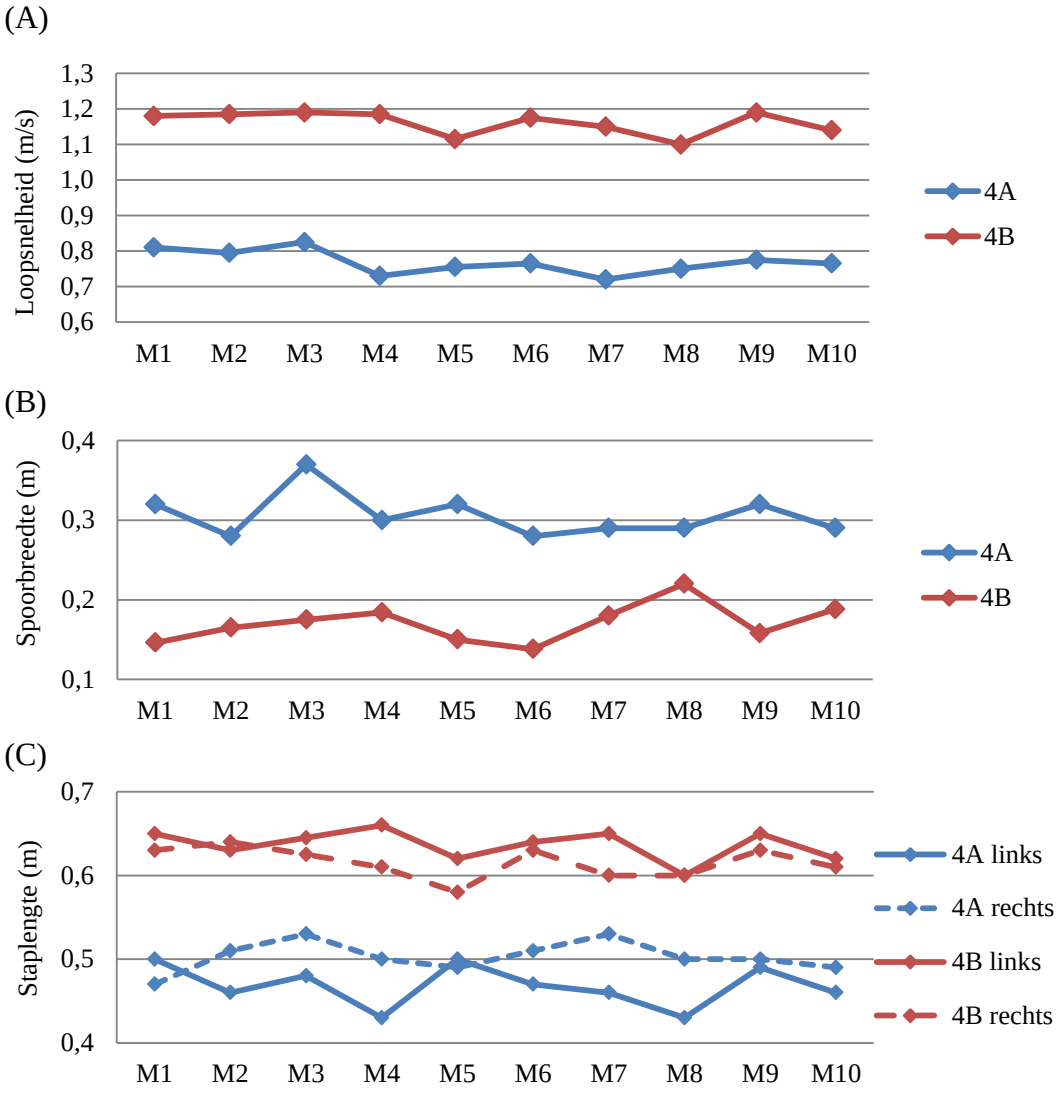
Uit bovenstaande resultaten (fig. 16) komt naar voren dat zowel beide UP24 bij deelnemer 4A, als ook een UP24 bij deelnemer 4B, geen stappen hebben geteld. De resultaten van de FF zijn tegenstrijdig en wijken in grote mate af van de gouden standaard. Voor beide deelnemers geldt dat de linker FF een overschatting en de rechter FF een onderschatting maakten. De resultaten van de FO, de A8 en de LB wijken minder dan 20% af van de gouden standaard, met uitzondering van de rechter A8 bij deelnemer 4B. De resultaten van de LB zijn heet meest accuraat bij dit deelnemerskoppel.

Ganggerelateerde determinanten

In tabel 6 zijn de resultaten over de armbewegingen beschreven. Bij deelnemer 4A is door het gebruik van de rollator geen armbeweging aanwezig.

Tabel 6: Range of motion van de armbewegingen in graden (°)

Armbewegingen (°)		
	Links	**Rechts**
Deelnemer 4A	0	0
Deelnemer 4B	38	37



Figuur 17: Ganggerelateerde determinanten bij koppel 4. M = Meetmoment. Loopsnelheid in meter per seconde (A), spoorbreedte in meter (B) en staplengte in meter (C).

Deelnemer 4B heeft een duidelijk hogere loopsnelheid en een grotere staplengte dan deelnemer 4A. Ook heeft deelnemer 4B een kleinere spoorbreedte dan deelnemer 4A (zie fig. 17).

De resultaten van de UP24 bij deelnemer 4A bevestigen dat de aanwezigheid van de rollator en de daarmee samenhangende beperkte armbewegingen ertoe hebben geleid dat de UP24 tijdens de metingen geen stappen heeft gedetecteerd. Er is geen verklaring gevonden voor de onnauwkeurige resultaten van de linker en rechter UP24 bij deelnemer 4B. Deelnemer 4B vertoonde geen afwijkende armbewegingen en had met een gemiddelde van 1,16 m/s de hoogste loopsnelheid en met een gemiddelde van 0,63 m de grootste staplengte van alle deelnemers. Bij de FF is alleen een mogelijke verklaring gevonden voor de resultaten van de rechter FF bij deelnemer 4A. Ook daarbij wordt er vanuit gegaan dat de rollator ervoor heeft gezorgd dat geen stappen werden geteld. Voor de andere drie uitkomsten van de FF is na de analyse van de ganggerelateerde determinanten geen mogelijke oorzaak gevonden. De opvallende afwijking van de rechter A8 bij deelnemer 4B kan niet worden verklaard.

4. Discussie

In dit hoofdstuk wordt de vraagstelling beantwoord en bediscussieerd. Daarnaast worden de sterktes en de zwaktes van de studie beschreven en worden de resultaten met andere literatuur vergeleken. Ook worden aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek en voor de praktijk.

4.1 Beantwoording van de vraagstelling

De vraagstelling luidt: *Hoe correct tellen de activiteitenmeters Jawbone UP24, Fitbit Flex, Fitbit One, Activ8 en Lumo Back het aantal gemaakte stappen bij 65-plussers die lopen met een rollator of loopstok in vergelijking tot ouderen die zonder loophulpmiddel lopen, gemeten in een bewegingslaboratorium? En wat voor een invloed hebben de armbeweging, staplengte, spoorbreedte en loopsnelheid op de resultaten over het aantal gemaakte stappen van de activiteitenmeters?*

Hieronder staan de resultaten per activiteitenmeter verder toegelicht.

De resultaten van de UP24 vertoonden bij deelnemers met een stok in drie van de vier gevallen een afwijking van 67% of meer. Beide deelnemers met een stok vertoonden in vergelijking tot de andere deelnemers een lage loopsnelheid (≤ 0,7 m/s). Voor de vier verkregen resultaten bij de deelnemers met een rollator geldt dat de UP24 geen enkele stap heeft geteld. Deze resultaten kunnen te wijten zijn aan de beperkte armbewegingen door het loophulpmiddel. Bij de deelnemers zonder loophulpmiddel was de UP24 bij deelnemer 1B met 96% en 99,6% het meest nauwkeurig. De grotere armbeweging bij deze deelnemer in vergelijking tot de anderen zou hier een verklaring voor kunnen zijn. De linker UP24 bij deelnemer 4B heeft in tegenstelling tot de rechter UP24 geen enkele stap geteld. Omdat de armbewegingen beiderzijds gelijk waren zou er sprake kunnen zijn van een technische meetfout. Over het algemeen bleek dat de UP24 nauwkeuriger was bij een combinatie van een armbeweging van 57° of hoger en een loopsnelheid boven 0,9 m/s.

Bij de deelnemers met een stok onderschatte de FF het aantal gemaakte stappen drie van de vier keer 25% of meer. De aanwezigheid van de stok en de beperkte armbewegingen zouden deze minder nauwkeurige resultaten kunnen verklaren. Uit de resultaten van de deelnemers met een rollator kwam naar voren dat de FF bij één

deelnemer beiderzijds geen enkele stap heeft geteld. De afwijkingen bij deze deelnemers lagen tussen een overschatting van 53% en een onderschatting van 100%. Net als bij de UP24 kan worden aangenomen dat door het gebruik van de rollator geen of nauwelijks stappen werden gedetecteerd. Voor de deelnemers zonder loophulpmiddel bestond veel spreiding in de resultaten van de FF. De afwijking varieerde namelijk tussen een onderschatting van 77% en een overschatting van 138%. Voor de overschatting van 138% kan er sprake zijn van een technische meetfout. Uit deze resultaten konden geen mogelijke verklaringen worden getrokken.

De resultaten van de FO varieerden tussen beide deelnemers met een stok. Bij deelnemer 2A viel op dat de FO beiderzijds geen stappen heeft geteld. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn, dat deze deelnemer van alle deelnemers de laagste loopsnelheid van 0,4 m/s en de kleinste staplengte van 0,29 m vertoonde. Dit, in tegenstelling tot deelnemer 1A, waarbij de resultaten 8% afweken. De resultaten van de FO bij de deelnemers met een rollator vertoonden een afwijking van de gouden standaard tussen 12% en 18%. Bij de deelnemers zonder loophulpmiddel weken zes van de acht resultaten 11% of minder af van de gouden standaard. Een mogelijke verklaring voor deze resultaten is dat deze zijn verkregen bij deelnemers die een loopsnelheid hadden boven 0,9 m/s. Bij alle deelnemers kan worden aangenomen dat de FO nauwkeuriger was bij een staplengte boven 0,46 m en een loopsnelheid boven 0,72 m/s.

De A8 vertoonde bij de deelnemers met een stok een maximale onderschatting van 35% en een maximale overschatting van 46%. Deze onnauwkeurige resultaten zijn mogelijk te verklaren door de lagere loopsnelheid (≤ 0,7 m/s). Tevens zou de kleinere staplengte van 0,29 m en 0,46 m de nauwkeurigheid van de A8 negatief kunnen hebben beïnvloed. Betere resultaten had de A8 bij de deelnemers met de rollator. Hierbij bestond bij de vier verkregen resultaten een overschatting tussen 9% en 19%. Deze deelnemers vertoonden een hogere loopsnelheid en een grotere staplengte dan de deelnemers met de stok. Bij drie van de vier deelnemers (1B, 2B en 4B) zonder loophulpmiddelen waren de verkregen resultaten van de A8 tegenstrijdig. Hierdoor konden bij deze deelnemers geen verklaringen worden gevonden voor de resultaten. De A8 is de enige activiteitenmeter die het aantal gemaakte stappen vaker overschatte dan onderschatte en waarbij veel resultaten tegenstrijdig waren. De A8 bleek stappen tijdens dit onderzoek niet accuraat te hebben geteld.

De LB vertoonde bij de deelnemers met een stok een afwijking van 6% en 24%. Bij de deelnemers met de rollator vertoonde de LB een afwijking in resultaten van 5% en 14%. Zij hadden een hogere loopsnelheid en grotere staplengte dan de deelnemers met de stok. Drie van de vier resultaten bij de deelnemers zonder loophulpmiddel vertoonden een afwijking tussen 1% en 13%. Voor de uitschieter van 56% bij deelnemer 1B is geen verklaring gevonden aan de hand van de onderzochte determinanten en zou er sprake kunnen zijn geweest van een meetfout.

4.2 Sterkte-zwakte analyse

Zoals elk onderzoek heeft ook deze pilot studie sterke en minder sterke punten.

Sterke punten

Door de metingen in een bewegingslaboratorium, met behulp van het VMCS, uit te voeren, konden de ganggerelateerde determinanten in 3D worden onderzocht. Omdat het VMCS het looppatroon in drie dimensies objectiveert, zijn de verkregen resultaten nauwkeurig. In andere studies werd het VMCS vaker als gouden standaard gebruikt in vergelijking tot andere systemen (37, 38). Een ander sterk punt is dat met behulp van koppels de invloed van het loophulpmiddel op de activiteitenmeters beter kan worden achterhaald. Door koppels juist te matchen kunnen verschillen in het looppatroon, veroorzaakt door de leeftijd, het geslacht en de beenlengte, worden beperkt. Het enige verschil tussen de matches is het wel of niet gebruik maken van een loophulpmiddel. Ook een sterk punt is dat, door een videocamera als gouden standaard te gebruiken, het mogelijk is het aantal gemaakte stappen nauwkeurig te achterhalen. Beide onderzoekers hebben de stappen achteraf kunnen tellen en de verkregen resultaten konden worden vergeleken. Indien tussen de onderzoekers een verschil bestond in de getelde stappen, werden de stappen door een derde onafhankelijke beoordelaar geteld en werd vervolgens het gemiddelde van de drie uitkomsten berekend. Tot slot had elke onderzoeker een vaste taak tijdens de metingen waardoor er uniformiteit en standaardisatie ontstond. Zo konden fouten worden vermeden.

Zwakke punten

Een zwak punt is dat de leeftijd bij koppel twee meer dan vijf jaar verschilt. Door tijdsgebrek en weinig respons van fysiotherapeuten uit de omgeving was het niet mogelijk om een geschiktere match te vinden. Omdat een discrepantie van acht jaar

bestond, zouden de verschillen in het looppatroon alsnog door de leeftijd kunnen zijn beïnvloed. Daarom komt niet duidelijk naar voren of verschillen in het looppatroon binnen dit koppel worden veroorzaakt door het gebruik van het loophulpmiddel. Ook een zwak punt is de onbetrouwbare synchronisatie van de UP24. Om het aantal getelde stappen van de UP24 uit te lezen werd deze via de app gesynchroniseerd. Hoewel de UP24 gesynchroniseerd was, werden bij deelnemer 4B geen stappen toegevoegd in de app. Een ander zwak punt was dat de zichtbaarheid van de markers tijdens de metingen werd belemmerd. Ten eerste beperkten de loophulpmiddelen het zichtveld van de optische camera's. Hierdoor werd de data-analyse beperkt en konden in sommige gevallen geen events aan stappen worden toegekend. Ten tweede belemmerde het geringe aantal optische camera's de zichtbaarheid van de markers. Hierdoor konden de 3D coördinaten van de markers enkel over een traject van 5,2 meter worden opgeslagen. Zo vielen ongeveer de helft van de gemaakte stappen buiten het bereik van de optische camera's. Een laatste beperking is dat de events voor elke stap handmatig door beide onderzoekers in Vicon Nexus moesten worden bepaald. Daarom is het mogelijk dat het moment van de heel-strike en de toe-off tussen beide onderzoekers en per stap verschillend werd geïnterpreteerd. Om die reden kunnen de resultaten minder accuraat zijn.

4.3 Resultaten in vergelijking met literatuur

Volgens Case et al. (2015) bleek de UP24 bij gezonde volwassenen nauwkeurig te hebben gemeten (18). Dit kon bij 65-plussers met een loophulpmiddel niet worden bevestigd omdat hier in zeven van de acht gevallen een afwijking van de gouden standaard tussen 67% en 100% bestond. Bij deelnemers zonder loophulpmiddel bestond bij vijf van de acht resultaten een afwijking van 33% en hoger. De verschillen tussen de resultaten bevonden door Case et al. en de huidige studie zouden kunnen worden verklaard door het grote verschil in leeftijd en de lagere loopsnelheid van de oudere deelnemers. Bovendien zou de beperkte armbeweging bij de deelnemers met een loophulpmiddel een reden voor de onnauwkeurigere resultaten kunnen zijn.

Diaz et al. (2015) toonden aan dat de FF het aantal gemaakte stappen met 16% onderschatte tijdens een loopsnelheid van 0,8 m/s (19). In vergelijking tot dit onderzoek week de FF bij deelnemers met een stok 15% of meer af van de gouden standaard. De loopsnelheid bedroeg gemiddeld 0,4 m/s en 0,7 m/s. Deze resultaten

bevestigen het onderzoek van Diaz et al. en tonen aan dat de nauwkeurigheid afneemt naarmate de loopsnelheid kleiner wordt. Aan de andere kant lag de afwijking bij deelnemers met een rollator tussen 53% en 100%, terwijl de loopsnelheid bij deze deelnemers hoger was als bij de deelnemers met de stok. Deze slechte resultaten zouden door de beperkte armbewegingen veroorzaakt kunnen zijn. Ook moet worden opgemerkt dat Diaz et al. de FF tijdens het lopen op een loopband onderzochten. Hierbij waren, in tegenstelling tot deze studie, geen draaimomenten aanwezig. Kleine stappen tijdens draaimomenten zouden de ruimere onderschatting in het aantal gemaakte stappen in deze studie kunnen verklaren.

De studie van Simpson et al. (2015) toonde aan dat de nauwkeurigheid van de FO onder 90% ligt wanneer de loopsnelheid lager is dan 0,8 m/s (20). Dit werd tijdens deze studie bevestigd, met uitzondering van deelnemer 1A. Tevens bleek uit de studie van Simpson et al. dat de FO in 30 van de 42 gevallen geen enkele stappen telde bij een loopsnelheid van 0,4 m/s. De resultaten van de FO bij deelnemer 2A bevestigen dit. Uit een andere studie bleek de FO accuraat genoeg te zijn (< 10% error) om in te zetten bij zelfstandig wonende ouderen (39). Vergelijkbare resultaten van de FO zijn in de huidige studie slechts bij de deelnemers zonder loophulpmiddel verkregen.

De Erasmus MC University toonde aan dat de A8, onderzocht bij gezonde volwassenen tijdens algemene dagelijkse levensverrichtingen, een overeenkomst van 92% met de gouden standaard bezit (21). Dit kan in deze studie niet worden bevestigd, omdat de uitkomsten van de A8 bij alle deelnemers sterk varieerden en het aantal gemaakte stappen in de meeste gevallen werd overschat.

Kooiman et al. (2015) toonde aan dat de LB een gemiddelde absolute procentuele fout heeft van 0,2% tijdens het lopen op een loopband en van 0,4 tijdens algemene dagelijkse levensverrichtingen (22). Deze nauwkeuriger resultaten konden tijdens deze studie niet worden bevestigd. Wel kwam naar voren dat de LB stappen nauwkeuriger telt dan de UP24, FF en de A8. Bovendien had de LB bij zes van de acht resultaten een overeenkomst met de gouden standaard van 86% en hoger. Dit kan afwijken van de bevonden resultaten door Kooiman et al. (2015) aangezien deze populatie ouder is, gemiddeld langzamer liep en volgens verwachtingen ook een kleinere staplengte heeft (22).

In het onderzoek van Härdi et al. (2014) werd aangetoond dat ouderen met een stok een lagere loopsnelheid en een kleinere staplengte bezitten dan ouderen met een rollator (13). De deelnemers met een loophulpmiddel uit de huidige studie vertoonden dezelfde resultaten. Tot slot bleek uit de resultaten dat de activiteitenmeters, op de A8 na, het aantal gemaakte stappen hebben onderschat. Uit vorige bevindingen is gebleken dat ook andere activiteitenmeters stappen onderschatten bij mensen met een beperkt looppatroon (40). Een mogelijke oorzaak hiervoor is, dat een verminderde acceleratie van het been tijdens een lagere loopsnelheid ervoor zorgt dat activiteitenmeters stappen niet detecteren (41). De kans bestaat dat de drempelwaarde van de activiteitenmeters te hoog is om deze stappen nauwkeurig te tellen (42). Ook was op de videobeelden zichtbaar dat veel deelnemers tijdens het draaien gebruik maakten van zogenoemde 'pivot steps', waarbij ze met behulp van kleine stappen omdraaiden. Paul et al. toonden aan dat deze 'pivot steps' mogelijk niet door de activiteitenmeters worden herkend (39).

4.4 Aanbevelingen voor de praktijk en vervolgonderzoek

De activiteitenmeters UP24 en de FF blijken na dit onderzoek geen nauwkeurige meetinstrumenten te zijn om in te zetten bij ouderen met een rollator of een stok. De uitkomsten van beide activiteitenmeters variëren sterk en het aantal gemaakte stappen werd vaak onderschat. Ook de A8 kan door veel spreiding in resultaten niet worden aanbevolen bij 65-plussers. Verder kan er bij een loopsnelheid van 0,4 m/s geen enkele activiteitenmeter worden aangeraden. Ook komt uit de resultaten van de deelnemers zonder loophulpmiddel naar voren dat voor drie van de vier deelnemers de LB het meest nauwkeurig is in het tellen van stappen. Bij ouderen met een loophulpmiddel kan worden geconcludeerd dat de LB en de FO stappen correcter meten. Echter vindt er tijdens het dragen een lichte onderschatting van het aantal gemaakte stappen plaats.

De volgende aanbevelingen worden gedaan voor vervolgonderzoek:

- Voor vervolgonderzoek wordt aangeraden de activiteitenmeters tijdens algemene dagelijkse levensverrichtingen, de zogenoemde 'free living conditions' te onderzoeken. Dit is een belangrijk aangrijpingspunt om aanbevelingen voor de praktijk te kunnen geven.

- Tijdens dit onderzoek konden geen verklaringen worden gevonden waarbij de spoorbreedte invloed leek te hebben op de resultaten van de activiteitenmeters. Voor vervolg wordt aangeraden om andere variabelen te onderzoeken, zoals bijvoorbeeld de dynamiek van het looppatroon en de houding. Tijdens de metingen leek de dynamiek en de houding wel eens in grotere mate tussen de deelnemers te verschillen. Dit zou goed in kaart kunnen worden gebracht met behulp van de Ganganalyselijst Nijmegen (GALN) (43).
- Met behulp van de Ubersense Hudl Technique app is de armbeweging in kaart gebracht. Echter is het invoeren van hoeken om de armbeweging te bepalen niet nauwkeurig en wijken resultaten tussen de onderzoekers snel af. Om dit nauwkeuriger te objectiveren wordt voor vervolgonderzoek aangeraden om een ander meetinstrument te gebruiken.
- Voor deze pilot studie zijn in totaal acht deelnemers gerekruteerd. Hierdoor is slechts een inschatting gemaakt over de nauwkeurigheid van de meters. Door de kleine onderzoekspopulatie wegen de resultaten van een deelnemer zwaarder en kunnen sommige resultaten toevalsmetingen zijn. Conclusies uit dit onderzoek zouden sterker onderbouwd kunnen worden door een vervolgonderzoek, waarbij de validiteit van de activiteitenmeters bij een grotere populatie zou worden onderzocht. Nu is slechts een indruk verkregen over de nauwkeurigheid en kon geen uitspraak worden gedaan over de validiteit.

5. Conclusie

Uit dit onderzoek kan worden aangenomen dat zowel de UP24 als de FF niet geschikt blijken voor ouderen met een loophulpmiddel, omdat de armbeweging beperkt wordt. Tevens komt naar voren dat een lage loopsnelheid en een korte staplengte de nauwkeurigheid van de activiteitenmeters beperkten. De A8 vertoonde een grotere mate van afwijking bij alle deelnemers. Dit leidt ertoe dat de A8 na dit onderzoek als minder nauwkeurig wordt beschouwd bij 65-plussers. De FO en de LB blijken geschikter voor deelnemers met en zonder loophulpmiddel omdat stappen in de meeste gevallen nauwkeuriger werden geteld. Echter, onderschatten de FO en de LB het aantal gemaakte stappen, waardoor ouderen in werkelijkheid meer stappen hebben gezet dan dat de activiteitenmeters detecteren. De implicatie ter motivatie of evaluatie in de praktijk is daardoor nog beperkt.

Literatuurlijst

1. Hancock C, Cooper K. The benefits of regular walking for health, well-being and the environment. C3 Collaboration for health. 2012:10.
2. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Impact of Physical Inactivity on the World's Major Non-Communicable Diseases. Lancet 2012, 380(9838): 219-29.
3. Knops P, Reichrath E. Hulpmiddelen Kompas. 2004.
4. Zantinge EM, van der Wilk EA, van Wieren S, Schoemaker CG. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Gezond ouder worden in nederland. 2011.
5. Centraal Bureau voor de Statistiek. (2014, Juni 30). *Gezondheid, aandoeningen, beperkingen; leeftijd en geslacht, 2010-2013 2014*. [Online]. Available from: http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=81174NED&D1=80-82,84&D2=a&D3=a&D4=0&D5=l&HD=130605-1025&HDR=T,G1&STB=G2,G3,G4 [2015, September 10].
6. Lewis CB, Bottomley JM. Theorie en praktijk van de geriatrische revalidatie. In: Lewis CB, Bottomley JM, editors. Geriatrie in de fysiotherapeutische praktijk. New York: Appelton & Lange, a Simon & Schuster Company: 1994. p. 284-5.
7. De Vries C, Hagenaars L, Klers H, Schmitt M. KNGF Beroepsprofiel Fysiotherapeut. 2014.
8. Caspersen CJ, Powell KE, Christensen GM. Physical activity, Exercise and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. Public Health Reports 1985,100(2): 126-31.
9. De Morree J, Jongert MWA, Poel G. Spierkracht en veroudering. In: Morree J, Jongert MWA, Poel G, editors. Innspanningsfysiologie oefentherapie en training. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2006. p. 57-8.
10. Lewis CB, Bottomley JM. Speciale geriatrische revaidatie. In: Lewis CB, Bottemley JM, editors. Geriatrie in de fysiotherapeutische praktijk. New York: Appelton & Lange a Simon & Schuster Company; 1994. p. 307-8.
New York: Appelton & Lange a Simon & Schuster Company; 1994. p. 307-8.
11. Lewis CB, Bottomley JM. Analyse van het looppatroon. In: Lewis CB, Bottemley JM, editors. Geriatrie in de fysiotherapeutische praktijk New York: Appelton & Lange a Simon & Schuster Company; 1994. p. 176-7.
New York: Appelton & Lange a Simon & Schuster Company; 1994. p. 176-7.

12. Schillings AM, Smits-Engelsman BCM, Bekkering GE, Duysen J. Lopen en vallen bij ouderen: een overzicht. Jaarboek Fysiotherapie Kinesitherapie. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum; 2001. p. 116-26.
13. Härdi I, Bridenbaugh SA, Gschwind YJ, Kressig RW. The effect of three different types of walking aids on spatio-temporal gait parameters in community-dwelling older adults. Aging Clin Exp Res. 2014;26(2):221-8.
14. Fitbit. (2016). *Aktivitäten des ganzen Tages*. [Online]. Available from: https://www.fitbit.com/de/flex [2016, February 20].
15. Lumo, Bodytech. (2016). *Lumo Bodytech Support.* [Online]. Available from: http://www.lumobodytech.com/ [2016, July 12].
16. Schnase J. (2015). *Body Axis*: *DocCheck Flexikon The Cooperative Medical Dictionary*. [Online]. Available from: http://flexikon.doccheck.com/en/body_axis [2015, September 13].
17. Bravata DM, Smith-Spangler C, Sundaram V, Gienger AL, Lin N, Lewis R, et al. Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. JAMA 2007, 298(19): 2296-304.
18. Case MA, Burwick HA, Volpp KG, Patel MS. Accuracy of smartphone applications and wearable devices for tracking physical activity data. JAMA 2015, 313(6): 625-6.
19. Diaz KM, Krupka DJ, Chang MJ, Peacock J, Ma Y, Goldsmith J, et al. Fitbit(R): An accurate and reliable device for wireless physical activity tracking. Int J Cardiol 2015, 185: 138-40.
20. Simpson LA, Eng JJ, Klassen TD, Lim SB, Louie DR, Parappilly B, et al. Capturing step counts at slow walking speeds in older adults: comparison of ankle and waist placement of measuring device. J Rehabil Med 2015, 47(9): 830-5.
21. Rotterdam EMUMC. Validation of the Activ8 Activity Monitor: detection of body postures and movements. 2013.
22. Kooiman TJ, Dontje ML, Sprenger SR, Krijnen WP, van der Schans CP, de Groot M. Reliability and validity of ten consumer activity trackers. BMC Sports Sci Med Rehabil 2015, 7:24.
23. Folstein, et al (1975). (2002). *Mini-Mental State Examination.* [Online]. Available from: http://www.meetinstrumentenzorg.nl/algemenemeetinstrumenten.aspx?meetinstrument=365 [2016, March 20].

24. Morosow O, Felser L. Elke stap telt! Validiteit van activiteitenmeters bij mensen met een afwijkend looppatroon ten gevolg van niet-aangeboren hersenletsel. Heerlen: Zuyd Hoogeschool; 2015.
25. Callisaya ML, Blizzard L, Schmidt MD, McGinley JL, Srikanth VK. Ageing and gait variability--a population-based study of older people. Age Ageing 2010, 39(2): 191-7.
26. Hogezand MB. *Beenlengte en beenlengteverschill*. [Online] Available from: http://www.musculoskeletalmedicine.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=35:beenlengte-en-beenlengteverschil&catid=3:meer-artikelen-&Itemid=15&lang=nl [updated 2015, April 8; 2016, May 18].
27. Diepstraten AFM. Variaties in groei. In: Verhaar JAN, van Mourik JBA, editors. Orthopedie. 2nd ed. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2008. p. 257-81.
28. Vicon. *Vicon Motion Capture System* [Online]. Available from: http://www.vicon.com/ [2016, January 12].
29. Webber SC, Magill SM, Schafer JL, Wilson KC. GT3X+ accelerometer, Yamax pedometer and SC-StepMX pedometer step count accuracy in community-dwelling older adults. Journal of Aging and Physical Activity 2014, 22(3): 334-41.
30. Tudor-Locke C, Craig CL, Aoyagi Y, Bell RC, Croteau KA, De Bourdeaudhuij I, et al. How many steps/day are enough? For older adults and special populations. Int J Behav Nutr Phys Act 2011, 8:80.
31. Jawbone. *Jawbone Support.* [Online]. Available from: https://help.jawbone.com/up24 [2015, July 24].
32. Activ8. *Activ8 Physical Activity Monitors.* [Online]. Available from: https://www.activ8all.com/ [2015, July 11].
33. Ubersense, Inc. *Hudl Technique: Slow Motion Video Analysis.* [Online]. Available from: https://itunes.apple.com/us/app/hudl-technique-formerly-ubersense/id470428362?mt=8 [2016, February 2].
34. FysiotherapieAdvies. *Ganganalyse.* [Online]. Available from: www.fysiotherapieadvies.nl/ganganalyse [2016, May 18].
35. Baker R. Temporal spatial data, the gait cycle and gait graphs
An Introduction to the Clinical Gait Analysis. Manchester: University of Salford Manchester.

36. Pastoor J H B. (2016). *Eenheid van snelheid.* [Online]. Available from: http://www.naskpastoor.nl/index.php/2013-02-10-08-40-40/2013-02-10-08-40-44/121-t41-3/35-eenheid-van-snelheid [2016, May 18].
37. Dutta T. Evaluation of the Kinect sensor for 3-D kinematic measurement in the workplace. Appl Ergon 2012, 43(4): 645-9.
38. Carr CE, Meyen F, Domingues AR, DJ N. Using inertial measurment units for measuring spacesuit mobility and work envelope capability for intravehicular and extravehicular activities. International Astronautical Congress. 2012.
39. Paul S, Tiedemann A, Hassett L, Ramsey E, Kirkham C, Chagpa S, et al. Validity of the Fitbit activity tracker for measuring steps in community-dwelling older adults. BMJ Sport & Exercise Medicine. 2015.
40. Taraldsen K, Askim T, Sletvold O, Einarsen EK, Bjastad KG, Indredavik B, et al. Evaluation of a body-worn sensor system to measure physical activity in older people with impaired function. Phys Ther 2011, 91(2): 277-85.
41. Lelas JL, Merriman GJ, Riley PO, Kerrigan DC. Predicting peak kinematic and kinetic parameters from gait speed. Gait Posture 2003, 17(2): 106-12.
42. Tudor-Locke C, Ainsworth BE, Thompson RW, Matthews CE. Comparison of pedometer and accelerometer measures of free-living physical activity. Med Sci Sports Exerc 2002, 34(12): 2045-51.
43. Geurts ACH. *Ganganalyselijst Nijmegen*. [Online]. Available from: http://www.meetinstrumentenzorg.nl/algemenemeetinstrumenten.aspx?meetinstrument=31 [2016, May 20].

Bijlagen

Bijlage 1: MMSE

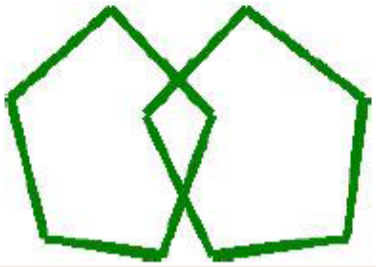
Gestandaardiseerde Mini-Mental State Examination

(Bron: www.hulpgids.nl)
(Gepubliceerd met toestemming van RM kok, psychiater)

Naam patiënt :
Datum invullen :
Naam invuller :

Ik ga u nu enkele vragen stellen en geef u enkele problemen om op te lossen. Wilt u alstublieft uw best doen om zo goed mogelijke antwoorden te geven.

	noteer antwoord	Score
1.	a. Welk jaar is het? b. Welke seizoen is het? c. Welke maand van het jaar is het? d. Wat is de datum vandaag? e. Welke dag van de week is het? (één punt voor elk juist antwoord)	(0-5)
2.	a. In welke provincie zijn we nu? b. In welke plaats zijn we nu? c. Wat is de naam van dit ziekenhuis? d. Wat is de naam van deze afdeling? e. Op welke verdieping zijn we nu? (één punt voor elk juist antwoord)	(0-5)
3.	Ik noem nu drie voorwerpen. Wilt u die herhalen nadat ik ze alle drie gezegd heb? Onthoud ze want ik vraag u over enkele minuten ze opnieuw te noemen. (Noem "appel, sleutel, tafel", neem 1 seconde per woord) (1 punt voor elk goed antwoord, herhaal maximaal 5 keer tot de patiënt de drie woorden weet)	(0-3)
4.	Wilt u van de 100 zeven aftrekken en van wat overblijft weer zeven aftrekken en zo doorgaan tot ik stop zeg? (Herhaal eventueel 3 maal als de persoon stopt, herhaal dezelfde instructie, geef maximaal 1 minuut de tijd) Noteer hier het antwoord. of Wilt u het woord "'worst" achterstevoren spellen?. Noteer hier het antwoord.	(0-5)
5.	Noemt u nogmaals de drie voorwerpen van zojuist. (Eén punt voor elk goed antwoord).	(0-3)
6.	Wat is dit? En wat is dat? (Wijs een pen en een horloge aan. Eén punt voor elk goed antwoord).	(0-2)

7.	Wilt u de volgende zin herhalen: " Nu eens dit en dan weer dat ". (Eén punt als de complete zin goed is)	(0-1)
8.	Wilt u deze woorden lezen en dan doen wat er staat'? (papier met daarop in grote letters: "Sluit uw ogen")	(0-1)
9.	Wilt u dit papiertje pakken met uw rechterhand, het dubbelvouwen en het op uw schoot leggen? (Eén punt voor iedere goede handeling).	(0-3)
10.	Wilt u voor mij een volledige zin opschrijven op dit stuk papier? (Eén punt wanneer de zin een onderwerp en een gezegde heeft en betekenis heeft).	(0-1)
11.	Wilt u deze figuur natekenen? (Figuur achterop dit papier. Eén punt als figuur geheel correct is nagetekend. Er moet een vierhoek te zien zijn tussen de twee vijfhoeken) 	(0-1)
TOTALE TEST SCORE:		**0-30**

Bijlage 2: METC Z goedkeuring

METC Z
Zuyderland - Zuyd

Correspondentieadres
METC Z
Secretariaat
Postbus 5500
6130 MB Sittard

metc@atriummc.nl

Bezoekadressen
Leerhuis Gebouw V
Heerlen (ma-di-wo-do)
H. Dunantstraat 5
T 045 – 5767 194

Leerhuis BWO K&E A
Sittard-Geleen (wo)
Dr. van der Hoffplein 1
T 088 - 459 7347

www.atriummc.nl/METC

METC Z leden:
mw. dr. B. van Acker
dr. C. van Deursen
mw. drs. L. Dielis
dr. J.W. Greve (voorzitter)
mw. mr. dr. R. ten Hoopen
dr. R. Janknegt
ir. drs. A. Kessels
dr. J. Kragten
dr. H. van der Kuy
mw. dr. A. Moser
mw. dr. B. Panis
dr. M. Reinders
drs. H. Rijksen
dr. S. Samijo
drs. B. Simons
drs. J. van der Snoek
mw. mr. L. Teeuwen
dr. A. Voogd

vaste adviseurs:
dr. W. van Asten
mw. dr. A. van den Hout

METC Z secretariaat:
mw. mr. H. van den Besselaar
mw. J. Jennekens
mw. G. Spreeuwenberg
mw. B. Westerkamp

Zuyd Hogeschool
K. van Vijven, MSc
vijvenk@hszuyd.nl

Datum	Titel
5 januari 2016	Validiteit van activiteitenmeters bij ouderen met een loophulpmiddel
Onderzoeker	**Nummer**
K. van Vijven	15-N-197

Geachte mevrouw Van Vijven,

Op uw verzoek van 3 december 2015 heeft de Medisch Ethisch Toetsingscommissie in het overleg van voorzitter en secretaris kennis genomen van bovengenoemd onderzoeksprotocol. De Commissie heeft de volgende documenten beoordeeld:

- E-mailcorrespondentie van 3 tot 24 december 2015
- Onderzoeksprotocol, versie 1.1 van december 2015
- Met als bijlagen
  - MMSE
  - Informatiebrief en toestemmingsverklaring
  - Formulier deelnemersverklaring inzake audiovisuele producties
  - CV K. van Vijven
  - CV A. Naegler
  - CV N. Batteljee

Inzake bovengenoemde studie delen wij u mede dat de Commissie van mening is dat de studie niet WMO-plichtig is, aangezien er geen sprake is van het onderwerpen van personen aan handelingen of het opleggen aan personen van een bepaalde gedragswijze.

Mits u de code Goed Gedrag alsmede de WBP in acht neemt hebben wij geen bezwaar tegen uitvoeren van het onderzoek.
Verder wil de Commissie u erop attenderen dat het onderzoek VOOR de start, bij een openbaar trialregister aangemeld dient te worden. U kunt dit doen bij:

METC Z is de Medisch Ethische Toetsingscommissie van Zuyderland en Zuyd Hogeschool. METC Z toetst in het kader van de WMO- medisch-wetenschappelijk onderzoek, waaronder ook onderzoek in de eerste lijn, de care-en revalidatiesector. METC Z toetst conform de Wet medisch-wetenschappelijk onderzoek met mensen (WMO), de Richtlijn Externe Toetsing (RET 12), ICH-GCP en andere (EU) wet-en regelgeving. METC Z is erkend door de CCMO.

METC Zuyderland - Zuyd

http://www.trialregister.nl of bij ClinicalTrials.gov. Zonder aanmelding kunt u in bepaalde *journals* niet publiceren.

Voor de goede orde zij hierbij nog geattendeerd op het feit dat het de onderzoeker(s) slechts met schriftelijke toestemming van het College van Bestuur is toegestaan te starten met het onderzoek, daartoe ontvangt het College van Bestuur van Zuyd Hogeschool een kopie van deze brief.

U dient de Commissie op de hoogte te stellen van de startdatum van het onderzoek (metc@atriummc.nl).
Bij beëindiging van de studie ontvangt de Commissie het eindverslag.

Met vriendelijke groet,
METC Z
dr. J.W. Greve, voorzitter
namens deze,

mr. Van den Besselaar (Hélène)
secretaris METC Z

i.a.a. College van Bestuur Zuyd

Bijlage 3: Informatiebrief

Informatiebrief voor deelnemers aan het onderzoek met de titel:
Validiteit van activiteitenmeters bij ouderen met een loophulpmiddel

Binnenkort zal er een nieuw onderzoek starten dat plaats gaat vinden in het bewegingslaboratorium van Zuyd Hogeschool te Heerlen.

Op het moment dat men afhankelijk wordt van een loophulpmiddel, zoals een rollator of een wandelstok, is het van groot belang om voldoende te blijven bewegen. Beweging levert namelijk een positieve bijdrage aan de zelfstandigheid. Een goede manier om fit te blijven is door te wandelen.

Om zorgverleners inzicht te geven in het beweeggedrag van 65-plussers die overdag lopen met een rollator of een stok, zou gebruik gemaakt kunnen worden van activiteitenmeters. Activiteitenmeters zijn draagbare apparaatjes die de hoeveelheid beweging van een persoon meten en informatie verzamelen over het aantal gezette stappen per dag. Hiervoor is het van belang dat de activiteitenmeters nauwkeurig zijn in het meten van stappen. Op dit moment is het niet bekend of activiteitenmeters stappen correct meten bij mensen die lopen met een loophulpmiddel.

In dit onderzoek zal worden gekeken of vijf commercieel verkrijgbare activiteitenmeters (zie figuur 1) stappen correct meten bij mensen met een loophulpmiddel. Hiervoor hebben wij uw medewerking nodig.

Figuur 1: De activiteitenmeters die gebruikt worden in dit onderzoek. Van links naar rechts, boven naar onder zijn dit: Activ8, Fitbit Flex, Fitbit One, Lumo Back en Jawbone Up24.

<u>Doel van het onderzoek</u>
Het doel van het onderzoek is om te achterhalen of vijf commercieel verkrijgbare activiteitenmeters stappen correct meten bij 65-plussers die lopen met een rollator of een stok. Daarbij wordt er in het bewegingslaboratorium onderzocht of het looppatroon van invloed kan zijn op de correctheid van de metingen.

Wat van u gevraagd wordt (belasting)
Indien u deelneemt aan dit onderzoek, wordt u eenmalig gevraagd om naar Zuyd Hogeschool te Heerlen te komen. Het vervoer naar de Zuyd Hogeschool en terug naar uw woonlocatie wordt in overleg met u geregeld. Het onderzoek zal gemiddeld 1 à 2 uur duren en zal plaats vinden in het bewegingslaboratorium. De datum hiervoor zal in overleg met u worden bepaald.

Na aankomst in het bewegingslaboratorium wordt u gevraagd om de door ons aangereikte sportbroek aan te trekken en zullen er 19 markers op de sportbroek en de huid worden bevestigd. Deze markers zijn kleine ronde reflecterende bolletjes die door de speciale camera's van het systeem worden gezien. Daarnaast zullen er door de onderzoekers negen activiteitenmeters worden bevestigd. Het gaat hierbij om twee activiteitenmeters aan de rechter en linker pols. Tevens worden er twee activiteitenmeters rond de linker- en rechterheup geplaatst. Tot slot wordt één activiteitenmeter geplaatst om de lage rug.

Vervolgens wordt u gevraagd om op eigen tempo 100 meter te lopen. De onderzoekers kunnen door middel van een computerprogramma uw looppatroon en het aantal gemaakte stappen door een video-opname in kaart brengen. Deze informatie zal ons helpen om te beoordelen onder welke omstandigheden de activiteitenmeters (in)correct meten. Hierna is het onderzoek afgelopen en zullen de onderzoekers de markers en de activiteitenmeters bij u af doen.

De risico's van het onderzoek
Het onderzoek is voorgelegd aan de Medisch Ethische Toetsingscommissie van Zuyderland en Zuyd Hogeschool (METC Z). Deze heeft instemming gegeven om het onderzoek uit te voeren. Dit onderzoek kent geen risico's.

Mogelijke voordelen
Door uw bijdrage wordt er meer inzicht verkregen in de correctheid van de metingen van commerciële activiteitenmeters bij mensen die lopen met een rollator of een stok. Deze kennis zal er mogelijk toe leiden dat activiteitenmeters in het zorgproces kunnen worden ingezet bij mensen die lopen met een loophulpmiddel.

Vertrouwelijkheid van gegevens
Alle gegevens en resultaten van het onderzoek zullen anoniem en vertrouwelijk worden behandeld. De verzamelde gegevens over het looppatroon, de metingen van de activiteitenmeters en de observaties door middel van de camera's zullen anoniem worden verwerkt, dat wil zeggen zonder vermelding van persoonlijke gegevens zoals naam, adres, etc.
Alle data (factoren van het looppatroon, aantal getelde stappen van de activiteitenmeters en gezien op de camera's) worden direct gecodeerd. Niet-gecodeerde gegevens (bijvoorbeeld uw naam) worden meteen gescheiden van de gecodeerde gegevens en apart opgeslagen. Dit betekent dat u uw naam en gegevens nooit tegen zult komen in rapportages over het onderzoek.

Kim van Vijven beschikt over de codeersleutel. Zij is werkzaam bij Zuyd Hogeschool. Alleen zij heeft inzicht in de niet-gecodeerde gegevens.

De gecodeerde en dus anonieme gegevens zijn ter inzage voor de betrokken onderzoekers (Kim van Vijven, junior onderzoeker Zuyd Hogeschool; Drs. Emmylou Beekman, onderzoeker Zuyd Hogeschool; Nicole Batteljee en Anna Nägler, fysiotherapeuten i.o., Zuyd Hogeschool).

De anonimiseerde data (analyses) zullen 5 jaar worden bewaard. Na 5 jaar zullen ook deze data worden vernietigd. Kim van Vijven is verantwoordelijk voor het opslaan en bewaren van de data.

Vrijwilligheid van deelname

U kunt in alle vrijheid beslissen of u toestemming geeft voor de deelname. Als u besluit dat u geen toestemming geeft, hoeft u hiervoor geen reden op te geven. U kunt op elk moment uw deelname aan het onderzoek stoppen, zonder opgave van reden.

Resultaten van het onderzoek

De resultaten van dit onderzoek zullen in een scriptie worden verwerkt. Er bestaat een mogelijkheid dat dit onderzoek gepubliceerd wordt.

Uitvoering van het onderzoek

Het onderzoek wordt uitgevoerd door Nicole Batteljee en Anna Nägler (fysiotherapeuten i.o., Zuyd Hogeschool. Zij worden begeleid door Kim van Vijven (junior onderzoeker, Zuyd Hogeschool) en Emmylou Beekman (onderzoeker, Zuyd Hogeschool). Zij dragen zorg voor zorgvuldige uitvoering van het onderzoek en voor het waarborgen van de privacy van de deelnemers.

Vragen en klachten

Voor informatie over het onderzoek of bij klachten kunt u zich wenden tot Kim van Vijven (email: kim.vanvijven@zuyd.nl of telefoonnummer: 045 400 6538).

Tot slot

De uitkomsten over de mate van nauwkeurigheid van de activiteitenmeters is van groot belang voor het laten slagen van het onderzoek. Wij stellen uw deelname daarom bijzonder op prijs. Indien u goedkeuring geeft, verzoeken wij u om binnen een week de toestemmingsverklaring en de deelnemerverklaring Inzake Audiovisuele Producties te ondertekenen en in te leveren bij de onderzoekers.

Met vriendelijke groet,

Nicole Batteljee en Anna Nägler
Fysiotherapeuten i.o., Zuyd Hogeschool
E-mailadressen: 1202561batteljee@zuyd.nl en 1222899nagler@zuyd.nl

Mw. Kim van Vijven
Junior onderzoeker Zuyd Hogeschool
Tel: 045 400 65 38
E-mailadres: kim.vanvijven@zuyd.nl

Bijlage 4: Toestemmingsverklaring

Deelname onderzoek ‘Validiteit van activiteitenmeters bij ouderen met een loophulpmiddel’

Indien u toestemming geeft voor deelname, dan houdt dit het volgende in:

- U heeft na het ontvangen van de informatiebrief een week bedenktijd over het geven van goedkeuring voor deelname aan het onderzoek.
- U geeft toestemming voor een observatie tijdens 100 meter lopen in het bewegingslaboratorium op Zuyd Hogeschool te Heerlen.
- U geeft toestemming dat u tijdens het onderzoek 9 activiteitenmeters om de polsen, de lage rug en de heupen draagt.
- De anonimiseerde data (analyses) zullen 5 jaar worden bewaard. Na 5 jaar zullen ook deze data worden vernietigd. Kim van Vijven is verantwoordelijk voor het opslaan en bewaren van de data.
- De metingen van het onderzoek zullen worden uitgevoerd van januari tot en met maart 2016.
- U mag te allen tijde vragen stellen over het onderzoek.
- U wordt niet beoordeeld in dit onderzoek, het onderzoek is geen toets-moment.
- U mag op elk moment beslissen om toch niet in te stemmen met deelname zonder uit te leggen waarom.
- De onderzoeker verklaart de deelnemer volledig te hebben geïnformeerd over het genoemde onderzoek.

Datum:……

Naam:……

Handtekening deelnemer:…….

Handtekening onderzoeker:……..

Eén exemplaar kunt u zelf houden en één exemplaar is bestemd voor de onderzoeker.

Bijlage 5: Formulier Deelnemerverklaring Inzake Audiovisuele Producties

PRODUCTIETITEL
.....

ONDERGETEKENDE:

NAAM:.....

ADRES:
.....

POSTCODE: ..... WOONPLAATS: .....

GEBOREN: ..... (datum) TE: .....

<u>VERKLAART HIERBIJ</u>

1. Toestemming te verlenen tot het vervaardigen van visueel materiaal betreffende zijn/haar persoon.
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:
   - □ de opleiding fysiotherapie* ** Aankruisen hetgeen van toepassing is*
   - □ de faculteit Gezondheid en Techniek (fysiotherapie en biometrie)*
   - □ de hogeschool en de aan haar gelieerde instellingen*
   - □ de opleidingen algemeen*
   - □ gezondheidszorgopleidingen cq. instituten*
   - □ algemeen informatief*
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.

<u>PLAATS:</u> **<u>HANDTEKENING</u>:**

<u>DATUM</u>:

<u>VERANTWOORDELIJKE FUNCTIONARIS:</u>

<u>NAAM</u>: **<u>HANDTEKENING:</u>**

<u>FUNCTIE</u>:

<u>Een kopie van dit document dient te allen tijde worden bewaard bij de informatiedrager</u>

Bijlage 6: Deelnemersformulier

Deelnemer 1

Naam:

Leeftijd :

Hulpmiddel: Stok / Rollator

Geslacht: mannelijk / vrouwelijk

Uitlezen activiteitenmeters voor en na de metingen :

Activiteitenmeter	Aantal getelde stappen Links (Anna)		Aantal getelde stappen Rechts (Nicole)	
	Voor	Na	Voor	Na
Jawbone UP24 (7 en 1)				
Activ8 (8 en 2)				
Fitbit Flex (13 en 20)				
Fitbit One (4 en 1)				
Lumoback (9)	/			

Uitkomsten activiteitenmeters en videocamera:

Activiteitenmeter	Aantal getelde stappen Links (ANNA)	Aantal getelde stappen Rechts (NICOLE)
Jawbone UP24 (7 en 1)		
Activ8 (8 en 2)		
Fitbit Flex (13 en 20)		
Fitbit One (4 en 1)		
Lumoback (9)		
Videocamera		