

Klapvoet; duur en mate van spieractiviteit gemeten met sEMG



Auteurs

Fleur de Haan (1201654)

Anne-Marie Smit (1208926)

25 mei 2016

Beoordelaars

Drs. D.M.H. Odekerken (MSc) (1^o beoordelaar)

Drs. E. Beekman (MSc) (2^o beoordelaar)

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

Voorwoord

In het kader van onze afstudeerscriptie voor de opleiding fysiotherapie aan Zuyd Hogeschool te Heerlen, hebben wij onderzoek uitgevoerd naar de verschillen in spieractiviteit tussen mensen met een gezond gangpatroon en mensen met de symptomen van een klapvoet.

Een normaal, gezond gangpatroon is niet meer vanzelfsprekend als er een stoornis is in de onderste extremiteit. Een klapvoet is een voorbeeld van een dergelijke stoornis. Patiënten met de symptomen van een klapvoet hebben uitval van de n. peroneus, waardoor de voetheffers geen dorsaalflexie van de enkel meer kunnen uitvoeren. Op school en gedurende onze stages zijn wij regelmatig in aanraking gekomen met patiënten met een klapvoet. Er zijn onder andere binnen de fysiotherapie dan ook meerdere onderzoek- en behandelmogelijkheden voor patiënten met een klapvoet. Het is echter ook interessant en zeker van belang om naar andere parameters te kijken. Zo wordt er in deze studie ingezoomd op onderzoek met de oppervlakte-elektromyografie (sEMG). Op deze manier wordt met behulp van de sEMG de spieractiviteit van het normale gangpatroon vergeleken met het gangpatroon van patiënten met de symptomen van een klapvoet.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

Fleur de Haan en Anne-Marie Smit

Mei 2016

Dankwoord

Deze scriptie was niet tot stand gekomen zonder de bijdrage van anderen.

Wij willen een aantal mensen in het bijzonder bedanken. Als eerste gaat onze dank uit naar de kandidaten die op vrijwillige basis naar Heerlen zijn gekomen om deel te nemen aan dit onderzoek.

Daarnaast willen wij de volgende mensen bedanken: drs. D.M.H. Odekerken, onze opdrachtgever, begeleider en eerste beoordelaar. Bedankt voor de begeleiding, het motiveren en bijstaan gedurende het onderzoek. Drs. E. Beekman, onze tweede beoordelaar. Bedankt voor de kritische blik en de feedback op ons onderzoek.

Dhr. T. Diederik, bedankt voor de uitleg over de apparatuur voor het onderzoek en de vragen die we altijd mochten stellen. Dhr. M. Koppert, bedankt voor de hulp bij onze data-analyse. Zonder u waren we nu nog steeds aan het rekenen geweest. En dhr. G.S.L.G. de Ruijter, die ons enorm heeft geholpen met het werven van patiënten voor het onderzoek.

Uiteraard gaat onze dank ook uit naar familie en vrienden die ons gedurende de afgelopen studiejaren en in het bijzonder gedurende de scriptieperiode hebben gesteund in onze stressmomenten en hebben geholpen waar nodig was.

Samenvatting

Inleiding: Een klapvoet kan problemen geven bij het lopen en de kans op vallen vergroten. Om de mate en duur van spieren in de onderste extremiteit tijdens gang te meten, is oppervlakte-elektromyografie (sEMG) het meest geschikte meetinstrument. Er is echter geen evidentie voor sEMG onderzoek bij een klapvoet veroorzaakt door verschillende pathologieën. In dit onderzoek wordt ingegaan op de verschillen in spieractiviteit bij mensen met de symptomen van een klapvoet en mensen met een gezond gangpatroon. Vervolgens wordt een behandeladvies gegeven voor fysiotherapeuten, om de belemmeringen van een klapvoet te verminderen.

Methode: Aan dit cross-sectioneel case controle onderzoek namen twintig kandidaten deel, waaronder tien met een gezond gangpatroon als controlegroep en tien kandidaten met de symptomen van een klapvoet. Er werd gevraagd om drie keer acht stappen te lopen zonder enkel-voetorthese of orthopedische schoenen, maar met eventuele loophulpmiddelen. De spieractiviteit werd gemeten van de m. tibialis anterior, m. gastrocnemius (caput mediale), m. biceps femoris (caput longum), m. gluteus medius middels sEMG sensoren. Met behulp van MATLAB, SPSS en Excel werden de variabelen geanalyseerd.

Resultaten: Er is besloten om vijftien metingen mee te nemen in de resultaten. Enkel de m. gastrocnemius (caput mediale) vertoonde in de duur van activiteit een significant verschil ($p = 0.040$). De andere spieren vertoonden in zowel mate als duur van activiteit geen significant verschil. Wanneer de kandidaten met symptomen van een klapvoet individueel vergeleken werden met de mediaan van de controlegroep waren duidelijkere verschillen zichtbaar.

Discussie/conclusie: Beperkingen lagen met name aan het feit dat het werven van kandidaten lastig was. Hierdoor ontstond een groot verschil in onder andere leeftijd en geslacht tussen de controlegroep en de groep met kandidaten met de symptomen van een klapvoet. Er kan geconcludeerd worden dat geen duidelijk patroon is herkend. Door dit gegeven kan momenteel geen behandeladvies worden gegeven aan fysiotherapeuten.

Abstract

Introduction: A drop foot induces walking problems and increases the risk of falling. The most eligible measurement device to chart the degree and period of muscle activities is the surface electromyography (sEMG). However, so far there has not been done any research on sEMG in combination with a drop foot caused by different pathologies. The aim of this study is to investigate the differences between people with the symptoms of a drop foot and people with a normal gait pattern, and to give a treatment advice to physiotherapists to decrease the handicap of a drop foot.

Method: This study's design used a cross-sectional case control with twenty participants. Ten participants with a normal gait pattern (control group) and ten participants with the symptoms of a drop foot. The participants were informed to walk three times of eight steps without ankle foot orthoses, but with the possibility to use a walking aid. The activity of the m. tibialis anterior, m. gastrocnemius (caput mediale), m. biceps femoris (caput longum), m. gluteus medius were measured with sEMG sensors. MATLAB, SPSS and Excel were used to analyse the variables.

Results: It is decided to only include fifteen measurement results. Only m. gastrocnemius (caput medial) showed a significant difference in the duration of activity ($p = 0.040$). The other muscles exhibited in both degree and period of activity, no significant difference. When the participants with the symptoms of a drop foot were individually compared with the median of the control group, more obvious differences became visible.

Discussion/ conclusion: The limitations of this study include the difficulties to find the right participants. In result, a big difference between age and gender between control group and participants with the symptoms of a drop foot occurred. One can conclude, there is no clear pattern recognized and therefore no treatment advice can be given to physiotherapist.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	1
2	Methode.....	5
2.1	<i>Design.....</i>	5
2.2	<i>Populatie.....</i>	5
2.3	<i>Procedure.....</i>	6
2.3.1	Kandidaten werving.....	6
2.3.2	Vorbereiding van de meting.....	6
2.3.3	Procedure van de meting.....	7
2.4	<i>Data verzameling.....</i>	8
2.4.1	DelSys Trigno Wireless (s)EMG.....	8
2.4.2	Camera, videosynchronisator en acceleratie sensor.....	8
2.4.3	MATLAB, SPSS en Excel.....	9
2.5	<i>Data – analyse.....</i>	9
2.5.1	Ruwe sEMG naar bewerkte sEMG.....	9
2.5.2	Analyse van de bewerkte sEMG.....	11
3	Resultaten.....	13
3.1	<i>Omschrijving kandidaten.....</i>	14
3.2	<i>Verkregen resultaten m. tibialis anterior.....</i>	16
3.3	<i>Verkregen resultaten m. gastrocnemius (caput mediale).....</i>	17
3.4	<i>Verkregen resultaten m. biceps femoris (caput longum).....</i>	18
3.5	<i>Verkregen resultaten m. gluteus medius.....</i>	19
4	Discussie.....	20
4.1	<i>Beantwoording vraagstelling en resultaten vergeleken met literatuur.....</i>	20
4.2	<i>Methodologische kwaliteit van het onderzoek.....</i>	21
4.3	<i>Implicaties voor het onderzoek en de praktijk.....</i>	22
5	Conclusie.....	24
6	Literatuurlijst.....	25
7	Bijlagen.....	28
	<i>Bijlage 1 – Mail docenten fysiotherapie.....</i>	28
	<i>Bijlage 2 – Informatiebrief.....</i>	29
	<i>Bijlage 3 – Informed consent.....</i>	32
	<i>Bijlage 4 – Intake formulier.....</i>	33
	<i>Bijlage 5 – Meetprotocol.....</i>	34

<i>Bijlage 6 – Sensorenprotocol</i>	35
<i>Bijlage 7 – Goedkeuring METC Zuyderland</i>	41
<i>Bijlage 8 – P-P plots van SPSS</i>	42
<i>Bijlage 9 – Kandidaten</i>	44
<i>Bijlage 10 – Amendement METC Zuyderland</i>	46

1 Inleiding

Een klapvoet is een aandoening waarbij de dorsaalflexoren van de enkel en tenen verzwakt zijn (1). Een klapvoet kan vele oorzaken hebben. De meest voorkomende oorzaak is een n. peroneus pathologie (een verminderde functie van de kuitbeenzenuw). Andere oorzaken zijn een hernia of een stenose (vernauwing) ter hoogte van de vierde en vijfde wervel van de lumbale wervelkolom en een aandoening van de zenuwen zoals een (poly)neuropathie (waaronder een n. peroneus neuropathie), waardoor de zenuw extra gevoelig is geworden voor druk. Ook een cerebrovasculair accident (CVA), medicijnvergiftigingen en diabetes kunnen een oorzaak zijn voor een klapvoet (1-4).

De meest voorkomende peroneus neuropathie, is de compressie neuropathie in de onderste extremiteit, welke ontstaat ter hoogte van het caput fibula. Een klapvoet is hiervan het meest opmerkelijke verschijnsel. In alle leeftijdscategorieën komt een klapvoet even vaak voor, maar vaker bij mannen dan bij vrouwen (2,8:1). Bijna alle (90%) klapvoeten zijn unilateraal (5).

Van de patiënten met een gedeeltelijk herstel na een CVA heeft ongeveer 20% een klapvoet (6).

Een gezond gangpatroon bestaat uit het vloeiend, symmetrisch bewegen van beide benen en ook een combinatie van balans, schokabsorptie en dynamisch voortbewegen. Deze factoren zorgen samen met signalen vanuit het centrale zenuwstelsel voor een efficiënte motoriek (7). De m. tibialis anterior, één van de dorsaalflexoren, zorgt ervoor dat de voorvoet in een gezond gangpatroon van de grond wordt gehouden tijdens de zwaai fase en zorgt voor een langzame afwikkeling naar de voorvoet tijdens de heel strike (4). De m. tibialis anterior heeft als antagonist de mm. gastrocnemius, welke een tegenovergestelde werking heeft (8, 9). Bij uitval van de n. peroneus zal zwakte van de dorsaalflexoren ontstaan, dit zorgt voor een verstoord gangpatroon. Daarnaast kan er bij uitval van de oppervlakkige tak van de n. peroneus een dood gevoel ontstaan op de voetrug (4, 10).

Bij een verzwakking van de dorsaalflexoren zal de heel strike naar de foot-flat fase, in tegenstelling tot een normaal gangpatroon, versneld verlopen. De voorvoet zal neerklappen in de heel strike fase en zich presenteren als een klapvoet (2, 11). Dit komt doordat de excentrische aanspanning van de dorsaalflexoren is verminderd (11). Het verstoord gangpatroon kan een vertraagde gangsnelheid veroorzaken, zorgen voor een verhoogd valrisico en een verminderde functionele mobiliteit (12). Deze stoornis zal gecompenseerd worden in de gehele onderste extremiteit.

De patiënt kan zijn been overdreven flecteren in de knie en in de heup, dit wordt ook wel een “hanentred” genoemd (11). Een van de meest subcutaan gelegen spieren welke zorgt voor flexie in de knie, is de m. biceps femoris (caput longum) (13). Deze spier heeft van alle ischiocrurale musculatuur de grootste spierbuik (14). Daarnaast kan door een verminderde enkel dorsaalflexie, knie- en heupflexie tijdens de zwaai fase, een compensatie vanuit de heup ontstaan met een vergroot abductie-exorotatiemoment (15). De m. gluteus medius is de belangrijkste abductor en zorgt ook voor exorotatie (16). Dit abductie-exorotatiemoment wordt ook wel een “circumductiepatroon” genoemd (15).

Om gedurende gang de activiteit van de spieren in de onderste extremiteit te meten, kan gebruik gemaakt worden van een oppervlakte-elektromyografie (sEMG) (17). Het sEMG signaal geeft de mate van activiteit van de spier weer (18). Dit meetinstrument is ontwikkeld tijdens de eerste helft van de twintigste eeuw. Met deze ontwikkeling en later met de draadloze technologie en de sensoren, is de sEMG uitgegroeid tot een betrouwbaar meetinstrument voor ganganalyse. De sEMG meet de spieractiviteit met behulp van oppervlakte- en draadelektroden welke op de huid worden geplakt. Deze elektroden dienen ter geleiding van bio potentialen die gegenereerd worden vanuit de spier en informatie verschaffen over de timing en intensiteit van de spiercontractie (17).

Het signaal dat hieruit voortkomt, is een zogeheten stochastisch signaal. Op ieder tijdstip heeft zo'n signaal een bepaalde meetbare amplitude, ook wel een analoog signaal genoemd. Dit signaal kan op analoge en digitale wijze bewerkt worden. Indien er een digitale bewerking plaatsvindt, wordt het analoge signaal eerst omgezet naar een analoog-digitaalconversie (AD-conversie) en vervolgens digitaal weergegeven. Hierin kan onderscheid worden gemaakt in horizontale (tijd-)resolutie weergegeven in seconden (s) en verticale (voltage)resolutie weergegeven in millivolt (mV) (19). SEMG sensoren kunnen gebruikt worden voor het beoordelen van de spieractiviteit tijdens het lopen en spelen een belangrijke rol in het evalueren van loopprestaties van kandidaten met problemen in de onderste extremiteit (17).

Bij een klapvoet is het belangrijk om in beweging te blijven, zodat de nog aanwezige spierkracht op peil blijft en de zwakke spieren, voor zover mogelijk, kunnen worden versterkt (20). Een klapvoet herstelt meestal binnen twee tot drie maanden, een complete verlamming herstelt vaak niet volledig. Gedurende deze herstelperiode veroorzaakt de klapvoet veel ongemak, omdat de beperkingen bij iedere loopbeweging merkbaar zijn. Patiënten kunnen zelf oefenen door veel op de hielen

te lopen en de tenen op te trekken wanneer de hiel op de grond staat.

Spierkrachttraining bij fysiotherapie kan worden toegepast bij een ernstige verzwakking of een volledige verlamming. Hierbij kan ook een zogenaamde enkelvoetorthese (EVO) worden voorgeschreven (3). Een EVO kan een hulpmiddel zijn om een normale voetheffing tijdens het lopen zo veel mogelijk te benaderen. Mogelijk dat daarmee ook de veiligheid tijdens het lopen toeneemt en het energieverbruik afneemt. De EVO wordt door de (revalidatie)arts in overleg met de fysiotherapeut voorgeschreven en door een orthopedisch instrumentmaker aangemeten (21). Een alternatief hulpmiddel is de hoge orthopedische schoen. Deze schoenen kunnen bijdragen aan de stabiliteit en ervoor zorgen dat men langere afstanden kan lopen (20). Een andere behandelvorm is elektrostimulatie van perifere zenuwen en spieren (21). Liberson et al. (1961) waren de eersten die gebruik maakten van dit principe. Hierbij worden de spieren, die niet meer door de hersenen worden aangestuurd, maar nog wel een intacte reflexboog hebben, tijdens functionele elektrostimulatie (FES) geprikkeld om een functionele beweging uit te voeren (22). Bij toepassing van FES voor het onderbeen wordt door middel van activatie via oppervlakte-elektroden van de n. peroneus, bij het lopen geprobeerd de dorsaalflexie van de enkel gedurende de zwaai fase en de heel strike te vergroten (21).

Op dit moment is er bij fysiotherapeuten in de praktijk geen op maat gemaakt behandeladvies voor patiënten met een klapvoet om de spieren te trainen die actief zijn tijdens compensatiebewegingen. Dit kan een essentieel onderdeel zijn in de behandeling van patiënten met de symptomen van een klapvoet om functionele beperkingen op te heffen en het valrisico te verkleinen. Om het valrisico te beperken wordt tot op heden veelal gebruik gemaakt van een EVO. Echter, uit onderzoek is gebleken dat het herstel van de kracht van de dorsaalflexoren, bij patiënten met een recentelijke parese, niet beïnvloedt wordt door het dragen van een EVO (23). De sEMG, zoals hierboven beschreven, is een betrouwbaar meetinstrument om activiteit van spieren in kaart te brengen. Naar aanleiding van deze literatuurstudie is er geen evidentie gevonden voor sEMG onderzoek bij patiënten met de symptomen van een klapvoet veroorzaakt door verschillende pathologieën.

Het hoofddoel van deze studie is de verschillen in spieractiviteit tussen kandidaten met de symptomen van een klapvoet en kandidaten met een gezond gangpatroon objectief, door middel van het meetinstrument sEMG, in kaart te brengen. Met het verkregen resultaat wordt een behandeladvies voor fysiotherapeuten opgesteld om

het lopen zo gemakkelijk mogelijk te maken, functionele beperkingen op te heffen en het valrisico te verkleinen.

Onderzoeksvraag:

Wat zijn de verschillen in spieractiviteit (sEMG), uitgedrukt in de mate (mV•s) en de duur (%) van spieractiviteit, bij gezonde kandidaten en kandidaten met de symptomen van een klapvoet gedurende gang en kan op basis van de verkregen resultaten door de onderzoekers een behandeladvies worden gegeven aan fysiotherapeuten?

2 Methode

2.1 Design

In deze studie werd gekozen voor een kwantitatief onderzoek in de vorm van een cross-sectioneel case control design. Door gebruik te maken van een kwantitatief karakter kon objectief inzicht worden verkregen in het gangpatroon van gezonde kandidaten en van kandidaten met een klapvoet. Daarnaast was het hierdoor mogelijk om door middel van statistisch toetsen beide groepen te vergelijken. Afwijkingen in de spieractiviteit van kandidaten met de symptomen van een klapvoet, werden in deze studie onderzocht door een vergelijking te maken met de resultaten van de gezonde controlegroep. Alle kandidaten werden eenmalig gemeten door middel van de sEMG.

2.2 Populatie

Voor dit onderzoek is er gestreefd naar twintig kandidaten. De kandidaten werden tien om tien geworven aan de hand van verschillende criteria.

Inclusiecriteria:

- Leeftijd tussen twintig en honderd jaar
- Minstens acht stappen kunnen zetten zonder enkel-voetorthese en/of (semi-)orthopedische schoen, eventueel met loophulpmiddel
- Nederlands kunnen verstaan en spreken
- Langer dan twee maanden de symptomen van een klapvoet hebbend

Exclusiecriteria:

- Pleister allergie
- Neurologische verschijnselen aan de niet-aangedane zijde
- Controlegroep: problemen tijdens het gaan

De kandidaten met een gezond gangpatroon werden gevonden in het sociale netwerk van de onderzoekers. De kandidaten met de symptomen van een klapvoet werden door de onderzoekers geworven door het opnemen van contact met Fysio Brunssum Noord (Brunssum, Nederland) en via een docent van Zuyd Hogeschool met Fysiotherapie Maatschap Snijders (Stein, Nederland).

2.3 Procedure

2.3.1 Kandidaten werving

In december 2015 vond het eerste contact plaats tussen de onderzoekers en een aantal van de gezonde, deelnemende kandidaten. Dit vond plaats via mail, telefonisch of persoonlijk contact.

Begin januari 2016 werd er een e-mail gestuurd naar alle docenten van de opleiding fysiotherapie van Zuyd Hogeschool, met de vraag om advies voor het werven van kandidaten met de symptomen van een klapvoet (zie bijlage 1). Het eerste contact tussen de onderzoekers en de kandidaten met de symptomen van een klapvoet vond medio maart plaats. Een van de kandidaten werd geworven via een stageplek van een van de onderzoekers. Daarnaast zijn de onderzoekers in contact gekomen met kandidaten via een van de docenten van Zuyd Hogeschool. Vervolgens is er telefonisch contact opgenomen met alle kandidaten.

Alle deelnemende kandidaten ontvingen na het eerste contact een informatiebrief met in de bijlage het informed consent (zie bijlage 2 en 3).

Het voorbereiden van de kandidaten is stapsgewijs verlopen. Nadat de kandidaat de informatiebrief en het informed consent had ontvangen en mondeling instemde om deel te nemen aan het onderzoek, werd er een afspraak ingepland met de kandidaat en de onderzoekers. De kandidaat gaf de definitieve goedkeuring door middel van het zetten van een handtekening op het informed consent. Via dit informed consent gaven de kandidaten toestemming voor de meting en gingen zij akkoord met de voorwaarden. Deelname geschiedde op vrijwillige basis, de kandidaten konden op elk moment stoppen.

2.3.2 Voorbereiding van de meting

Voor iedere kandidaat werd minimaal een uur ingepland. Op de afgesproken dag van de meting werd er nog een korte uitleg gegeven over het onderzoek en eventuele vragen werden beantwoord.

Hierna werden de kandidaten verzocht om samen met de onderzoekers een intake formulier in te vullen om zo een overzicht te krijgen van de gegevens van de kandidaten (zie bijlage 4). Op dit formulier werd ook de kandidaat code genoteerd. Deze informatie werd vervolgens door middel van de codering anoniem in het systeem EMGworks Acquisition verwerkt. De kandidaten van de controlegroep werd gevraagd naar het geslacht, de leeftijd en het voorkeursbeen. De kandidaten met de symptomen van een klapvoet dienden het geslacht, de leeftijd, de pathologie, de aangedane zijde, de duur van de klachten en of er een loophulpmiddel werd

gebruikt in te vullen.

De metingen werden uitgevoerd volgens een gestandaardiseerd meetprotocol (zie bijlage 5). De vier sensoren werden op de blote huid geplaatst volgens het DelSys Trigno sensorenprotocol (14, 24, 25) (zie bijlage 6).

Er werd onderzoek gedaan naar de mate (mV*s) en de duur (%) van spieractiviteit. Bij de kandidaten met de symptomen van een klapvoet werd de aangedane zijde gemeten en bij de controlegroep werd het voorkeursbeen gemeten. Bij beide groepen werden de sensoren op de volgende vier spieren aangebracht:

- M. tibialis anterior
- M. gastrocnemius (caput mediale)
- M. biceps femoris (caput longum)
- M. gluteus medius

Indien nodig werd lichaamshaar verwijderd voor een betere hechting van de sensor op de huid, dit om het signaal te optimaliseren (19). Het gangpatroon van alle kandidaten werd gedurende de gehele opdracht op videobeeld vastgelegd. De vijfde sensor werd ingesteld als acceleratie sensor voor de videosynchronisatie. De videosynchronisator werd gebruikt om de timing van de heel strike aan te geven middels het oplichten van het lampje in de videosynchronisator.

2.3.3 Procedure van de meting

Tijdens de meting liepen alle kandidaten op blote voeten, aangezien er verwacht werd dat alle soorten schoeisel invloed konden hebben op het gangpatroon. Daarnaast werd er op deze manier meer veiligheid geboden dan wanneer de kandidaten op sokken liepen. De kandidaten werden gevraagd om na het aftellen door de onderzoekers, in een voor de kandidaat comfortabel tempo, acht stappen te zetten in een rechte lijn op een vlakke ondergrond. Bij de kandidaten met de symptomen van een klapvoet liep een van de onderzoekers dicht naast de kandidaat om de veiligheid te garanderen. Er is voor gekozen om de opdracht drie keer uit te voeren, maar pas bij de derde keer werd de meting geregistreerd. Deze keuze is gemaakt aangezien er verwacht werd dat de kandidaat de opdracht niet in één keer correct zou kunnen uitvoeren en om de kandidaat vertrouwd te maken met de opdracht. Indien de kandidaat vermoeid raakte, kon er even gerust worden tussen de eerste, tweede en derde keer lopen.

De software EMGworks Acquisition werd gestart drie tellen voor de eerste stap en

gestopt drie tellen na de laatste stap. Gelijktijdig met de eerste heel strike van de kandidaat werd de sEMG acceleratie sensor manueel van de videosynchronisator afgehaald door een van de onderzoekers. Hierdoor werd er een duidelijk signaal zichtbaar op zowel de camera (door het oplichten van de videosynchronisator) als in het figuur in de software EMGworks Acquisition.

2.4 Data verzameling

De dataverzameling vond plaats op Zuyd Hogeschool in Heerlen op de afdeling biometrie, gedurende vier maanden, in de periode januari tot en met april 2016. De twintig metingen werden verdeeld over twaalf meetdagen en vonden plaats van maandag tot en met vrijdag, zowel gedurende de ochtend als de middag.

2.4.1 DelSys Trigno Wireless (s)EMG

De draadloze meting van de spieractiviteit werd gedaan door middel van de DelSys Trigno Wireless (s)EMG (serienummer: SP-W02A-1719, FCC). Deze bestond uit het systeem (IC: 8138A-DST01) en de vijf sensoren (ID: W4P-SP-W01). Vier sensoren maten de grootte sEMG en een sensor mat de grootte acceleratie. Verder bestond het uit het base station (ID: W4P-SP-W02) waar de verkregen data naar toegestuurd werden en vervolgens door middel van een Universal Serial Bus (USB) kabel werden de data doorgestuurd naar de op de meetapparatuur aangesloten laptop.

De laptop beschikte over de software EMGworks Acquisition (versie 4.1.7). De verkregen ruwe sEMG data werden in een bestand opgeslagen onder de desbetreffende kandidaat code. Deze code bestond uit zes getallen. De eerste vier getallen bestonden uit de datum (ddmm) van het onderzoek. De laatste twee getallen vormden de volgorde waarin de kandidaten werden gemeten; 0-10 voor de gezonde kandidaten en 11-20 voor de kandidaten met de symptomen van een klapvoet.

2.4.2 Camera, videosynchronisator en acceleratie sensor

Om in een later stadium de precieze heel strike te kunnen aantonen, is gebruikt gemaakt van een camera (Panasonic HDC-SD80), een videosynchronisator (ontworpen door Dhr. T. Diederik), een acceleratie sensor welke behoort tot de DelSys Trigno Wireless apparatuur en het programma Windows Live Movie Maker (versie 2011).

2.4.3 MATLAB, SPSS en Excel

De verkregen ruwe sEMG data werden door middel van EMGworks Analysis (versie 4.1.7) geformatteerd naar een Excel bestand, zodat deze ruwe data in MATLAB (versie 2014a) omgezet konden worden naar bewerkte sEMG data. Voor het opheffen van wetenschappelijke en technische problemen is MATLAB een geoptimaliseerd programma (26). Om vervolgens het gemiddelde van de twee stappen te kunnen berekenen werd er nogmaals gebruik gemaakt van Excel (versie 15.21.1).

Om deze verkregen variabelen verder te analyseren werd er gebruik gemaakt van het programma SPSS (versie 24.0) en Excel.

2.5 Data – analyse

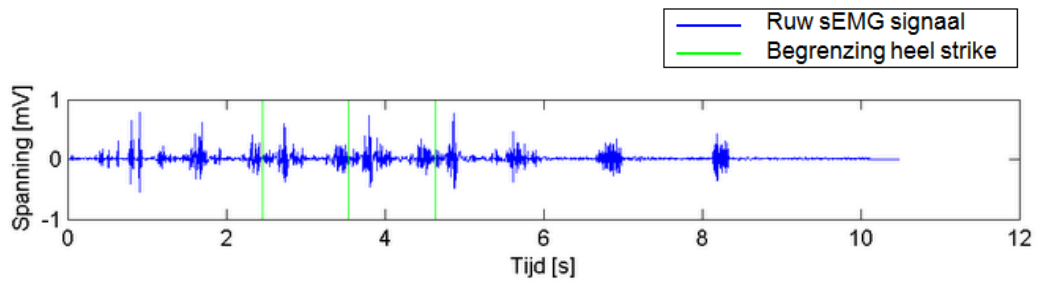
De ruwe sEMG data van zowel de kandidaten met de symptomen van een klapvoet als de gezonde kandidaten, werden op dezelfde wijze bewerkt. De data werden bewerkt door middel van MATLAB, Excel en SPSS.

2.5.1 Ruwe sEMG naar bewerkte sEMG

MATLAB diende voor de bewerkingen van ruwe sEMG data naar bewerkte sEMG data. Om de ruwe sEMG data in MATLAB te kunnen bewerken, moest het bestand omgezet worden van High Performance Fortran naar een Excel bestand in de software EMGworks Analysis.

Gedurende de meting werden de eerste twee en de laatste twee stappen van de kandidaten niet opgenomen in de dataverzameling. Hiervoor werd gekozen aangezien er werd verwacht dat de kandidaat gedurende de eerste twee stappen moet accelereren en tijdens de laatste twee stappen aan het decelereren was. De stappen werden door middel van de video opnames, videosynchronisator en de acceleratiesensor tijdmatig vastgelegd. Door middel van het programma Windows Live Movie Maker konden de video opnames worden teruggekeken en het aantal milliseconden tussen het oplichten van de videosynchronisator en de 2e/3e/4e heel strike worden bepaald. Het aantal milliseconden werd vervolgens ook als data ingevoerd in MATLAB.

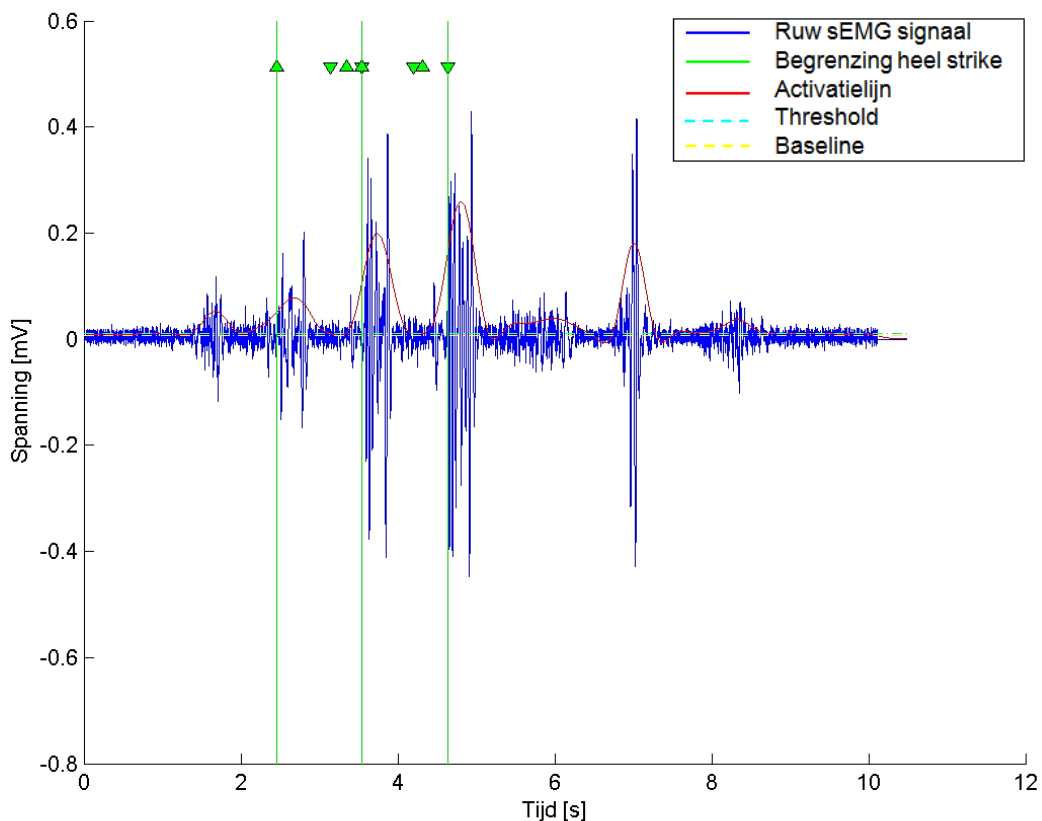
De verkregen ruwe sEMG data werden weergegeven in pieken en dalen (stochastisch signaal). Des te groter het stochastisch signaal, des te meer activiteit de spier onder de sensor vertoonde (zie figuur 1).



Figuur 1: Voorbeeld weergave van een ruw sEMG signaal tijdens het gaan met begrenzing van de 2e, 3e, en 4e heel strike

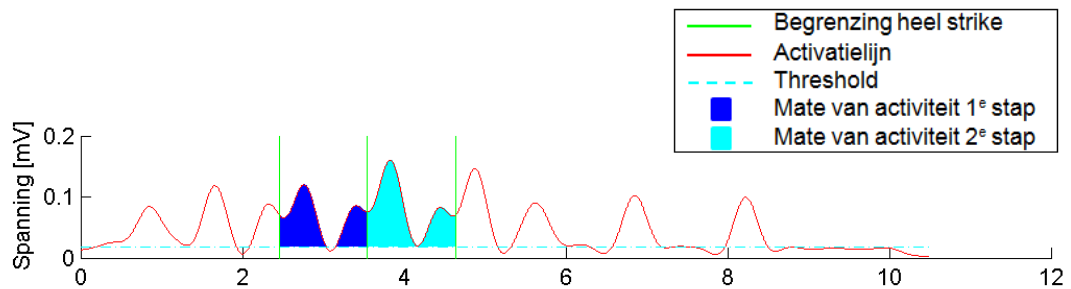
Om vervolgens te kunnen bepalen wat rust/basis activiteit (rechtstreeks stilstaand) of actieve spieractiviteit was, is er een rustactiviteit bepaald die de baseline genoemd werd. De baseline werd berekend door het gemiddelde te nemen van de data wanneer de kandidaat stil stond, dit is te zien in het sEMG signaal gedurende de laatste seconde.

Met het gemiddelde van het stochastische signaal werd de spieractiviteit berekend. Dit werd vervolgens weergegeven in een lijn, deze werd de activatielijn genoemd. Om te kunnen bepalen wanneer een spier daadwerkelijk actief was, werd er een threshold bepaald. Deze threshold bevond zich 60% boven de baseline, deze werd bepaald op basis van wiskundige empirie (zie figuur 2).



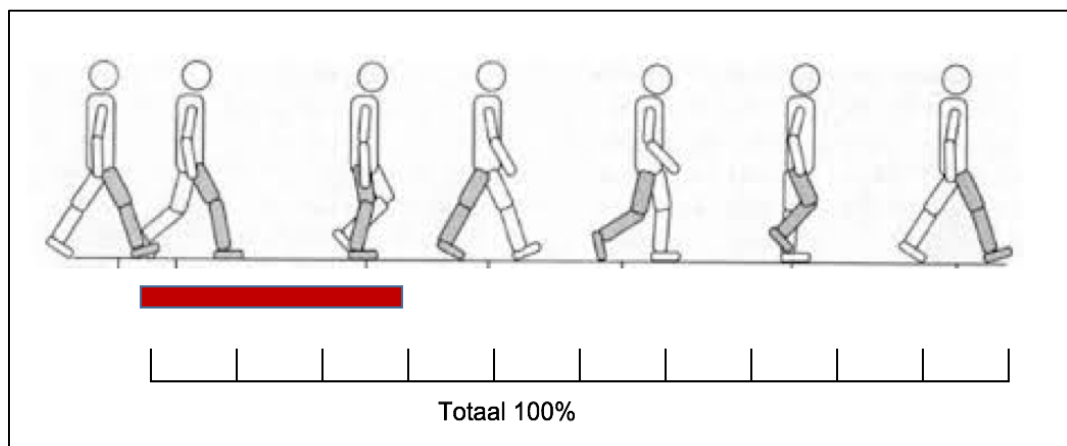
Figuur 2: Voorbeeld weergave van overgang ruw sEMG signaal naar bewerkt sEMG signaal met threshold

In de oppervlakte die ontstond tussen de threshold en de activatielijn was de spier daadwerkelijk actief. Dit werd de mate van spieractiviteit genoemd (zie figuur 3).



Figuur 3: Voorbeeld weergave bewerkt sEMG signaal (activatielijn) met threshold en oppervlakte bepaling (mV•s)

Om de duur van activiteit te bepalen, werd er gekeken bij hoeveel procent van een stap (stand en zwaai fase is 100%) de spieren activiteit vertoonden (zie figuur 4). Er werd aangenomen dat elke kandidaat een andere snelheid had tijdens het gaan en op deze manier kon de duur van de activiteit van de spieren worden weergegeven.



Figuur 4: Voorbeeld weergave van berekening duur in %. Rode balk geeft activiteit van een spier weer, in dit geval zou de spier 30% activiteit vertonen.

Van de tweede en derde stap werd het gemiddelde van de mate en de duur van spieractiviteit berekend. Het berekenen van de gemiddeldes werd gedaan door middel van Excel. Op deze manier werden er twintig gemiddeldes verkregen.

2.5.2 Analyse van de bewerkte sEMG

Door middel van de software SPSS werden de verkregen variabelen geanalyseerd. De beschreven onafhankelijke variabelen van de verschillende kandidaten werden gebruikt om de vergelijkingsanalyse te maken. De onafhankelijke variabelen waaronder kandidaat code, gezond gangpatroon of afwijkend gangpatroon,

geslacht, eventueel loophulpmiddel voor het gebruik in het dagelijks leven en/of tijdens de meting en voorkeursbeen of aangedane zijde vielen onder nominaal meetniveau. De onafhankelijke variabele leeftijd behoorde tot ratio meetniveau. De afhankelijke variabelen behoorden allemaal tot ratio niveau, hieronder vielen de mate en duur van spieractiviteit van de vier gemeten spieren. Bij ontbrekende variabelen werd ervoor gekozen om het in SPSS als 'missing values' met code '999999' aan te duiden.

Middels de Kolmogorov-Smirnov test (K-S test) werd de verdeling van de vier spieren in mate en duur berekend. De verdeling was normaal wanneer de p-waarde $>0,05$ was. Als de K-S test een uitkomst gaf met $p >0,05$, werd er gekozen voor de independent-samples T-test. Indien dat niet het geval was, werd er gekozen voor een non-parametrische test, namelijk de Mann-Whitney U test. Allebei de testen vergelijken twee onafhankelijke groepen met elk verschillende kandidaten (27).

Naast de analyse met SPSS, is ook gebruik gemaakt van Excel. De kandidaten met de symptomen van een klapvoet werden ieder afzonderlijk in Excel vergeleken met de mediaan van de controlegroep. Dit werd gedaan door middel van beschrijvende statistiek waarin de uitkomsten per spier in de resultaten weergegeven werden in een tabel.

3 Resultaten

Het onderzoek is ingediend bij de Medische Ethische Toetsingscommissie (METC) Zuyderland. Zij gaven toestemming om het onderzoek uit te voeren (zie bijlage 7).

De uitkomsten van de K-S test zijn weergegeven in een tabel (zie tabel 1). De verdeling is gevisualiseerd middels de probability–probability plot (P-P plot) (zie bijlage 8).

Tabel 1: Weergaven uitkomsten K-S test

	Sig.
m. tibialis anterior mV•s	0,200
m. tibialis anterior %	0,131
m. gastrocnemius (caput medialis) mV•s	0,010
m. gastrocnemius (caput medialis) %	0,200
m. biceps femoris (caput longum) mV•s	0,005
m. biceps femoris (caput longum) %	0,200
m. gluteus medius mV•s	0,000
m. gluteus medius %	0,200

K-S test: Kolmogorov-Smirnov test; m.: musculus; mV•s: millivolt maal seconde; Sig.: significantie.

De verdeling van de vier spieren (mate en duur van activiteit) was niet geheel normaal verdeeld. Aangezien studies met een kleine populatie geen garantie geven voor een exacte verdeling, is er gekozen voor de non-parametrische test, de Mann-Whitney U test (28).

3.1 Omschrijving kandidaten

De demografisch beschreven variabelen van de kandidaten, die allen voldeden aan de in- en exclusiecriteria, zijn weergegeven in een tabel (zie tabel 2). Een totaaloverzicht van de onafhankelijke variabelen van de kandidaten die hebben deelgenomen aan het onderzoek, is terug te vinden in de bijlage (zie bijlage 9). Er werd gestreefd naar twintig kandidaten, echter zijn er maar achttien kandidaten ingepland om te meten. De kandidaat met het nummer 250418, behorend tot de kandidaten met de symptomen van een klapvoet, heeft op de dag van de meting afgezegd aangezien deze kandidaat toch niet aan de in- en exclusiecriteria voldeed. Twee kandidaten van de controlegroep met de code 200103 en 200104 konden niet meegenomen worden in de analyse in verband met een meetfout. Uiteindelijk werden er vijftien kandidaten meegenomen in de resultaten.

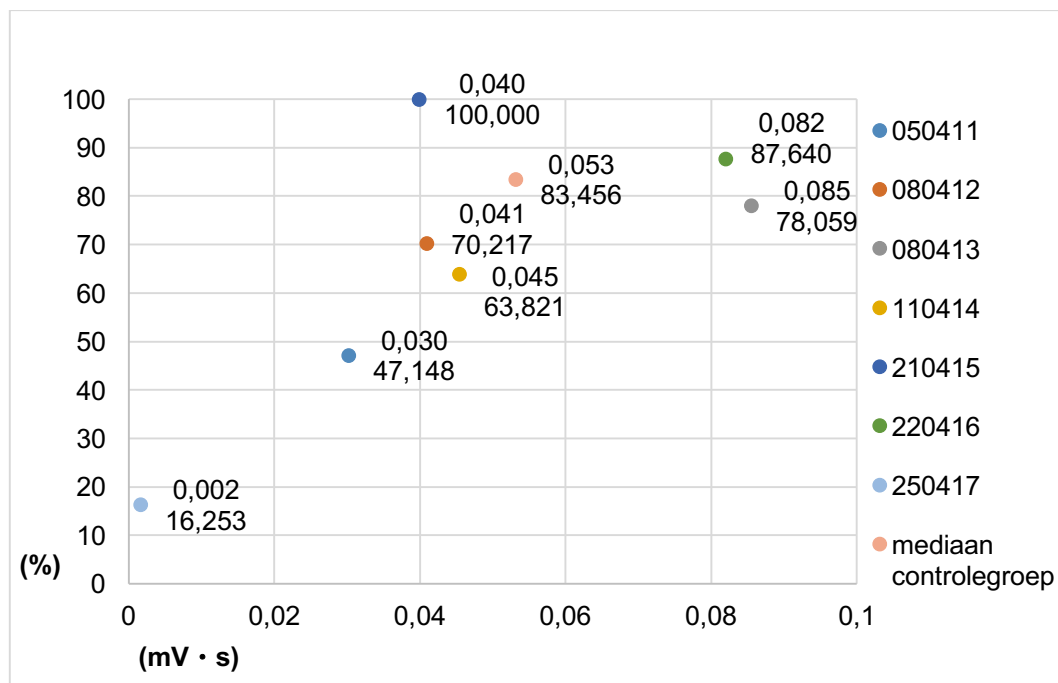
Tabel 2: Samengevatte demografie van de, aan de metingen deelgenomen, kandidaten

	Controlegroep	Kandidaat met symptomen van een klapvoet
Kandidaten	10	7
Geslacht	8 vrouwelijk, 2 mannelijk	1 vrouwelijk, 6 mannelijk
Leeftijd (in jaar)	Mediaan 24.5, range 39	Mediaan 62, range 33
Voorkeursbeen/ aangedane zijde	7 rechts, 3 links	3 rechts, 4 links
Loophulpmiddelen tijdens meting	10 zonder loophulpmiddel	5 zonder loophulpmiddel, 1 lichamelijke ondersteuning, 1 vierpoot

3.2 Verkregen resultaten m. tibialis anterior

De mate van activiteit van de controlegroep, met een mediaan (Mdn) van 0,053mV•s en een range (Rng) van 0,063mV•s, vertoonde geen significant verschil met de kandidaten met de symptomen van een klapvoet (Mdn 0,040mV•s) (Rng 0,084mV•s). Uit de Mann-Whitney U test kwamen de volgende waarden: z-waarde (z) van 0,000, p-waarde (p) van 1,000 en een effectgrootte (r) van 0,000. Ook in de duur van de activiteit was geen significant verschil zichtbaar bij de controlegroep (Mdn 83,456%) (Rng 28,013%) en de kandidaten met de symptomen van een klapvoet (Mdn 70,217%) (Rng 83,747%), z -1,736, p 0,094 en r -0,448.

De verdeling van de m. tibialis anterior van de zeven kandidaten met de symptomen van een klapvoet en de mediaan van de controlegroep wordt in een figuur weergegeven (zie figuur 5).

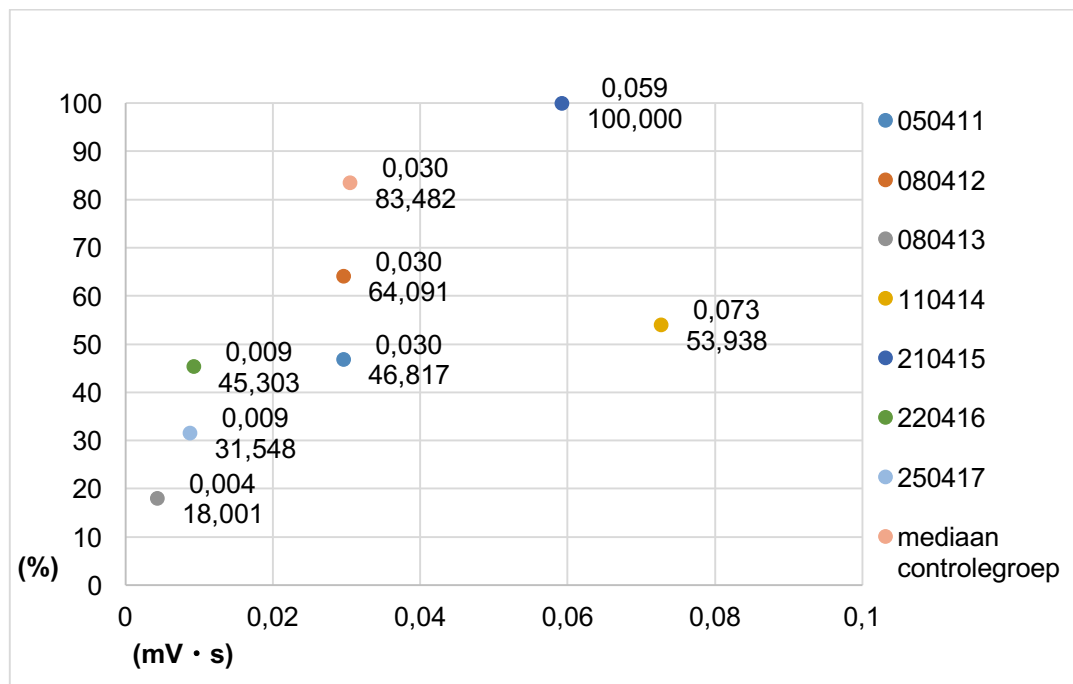


Figuur 5: Weergave van de mate (mV•s) en duur (%) van spieractiviteit van de m. tibialis anterior van kandidaten met de symptomen van een klapvoet en de mediaan van de controlegroep. Bovenste getal bij een gekleurd bolletje in de grafiek geeft de mate van activiteit weer en de onderste de duur van activiteit. mV•s: millivolt maal seconde.

3.3 Verkregen resultaten m. gastrocnemius (caput mediale)

Ook de m. gastrocnemius (caput mediale) vertoonde in de mate van activiteit geen significant verschil tussen de controlegroep (Mdn 0,030mV•s) (Rng 0,136mV•s) en de kandidaten met de symptomen van een klapvoet (Mdn 0,009mV•s) (Rng 0,068mV•s), z -1,273, p 0,232 en r -0,329. De duur van activiteit is de enige variabele die wél een significant verschil vertoonde tussen de controlegroep (Mdn 83,482%) (Rng 64,450%) en de kandidaten met de symptomen van een klapvoet (Mdn 46,817%) (Rng 82,000%), z -2,083, p 0,040 en r -0,538.

De verdeling van de m. gastrocnemius (caput mediale) bij de zeven kandidaten met de symptomen van een klapvoet en de mediaan van de controlegroep is te zien in een figuur (zie figuur 6).

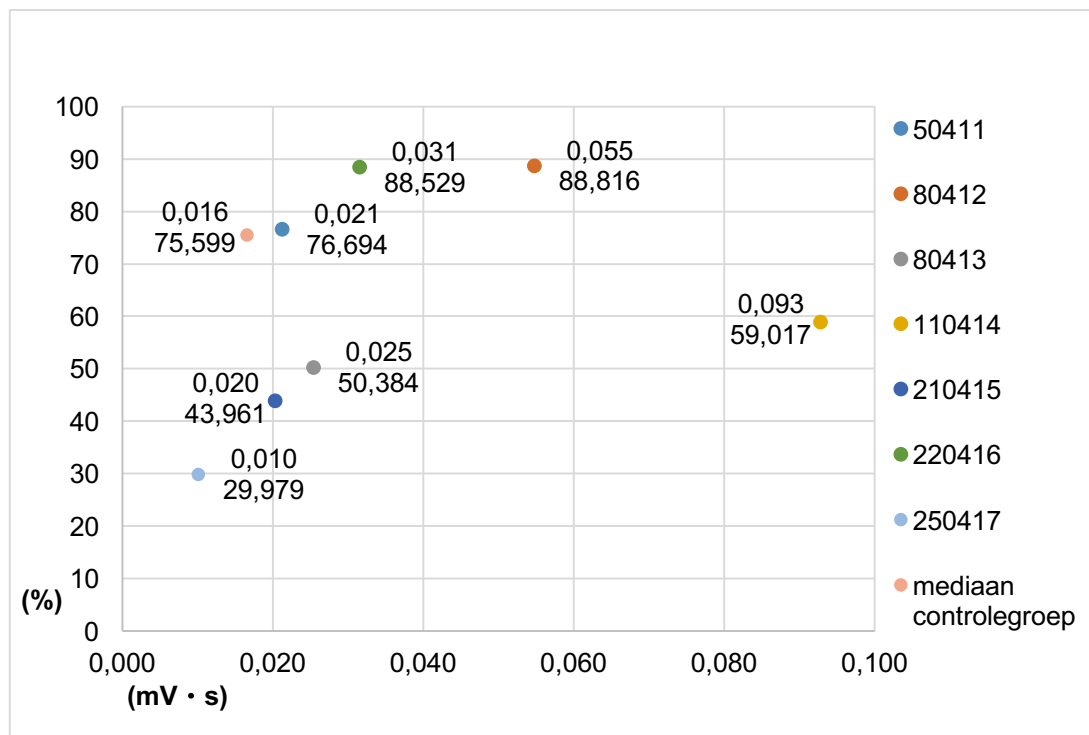


Figuur 6: Weergave van de mate (mV•s) en duur (%) van spieractiviteit van de m. gastrocnemius (caput mediale) van kandidaten met de symptomen van een klapvoet en de mediaan van de controlegroep. Bovenste getal bij een gekleurd bolletje in de grafiek geeft de mate van activiteit weer en de onderste de duur van activiteit. mV•s: millivolt maal seconde.

3.4 Verkregen resultaten m. biceps femoris (caput longum)

De controlegroep vertoonde zowel in de mate van activiteit (Mdn 0,016mV•s) (Rng 0,200 mV•s) als in de duur (Mdn 75,599%) (Rng 89,198%) van activiteit geen significant verschil met de kandidaten met de symptomen van een klapvoet (Mdn 0,025mV•s) (0,083 mV•s) (Mdn 59,017%) (Rng 58,837%). De mate van activiteit had de volgende waarden: z -0,463, p 0,536 en r -0,120. De duur had de volgende waarden: z -0,232, p 0,694 en r -0,060.

De verdeling van de m. biceps femoris (caput longum) bij de zeven kandidaten met de symptomen van een klapvoet en de mediaan van de controlegroep is te zien in een figuur (zie figuur7).

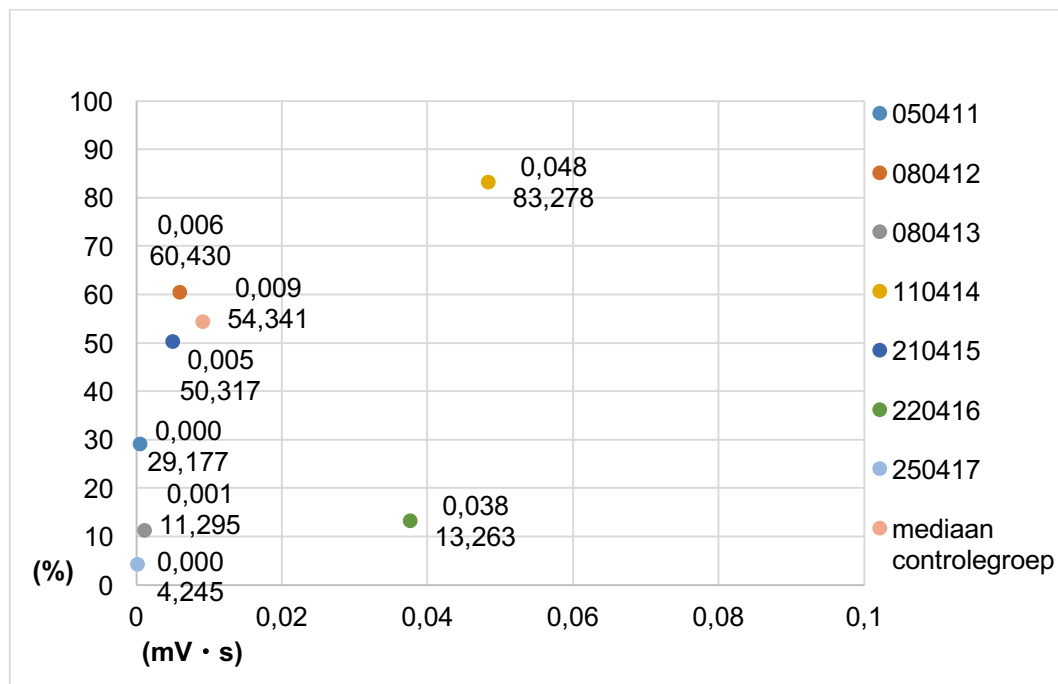


Figuur 7: Weergave van de mate (mV•s) en duur (%) van spieractiviteit van de m. biceps femoris (caput longum) van kandidaten met de symptomen van een klapvoet en de mediaan van de controlegroep. Bovenste getal bij een gekleurd bolletje in de grafiek geeft de mate van activiteit weer en de onderste de duur van activiteit. mV•s: millivolt maal seconde.

3.5 Verkregen resultaten m. gluteus medius

Als beide groepen werden vergeleken in de mate van activiteit vertoonde de controlegroep (Mdn 0,009mV•s) (Rng 1,399mV•s) geen significant verschil met de groep kandidaten met de symptomen van een klapvoet (Mdn 0,005mV•s) (Rng 0,048mV•s) met de waardes van z -0,232, p 0,867 en r -0,060. Ook de duur van activiteit gaf geen significant verschil aan tussen de controlegroep (Mdn 54,341%) (Rng 100%) en de groep met kandidaten met de symptomen van een klapvoet (Mdn 29,177%) (Rng 79,033%), z -0,580, p 0,613 en r -0,150.

De verdeling van de m. gluteus medius bij de kandidaten met de symptomen van een klapvoet in en de mediaan van de controlegroep is weergegeven in een figuur (zie figuur 8).



Figuur 8: Weergave van de mate (mV•s) en duur (%) van spieractiviteit van de m. gluteus medius kandidaten met de symptomen van een klapvoet en de mediaan van de controlegroep. Bovenste getal bij een gekleurd bolletje in de grafiek geeft de mate van activiteit weer en de onderste de duur van activiteit. mV•s: millivolt maal seconde..

4 Discussie

Gedurende dit onderzoek is geprobeerd inzicht te verkrijgen in de verschillen in spieractiviteit bij gezonde kandidaten en kandidaten met de symptomen van een klapvoet. Dit om vervolgens een behandeladvies te kunnen geven om het lopen zo gemakkelijk mogelijk te maken, functionele beperkingen op te heffen en het valrisico te verkleinen. Hierbij stond de volgende onderzoeksvraag centraal:

Wat zijn de verschillen in spieractiviteit (sEMG), uitgedrukt in de mate (mV•s) en duur (%) van spieractiviteit, bij gezonde kandidaten en kandidaten met de symptomen van een klapvoet gedurende gang en kan op basis van de verkregen resultaten door de onderzoekers een behandeladvies worden gegeven aan fysiotherapeuten?

4.1 Beantwoording vraagstelling en resultaten vergeleken met literatuur

Uit het onderzoek blijkt, dat de m. tibialis anterior geen significant verschil heeft, in zowel de mate als de duur van activiteit tussen de kandidaten met de symptomen van een klapvoet en de kandidaten uit de controlegroep. Met een p-waarde van 0,094 voor de duur van activiteit komt deze het meest in de buurt van een significantie. Het lag in de verwachting dat deze spier juist een significant verschil aantoonde, aangezien het onvermogen van het heffen van de voet en tenen tot uiting komt in het symptoom van een klapvoet (4).

De m. gastrocnemius (caput mediale) was de enige spier waarbij de kandidaten met de symptomen van een klapvoet significant mindere lange duur van activiteit vertoonden. Als figuur 6 wordt bekeken, is bij de meeste kandidaten met de symptomen van een klapvoet de mate (71,429% van de kandidaten) en de duur (85,714% van de kandidaten) van de activiteit minder dan de mediaan van de controlegroep. Dit heeft er mogelijk mee te maken dat vier van de zeven kandidaten in het dagelijks leven gebruik maken van een EVO. Uit het onderzoek van J.F.M. Gebroers et al. blijkt bij immobilisatie middels gips (na een fractuur) dat kracht hoofdzakelijk afneemt door vezels atrofie en een verminderde elektromechanische werking (29).

Echter, kan op dit moment niet wetenschappelijk onderbouwd worden of spierkracht van de m. gastrocnemius ook afneemt wanneer immobilisatie middels een EVO of een (semi-)orthopedische schoen plaatsvindt.

De m. biceps femoris heeft onder andere als functie knieflexie. Er werd verwacht dat

de kandidaten met de symptomen van een klapvoet, welke het gangpatroon compenseerden door middel van een hanentred, een grotere mate van en langere duur van activiteit vertoonden. Dit is in de statistische analyse niet af te lezen. Zowel de mate als de duur van activiteit is niet significant. Echter, als de zeven kandidaten met de symptomen van een klapvoet met de mediaan van de controlegroep worden vergeleken, blijkt 85,714% van de kandidaten een grotere maat van activiteit te vertonen. De duur van activiteit was per kandidaat met een klapvoet erg verschillend, aangezien 42,857% een langere duur en 57,143% een kortere duur van activiteit vertoonden in vergelijking met de mediaan van de controlegroep. Bij de laatste spier, de m. gluteus medius, werd ook een significant verschil verwacht door het circumductie patroon dat enkele patiënten met de symptomen van een klapvoet vertoonden (15). Slechts 28,571% van de kandidaten met de symptomen van een klapvoet toonden duidelijk meer mate van activiteit dan de mediaan van de controlegroep.

De mate van inspanning bij het lopen voor en tijdens de meting verschilde per kandidaat. Enkele kandidaten gaven ook aan vermoeid te zijn na de meting en het erg inspannend te vinden. Een mogelijke oorzaak van de resultaten kan gelegen hebben aan het feit dat de oppervlakte-elektromyografie amplitude het niveau van spier activiteit en de omvang van spierkracht niet voorspellen kan wanneer de spieren vermoeidheid vertonen (30).

Doordat er geen significant verschil te herkennen is tussen de kandidaten met de symptomen van een klapvoet en de controlegroep kan momenteel geen behandeladvies gegeven worden voor therapeuten in de praktijk.

4.2 Methodologische kwaliteit van het onderzoek

Een sterk punt van deze studie is de zorgvuldige voorbereiding van de praktische vaardigheden en het beschrijven van de methode waarin de procedure van de meting wordt uitgelegd. Aangezien de onderzoekers geen ervaring hadden met de Delsys Trigno apparatuur was het essentieel om protocollen op te stellen en de juiste meetopstelling te creëren.

Daarnaast was het een pluspunt om een draadloze sEMG meting uit te voeren. Op deze manier konden de kandidaten vrijer bewegen en werden minder beperkt in bewegen dan wanneer er een verbinding tussen de sensoren en de apparatuur had gezeten.

De grootste beperking van het onderzoek was het vinden van geschikte kandidaten met de symptomen van een klapvoet. Om deze reden is er een amendement ingediend bij de METC Zuyderland met de vraag of de leeftijd opgehoogd kon worden van zeventig jaar naar honderd jaar. De commissie heeft dit amendement goedgekeurd (zie bijlage 10).

Hierdoor is er een groot verschil in leeftijd tussen de controlegroep en de groep kandidaten met de symptomen van een klapvoet. Dit kan invloed hebben gehad op de resultaten, aangezien het verlies van spiermassa beschouwd wordt als een grote factor van krachtverlies in leeftijd (31).

Daarnaast bestond de controlegroep voor de meerderheid uit vrouwen, terwijl de groep met kandidaten met de symptomen van een klapvoet grotendeels bestond uit mannen. Er is onderzoek gedaan naar spierkracht bij mannen en vrouwen. Hieruit bleek dat vrouwen in alle leeftijdsgroepen een lagere spierkracht hebben dan mannen (32).

Deze studie bestond uiteindelijk uit acht gezonde kandidaten en zeven kandidaten met de symptomen van een klapvoet. Wenselijk was geweest om een grotere populatie te hebben. Dit is echter niet gelukt, omdat het bij nader inzien lastiger was om kandidaten met de symptomen van een klapvoet te vinden die voldeden aan de criteria.

Een aantal kandidaten met de symptomen van een klapvoet vonden het een zware belasting om naar de Hogeschool in Heerlen te moeten komen.

Het onderzoek moest plaatsvinden op Zuyd Hogeschool, omdat de verzekering van de Delsys Trigno apparatuur alleen van kracht is binnen Zuyd Hogeschool.

Gedurende de metingen waren bij een aantal kandidaten de spieren nauwelijks zichtbaar en moeilijk te palperen, waardoor het plaatsen van de sensoren, ondanks het opgestelde sensorenprotocol, mogelijk niet voldoende nauwkeurig was. Hierdoor heeft wellicht meer contaminatie ("crosstalking") plaatsgevonden met omliggende en onderliggende spieren (19).

4.3 Implicaties voor het onderzoek en de praktijk

Uit de beantwoording van de vraagstelling blijkt dat er geen duidelijk verschil naar voren is gekomen tussen de controlegroep en kandidaten met de symptomen van een klapvoet. Om deze reden kunnen er geen implicaties worden gegeven voor de praktijk.

Indien er een vervolgonderzoek wordt gedaan naar de verschillen in spieractiviteit bij mensen met een gezond gangpatroon en mensen met de symptomen van een klapvoet kan er rekening worden gehouden met een aantal aspecten, namelijk:

- **De mate van uitval van de n. peroneus:** Bij het opplakken van de sensor bleek dat de mate van uitval van de voetheffers per persoon erg verschilde, waarbij de ene kandidaat een volledige verlamming had en anderen nog wel enige activiteit vertoonden. Dit kan worden voorkomen door dit mee te nemen in de inclusie- en exclusiecriteria en vooraf langs te gaan bij de kandidaten om te kijken naar de mate van uitval, bijv. middels de Medical Research Council (MRC) (33).
- **Geslacht en leeftijd:** In een vervolgonderzoek kan rekening worden gehouden met verschillen in leeftijd en geslacht door middel van koppels te vormen, waarbij bijvoorbeeld een vrouwelijke kandidaat van 59 jaar oud met rechts als voorkeursbeen gekoppeld wordt aan een vrouwelijke kandidaat van 59 jaar oud met rechts een klapvoet.
- **Gangsnelheid:** Gezien elke kandidaat een andere gangsnelheid heeft, is in dit onderzoek gekozen om de duur van activiteit van heel strike tot heel strike procentueel vast te stellen. Echter is er geen rekening gehouden met het verschil in snelheid tussen het linker- en rechterbeen. Hiervoor zou in het vervolg gebruik gemaakt kunnen worden van een metronoom om de snelheid van het lopen te bepalen.
- **Aantal deelnemers:** De onderzoekspopulatie was erg beperkt. Voor een vervolgonderzoek wordt er geadviseerd om een grotere populatie te meten om een meer betrouwbare meting te verkrijgen.
- **Locatie van de meting:** Indien het de intentie is om zoveel mogelijk kandidaten te laten deelnemen aan het onderzoek en de meetinstrumenten vervoerd kunnen worden, wordt er geadviseerd om een locatie te vinden in de omgeving van de kandidaat.

5 Conclusie

Bij alle kandidaten met de symptomen van een klapvoet die hebben deelgenomen aan de meting, was te zien dat ze ieder op hun eigen manier hebben leren functioneren met deze belemmering, doordat ze op een functionele manier trainen in het ADL.

Middels het analyseren met SPSS en Excel zijn er minimale verschillen gevonden in de gangpatronen van kandidaten met een gezond gangpatroon in vergelijking met het gangpatroon van de kandidaten met de symptomen van een klapvoet. Om deze reden is er geen duidelijk patroon herkend en kan er momenteel geen behandeladvies worden gegeven aan fysiotherapeuten op basis van deze resultaten.

6 Literatuurlijst

1. Djekidel M, Harb W. A case of foot drop as an expression of brain metastases? The neurologist. 2006;12(5):274-5.
2. Van de Warrenburg BPC, Snijders AH, Munneke M, Bloem BR. Loopstoornissen door neurologische aandoeningen. Ned Tijdschr Geneesk. 2007;151(7):395-400.
3. N.V.N. 2012. Patientenvoorlichting: klapvoet [Online]. Available from: <https://www.neurologie.nl/publiek/patientenvoorlichting/klapvoet> [2015, June 15].
4. Verschuur E. 2013. Klapvoet.info [Online]. Available from: www.klapvoet.info [2015, June 15].
5. Pritchett JW, Porembski MA. 2015. Foot drop [Online]. Available from: <http://emedicine.medscape.com/article/1234607-overview#a7> [2016, February 26].
6. Kottink AIR, Oostendorp LJM, Buurke JH, Nene AV, Hermens HJ, IJzerman MJ. The orthotic effect of functional electrical stimulation on the improvement of walking in stroke patients with a dropped foot: a systematic review. Artificial organs. 2004;28(6):577.
7. Handžić I, Reed KB. Perception of gait patterns that deviate from normal and symmetric biped locomotion. Frontiers in psychology. 2015;6(199):3.
8. Prof. dr. Lohman AHM, Drs. Zuidgeest A. Vorm En Beweging: Leerboek Van Het Bewegingsapparaat Van De Mens. 12th ed. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2011.
9. Peterson-Kendall F, Kendall-McCreary E, Geise-Provance P, McIntyre-Rodgers M, Romani WA. Spieren; tests en functies. 4th ed. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2008.
10. Prof. dr. Kuks JBM, Prof. dr. Snoek JW. Klinische neurologie. 16th ed. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2007.
11. DeLisa JA. Gait analysis in the science of rehabilitation. Baltimore: Diane Publishing Co.; 1998.
12. Kluding PM, Dunning K, O'Dell MW, Wu SS, Ginosian J, Feld J, et al. Foot Drop Stimulation Versus Ankle Foot Orthosis After Stroke 30-Week Outcomes. Stroke. 2013;44(6):1660.
13. Gerritsen BJ, Heerkens YF. Anatomie in vivo van het bewegingsapparaat. 5th ed. Amsterdam: Reed Business Education; 2008.
14. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus: anatomische atlas :

- algemene anatomie en bewegingsapparaat. 2nd ed. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum; 2011.
15. Loyson I, Nollet T. 2011. Effectiviteit van robotgeassisteerde gangrevalidatie bij (sub)acute CVA-patiënten [Online]. Available from: http://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/001/788/156/RUG01-001788156_2012_0001_AC.pdf [2015, September 23].
 16. Kapandji IA. Bewegingsleer; de onderste extremiteit. 2nd ed. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2009.
 17. Tao W, Liu T, Zheng R, Feng H. Gait analysis using wearable sensors. *Sensors*. 2012;12(2):2261-9.
 18. Disselhorst-Klug C, Schmitz-Rode T, Rau G. Surface electromyography and muscle force: limits in sEMG–force relationship and new approaches for applications. *Clinical biomechanics*. 2009;24(3):225.
 19. Franssen JLM. Handboek oppervlakte-elektromyografie. Utrecht: De tijdstroom; 1995.
 20. Dwarslaesie Organisatie Nederland. 2013. Voetproblemen: klapvoet [Online]. Available from: <http://www.dwarslaesie.nl/caudalaesie/wat-is-een-caudalaesie/symptomenklachten/voetproblemen> [2015, June 15].
 21. Veerbeek JM, van Weegen EEH, Van Peppen RPS, Hendriks HJM, Rietberg MB, Heijblom K, et al. 2014. KNGF Richtlijn Beroerte - Verantwoording en Toelichting [Online]. Available from: <https://www.fysionet-evidencebased.nl/index.php/richtlijnen/richtlijnen/beroerte-2014/verantwoording-en-toelichting> [2016, March 3].
 22. van Asbeck FWA. Handboek dwarslaesierevalidatie. 2nd ed. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum; 2007.
 23. Geboers JFM, Janssen-Potten YJM, Seelen HAM, Spaans F, Drost MR. Evaluation of effect of ankle-foot orthosis use on strength restoration of paretic dorsiflexors. *Physical medicine and rehabilitation*. 2001;82(6):858.
 24. Delsys. 2016. Sensor Placement [Online]. Available from: <http://www.delsys.com/products/emg-auxiliary-sensors/std-sensor/> [2015, December 10].
 25. Tixa S. Anatomie in Vivo Ivo 2 onderste extremiteit. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum; 2001.
 26. Mathworks. 2016. MATLAB [Online]. Available from: http://nl.mathworks.com/products/matlab/index.html?s_tid=gn_loc_drop [2016, April 10].
 27. Field A. Discovering statistics using IBM SPSS statistics. 4th ed. London: Sage;

2013.

28. Hae-Young K. Statistical notes for clinical researchers: Nonparametric statistical methods: 1. Nonparametric methods for comparing two groups. *Restorative dentistry & endodontics*. 2014;39(3):235.
29. Geboers J, van Tuijl J, Seelen H, Drost M. Effect of immobilization on ankle dorsiflexion strength. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*. 2000;32(2):66-9.
30. Dideriksen JL, Farina D, Enoka RM. Influence of fatigue on the simulated relation between the amplitude of the surface electromyogram and muscle force. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*. 2010;368(1920):2765.
31. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2006;61(10):1059.
32. Danneskiold-Samsøe B, Bartels E, Bülow P, Lund H, Stockmarr A, Holm C, et al. Isokinetic and isometric muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender. *Acta physiologica*. 2009;197(suppl.673):22.
33. van Engelen E. 2015. Medical Research Council (MRC) [Online]. Available from: http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/498_1_N.pdf [2016, May 10].
34. St. Antonius Ziekenhuis. 2009. HANDLEIDING schrijven patiënteninformatiebrief VOORBEELDBRIEF en TOESTEMMINGSFORMULIER, voor klinisch medisch-wetenschappelijk onderzoek [Online]. Available from: www.antoniusziekenhuis.nl/1872197/1937669/04_patiënteninformatiebrief [2015, October 25].

7 Bijlagen

Bijlage 1 – Mail docenten fysiotherapie

Beste docenten van de opleiding fysiotherapie,

Voor onze afstudeeropdracht zijn wij (Fleur de Haan en Anne-Marie Smit) op zoek naar kandidaten met de symptomen van een klapvoet die bereid zijn mee te werken aan een onderzoek met een sEMG meting. Door middel van deze mail hopen we via jullie kandidaten te vinden c.q. tips te krijgen. De kandidaten dienen aan de volgende criteria voldoen:

Inclusiecriteria:

- Leeftijd tussen twintig en honderd jaar
- Minstens acht stappen kunnen zetten zonder enkel-voetorthese en/of (semi-)orthopedische schoen, evt. met loophulpmiddel
- Nederlands kunnen verstaan en spreken
- Langer dan twee maanden de symptomen van een klapvoet hebbend

Exclusiecriteria:

- Pleister allergie
- Neurologische verschijnselen aan de niet-aangedane zijde
- Controlegroep: problemen tijdens het gaan

Het onderzoek vindt plaats op Zuyd Hogeschool en zal ongeveer een uur in beslag nemen. Voor een gratis parkeerplaats en een kopje koffie wordt gezorgd.

Naast tien kandidaten met een klapvoet, zoeken wij ook nog tien kandidaten met een gezond gangpatroon. Aangezien wij beiden niet uit deze regio komen en daardoor weinig mensen kennen in deze leeftijdscategorie is dit voor ons lastig. Dus indien een aantal van jullie ook mee willen werken aan deze meting, stellen wij dat erg op prijs. Aanmelden kan bij Anne-Marie: 1208926smit@zuyd.nl

Graag vernemen we van jullie, alvast bedankt.

Met vriendelijke groet,

Anne-Marie en Fleur

Bijlage 2 – Informatiebrief

Klapvoet; mate en duur van activiteit

Geachte meneer/mevrouw,

Datum:

Een fysiotherapeut heeft kennis van het bewegingsapparaat en brengt mensen na ziekte of ongeval weer in beweging. Een van de meest belangrijke bewegingen in ons leven noemen wij het gaan. In de volksmond noemen wij dat wandelen. Er zijn verschillende manieren om het gangpatroon te verbeteren, al is het daarvoor belangrijk om te weten wat het lopen belemmert.

Informatie over het te starten onderzoek kunt u in deze brief nog eens rustig nalezen, zodat u daarna kunt beslissen of u al dan niet deelneemt aan dit onderzoek.

Waarom dit onderzoek?

In het kader van de afstudeerscriptie van de opleiding fysiotherapie op Zuyd Hogeschool wordt er onderzoek gedaan naar de verschillen in spieractiviteit tijdens het lopen bij kandidaten met een gezond gangpatroon en kandidaten met de symptomen van een klapvoet. Er zijn meerdere behandelmogelijkheden voor een klapvoet. Dit kan middels een enkel-voetorthese, elektrostimulatie en actief bewegen, eventueel onder begeleiding van een fysiotherapeut. Nader onderzoek is nodig naar welke spieren de meeste activiteit vertonen bij mensen met de symptomen van een klapvoet. Zodra hierover meer bekend is, zou eventueel advies kunnen worden gegeven over het trainen van kandidaten met de symptomen van een klapvoet.

Opzet van het onderzoek en wat houdt het in?

Er dienen ongeveer twintig kandidaten (verdeeld in 2 groepen) deel te nemen aan het onderzoek gedurende een periode van drie maanden. Tien kandidaten met een gezond gangpatroon en tien kandidaten met de symptomen van een klapvoet. Indien u besluit tot deelname aan dit onderzoek, nodigen wij u graag uit op Zuyd Hogeschool in Heerlen. Tijdens het onderzoek worden vier sensoren op uw been geplakt die de activiteit van de desbetreffende onderliggende spieren meten. De sensoren geven de signalen van de spieren door naar de computer. Vervolgens verwerken de onderzoekers deze gegevens in Excel en een statistiek programma genaamd SPSS. Aan de resultaten van het onderzoek worden conclusies verbonden.

Belasting en risico's

Wat betekent het voor u om mee te doen aan dit onderzoek?

Het totale onderzoek duurt ongeveer een uur en vindt plaats op Zuyd Hogeschool in Heerlen. Gedurende dit uur worden vier sensoren op uw been geplakt. Hiervoor is het handig om een korte broek/rok te dragen, zodat de sensor gemakkelijk op de huid kan worden aangebracht. Indien nodig wordt er lichaamshaar verwijderd op de plek van de sensor. Ook is het belangrijk dat u geen pleisterallergie heeft. Hierna loopt u acht stappen in een voor u comfortabel tempo. Er wordt gevraagd dit drie keer te herhalen. De onderzoekers zullen ook zorgen voor koffie/ thee indien u tussendoor een korte pauze wenst te houden.

Dit onderzoek brengt geen risico's met zich mee. Een officieel verzoek tot het afnemen van dit onderzoek is ingediend bij de Medische Ethische Toetsingscommissie Zuyderland. Deze commissie heeft het onderzoek goedgekeurd.

Door uw bijdrage kunnen de onderzoekers inzicht verkrijgen in de verschillen van spieractiviteit tussen kandidaten met de symptomen van een klapvoet en kandidaten met een gezond gangpatroon. Dit opent mogelijkheden voor het ontwikkelen van een nieuwe behandeladvies in de fysiotherapie voor mensen met de symptomen van een klapvoet om zo het wandelen zo efficiënt mogelijk te maken.

Privacy

Resultaten van het onderzoek worden anoniem verwerkt. Dit houdt in dat uw naam wordt opgeslagen onder een code en uw geboortedatum etc. er niet bij vermeld staan.

Slechts enkele, hiertoe bevoegde, begeleiders en toezichthouders hebben toegang tot de onderzoeksresultaten, ook zij zullen de gegevens vertrouwelijk behandelen. De gegevens worden vijf jaar bewaard.

Eventuele tegemoetkoming

Voor dit onderzoek wordt geen vergoeding uitgekeerd. U kunt enkel in aanmerking komen voor een tegemoetkoming van de reiskosten die u gemaakt heeft. Indien u met eigen vervoer komt kunt u gebruik maken van de gratis parkeerplaatsen bij Zuyd Hogeschool te Heerlen.

Wij hopen u met deze informatie van dienst te zijn geweest.

Indien u besluit tot deelname aan het onderzoek verzoeken wij u bijgevoegd formulier in te vullen en mee te nemen naar het onderzoek. Daarmee geeft u toestemming voor het onderzoek (34). Deelname blijft echter vrijwillig en u kunt op elk moment stoppen.

Indien u nog vragen heeft, zijn wij te bereiken per mail of mobiele telefoon:

Begeleider

Dennis Odekerken (docent Zuyd Hogeschool, faculteit gezondheidszorg)

dennis.odekerken@zuyd.nl

+31 (0)45 4006797

Onderzoekers

Anne-Marie Smit

1208926smit@zuyd.nl

+31 (0)6 313 149 65

Fleur de Haan

1201654haan@zuyd.nl

+31 (0)6 346 215 77

Bijlage 3 – Informed consent

TOESTEMMINGSFORMULIER (34)

Klapvoet; mate en duur van spieractiviteit gemeten met sEMG

Door dit toestemmingsformulier te ondertekenen verklaar ik het volgende:

- Ik ben goed geïnformeerd, zowel mondeling door de onderzoekers als schriftelijk d.m.v. de patiënten informatiebrief behorende bij dit onderzoek.
- Ik heb de informatie goed begrepen.
- Ik geef toestemming dat mijn gegevens uit dit onderzoek anoniem worden opgeslagen.
- De relevante gegevens van mij uit dit onderzoek worden vijf jaar bewaard na afloop van het onderzoek.
- Ik neem geheel vrijwillig deel aan dit onderzoek en ik kan te allen tijde verdere deelname weigeren of mij terugtrekken uit dit onderzoek.
- Mij is meegedeeld dat genoemde personen allen een geheimhoudingsplicht hebben ten aanzien van mijn persoonlijke medische gegevens.
- Mij is meegedeeld dat de onderzoekers niet aansprakelijk kunnen worden gesteld voor eventuele schade.
- Ik heb goed kennisgenomen van alle andere punten uit de patiënten informatiebrief.

Uitsluitend in te vullen door de kandidaat:

Naam kandidaat	Handtekening	Datum en plaats
----------------	--------------	-----------------

.....		
-------	-------	-------

Als onderzoeker van dit onderzoek verklaar ik dat ik bovengenoemde deelnemer heb uitgelegd wat deelname inhoudt en dat ik borg sta voor de privacy van zijn/haar gegevens.

Uitsluitend in te vullen door de onderzoeker:

Naam onderzoeker	Handtekening	Kandidaatcode	Datum en plaats
------------------	--------------	---------------	-----------------

.....			
-------	-------	-------	-------

Bijlage 4 – Intake formulier

In te vullen door de kandidaat

Omcirkelen wat van toepassing is.

Geslacht: M / V

Leeftijd:.....

Aangedane zijde/voorkeursbeen: L / R

Indien van toepassing

Ziektebeeld:.....

Hoe lang zijn de
symptomen aanwezig:

Loophulpmiddel:

Opmerkingen:
.....
.....
.....

Checklist in te vullen door de onderzoekers

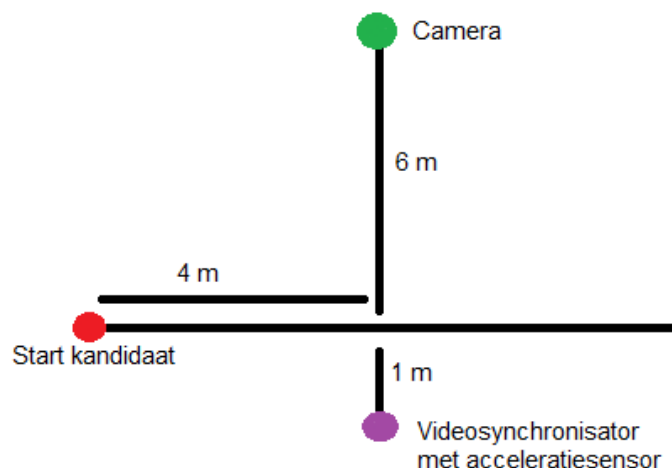
Informed consent getekend o

sEMG plaatsen:	Links:	Rechts:
M. tibialis anterior	☐	☐
M. gastrocnemius (caput mediale)	☐	☐
M. biceps femoris (caput longum)	☐	☐
M. gluteus medius	☐	☐

Opmerkingen:.....
.....
.....
.....

Bijlage 5 – Meetprotocol

- Computer en software opstarten (open EMGworks Acquisition)
 - Kies Workflow Environment Pro
 - Maak nieuwe meting aan (Test Configuration Manager)
 - Kandidaat gegevens invoeren
 - Met Add a sensor kun je een sensor toevoegen. Kies voor Trigno Sensor Types > EMG Only en sleep deze op de spier die je gaat meten
 - Sensoren juiste spierbenaming geven
 - Tijdsduur van de meting instellen
 - Sleep de Plot and Store van de Available Workflow Templates naar de Workflow Designer
 - Selecteer de sensoren die gemeten moeten worden en stel de tijd in
 - Klik op “start test”
 - Opslaan
 - Naam van het bestand (kandidaat code)
 - Locatie
- Camera aanzetten
 - Op een afstand van vier meter van het startpunt en zes meter verticaal van de looprichting dient een statief van 20cm neer gezet te worden (zie figuur 9).
 - Videosynchronisator met acceleratie sensor zeven meter afstand tegenover camera.
- Klik Run Task
 - Klik Start → meting begint



Figuur 9: Opstelling meeting

Bijlage 6 – Sensorenprotocol

Om een succesvolle sEMG opname te maken is het van belang om te begrijpen hoe je de sensoren gebruikt en waar deze geplaatst dienen te worden. Bij iedere meting worden deze op exact hetzelfde deel van de spieren geplaatst.

Locatie

Juiste plaatsing van de sensoren is van cruciaal belang om een goede kwaliteit van sEMG signalen te ontvangen. De onderzoeker wordt aangeraden om een anatomische atlas te raadplegen om te bepalen wat de precieze locatie, origo, insertie en functie van de spier is (zie figuur 10).

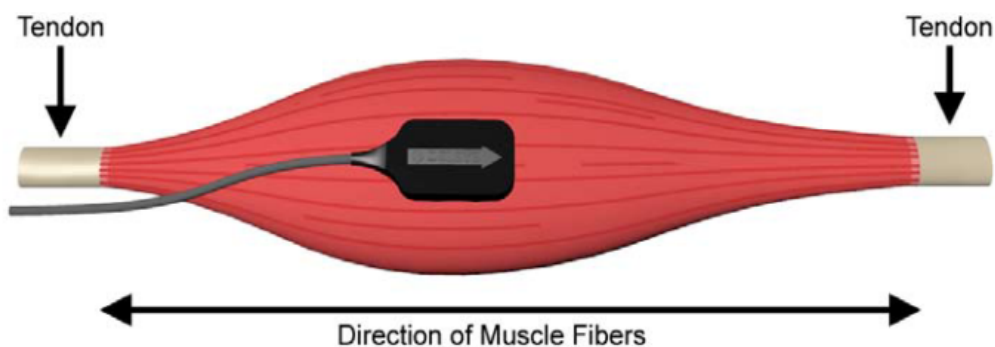
1. Plaats de sensor langs de longitudinale middellijn van de gewenste spier met de pijl parallel aan de spiervezels.

Plaats de sensor **niet** buiten de randen van de spier, op die plekken is de sensor vatbaar voor zogenaamde ‘crosstalk signals’ van aangrenzende spieren.

2. Plaats de sensor tussen een zogenaamde “motor point” (innervatie zone) en insertie.

Plaats de sensor **niet** op of te dichtbij het “motor point”. Plaats de sensor **niet** op of te dichtbij de pees van de spier.

3. Zodra de sensor is geplaatst, dient de spier te worden aangespannen om te zien of er een zichtbare contractie plaatsvindt. Zo niet, dan kan de sensor eenvoudig verplaatst worden aangezien er geen lijm nodig is.



Figuur 10: Sensor plaatsing op spierbuik

Plaatsen van de sensor

1. Veeg het oppervlak van de sensor en de zilveren detectie lijntjes schoon met een isopropyl-alcohol pad. Laat de sensor gedurende enkele seconden drogen.
2. Scheer overmatig haar weg op het betreffende gedeelte waar de sensor wordt bevestigd.
3. Reinig de huid met isopropyl-alcohol voor een betere hechting van de sensor. Laat de huid gedurende enkele seconden drogen.
4. Bevestig de sensor op de huid met behulp van een Delsys Adhesive Sensor Interface (zie figuur 11).
 - A. Neem een dubbelzijdig plakkertje (interface) en breng deze aan op de sensor. Let hierbij op dat de zilveren detectie lijntjes precies in de uitsparing van het plakkertje vallen.
 - B. Verwijder de witte zijde van het dubbelzijdige plakkertje (interface).
 - C. Breng de sensor aan op het desbetreffende deel van de huid (24).



Figuur 11: Sensor voorbereiding

Tabel 3: Locatie en plaatsing van sEMG sensoren op de huid

Spier (14)	Origo (14)	Insertie	Houding/plaatsing (25)	In vivo(25)
<i>M. tibialis anterior</i>	Bovenste 2/3 deel van de facies lateralis tibiae, membrana interossea cruris en het bovenste deel van de fascia cruris superficialis	Mediale en plantaire vlak van het os cuneiforme mediale, mediale deel van het os metatarsi I	Het bovenste spronggewricht maakt dorsaalflexie, het onderste spronggewricht een inversie (supinatie). De sensor wordt op nr. 2 geplaatst (spierbuik), op de helft van het onderbeen.	

<i>M. gastrocnemius</i> <i>(caput mediale)</i>	Epicondylus medialis femoris	Over de achillespees (tendo calcaneus) aan het tuber calcanei	Het bovenste spronggewricht maakt plantairflexie, het onderste spronggewricht een inversie (supinatie) en de knie wordt in flexie gehouden. Dit gaat het makkelijkste in buiklig. De sensor wordt naast nr. 2 geplaatst (mediale spierbuik), op 1/4 van het onderbeen bekeken vanuit de knieholte.	
---	---	--	--	---

<i>M. biceps femoris</i> <i>(caput longum)</i>	Tuber ischadicum, lig. sacrotuberale	Caput fibulae	De spier is het makkelijkste te palperen in buiklig. Met één hand wordt de hiel en de laterale voetrand omvat zodat weerstand kan worden gegeven tegen flexie en exorotatie van de knie. De sensor wordt op nr. 2 geplaatst (spierbuik), op de helft van het bovenbeen.	
---	--	---------------	---	---

<i>M. gluteus medius</i>	Facies glutea van het os ilium (net onder de crista iliaca tussen linea gluteae anterior en posterior)	Laterale vlak van trochanter major van het femur	De spier is het makkelijkste te palperen in zijlig. De referentiepunten zijn de voorzijde van de crista iliaca en de bovenste rand van de trochanter major. Op deze punten kan de onderzoeker de handen plaatsen. De proefpersoon maakt abductie van de heup tegen weerstand (proximaal van de knie), vervolgens vanuit deze houding een aantal keer een snelle endorotatie beweging te maken in de heup. De sensor wordt op nr. 2 geplaatst (spierbuik), op handbreedte onder de crista iliaca rand.	
---------------------------------	--	--	---	---

m.; musculus; *lig.*; ligamentum; *nr.*: nummer.

Bijlage 7 – Goedkeuring METC Zuyderland



Zuyd Hogeschool
T.a.v. de heer D.M.H. Odekerken MSC
Nieuw Eyckholt 300
6419 DJ HEERLEN

College van Bestuur

Nieuw Eyckholt 300, 6419 DJ Heerlen
Postbus 550, 6400 AN Heerlen

Telefoon +31 (0)45 400 60 60
info@zuyd.nl, www.zuyd.nl

Plaats	Datum	Onderwerp	Kenmerk
Heerlen	19.02.2016	onderzoek 'Klapvoet; duur en mate van spieractiviteit'	U1600107

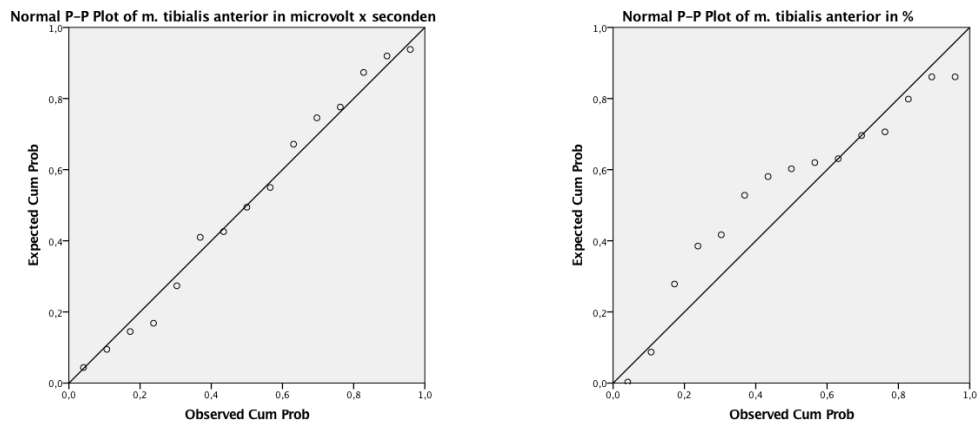
Geachte heer Odekerken, beste Dennis,

In vervolg op de brief van METC Zuyderland d.d. 22 januari 2016, geeft het College van Bestuur van Zuyd Hogeschool hierbij toestemming om te starten met het onderzoek 'Klapvoet; duur en mate van spieractiviteit'.

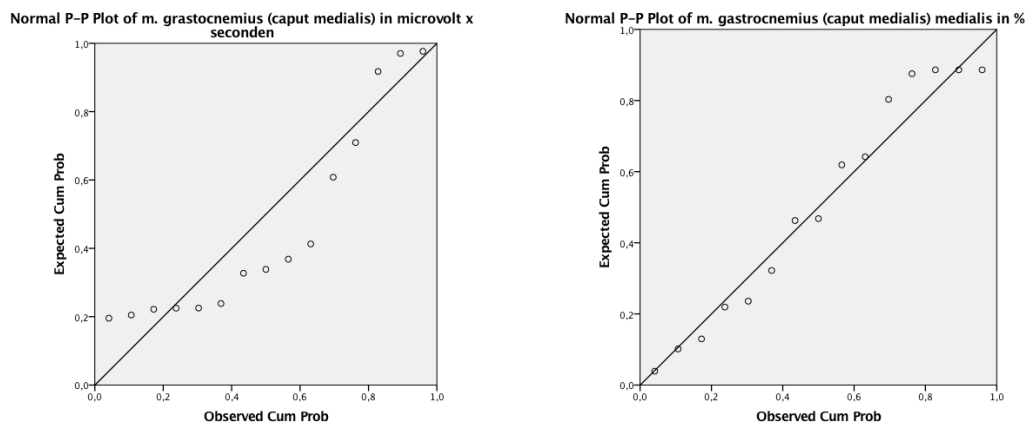
Met vriendelijke groet,

Dr. C.H.E. (Kitty) Kwakman
lid College van Bestuur

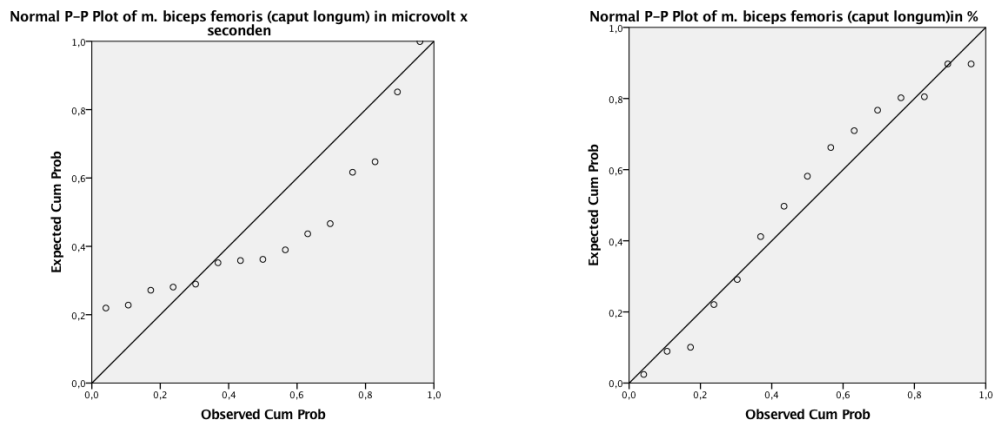
Bijlage 8 – P-P plots van SPSS



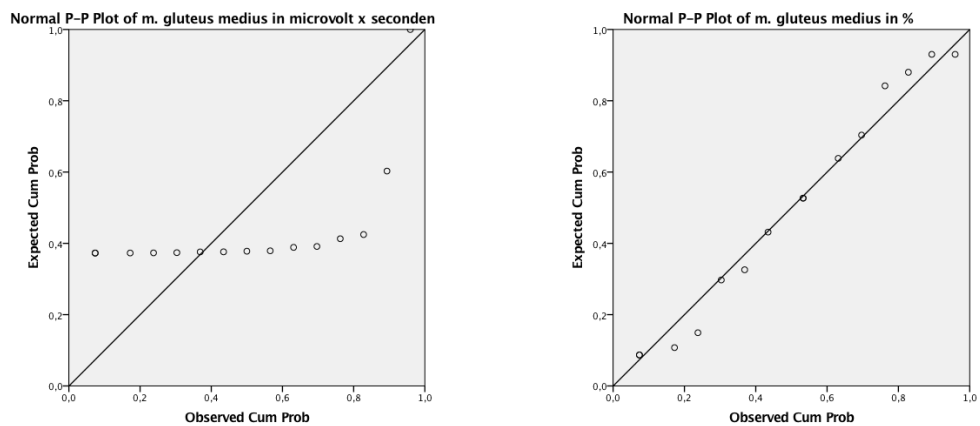
Figuur 12: Weergaven van normaalverdeling van de m. tibialis anterior. Mate van activiteit (links) en duur van activiteit (rechts).



Figuur 13: Weergaven van normaalverdeling van de m. gastrocnemius (caput medialis). Mate van activiteit (links) en duur van activiteit (rechts).



Figuur 14: Weergaven van normaalverdeling van de m. femoris (caput longum). Mate van activiteit (links) en duur van activiteit (rechts).



Figuur 15: Weergaven van normaalverdeling van de m. gluteus medius. Mate van activiteit (links) en duur van activiteit (rechts).

Bijlage 9 – Kandidaten

Tabel 4: Demografie van de aan de metingen deelgenomen kandidaten

Kandidaat code	Gangpatroon	Geslacht	Leeftijd (jaar)	Voorkeursbeen/aangedane zijde	Evt. Loophulpmiddelen ADL	Loophulp (middel) tijdens meting	Ziekte-beeld
050101	Gezond	Vrouw	21	Rechts	Geen	Geen	Geen
050102	Gezond	Vrouw	24	Rechts	Geen	Geen	Geen
200103	Gezond	Vrouw	56	Rechts	Geen	Geen	Geen
200104	Gezond	Man	20	Links	Geen	Geen	Geen
030205	Gezond	Man	27	Rechts	Geen	Geen	Geen
030206	Gezond	Vrouw	57	Links	Geen	Geen	Geen
180407	Gezond	Vrouw	22	Rechts	Geen	Geen	Geen
180408	Gezond	Vrouw	25	Links	Geen	Geen	Geen
250409	Gezond	Vrouw	59	Rechts	Geen	Geen	Geen
090310	Gezond	Vrouw	24	Links	Geen	Geen	Geen
050411	Afwijkend	Man	54	Rechts	Orthopedische schoen met EVO, foot-up brace	Geen	Onbekend
080412	Afwijkend	Man	64	Links	Geen	Geen	CVA
080413	Afwijkend	Vrouw	62	Links	Stok	Geen	CVA

Klapvoet; mate en duur van spieractiviteit gemeten met sEMG

110414	Afwijkend	Man	48	Rechts	Semi-orthopedisch schoeisel met EVO	Geen	CVA
210415	Afwijkend	Man	70	Rechts	Stok, semi-orthopedisch schoeisel met EVO	Lichamelij ke ondersteu ning	CVA
220416	Afwijkend	Man	75	Links	Semi-orthopedisch schoeisel met EVO, rolstoel, vierpoot	Vierpoot	CVA
250417	Afwijkend	Man	81	Links	Rollator, stok en semi- orthopedische schoenen	Geen	CVA

ADL: Al dagelijks leven; CVA: Cerebrovasculair accident; EVO: enkel-voetorthese

Bijlage 10 – Amendement METC Zuyderland



Zuyd Hogeschool
D. Odekerken MSc, docent Mens en Techniek
Dennis.odekerken@zuyd.nl

Correspondentieadres
METC Z
Secretariaat
Postbus 5500
6130 MB Sittard

metc@atriummc.nl

Bezoekadres
Lathuis Gebouw V
Heerlen (ma-di-wa-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

Datum	Titel
24 maart 2016	Klapvoet; duur en mate van spieractiviteit
Onderzoekers	Nummer
F. Haan en A. Smit	16-N-17

Geachte onderzoekers,

Op uw verzoek van 23 maart 2016 heeft de Medisch Ethisch Toetsingscommissie in het overleg van voorzitter en secretaris kennis genomen het amendement behorende bij bovengenoemd onderzoeksprotocol. De Commissie heeft de volgende documenten beoordeeld:

- Uw e-mail van 23 maart 2016
- Uw brief
- Wijzigingen in het protocol

METC Z is akkoord met de voorgestelde wijzigingen en wenst u succes met de voortzetting van het onderzoek.

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


mr. Van den Besseljar (Hélène)
secretaris METC Z

METC Z leden:
dr. J.W. Greve (voorzitter)
dr. J. Kragten (vicevoorzitter)
mw. drs. L. Diefs
mw. mr. dr. R. ten Hoopen
dr. R. Janknegt
lr. drs. A. Kessels
dr. M. de Kruijff
dr. H. van der Kuy
mw. dr. A. Moser
mw. dr. B. Panis
dr. M. Reinders
dr. H. Rijksen
dr. S. Samjo
dr. B. Simons
dr. J. van der Snook
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 Besseljar
mw. J. Jonckens
mw. G. Spreuwenberg
mw. B. Westerkamp

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.