



DE ONZICHTBARE RUGZAK

R.M.J. van Bree | studentnummer: 1407228
B.P.P. Knops | studentnummer: 1408305
ZUYD HOGESCHOOL HEERLEN | MEI 2018
Faculteit gezondheid en techniek | Opleiding fysiotherapie
Afstudeerbegeleider | D.M.H. Odekerken
Beoordelaars | D.M.H. Odekerken en L.P.M. Op Het Veld

**ZU
YD**

©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

Met trots tonen wij u het eindresultaat van de afstudeerscriptie: “De onzichtbare rugzak”. Deze scriptie is geschreven in het kader van het afstuderen van de bacheloropleiding fysiotherapie aan Zuyd Hogeschool te Heerlen. In de periode mei 2017 tot en met mei 2018 heeft deze studie plaatsgevonden in opdracht van D.M.H. Odekerken, docent biometrie.

Het onderzoek is gericht op de invloed van het dragen van een rugzak tijdens gang. Door een tekort aan onderzoek is nog niet gebleken wat deze invloed is binnen de jongvolwassenen populatie. Hierdoor is een vraagstelling opgesteld die middels toegepast onderzoek in het *motionlab* is beantwoord.

De moeilijkheid van de scriptie lag hem voornamelijk in het toepassen van de technische innovaties binnen het *motionlab*. Dit, omdat wij vooraf nauwelijks kennis hadden van de apparatuur en de software. Het verwerken van de (hoeveelheid) data was iets waar wij nog geen ervaring in hadden, en waar we veel tijd aan hebben besteed. Er zijn weloverwogen keuzes gemaakt om het onderwerp af te bakenen wat geregeld een uitdaging was.

Na ruim één jaar hard werken is dit het uiteindelijke resultaat. Het afstudeerproduct zou niet van deze kwaliteit zijn geweest zonder enige ondersteuning. Wij willen onze grootste dank uitdragen naar onze begeleider én eerste beoordelaar Dennis Odekerken voor zijn hulp en begeleiding. Hiernaast willen we Linda Op Het Veld bedanken als tweede beoordeelster, voor haar kritische en oprechte feedback. Daarnaast willen wij Toine Diederik, Marc Koppert en Ronnie Minnaard bedanken voor de ondersteuning in en rondom het *motionlab* en de hulp bij het verwerken van de hoeveelheid data. Tenslotte danken wij de proefpersonen voor deelname aan onze studie. Wij wensen u veel leesplezier.

Heerlen, mei 2018

Romy van Bree en Boukje Knops.

Samenvatting

Het dragen van een rugzak is een risicofactor voor lage rugpijn. Echter uit onderzoek is nog niet gebleken wat de invloed van het dragen van een rugzak, tijdens gang, op de gewrichtshoeken en de spierspanning bij jongvolwassenen is. Het doel van dit onderzoek is om deze veranderingen inzichtelijk te maken. Hierdoor stellen de onderzoekers de volgende hoofdvraagstelling op: *“Resulteert het dragen van een rugzak in een significant verschil tussen de volgende drie situaties: A: gaan zonder rugzak, B: gaan met het dragen van een rugzak van 10 procent van de eigen lichaamsmassa en C: gaan met het dragen van een rugzak van 20 procent van de eigen lichaamsmassa met betrekking tot fysiotherapeutisch relevante parameters, bij jongvolwassenen van 18-25 jaar?”*

Het onderzoek betrof een cross-sectioneel onderzoek met een kwantitatief karakter. Participanten werden gemeten in het *motionlab* middels het Vicon® systeem, en sEMG. Met behulp van de *Wilcoxon signed rank test* werd getoetst of er een significant verschil was tussen de drie situaties.

De onderzoekspopulatie bestond uit 15 proefpersonen. Uit de resultaten bleek dat er een significant verschil was tussen situatie A-B en A-C bij de parameters: heuphoek maximaal, heuphoek ROM, bekkenhoek minimaal en bekkenhoek maximaal. Verdere parameters tonen geen significant verschil.

Geconcludeerd kan worden dat het dragen van een rugzak invloed heeft op het heup- en bekkengewricht. Voorzichtigheid dient geboden te worden met getrokken conclusies. De populatie bestond uit 15 proefpersonen, waardoor het onderzoek weinig *“power”* heeft. De invloed van het dragen van de rugzak zal alleen doelen op betreffende wandelafstand en rugzak kenmerken, wat mogelijk geen compleet en functioneel beeld geeft voor het algemeen dagelijks leven.

De fysiotherapeut wordt aanbevolen om de patiënt te informeren/adviseren over de veranderingen die optreden tijdens het dragen van een rugzak, hierbij zou specifieke oefen- en/of houdingstherapie gegeven kunnen worden.

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	1
2. METHODE	6
2.1 ONDERZOEKSDESIGN	6
2.2 ONDERZOEK BEOORDELAARS- EN BETROKKENEN	6
2.3 ONDERZOEKSPOPULATIE	7
2.4 ONDERZOEKSMATERIALEN	8
2.5 MEETPROCEDURE	8
2.6 MEETPROTOCOL	9
2.7 DATAVERWERKING	11
2.8 STATISTISCHE-ANALYSE	12
3. RESULTATEN	13
3.1 POPULATIE	13
3.2 PRIMAIRE UITKOMSTEN	14
4. DISCUSSIE	18
4.1 ANTWOORD OP DE VRAAGSTELLING	18
4.2 HYPOTHESEN	18
4.3 STERKTE-ANALYSE	19
4.4 ZWAKTE-ANALYSE	20
4.5 LITERATUUR	22
4.6 AANBEVELINGEN	22
5. CONCLUSIE	24

LITERATUUR

BIJLAGE

- Bijlage 1: totaaloverzicht gangcyclus (naar Perry)
- Bijlage 2: integriteitsverklaring
- Bijlage 3: e-mail potentiële deelnemers
- Bijlage 4: e-mail deelnemers
- Bijlage 5: informed consent formulier
- Bijlage 6: PlugInGait fullbody model
- Bijlage 7: rugzak
- Bijlage 8: markernaamgeving
- Bijlage 9: elektroden plaatsing sEMG musculatuur
- Bijlage 10: plattengrond motionlab
- Bijlage 11: meting situatie A, B en C
- Bijlage 12: overzicht grafieken proefpersonen

1. Inleiding

Lage rugpijn komt binnen de westerse bevolking veelvuldig voor. Maar liefst 60- tot 90 procent van deze populatie maakt ten minste één keer in het leven een episode van aspecifieke lage rugpijn door (Bons et al., 2017). Jaarlijks is dit ongeveer 20 procent van de bevolking (Staal et al., 2013).

Binnen de Nederlands bevolking gaat aspecifieke lage rugpijn tezamen met een hoge ziektelast. Dit leidt tot hoge maatschappelijke kosten (€3,5 miljard in 2007) (Staal et al., 2013). Ongeveer 90 procent van deze kosten zijn gebaseerd op indirecte kosten zoals ziekteverzuim (cumulatief 6 miljoen dagen per jaar in 2007) en arbeidsongeschiktheid (Bons et al., 2017).

Lage rugpijn is in Nederland een veelvoorkomende verwijdsdiagnose voor fysiotherapeuten. In de periode 2008 tot en met 2010 kwam ongeveer 15 procent van de patiënten bij de eerstelijns fysiotherapeut met deze klacht (Staal et al., 2013). In 2007 kostte eerstelijns fysiotherapie bij patiënten met lage rugpijn in totaal €204 miljoen (Lambeek et al., 2011).

Risicofactoren voor het ontstaan van aspecifieke lage rugpijn zijn obesitas, werkstress, het uitvoeren van zwaar lichamelijk werk, lang autorijden en het tillen en/of verplaatsen van lasten (Bons et al., 2017).

Het verplaatsen van lasten zoals: boeken, sportartikelen, pannen en dozen kan gerealiseerd worden middels het dragen van betreffende voorwerpen in de handen. Naast het dragen van voorwerpen in de handen worden hulpmiddelen ingezet om lasten te verplaatsen, denkend aan: een handtas, schoudertas en rugzak. Een rugzak verdeelt de lasten op beide schouders in tegenstelling tot de handtas en schoudertas. De bovenste ledematen worden bij een rugzak vrijgelaten voor andere activiteiten en kunnen hierdoor een comfortabele manier zijn om lasten te dragen (Rodrigues et al., 2017).

Binnen vrijwel iedere populatiegroep dragen mensen rugzakken, denk aan: studenten, arbeiders, backpackers en sporters. Rugzakken verschillen van elkaar in

ondersteuningsmogelijkheden. De, al dan niet, aanwezigheid van een borst- en/of heupband is hier een voorbeeld van. Variaties in het dragen van de rugzak kunnen gemaakt worden in de lengte van de schouderbanden, de massaverdeling en de totale rugzakmassa. De totale rugzakmassa wordt bepaald door de massa van de rugzak en de toegevoegde inhoud (Dijkstra, Burken, Marinus, Nijs, & Wilgen, 2005; Lucas-Cuevas et al., 2013; van Gent, Dols, de Rover, Hira Sing, & de Vet, 2003).

Het advies met betrekking tot de grens voor het dragen van de rugzakmassa bij kinderen ligt op 10- tot 15 procent van de eigen lichaamsmassa (Gezondheid.be, 2013; IDEWE; Motmans, 2006 - 2017). Binnen het onderzoek van Hong & Cheung zijn kinderen getest met een rugzakmassa boven 15 procent van de eigen lichaamsmassa. Hieruit is gebleken dat het kind voorover gaat hangen bij een rugzakmassa van 20 procent of meer van de eigen lichaamsmassa (Hong & Cheung, 2003).

Binnen de studenten populatie is bekend dat een zwaarbeladen rugzak een belangrijke bijdragende risicofactor is voor onder andere: schouder-, nek- en rugpijn, kniegewrichtsproblemen en vermoeidheid (Lucas-Cuevas et al., 2013).

Een rugzak wordt onder andere gedragen tijdens gang. De gang, oftewel het gaan, is synoniem aan: wandelen, zich voortbewegen en verplaatsen (Deckers & Beckers, 2017). De gang kan derhalve beschreven worden als een serie ritmische, cyclische en alternerende bewegingen bestaande uit een steun- en zwaai fase (Deckers & Beckers, 2017; Perry & Burnfield, 2010).

Tijdens een gangcyclus treden bewegingen op in de gewrichten van de enkel, knie, heup en het bekken. Musculatuur zal hierbij geactiveerd worden. De meest actieve spieren tijdens gang zijn: m. quadratus lumborum, schuine buikspieren, m. iliopsoas, m. glutei, m. hamstrings, m. quadriceps, m. triceps surae, m. tibialis anterior- en posterior, alle voetflexoren en voetextensoren (Perry & Burnfield, 2010). Door gerichte activatie van deze spieren ontstaan gecoördineerde bewegingen in gewrichten, waardoor een voorwaartse verplaatsing van het lichaamsswaartepunt optreedt. Om zo efficiënt mogelijk te wandelen zal een deugdelijk samenspel nodig zijn van alle bovenstaande factoren in combinatie met de grondreactiekracht (GRK).

Een schematische weergave van de gewrichtshoeken, spieractiviteit en GRK is terug te vinden in bijlage 1: totaaloverzicht gangcyclus (naar Perry) (Perry & Burnfield, 2010).

De gang wordt, naast bovengenoemde anatomische factoren, ook beïnvloed door externe factoren zoals: bodemomstandigheden, weersomstandigheden, schoeisel, kleding en mogelijk door het wel of niet dragen van een rugzak. Interne factoren zoals de, al dan niet, aanwezigheid van pathologiën of problematiek aan het houdings- en bewegingsapparaat kunnen de gang beïnvloeden. De anatomische, externe en interne factoren zullen de comfortabele loopsnelheid (CLS) per individu bepalen (Deckers & Beckers, 2017).

Ontstaan er veranderingen aan een van bovenstaande factoren, dan zal dit resulteren in een tactische aanpassing die mogelijk geautomatiseerd zal worden (Deckers & Beckers, 2017).

Bovengenoemde anatomische factoren kunnen objectief gemeten worden middels technische innovaties (Beurskens, 2012). Oppervlakkige musculatuur kan vastgelegd worden middels dynamische oppervlakte-elektromyografie (sEMG). De dynamische sEMG kan geïntegreerd worden in het Vicon[®] systeem. Vicon[®] is een driedimensionaal opto-elektronisch bewegingsanalysesysteem. Infraroodcamera's die gekoppeld zijn aan dit systeem detecteren retro-reflectieve markers, waardoor later de gewrichtshoeken via matlab berekent kunnen worden. (Bergamo, Diederiksen, & Oudekerken, 2017).

Momenteel zijn meerdere onderzoeken verricht om invloeden tijdens gang in combinatie met het dragen van een rugzak in kaart te brengen. Binnen deze onderzoeken wisselden leeftijden tussen de 8 en 18 jaar, en in een enkel geval werden volwassenen onderzocht. Bij volwassenen werd gekeken naar specifieke parameters zoals veranderingen in het bekken en acceleratie (Lucas-Cuevas et al., 2013; Smith et al., 2006).

De parameters die in kaart werden gebracht bij de leeftijd tussen 8 en 18 jaar variëren, denkend aan: tijdsduur, loopsnelheid, ademhaling en spieractiviteit van de M. erector trunci (Dijkstra et al., 2005; Motmans, Tomlow, & Vissers, 2006; Vieira et al., 2016).

Verschillende manieren in het dragen van de rugzak werden zowel in de categorie 8 tot 18 jaar als bij volwassenen onderzocht (Pascoe, Pascoe, Wang, Shim, & Kim, 1997; Stanford, Francis, & Chambers, 2002; van Gent et al., 2003).

Thans is nog niet bekend welke fysiotherapeutische relevante parameters veranderen tijdens gang in combinatie met het dragen van een rugzakmassa van 10- of 20 procent van de eigen lichaamsmassa bij jongvolwassenen (18 tot 25 jaar). De keuze om de gang te meten zonder rugzak is gebaseerd op een nul-meting. Voor de rugzakmassa's van 10- en 20 procent is de keuze gemaakt, zodat er een evenredige verdeling is. Daarnaast is deze gebaseerd op bovenstaande literatuur én op twee uit elkaar liggende percentages, waardoor mogelijk verschil duidelijk zichtbaar zal zijn. Parameters zoals *range of motion* (ROM) van de gewrichten, en de spieractiviteit van de meest actieve spieren, van de onderste extremiteit zijn fysiotherapeutisch relevant, maar ontbreken in voorgaande studies.

Hierdoor worden de volgende hypothesen gesteld:

- Hypothese 1: het dragen van een rugzak resulteert in een verschil van spieractiviteit;
- Hypothese 2: het dragen van een rugzak resulteert in een verschil van ROM van de gewrichten;
- Hypothese 3: het dragen van een zwaardere rugzak leidt tot grotere verschillen in ROM van de gewrichten en verschillen in spieractiviteit, dan het dragen van een lichtere rugzak.

Het doel van dit onderzoek is om deze hypothesen te bevestigen of te ontkrachten. Eenmaal dit inzichtelijk, kan een uitspraak gedaan worden over eventuele gevolgen voor de rugzakdrager.

De fysiotherapeutische relevantie van dit onderzoek is ten eerste terug te vinden in de gemeten parameters. De parameters zullen klachten kunnen ophelderen, zoals specifieke lage rugpijn, die hoge maatschappelijke kosten met zich meebrengen. Uiteindelijk zal de fysiotherapeut een aanbeveling kunnen doen naar aanleiding van de gemeten parameters op gebieden zoals: spierkracht, lichaamshouding en rugzakmassa met het dragen van een rugzak tijdens gang. Middels adviezen en/of oefeningen kan betreffende therapeut invloed uitoefenen op mogelijk veranderde spieractiviteit en gewrichtshoeken. Ten tweede is de fysiotherapeutische relevantie

terug te vinden in de ontwikkeling van de beginnende fysiotherapeuten als onderzoekers. Door kennis op te doen en inzicht te krijgen binnen betreffend onderzoek wordt het wetenschappelijk beeld van de onderzoekers binnen de fysiotherapie vergroot.

Daarnaast is de relevantie terug te vinden in de relatie tussen het individu en de therapeut en de relatie tussen fysiotherapeut en biometrist door middel van het meten met het Vicon® systeem.

De hoofdvraagstelling luidt als volgt:

“Resulteert het dragen van een rugzak in een significant verschil tussen de volgende drie situaties: A: gaan zonder rugzak, B: gaan met het dragen van een rugzak van 10 procent van de eigen lichaamsmassa en C: gaan met het dragen van een rugzak van 20 procent van de eigen lichaamsmassa met betrekking tot fysiotherapeutisch relevante parameters, bij jongvolwassenen van 18-25 jaar?”

De deelvragen luiden als volgt:

- *“Is er een significant verschil tussen de drie verschillende situaties met betrekking tot ROM van de gewrichten van de onderste extremiteit (enkel, knie, heup, bekken) in het sagittale vlak?”*
- *“Is er een significant verschil tussen de drie verschillende situaties met betrekking tot de spieractiviteit van de meest actieve, meetbare spieren (m. gluteii, m. hamstrings, m. quadriceps, voetflexoren en voetextensoren) van de onderste extremiteit?”*

2. Methode

In de onderzoeksmethode wordt beschreven hoe het onderzoek was opgebouwd en de wijze waarop de gegevens werden geanalyseerd.

2.1 Onderzoeksdesign

In deze studie werd gekozen voor een cross-sectioneel onderzoek, waarbij kwantitatieve data werd verzameld (Bouter, Dongen, & Zielhuis, 2010). Door het kwantitatief karakter werd objectief inzicht verkregen in de fysiotherapeutisch relevante parameters die konden veranderen tijdens gang. De gang is gemeten zonder rugzak, met een rugzak van 10 procent van de eigen lichaamsmassa in kilogram (kg) en een rugzak van 20 procent van de eigen lichaamsmassa in kg (met een mogelijke deviatie van maximaal 500 gram). Daarnaast was het mogelijk om door middel van statistisch te toetsen, middels de Wilcoxon signed rank test, de drie situaties te vergelijken. Hierbij werd onderzocht of er significante verschillen in spieractiviteit, en ROM van de gewrichten, van de onderste extremiteit waren tussen de drie situaties. De kandidaten werden gemeten door middel van het Vicon[®] systeem en dynamische sEMG. (Beurskens, 2012).

2.2 Onderzoek beoordelaars- en betrokkenen

De beoordelaars tekenden een integriteitsverklaring die terug te vinden is in bijlage 2: integriteitsverklaring. Deze verklaring is getekend om de wetenschappelijke integriteit te waarborgen: het onderzoek is geheel zorgvuldig, betrouwbaar, controleerbaar, onpartijdig en onafhankelijk opgezet.

De kennis en kunde van biometristen werd ingezet tijdens het onderzoek. De biometristen hadden een tweetal workshops gepresenteerd. De technische aspecten en toepasbaarheden omtrent Nexus, Vicon[®] en de sEMG werden hierbij uitgelegd en gedemonstreerd. Hierdoor konden de beoordelaars zelfstandig de metingen zo nauwkeurig mogelijk uitvoeren. Daarnaast heeft één biometrist de aangeleverde data verwerkt binnen het programma matlab tot een overzicht.

2.3 Onderzoekspopulatie

Het onderzoek was uitgevoerd bij jongvolwassenen in de leeftijdscategorie van 18 tot 25 jaar. De populatie bestond zowel uit mannen als vrouwen. Met behulp van een *power*-berekening, zou de populatiegrootte bepaald kunnen worden. Van deze populatiegrootte zou de samenstelling bekend moeten zijn (modus, mediaan, gemiddelde en standaarddeviatie) middels een pilotstudie. Omwille van een beperkt tijdsbestek was dit niet uitvoerbaar (Imbos, Janssen, & Berger, 2001). De populatiegrootte werd bepaald op basis van vergelijkbare studies, die binnen hetzelfde tijdsbestek werden uitgevoerd (Borghans, Evers, & Hermans, 2016; Geuns & Lemmens, 2017; Geusen, Houtvast, & Walstra, 2017). Besloten was dat de populatie uit 15 proefpersonen bestaat. Naast deze 15 personen, werden twee andere proefpersonen extra gemeten. Mocht er een eventuele foutmeting hebben plaatsgevonden, kon de reservemeting mogelijk fungeren ter vervanging.

Potentiële proefpersonen werden middels e-mail benaderd en gevraagd om vrijwillig deel te nemen aan betreffend onderzoek. De e-mail was verstrekt onder de studenten fysiotherapie 2017 – 2018 van Hogeschool Zuyd te Heerlen. Deze e-mail is terug te vinden in bijlage 3: e-mail potentiële deelnemers. De selectieprocedure heeft plaatsgevonden op basis van in- en exclusiecriteria.

Inclusiecriteria:

- De proefpersoon was tussen de 18 en 25 jaar;
- De proefpersoon was in de mogelijkheid om drie series van vijf keer tien meter te wandelen op een vlakke ondergrond.

Exclusiecriteria:

- De proefpersoon had één of meerdere orthopedische, neurologische en/of congenitale klachten en/of afwijkingen die een normaal dynamisch gangpatroon belemmerde;
- De proefpersoon maakte gebruik van een (loop)hulpmiddel.

Op basis van bovenstaande criteria werden de eerste 17 proefpersonen die zich meldden geïnccludeerd voor dit onderzoek. De resultaten werden anoniem verwerkt, daarom kreeg iedere proefpersoon een Persoonlijk Identificatienummer (PI) toegewezen. Het PI was SScriptie Onzichtbare Rugzak (SCOR) in combinatie met een opeenvolgend nummer van 01 tot en met 17.

2.4 Onderzoeksmaterialen

In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van de volgende materialen: infraroodcamera's, markers, sEMG, rugzak, rugzakmassa, krachtenplaat, weegschaal, meetlint en schuifmaat. De twaalf infraroodcamera's detecteerden de 35 retro-reflectieve markers draadloos, waardoor de proefpersoon gevolgd kon worden in de tijd. Naast de infraroodcamera's bestond het systeem uit twee videocamera's die beelden opnamen in het sagittale- en frontale vlak. Deze beelden dienden als *back-up*. Tijdens de sEMG meting werd gebruik gemaakt van zeven oppervlakte-elektroden die op de huid werden geplakt.

De gekozen rugzak was een Eastpak padded pak'r[®] die beschikte over verstelbare schouderbanden. De rugzak had geen reflectoren, waardoor ongewenste reflecties tijdens de meting werden voorkomen. De onderzoekers beschikten over twee van dit soort rugzakken waardoor, bij gebreken aan een van de rugzakken, een vergelijkbare rugzak aanwezig was. De rugzak werd van massa voorzien door middel van materialen zoals boeken, zandzakken, dumbbells en een fles water. Een toelichting van de materialen: krachtenplaat, weegschaal, meetlint en schuifmaat is te vinden in paragraaf 2.6: Meetprotocol.

2.5 Meetprocedure

De geïnccludeerde proefpersonen werden vooraf geïnformeerd middels e-mail over datum, plaats, tijdstip en kleding. Deze e-mail is terug te vinden in bijlage 4: e-mail geïnccludeerde deelnemers. Voor aanvang van de meting ondertekenden de proefpersonen een *informed consent* formulier. Het *informed consent* formulier is terug te vinden in bijlage 5: *informed consent* formulier.

De metingen hebben plaatsgevonden in het *motionlab* van Zuyd van Hogeschool in lokaal A.1.106. Er werd gemeten middels het driedimensionaal opto-elektronisch bewegingsanalysesysteem: Vicon[®], wat ondersteunt werd door de software Nexus (2.2.1) (Bergamo et al., 2017). Met behulp van dit systeem konden de markers worden gedetecteerd, waardoor de biometrist de gewrichtshoeken kon berekenen middels het programma matlab. De activiteit van spieren werd gemeten middels de non-invasieve methode: dynamische sEMG wat vrij bewegen in de ruimte mogelijk

maakt. De gegevens werden verwerkt in het programma EMG Works Acquisition (versie 4.1.7) (Well, 2017). Dit programma zorgden ervoor dat de signalen die de elektroden registreerden, werden verwerkt in de software Nexus (Diederer, 2016).

De metingen werden door de onderzoekers zelfstandig uitgevoerd en duurde 30 tot 60 minuten per proefpersoon. Tijdens de metingen was ten alle tijden een docent (D. Odekerken /T. Diederer/F. Bergamo) beschikbaar die ervaren was in het meten met het Vicon[®] systeem en de dynamische sEMG.

2.6 Meetprotocol

Voor aanvang van een meting werd Vicon[®], de sEMG en het systeem Nexus opgestart. Vicon[®] werd gekalibreerd, dit was van belang om de nauwkeurigheid van de markers te waarborgen en de camera's te detecteren.

Na kalibratie werd bij de proefpersoon een lichaamsmeting gerealiseerd en ingevoerd:

- Lichaamsmassa in kg gemeten middels de krachtenplaat van het Vicon[®] systeem. Wanneer de krachtenplaat gebreken liet zien werd gebruik gemaakt van een analoge weegschaal;
- Lichaamslengte in millimeter (mm) gemeten middels het meetlint;
- Beenlengte in mm gemeten van de SIAS tot aan de mediale malleolus middels een meetlint;
- Kniebreedte in mm van het laterale tot aan het mediale epicondyl van het femur gemeten middels de schuifmaat;
- Enkelbreedte in mm van laterale tot aan het mediale malleolus gemeten middels de schuifmaat;
- Elleboogbreedte in mm van de laterale tot aan het mediale epicondyl gemeten middels de schuifmaat;
- Polsbreedte in mm van de ulnaire tot aan het radiale processus styloideus gemeten middels de schuifmaat;
- Voor de *shoulder offset* werd de standaardinstelling 50 mm gehanteerd.

De volledige bediening van het Vicon[®] systeem is terug te vinden in: handleiding Vicon[®] Nexus (Diederer, 2016).

Vóór het meten werden 35 markers op de proefpersoon bevestigd vanuit anatomisch oogpunt met behulp van het *PlugInGait fullbody* model, zie bijlage 6: *PlugInGait fullbody* model markerplaatsing (Tebbutt, Wood, & King, 2002; "Vicon Plug-in Gait Product Guide," 2010).

De rugzakmassa van 10- en 20 procent werd bepaald aan de hand van de eigen lichaamsmassa in kg van betreffende proefpersoon. De rugzak werd globaal gevuld met massa's zoals: boeken en zandzakken. Om zo exact mogelijk aan de rugzakmassa van 10 procent en 20 procent van de eigen lichaamsmassa te voldoen, werd gebruik gemaakt van *dumbbells* en een fles water. De rugzak werd bij elke proefpersoon zodanig ingedeeld van zwaar naar licht, waarbij de zwaarste massa beneden in de rugzak lag.

Doordat de massa in de rugzak werd geplaatst, zakte de onderzijde van de rugzak omlaag, waardoor de markers, op de spina iliaca posterior superior (SIPS), niet zichtbaar waren voor de infraroodcamera's. Om dit te voorkomen werd, voor het vullen van de rugzak, een stalen frame van 25cm bij 20cm in de rugzak geplaatst. De rugzak werd zodanig gesteld dat de banden maximaal aangetrokken waren.

Daarnaast was de marker van wervel thoracale 10 (TH10), door het dragen van de rugzak, niet zichtbaar. Om deze reden werd de marker op de rugzak geplaatst ter hoogte van TH10. De locatie van het stalen frame en marker TH10 op de rugzak is weergegeven in bijlage 7: rugzak.

De markers kregen een unieke naam om differentiatie tussen verschillende anatomische punten mogelijk te maken. De unieke naam gekoppeld aan een anatomisch punt zijn terug te vinden in bijlage 8: markernaamgeving. Door de infraroodcamera's te activeren werden de markers zichtbaar in het programma Nexus[®]. Hierdoor werd een reconstructie van de proefpersoon zichtbaar.

De activiteit van de meest actieve, meetbare spieren werd gemeten middels sEMG aan de rechter onderste extremiteit. Wanneer twee spieren van één gelijke spiergroep meetbaar én even actief waren, werd voor de spier gekozen die voor de onderzoekers het makkelijkst te palperen was. De volgende spieren werden gemeten: *m. gluteus maximus*, *m. biceps femoris*, *m. rectus femoris (long head)*, *m. vastus lateralis*, *m. vastus medialis*, *m. gastrocnemius medialis* en *m. tibialis anterior*.

De elektroden plaatsing voor de sEMG meting is uitgevoerd aan de hand van het Seniam-protocol. Seniam is een Europese gecoördineerde actie in het Biomedical Health and Research Program van de Europese Unie ten behoeve van het uniformeren van de elektrodeplaatsing sEMG. Op de elektroden werd een plakker geplakt, waardoor deze blijft plakken op de huid. De plaatsing van de elektroden is terug te vinden in bijlage 9: elektroden plaatsing sEMG musculatuur (Hermens et al.).

Nadat de proefpersoon geprepareerd was en alle gegevens ingevoerd waren, werd gestart met de statische kalibratie en dynamische metingen. Tijdens de statische kalibratie diende de proefpersoon in de anatomische 0-positie stil te staan, totdat alle elektroden en markers waren gedetecteerd (Hermens et al.).

Eenmaal de elektroden en markers gedetecteerd, werd gestart met proefgaan. Tijdens deze proef wandelde de proefpersoon vijf keer op neer, waardoor de beoordelaars konden beslissen vanuit welke lijn gestart werd met het gaan. De lijn waaruit werd gestart is van belang om met beide voeten op de krachtenplaten te komen, zonder dat de proefpersoon hier bewust instructies over heeft gekregen. Voor een weergave van de startlijnen in het *motionlab* zie bijlage 10: plattengrond *motionlab*. Na het proefwandelen werd gestart met definitief meten volgens het stappenplan, zie bijlage 11: meting situatie A, B en C.

2.7 Dataverwerking

Tijdens de dataverwerking werd de data ingelezen en gelabeld. Vervolgens werd de meting ingekort op één schrede die startte bij het hielcontact van het rechterbeen en stopte bij het opeenvolgende hielcontact van het rechterbeen. Bij het eventueel weggeven van een of meerdere markers is gebruik gemaakt van de functie *gap filling*, waardoor de data compleet werd. De eerste drie complete metingen, waarbij gestreefd werd naar 100 procent zichtbare en gelabelde markers, werden gebruikt voor het onderzoek wat op C3D geleverd aan biometrist M. Koppert.

De biometrist heeft de data dusdanig verwerkt binnen het programma Matlab. Van de drie gekozen metingen werd, per gewrichtshoek in graden (minimaal, maximaal en ROM), het gemiddelde berekend. Per spiergroep werd het gemiddelde van drie

metingen (oppervlakte onder de grafiek) berekent aan de hand van volt percentage (V%). Gelijkwaardige gemiddelde gewrichtsparameters uit de drie situaties werden naast elkaar gelegd en vergeleken tijdens de statistische analyse.

2.8 Statistische-analyse

Binnen situatie A, B en C werd, bij de gewrichtsparameter, gekeken of er sprake was van een normaalverdeling met een gemiddelde en een standaarddeviatie.

Bij de spierparameter werd het verschil binnen de drie situaties per proefpersoon in percentage berekend. Hierbij werd gekeken of er sprake was van een normaalverdeling.

Beide normaalverdelingen werden getoetst middels de Shapiro-Wilk-toets die in het programma SPSS werden uitgevoerd (EVERS, 1998). Het significantieniveau wat gehanteerd werd, is P (probability) = 0,05. Komt naar voren dat $p < 0,05$ is, dan is de data niet-normaal verdeeld. Als $P > 0,05$ dan is de data normaal verdeeld (Imbos et al., 2001).

Bij een niet-normaalverdeling werd gebruik gemaakt van de *Wilcoxon signed rank* test waarbij de drie situaties met elkaar vergeleken werden (Imbos et al., 2001). Deze test is geschikt voor een relatief kleinere populatie zoals betreffend onderzoek.

Bij een normaalverdeling werd gebruik gemaakt van de gepaarde toets *ANOVA* (Imbos et al., 2001).

Bij de niet-normaalverdeling en de normaalverdeling werd het significantieniveau $P = 0,05$ gehanteerd, alles kleiner dan 0,05 betekent derhalve een significant verschil (Imbos et al., 2001).

3. Resultaten

De resultaten van het onderzoek worden in dit hoofdstuk beschreven. Onderscheid wordt gemaakt tussen de populatie en de primaire uitkomsten.

3.1 Populatie

De metingen zijn uitgevoerd bij 17 proefpersonen. Proefpersonen SCOR04 en SCOR06 zijn wegens technische omstandigheden niet meegenomen in de resultaten. Daardoor bestond de onderzoekspopulatie uit 15 proefpersonen, waarvan 3 mannen (20%) en 12 vrouwen (80%). De gemiddelde leeftijd was 21 jaar met een standaarddeviatie (SD) van 2,37. De overige ratio variabelen bestonden uit antropometrische gegevens die uitgewerkt zijn in tabel 1: variabelen populatie.

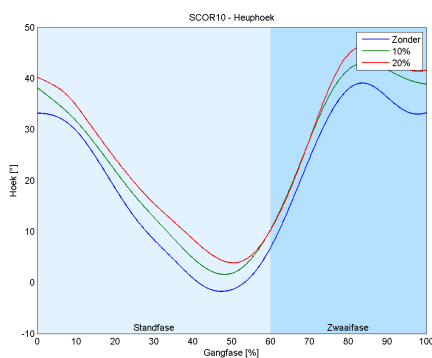
Tabel 1: Variabelen Populatie

PP	LM	LL	BL	EB	KB	ELB	PB	HD
SCOR01	77,1	1813	L950 R945	L76 R75	L109 R111	L81 R83	L57 R56	L36 R36
SCOR02	74,5	1789	L930 R930	L72 R72	L110 R109	L81 R80	L52 R52	L26 R26
SCOR03	72,5	1711	L910 R915	L61 R62	L112 R98	L78 R76	L74 R45	L32 R28
SCOR05	69,6	1680	L920 R910	L67 R68	L110 R120	L81 R76	L53 R54	L35 R31
SCOR07	64,0	1742	L940 R970	L65 R66	L103 R100	L81 R81	L52 R50	L35 R33
SCOR08	63,0	1755	L920 R920	L67 R65	L100 R101	L81 R78	L50 R50	L33 R30
SCOR09	81,0	1810	L980 R950	L73 R72	L109 R105	L84 R84	L59 R58	L40 R38
SCOR10	77,0	1690	L930 R940	L66 R68	L107 R108	L78 R77	L52 R50	L30 R30
SCOR11	59,0	1756	L930 R940	L68 R68	L92 R94	L72 R74	L50 R50	L33 R30
SCOR12	78,0	1846	L960 R940	L68 R70	L104 R110	L91 R95	L54 R57	L33 R34
SCOR13	76,0	1614	L860 R890	L58 R60	L108 R113	L82 R83	L49 R49	L37 R36
SCOR14	68,0	1729	L930 R940	L66 R66	L103 R101	L78 R80	L52 R52	L27 R28
SCOR15	45,7	1594	L850 R840	L60 R61	L98 R93	L74 R76	L48 R48	L26 R25
SCOR16	67,3	1789	L960 R955	L64 R66	L92 R88	L72 R74	L56 R56	L32 R30
SCOR17	60,3	1753	L930 R920	L65 R64	L92 R94	L71 R72	L50 R49	L30 R32
Gem.	68,87	1738,07	L926,67 R927,00	L68,40 R68,87	L103,27 R103,00	L79,00 R79,27	L53,87 R51,73	L32,33 R31,33
SD	9,37	71,27	L34,37 R31,21	L8,53 R8,62	L7,02 R8,85	L5,26 R5,66	L6,35 R3,73	L4,05 R3,74

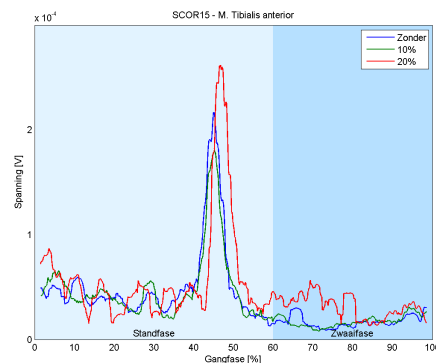
PP (proefpersoon) uitgedrukt in persoonlijk identificatienummer (SCOR=Scriptie Onzichtbare Rugzak + nummer), Gem. = gemiddelde, SD = standaarddeviatie, L = links, R = rechts, LM (lichaamsmassa) in kg, LL (lichaamslengte) in mm, BL (beenlengte) in mm, EB (enkelbreedte) in mm, KB (kniebreedte) in mm, ELB (elleboogbreedte) in mm, PB (polsbreedte) in mm, HD (handdikte) in mm.

3.2 Primaire uitkomsten

De primaire uitkomsten bestonden ten eerste uit de ROM van het enkel-, knie-, heup-, en bekkengewricht. Ten tweede bestonden ze uit de spieractiviteit van de meest actieve meetbare spieren van onderste extremiteit. De uitkomsten per parameter zijn, per proefpersoon, in een grafische weergave verwerkt. Zie hiervoor bijlage 12: grafische weergaven proefpersonen. Twee voorbeelden van volledige grafische weergaven zijn in de volgende figuren weergegeven. Figuur 1: SCOR10 – Heuphoek is een grafiek van de ROM van de heup, figuur 2: SCOR15 – Tibialis anterior is een grafiek van de spiercontractie van de m. tibialis anterior.

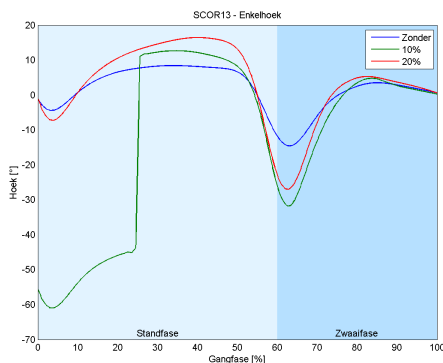


Figuur 1: SCOR10 - heuphoek



Figuur 2: SCOR15 - m. tibialis anterior

In enkele grafische weergaven van de gewrichten is te zien dat door een *gap*, een plotselinge verandering van de gewrichtshoek. Door deze meetfouten zijn betreffende parameters niet meegenomen in de resultaten. Een voorbeeld van een dergelijke meetfout is te zien in figuur 3: SCOR13 – Enkelhoek.



Figuur 3: SCOR13 - Enkelhoek

Naast de ROM van de gewrichten zijn ook de minimale gewrichtshoek en de maximale gewrichtshoek meegenomen in de resultaten. Zo ontstond een vollediger beeld binnen welke *range* de gewrichten werden bewogen. De grootte van de populatie wordt per gewrichtsparameter weergegeven in tabel 2: overzicht populatie per gewrichtsparameter. Daarnaast wordt per gewrichtsparameter het gemiddelde en de standaarddeviatie gepresenteerd.

Tabel 2: overzicht populatie per gewrichtsparameter

Rugzakmassa	0%		10%		20%	
Parameter	N	Gem. (SD)	N=	Gem. (SD)	N=	Gem. (SD)
Enkelhoek minimaal	12	23,1 (6,6)	12	23,6 (7,0)	15	23,0 (6,9)
Enkelhoek maximaal	13	8,7 (6,1)	13	10,5 (3,3)	15	10,1 (4,3)
Enkelhoek ROM	14	30,8 (6,7)	14	32,4 (8,5)	15	33,0 (9,4)
Kniehoek minimaal	15	1,2 (4,6)	15	1,7 (3,9)	15	2,3 (3,6)
Kniehoek maximaal	15	55,2 (10,1)	15	58,7 (5,2)	15	56,7 (11,8)
Kniehoek ROM	15	53,9 (8,0)	15	57,1 (3,6)	15	54,5 (10,2)
Heuphoek minimaal	14	-9,9 (10,2)	15	-8,9 (9,8)	15	-7,5 (9,4)
Heuphoek maximaal	14	32,0 (9,0)	15	36,6 (8,1)	15	36,6 (10,5)
Heuphoek ROM	15	40,2 (9,8)	15	45,4 (4,2)	15	44,1 (9,4)
Bekkenhoek minimaal	14	8,4 (7,0)	15	11,4 (8,1)	15	11,9 (8,2)
Bekkenhoek maximaal	14	11,3 (6,7)	15	14,7 (8,1)	15	14,8 (8,1)
Bekkenhoek ROM	14	3,0 (1,3)	15	3,3 (1,3)	15	3,0 (1,2)

Rugzakmassa = in percentage van de eigen lichaamsmassa; ROM = range of motion; N = de grootte van de populatie; Gem. (SD) = het gemiddelde en standaarddeviatie in graden.

Doordat er sprake was van een wisselende (niet-) normaalverdeling van de data is gebruik gemaakt van de non-parametrische toets: *2 related samples Wilcoxon signed rank test*. Deze toets is geschikt voor de grootte van betreffende populatie.

De vergelijking tussen alle gewrichtsparameters van de drie verschillende situaties worden weergegeven middels het significantieniveau. Daarnaast wordt de standaardafwijking van het betrouwbaarheidspercentage weergegeven. Zie hiervoor tabel 3: significantieniveau en standaardafwijking gewrichtsparameters.

Tabel 3: significantieniveau en standaardafwijking gewrichtsparameters

Vergelijking	0% -10%		0%-20%		10%-20%	
Parameter	Z=	P=	Z=	P=	Z=	P=
Enkelhoek minimaal	-1,274	0,203	-0,157	0,875	-0,157	0,875
Enkelhoek maximaal	-1,098	0,272	-0,314	0,753	-0,384	0,701
Enkelhoek ROM	-0,664	0,507	-0,847	0,397	-0,157	0,875
Kniehoek minimaal	0,000	1,000	-1,306	0,191	-1,306	0,191
Kniehoek maximaal	-0,795	0,427	-1,193	0,233	-0,057	0,955
Kniehoek ROM	-0,682	0,496	-0,738	0,460	-0,738	0,460
Heuphoek minimaal	-1,161	0,245	-1,726	0,084	-1,874	0,061
Heuphoek maximaal	-3,296	0,001	-2,417	0,016	-1,647	0,100
Heuphoek ROM	-2,953	0,003	-2,101	0,036	-0,852	0,394
Bekkenhoek minimaal	-3,296	0,001	-3,233	0,001	-1,193	0,233
Bekkenhoek maximaal	-3,296	0,001	-2,668	0,008	-1,533	0,125
Bekkenhoek ROM	-1,287	0,198	-0,408	0,683	-1,079	0,281

Vergelijking = in percentage van de eigen lichaamsmassa; ROM = range of motion; Z = standaardafwijking van het betrouwbaarheidspercentage; P = significantieniveau; groen gemarkeerd: $P < 0,05$.

De grootte van de populatie wordt per spierparameter weergegeven in tabel 4: overzicht populatie per spier. Daarnaast wordt per spier het gemiddelde V% en de standaarddeviatie hiervan gepresenteerd.

Tabel 4: overzicht populatie per spier

Rugzakmassa	0%		10%		20%	
Parameter	N=	Gem. (SD)	N=	Gem. (SD)	N=	Gem. (SD)
M. Gluteus maximus	15	0,0011466365 (0,0006698218)	15	0,0012648470 (0,0007529040)	15	0,0010235148 (0,0004011736)
M. Biceps femoris	15	0,0555509790 (0,1044086373)	15	0,0607900217 (0,1088849070)	15	0,0516599499 (0,1033539625)
M. Rectus femoris	15	0,0012336936 (0,0022410447)	15	0,0012543260 (0,0026070874)	15	0,0009895330 (0,0020777019)
M. Vastus lateralis	15	0,0108228154 (0,0209864651)	15	0,0156142438 (0,0431398288)	15	0,0175705361 (0,0543431984)
M. Vastus medialis	15	0,0236230351 (0,0639179335)	15	0,0091484927 (0,0146864138)	15	0,0104971906 (0,0213177028)
M. Gastrocnemius medialis	15	0,0519125380 (0,1117788640)	15	0,0420777777 (0,0899267307)	15	0,0232835864 (0,0562337756)
M. Tibialis Anterior	15	0,0048157753 (0,0011729219)	15	0,0049139933 (0,0013113605)	15	0,0050735985 (0,0011864603)

Rugzakmassa = in percentage van de eigen lichaamsmassa; M. = musculus; N = de grootte van de populatie; Gem. (SD) = het gemiddelde en standaarddeviatie in volt percentage.

Doordat er sprake was van een wisselende (niet)- normaalverdeling van de data is gebruik gemaakt van de non-parametrische toets: *one sample Wilcoxon signed rank test*. Deze toets is geschikt voor de grootte van betreffende populatie.

De vergelijking tussen spieractiviteit van de drie verschillende situaties wordt weergegeven middels het significantieniveau. Daarnaast wordt de standaardafwijking van het betrouwbaarheidspercentage weergegeven. Zie hiervoor tabel 5: significantieniveau en standaardafwijking spieren.

Tabel 5: significantieniveau en standaardafwijking spieren

Vergelijking	0% -10%		0%-20%		10%-20%	
Parameter	Z=	P=	Z=	P=	Z=	P=
M. Gluteus maximus	1,645	0,100	0,057	0,955	-0,909	0,363
M. Biceps femoris	0,511	0,609	-1,079	0,281	-1,420	0,156
M. Rectus femoris	-1,704	0,088	-1,193	0,233	-1,079	0,281
M. Vastus lateralis	-0,114	0,910	-0,454	0,650	-0,454	0,650
M. Vastus medialis	-0,966	0,334	-0,341	0,733	-0,170	0,865
M. Gastrocnemius medialis	-1,136	0,256	-0,852	0,394	-1,022	0,307
M. Tibialis Anterior	1,590	0,112	0,795	0,427	0,682	0,496

Vergelijking = in percentage van de eigen lichaamsmassa; M. = musculus; Z = standaardafwijking van het betrouwbaarheidspercentage; P = significantieniveau.

4. Discussie

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de vraagstelling. Opvallende data wordt besproken en sterke en zwakke punten worden geanalyseerd. Daarnaast wordt teruggeblikt op de literatuur en op de hypothesen. Er worden aanbevelingen gedaan voor eventuele vervolgstudies en voor de praktijk.

4.1 Antwoord op de vraagstelling

Uit de resultaten blijkt een significant verschil te zijn in het gaan zonder rugzak en het gaan met het dragen van een rugzak van 10- en 20 procent van de eigen lichaamsmassa. In beide situaties zijn de verschillen te vinden bij overeenkomstige parameters: *heuphoek maximaal* (flexie), *heuphoek ROM*, *bekkenhoek minimaal* (achterover kanteling) en *bekkenhoek maximaal* (voorover kanteling).

De overige resultaten ten aanzien van gewrichtshoeken en spieractiviteit zijn niet significant verschillend.

4.2 Hypothesen

De hypothese was dat tijdens situatie A-B en A-C een significant verschil in spieractiviteit zou plaatsvinden. Deze hypothese wordt ontkracht. Er zijn geen significante verschillen wat betreft spieractiviteit van de onderste extremiteit van de zeven meest actieve, meetbare spieren. Een reden hiervoor kan zijn dat de gewrichten zodanig compenseren, zodat geen extra activiteit van de musculatuur nodig is.

Verwacht werd dat tijdens situatie A-B en A-C een significant verschil in ROM zou plaatsvinden van de gewrichten van de onderste extremiteit. Deze hypothese wordt bevestigd bij het heupgewricht. Tevens vinden er significante verschillen plaats in de maximale heuphoek. Bij het bekkengewricht vinden er significante verschillen plaats bij de minimale- en maximale gewrichtshoek. Bij de overige gewrichtsparameters kan deze hypothese ontkracht worden. Een verklaring voor deze uitkomst kan zijn dat de romp voorover gaat hellen om het gewicht van de rugzak te compenseren. Dit zou mogelijk eerder invloed hebben op het bekken- en heupgewricht dan op het knie- en enkelgewricht.

Verwacht werd dat tijdens situatie B-C verschil optrad in spieractiviteit en ROM. De laatste hypothese kan ontkracht worden. Deze uitkomst kan door de onderzoekers niet verklaard worden, door het feit dat de range tussen 10- en 20 procent even groot is als de nul-meting en 10 procent. Mogelijk zou de rugzakmassa van 20 procent van de eigen lichaamsmassa zwaarder moeten zijn wil er een significant verschil optreden tussen situatie B-C.

4.3 Sterkte-analyse

De studie kent verschillende sterke punten. Het sterkste punt is dat bij elke patiënt een nul-meting (meting zonder rugzak) werd gerealiseerd. Door deze nul-meting kon een persoonlijke vergelijking binnen één persoon gemaakt worden, zonder afhankelijk te zijn van standaardvariabelen en gemiddelden uit de literatuur. Een volgend sterk punt was het meetprotocol wat de onderzoekers hebben opgesteld. Door het protocol werd er zoveel mogelijk eenduidig gewerkt. Door deze eenduidige werking werd de kans op verschil in metingen mogelijk verkleind.

De metingen van één proefpersoon hebben binnen een sessie plaatsgevonden. Hierdoor zijn de markers van de Vicon® en de elektroden van de sEMG niet van plaats veranderd. Het voordeel hiervan is dat de uitgangshouding van de markers en elektroden per proefpersoon ten alle tijde hetzelfde bleef, wat zorgde voor een consequente meting

Per proefpersoon zijn vijf metingen per conditie gerealiseerd, waardoor twee metingen dienden ter reserve. Hierdoor kon bij een foutmeting mogelijk een van de andere metingen gebruikt worden. Naast de metingen zijn voldoende datapunten verzameld om de vraagstelling te kunnen beantwoorden. Dit maakt de hoeveelheid data tot een sterk punt.

De parameters die zijn gemeten, zijn allen geschikt om de vraagstelling vanuit fysiotherapeutisch oogpunt te beantwoorden. De fysiotherapeut zal invloed uit kunnen oefenen op de gewrichtshoeken en spieractiviteit. Binnen het onderzoek was overwogen om parameters zoals lichaamsswaartepunt en grondreactiekracht te

meten. Deze parameters zijn bewust buiten beschouwing gelaten, omdat de fysiotherapeut weinig tot geen invloed heeft op deze parameters.

4.4 Zwakte-analyse

Naast de sterke punten zijn er ook zwakke punten binnen deze scriptie die ter discussie kunnen staan.

De populatie bestond uit 15 proefpersonen, wat een relatief klein aantal is. Hierdoor heeft het onderzoek minder “*power*”.

Door beschadiging van de retro-reflectieve markers van het Vicon® systeem kon de kwaliteit van deze markers niet ten alle tijden worden gewaarborgd. Dit kon invloed hebben op de zichtbaarheid hiervan. Bij een verminderde kwaliteit van de marker was het mogelijk dat deze niet door de software werd herkend.

Naast de verminderde kwaliteit van de markers, waren bepaalde markers niet altijd zichtbaar door de stand van de camera's in combinatie met de marker op het lichaam. De markers op de SIPS waren meermaals niet zichtbaar door het dragen van de rugzak. Wanneer een marker niet werd herkend door het systeem werd dit door het systeem benoemd als een zogeheten *gaps*. De *gaps* konden systematisch hersteld worden middels *gap-filling*. Echter geeft *gap-filling* een voorspelling van de marker over het verloop. Het is niet bekend of deze voorspelling invloed heeft gehad op de uitkomst.

Tekortkoming van één meting was dat de proefpersoon tijdens het dragen van 20 procent van de eigen lichaamsmassa, één volledige meting had in plaats van drie. Dit kwam door *gaps*, hierdoor kon geen gemiddelde worden berekend en is deze meting minder betrouwbaar.

Bij het berekenen van de gemiddelden kwamen de onderzoekers tot de conclusie dat een aantal metingen storing gaven door *gaps*. Door deze gebreken zijn deze metingen niet meegenomen, waardoor de populatie bij betreffende metingen afnam.

De onderzoekers beschikten over zeven sEMG elektroden, waardoor meting van musculatuur bij de zeven meest actieve, meetbare, spieren werd uitgevoerd. Binnen

de spiergroepen (m. gluteii, m. hamstrings, voetflexoren en voetextensoren) werd gekozen om één spier per spiergroep te meten.

De m. quadratus lumborum, schuine buikspieren en m. iliopsoas behoorden ook tot de meest actieve spieren, maar konden volgens Seniam niet met sEMG gemeten worden. De reden hiervoor was dat deze spieren niet oppervlakkig genoeg lagen. Een compleet overzicht van de spieractiviteit van de meest actieve spieren ontbreekt hierdoor.

Tijdens zes metingen waren de krachtenplaten van het Vicon[®] systeem niet werkzaam. In deze gevallen werd gebruik gemaakt van een analoge weegschaal die afgelezen werd middels de visus van de onderzoekers. De nauwkeurigheid van de lichaams- en de rugzakmassa was bij deze zes metingen daarom verminderd ten opzichte van de andere metingen die met de krachtenplaten zijn gerealiseerd.

Gedurende de scriptie is een keuze gemaakt voor de rugzak Eastpak padded[®]. Een rugzak verschilt per persoon in ondersteuningsmogelijkheid en type, waarbij de manier van dragen en/of hoogte van de rugzak meespeelt. Daarnaast varieert de massa en de massaverdeling in de rugzak per persoon. Deze punten zorgen ervoor dat de conclusie mogelijk niet correleert met iedere rugzakdrager in het algemeen dagelijks leven (ADL).

Tijdens het verwerken van de resultaten wilden de onderzoekers de factor “tijd” meenemen in het resultaat. Dit om de volledige curves in beeld te brengen, waarbij eventuele veranderingen specifiek, en afhankelijk van een bepaalde fase van gang, geanalyseerd konden worden. Met verschillende professionals is overleg geweest, hieruit bleek dat er geen beschikking was over een betrouwbare methode om de resultaten op deze manier te vergelijken. De betreffende professionals beschikten wel over de *SPM method* die in de opstartfase zit voor implementatie binnen onderzoeken. De methode zou geschikt zijn voor de statistische continuanalyse van data. Momenteel is deze methode nog niet voldoende uitgekristalliseerd, waardoor deze voor betreffend onderzoek nog niet ingezet werd. De resultaten van de bewegingen in de gewrichten werden weergegeven, zonder dit te verbinden aan een specifiek tijdsverloop.

De conclusies die zijn getrokken zijn specifiek voor betreffend onderzoek. De proefpersonen droegen de rugzak voor een korte afstand van vijf keer tien meter. Zo zal de invloed van de rugzak alleen op dit tijdsbestek zichtbaar worden gemaakt. Dit zal mogelijk geen compleet en functioneel beeld geven voor het ADL. Wellicht wordt in het ADL voor een langer tijdsbestek gewandeld met een rugzak.

Tijdens het onderzoek was gekozen voor een nul-meting, waarbij geen rugzak werd gedragen. Het is niet bekend of er verschil in adaptatie optreedt, wanneer een proefpersoon tijdens de nul-meting een rugzak zonder massa draagt ten opzichte van geen rugzak dragen.

Lage rugklachten gaan in veel gevallen gepaard met bio-, psycho-, en sociale factoren, waarbij in dit onderzoek de biologische kant wordt uitgelicht (Staal et al., 2013). Het psychologische en sociale aspect in huidig onderzoek is volledig buiten beschouwing gelaten.

4.5 Literatuur

Studies die de invloed van een rugzak op het lichaam hebben onderzocht, zijn meegenomen in dit onderzoek. Studies laten verschillen zien met rugzak ten opzichte van zonder rugzak wat betreft spierspanning en gewrichtshoeken. Huidig onderzoek bevestigt dat er veranderingen optreden in het heup- en bekkengewricht. Daarnaast ontkracht huidig onderzoek, in tegenstelling tot andere studies, dat er veranderingen optreden in spierspanning tijdens het dragen van een rugzak.

Echter brengen deze studies niet eenzelfde spieren en gewrichtshoeken in kaart. Om deze reden zijn voorgaande studies niet een op een te vergelijken met huidig onderzoek.

4.6 Aanbevelingen

Aan de hand van de discussie worden de volgende aanbevelingen voor eventuele vervolgstudies en het fysiotherapeutisch handelen gedaan.

Ter uitbreiding van huidige resultaten zou in de toekomst de *spm-method* gebruikt kunnen worden om de data statistisch te toetsen middels continuanalyse. Hierbij zou

een mogelijk significant verschil in de tijd duidelijk gemaakt kunnen worden wat betreft spierspanning en gewrichtshoeken.

De onderzoekers kunnen met de huidige resultaten geen advies geven met betrekking tot de rugzakmassa in relatie met lage rugklachten. De reden hiervan is dat de resultaten deze klachten niet ophelderen. Tevens is het mogelijk dat in het ADL, personen een rugzak voor langere tijd omhebben, wat mogelijk voor lage rugklachten kan zorgen. Verder onderzoek zal nodig zijn om in kaart te brengen in welke mate lage rugklachten daadwerkelijk voortkomen vanuit het dragen van een rugzak.

In verder onderzoek wordt aanbevolen om een nul-meting te realiseren met het dragen van een rugzak zonder massa. Hierdoor hebben alle drie de situaties eenzelfde uitgangspunt, waardoor deze een evenredige vergelijking zullen geven.

In huidig onderzoek ziet men veranderingen in de gewrichtshoek van de heup. Vervolgonderzoek zou moeten aantonen of deze veranderingen geïnitieerd worden vanuit de romp en/of het femur. Eenmaal dit in kaart zal de fysiotherapeut een patiënt kunnen informeren/adviseren over de gevolgen van het dragen van een rugzak. Daarnaast zou de therapeut specifieke oefen- en/of houdingstherapie kunnen indiceren.

Naar aanleiding van de veranderingen die naar voren zijn gekomen in het bekkengewricht adviseren de onderzoekers het volgende voor de fysiotherapeut: ten eerste is het van belang dat de fysiotherapeut de patiënt informeert over betreffende veranderingen die optreden tijdens gang met het dragen van een rugzak. Ten tweede zal het geven van advies omtrent trainen van *core-stability* zinvol zijn, om het bekken te stabiliseren (Pool-Goudzwaard, Vleeming, Stoeckart, Snijders, & Mens, 1998; Selkow, Eck, & Rivas, 2017). Uiteindelijk zal onderzocht kunnen worden wat de invloed van *core-stability* training is op het bekkengewricht tijdens gang met het dragen van een rugzak.

5. Conclusie

Aan de hand van dit kwantitatief onderzoek kan geconcludeerd worden dat tijdens het gaan met het dragen van een rugzak een significant verschil optreedt in het heup- en bekkengewricht. In tegenstelling tot de overige parameters: het knie- en enkelgewricht en de zeven meest actieve meetbare spieren van de onderste extremiteit, waarbij geen significant verschil optreedt. Door dit resultaat zijn de gestelde hypothesen deels bevestigd en deels ontkracht.

Om een sterkere uitspraak te kunnen doen, zullen vervolgstudies uitgevoerd moeten worden. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de aanbevelingen van huidig onderzoek.

Literatuur

- Bergamo, F., Diederer, T., & Odekerken, D. (2017). Motionlab. Retrieved from <https://www.zuyd.nl/voorbedrijven/zuyd-labs/motion-lab>
- Beurskens, A. J. H. M. (2012). *Metten in de praktijk: stappenplan voor het gebruik van meetinstrumenten in de gezondheidszorg*: Bohn Stafleu van Loghum.
- Bons, S., Borg, M., Van den Donk, M., Koes, B., Kuijpers, T., & Ostelo, R. (2017). NHG-Standaard Aspecifieke lagerugpijn. *Huisarts Wet*, 60.
- Borghans, R., Evers, M. M. R., & Hermans, C. (2016). *De validiteit van de Ganganalyselijst Nijmegen*. (Pilot Studie), ZUYD Hogeschool, Faculteit gezondheid en techniek, opleiding fysiotherapie, Heerlen.
- Bouter, p. d. L. M., Dongen, d. i. M. C. J. M. v., & Zielhuis, p. d. i. G. A. (2010). *Epidemiologisch onderzoek: opzet en interpretatie* (zesde herziende druk ed.): Bohn stafleu van Loghum.
- Deckers, J., & Beckers, D. (2017). *Ganganalyse en looptraining*.
- Diederer, T. (2016). *Handleiding Vicon Nexus*. Heerlen.
- Dijkstra, P. U., Burken, P. v., Marinus, J., Nijs, J., & Wilgen, C. P. v. (2005). *Jaarboek fysiotherapie en kinesitherapie*: Bohn Stafleu Van Loghum, Houten.
- Geuns, C. V. M., & Lemmens, L. C. (2017). *De validiteit van balans bij de IN-LINE-LUNGE*. ZUYD Hogeschool, faculteit gezondheid en techniek, opleiding fysiotherapie, Heerlen.
- Geusen, J. F. M. M., Houtvast, F. G. J., & Walstra, M. K. (2017). *De eerste klap is een daalder waard*. ZUYD Hogeschool, faculteit gezondheid en techniek, opleiding fysiotherapie, Heerlen.
- Gezondheid.be. (2013). Boekentas: maximaal 10 procent van het lichaamsgewicht. Retrieved from http://www.gezondheid.be/index.cfm?art_id=12110&fuseaction=art
- Hermens, D. i. H. J., Freriks, D. i. B., Merletti, P. R., Rau, P. d. G., Disselhorst-Klug, D. C., Stegeman, P. d. i. D. F., & Hägg, D. G. M. Seniam. Retrieved from <http://www.seniam.org/>
- Hong, Y., & Cheung, C. K. (2003). Gait and posture responses to backpack load during level walking in children. *Gait Posture*, 17(1).
- IDEWE, G. Rugvriendelijke boekentassen. Retrieved from <http://www.idewe.be/wps/portal/nl/home/indekijker-archief/boekentassen>
- Imbos, T., Janssen, M. P. E., & Berger, M. P. F. (2001). *Methodologie en Statistiek*: Universiteit Maastricht, Faculteit der Gezondheidswetenschappen.
- Lambeek, L. C., van Tulder, M. W., Swinkels, I. C., Koppes, L. L., Anema, J. R., & van Mechelen, W. (2011). The trend in total cost of back pain in The Netherlands in the period 2002 to 2007. *Spine (Phila Pa 1976)*, 36(13). doi:10.1097/BRS.0b013e3181e70488
- Lucas-Cuevas, A. G., Perez-Soriano, P., Bush, M., Crossman, A., Llana, S., Cortell-Tormo, J. M., & Perez-Turpin, J. A. (2013). Effects of Different Backpack Loads in Acceleration Transmission during Recreational Distance Walking. *J Hum Kinet*, 37. doi:10.2478/hukin-2013-0028
- Motmans, R. (2006 - 2017). Hoe zwaar mogen boekentassen zijn? Retrieved from http://www.ergonomiesite.be/school/gewicht_boekentas.htm
- Motmans, R., Tomlow, S., & Vissers, D. (2006). Trunk muscle activity in different modes of carrying schoolbags. *Ergonomics*, 49(2), 127-138.

- Pascoe, D. D., Pascoe, D. E., Wang, Y. T., Shim, D. M., & Kim, C. K. (1997). Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. *Ergonomics*, 40(6), 631-641. doi:10.1080/001401397187928
- Perry, J., & Burnfield, J. M. (2010). *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*: SLACK.
- Pool-Goudzwaard, A. L., Vleeming, A., Stoeckart, R., Snijders, C. J., & Mens, J. M. (1998). Insufficient lumbopelvic stability: a clinical, anatomical and biomechanical approach to 'a-specific' low back pain. *Man Ther*, 3(1), 12-20. doi:10.1054/math.1998.0311
- Rodrigues, F. B., Magnani, R. M., Lehnen, G. C., Souza, G., Andrade, A. O., & Vieira, M. F. (2017). Effects of backpack load and positioning on nonlinear gait features in young adults. *Ergonomics*, 61(5), 720-728. doi:10.1080/00140139.2017.1413213
- Selkow, N. M., Eck, M. R., & Rivas, S. (2017). TRANSVERSUS ABDOMINIS ACTIVATION AND TIMING IMPROVES FOLLOWING CORE STABILITY TRAINING: A RANDOMIZED TRIAL. *Int J Sports Phys Ther*, 12(7), 1048-1056.
- Smith, B., Ashton, K. M., Bohl, D., Clark, R. C., Metheny, J. B., & Klassen, S. (2006). Influence of carrying a backpack on pelvic tilt, rotation, and obliquity in female college students. *Gait Posture*, 23(3), 263-267. doi:10.1016/j.gaitpost.2005.02.009
- Staal, J., Hendriks, E., Heijmans, M., Kiers, H., Lutgers-Boomsma, A., Rutten, G., . . . Custers, J. (2013). KNGF-richtlijn Lage rugpijn. *KNGF*, 7.
- Stanford, C., Francis, P., & Chambers, H. (2002). *Changes in upper body and arm kinematics while carrying symmetrical and assymetrical backpack loads*. Paper presented at the ISBS-Conference Proceedings Archive.
- Tebbutt, P., Wood, J., & King, M. (2002). *The Vicon Manual*.
- van Gent, C., Dols, J. J., de Rover, C. M., Hira Sing, R. A., & de Vet, H. C. (2003). The weight of schoolbags and the occurrence of neck, shoulder, and back pain in young adolescents. *Spine (Phila Pa 1976)*, 28(9), 916-921. doi:10.1097/01.brs.0000058721.69053.ec
- Vicon Plug-in Gait Product Guide. (2010). In *Foundation Notes Revision 2.0*
- Vieira, M. F., Lehnen, G. C., Noll, M., Rodrigues, F. B., de Avelar, I. S., & da Costa, P. H. (2016). Use of a backpack alters gait initiation of high school students. *J Electromyogr Kinesiol*, 28, 82-89. doi:10.1016/j.jelekin.2016.03.008
- Well. (2017). *Delsys EMGworks Analysis*.

Bijlagen

Bijlage 1: totaaloverzicht gangcyclus (naar Perry)

	IC initial contact belasting nemen 2-benige steunfase 0,2%		LR loading response belasting nemen 2-benige steunfase 2-12%		MSt mid-stance 1-benige steunfase 12-31%		TSt terminal stance 1-benige steunfase 31-50%		PSw pre-swing 2-benige steunfase 50-62%		ISw initial swing zwaai fase 62-75%		MSw mid-swing zwaai fase 75-87%		TSw terminal swing zwaai fase 87-100%
gewrichten bekken 5° vw heup 25° flex knie 0-5° flex enkel 0° MTP 25° ext	gewrichten bekken 5° vw heup 20° flex knie 15° flex enkel 5° pl flex 5° everse MTP 0°	gewrichten bekken 0° heup 0° knie 0-5° flex enkel 5° dors fl. MTP 0°	gewrichten bekken 5° achtw heup 20° ext. knie 0-5° flex enkel 10° dorsifi. MTP 30° ext	gewrichten bekken 5° achtw heup 10° ext knie 40° flex enkel 15° pl fl MTP 60° dors fl	gewrichten bekken 0° heup 25° flex knie 25° flex enkel 0° MTP 0°	gewrichten bekken 5° flex heup 25° flex knie 25° flex enkel 0° MTP 0°	gewrichten bekken 5° flex heup 15° ext knie 60° flex enkel 5° pl fl MTP 0°	gewrichten bekken 5° flex heup 15° ext knie 60° flex enkel 5° pl fl MTP 0°	gewrichten bekken 5° flex heup 15° ext knie 60° flex enkel 5° pl fl MTP 0°	gewrichten bekken 5° flex heup 15° ext knie 60° flex enkel 5° pl fl MTP 0°	gewrichten bekken 5° flex heup 15° ext knie 60° flex enkel 5° pl fl MTP 0°	gewrichten bekken 5° flex heup 15° ext knie 60° flex enkel 5° pl fl MTP 0°	gewrichten bekken 5° flex heup 15° ext knie 60° flex enkel 5° pl fl MTP 0°	gewrichten bekken 5° flex heup 15° ext knie 60° flex enkel 5° pl fl MTP 0°	gewrichten bekken 5° flex heup 15° ext knie 60° flex enkel 5° pl fl MTP 0°
musculatuur gluteus maximus biceps femoris vastus medialis tibialis anterior ext. digitorum	musculatuur gluteus med/min semimembran. vastus lat. & int. tibialis ant. & post ext. digitorum	musculatuur tensor fac lat vastus medialis triceps & tib. post flex. digitorum peroneus	musculatuur plantar flexors flexor digitorum tibialis posterior triceps surae peroneus	musculatuur rectus femoris adductor longus plantar flexors in het begin	musculatuur iliacus sartorius tibialis anterior ext. digitorum ext. hallucis	musculatuur hamstrings vastus medialis tibialis anterior ext. digitorum ext. hallucis	musculatuur hamstrings gluteus maximus hamstrings tibialis anterior ext. digitorum ext. hallucis	musculatuur hamstrings gluteus maximus hamstrings tibialis anterior ext. digitorum ext. hallucis	musculatuur hamstrings gluteus maximus hamstrings tibialis anterior ext. digitorum ext. hallucis	musculatuur hamstrings gluteus maximus hamstrings tibialis anterior ext. digitorum ext. hallucis	musculatuur hamstrings gluteus maximus hamstrings tibialis anterior ext. digitorum ext. hallucis	musculatuur hamstrings gluteus maximus hamstrings tibialis anterior ext. digitorum ext. hallucis	musculatuur hamstrings gluteus maximus hamstrings tibialis anterior ext. digitorum ext. hallucis	musculatuur hamstrings gluteus maximus hamstrings tibialis anterior ext. digitorum ext. hallucis	musculatuur hamstrings gluteus maximus hamstrings tibialis anterior ext. digitorum ext. hallucis
momenten GRF heup flexie knie extensie enkel plant fl romp flexie	momenten GRF heup stabiel knie flexie enkel plant fl romp stabiel	momenten GRF heup stabiel knie flexie enkel dors fl romp stabiel	momenten GRF heup ext knie extensie enkel dors fl romp stabiel	momenten GRF passieve knieflex	momenten GRF geen	momenten GRF geen	momenten GRF geen	momenten GRF geen	momenten GRF geen	momenten GRF geen	momenten GRF geen	momenten GRF geen	momenten GRF geen	momenten GRF geen	momenten GRF geen
belangrijke gebeurtenis hielcontact om heel rocker in gang te zetten	belangrijke gebeurtenis gecontroleerde knieflexie zorgt voor schokdemping en kniestabiliteit heupstabiliteit zorgt voor rechte romp	belangrijke gebeurtenis gecontroleerde voorwaartse beweging van de tibia	belangrijke gebeurtenis gecontroleerde dorsaalflexie enkel met contact-verlies van de hiel met de bodem hyperextensie heup	belangrijke gebeurtenis passieve kniebuiging van 40° plantairflexie enkel	belangrijke gebeurtenis heupflexie 15° knieflexie 60°	belangrijke gebeurtenis toenemende heupflexie naar 25° dorsaalflexie enkel tot 0-stand	belangrijke gebeurtenis toenemende heupflexie naar 25° dorsaalflexie enkel tot 0-stand	belangrijke gebeurtenis toenemende heupflexie naar 25° dorsaalflexie enkel tot 0-stand	belangrijke gebeurtenis toenemende heupflexie naar 25° dorsaalflexie enkel tot 0-stand	belangrijke gebeurtenis toenemende heupflexie naar 25° dorsaalflexie enkel tot 0-stand	belangrijke gebeurtenis toenemende heupflexie naar 25° dorsaalflexie enkel tot 0-stand	belangrijke gebeurtenis toenemende heupflexie naar 25° dorsaalflexie enkel tot 0-stand	belangrijke gebeurtenis toenemende heupflexie naar 25° dorsaalflexie enkel tot 0-stand	belangrijke gebeurtenis toenemende heupflexie naar 25° dorsaalflexie enkel tot 0-stand	belangrijke gebeurtenis toenemende heupflexie naar 25° dorsaalflexie enkel tot 0-stand

Totaaloverzicht gangcyclus (naar Perry) (Deckers & Beckers, 2017)

Bijlage 2: integriteitsverklaring



Verklaring wetenschappelijke integriteit

Hierbij verklaar ik dat ik al mijn werkzaamheden als wetenschapper/onderzoeker in het kader van mijn afstudeerscriptie aan Zuyd Hogeschool Heerlen tot nu toe heb verricht en ook in de toekomst zal verrichten conform de principes van goed wetenschappelijk onderwijs en onderzoek, te weten: zorgvuldigheid, betrouwbaarheid, controleerbaarheid, onpartijdigheid en onafhankelijkheid. Onder deze principes wordt tevens verstaan het niet opzettelijk vervalsen of manipuleren van data en plegen van plagiaat.

Ik heb kennis genomen van de Nederlandse Gedragscode Wetenschapsbeoefening van de VSNU en van de informatie over wetenschappelijke integriteit zoals deze onder meer te vinden is op de website van de Zuyd (blackboard) en de VSNU (http://www.vsnul.nl/wetenschappelijke_integriteit.html)

Naam: Boukje Knops

Studentnummer: 1408305

Datum: 25-10-2017

Handtekening:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Boukje Knops', written over a horizontal line.



Verklaring wetenschappelijke integriteit

Hierbij verklaar ik dat ik al mijn werkzaamheden als wetenschapper/onderzoeker in het kader van mijn afstudeerscriptie aan Zuyd Hogeschool Heerlen tot nu toe heb verricht en ook in de toekomst zal verrichten conform de principes van goed wetenschappelijk onderwijs en onderzoek, te weten: zorgvuldigheid, betrouwbaarheid, controleerbaarheid, onpartijdigheid en onafhankelijkheid. Onder deze principes wordt tevens verstaan het niet opzettelijk vervalsen of manipuleren van data en plegen van plagiaat.

Ik heb kennis genomen van de Nederlandse Gedragscode Wetenschapsbeoefening van de VSNU en van de informatie over wetenschappelijke integriteit zoals deze onder meer te vinden is op de website van de Zuyd (blackboard) en de VSNU (http://www.vsnu.nl/wetenschappelijke_integriteit.html)

Naam: Romy van Bree

Studentnummer: 1407228

Datum: 25-10-2017

Handtekening:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Romy van Bree', written over a horizontal line.

Bijlage 3: e-mail potentiële deelnemers

Hallo toekomstige deelnemer van ons onderzoek,

Velen van jullie komen met een rugzak naar school. Wij vragen ons af wat de invloed is van deze, misschien wel té zware, rugzak op het gangpatroon.

Wij (Romy van Bree en Boukje Knops: 4^e jaars studenten fysiotherapie) zijn bezig met ons afstudeeronderzoek. Het onderzoek gaat over de invloed van een rugzak tijdens het wandelen. Om dit te meten maken we gebruik van de nieuwste technologie zoals het Vicon® systeem en dynamische sEMG.

Om dit onderzoek te realiseren zijn we opzoek naar proefpersonen die ons willen helpen.

- Locatie: *Motionlab* Biometrie (B-vleugel)
- Periode + tijdstip: aangepast aan jullie lesrooster in februari 2018 tot en met maart 2018, dit wordt nader gecommuniceerd.
- Tijdsduur: +/- 45 minuten
- Wat kun je verwachten: het onderzoek houdt in dat de proefpersoon 20 x 10 meter, wandelt al dan niet met rugzak

Je bent geschikt als je aan onderstaande voorwaarden voldoet:

- Leeftijd tussen de 18-25 jaar;
- Je bent in staat 20 x 10 meter te wandelen;
- Je hebt, op het moment van meten, geen orthopedische, neurologische en/of congenitale afwijkingen;
- Je maakt, op het moment van meten, geen gebruik van een (loop)hulpmiddel;

Lijkt dit je leuk en/of interessant, en/of wil je ons hierbij graag helpen?

Mail dan je naam, studentnummer en eventuele beschikbaarheid naar:

1407228bree@zuyd.nl. Je zult dan nader geïnformeerd worden.

Als er vragen zijn kunnen jullie ten alle tijden geheel vrijblijvend contact opnemen met ons (gegevens onderaan mail).

Wij hopen op jouw hulp.

Groetjes Romy van Bree en Boukje Knops

1407228bree@zuyd.nl 0646312566

1408305knops@zuyd.nl 0611478999

Bijlage 4: e-mail deelnemers

Beste proefpersoon,

Naar aanleiding van jouw opgave voor ons onderzoek hier de volgende informatie. Op ***datum*** om ***tijd*** start de meting in het *Motionlab* op Hogeschool Zuyd in Lokaal A.1.106. Zorg dat je er stipt op tijd bent, zodat we je kunnen prepareren voor ons onderzoek.

Om zo nauwkeurig mogelijk te meten, wordt het onderzoek uitgevoerd in ondergoed (bh en ondergoed). Zorg dus voor aangesloten ondergoed. Het zal ongeveer 30-45 min duren.

Groetjes Boukje Knops en Romy van Bree

Bijlage 5: informed consent formulier

Titel onderzoek: “De onzichtbare rugzak”

Verantwoordelijke onderzoekers: Romy van Bree en Boukje Knops

Beste proefpersoon,

In het kader van de scriptie bent u gevraagd om deel te nemen aan betreffend onderzoek. In dit onderzoek wordt de gang in combinatie met het dragen van een rugzak onderzocht.

Van u wordt verwacht dat u 3 series van 5 x 10 meter op en neer wandelt in het ganglab al dan niet met rugzak. De gang wordt uitgevoerd middels meetapparatuur waarbij het gebruikelijk is dat de proefpersoon in aangesloten ondergoed wandelt in het lab, dat wil zeggen:

- Mannen: aangesloten boxershort of onderbroek
- Vrouwen: aangesloten bh en onderbroek of boxershort

In te vullen door de deelnemer

Ik verklaar op een voor mij duidelijke wijze te zijn ingelicht over de aard, methode en doel van het onderzoek. Ik weet dat de gegevens en resultaten van het onderzoek volledig anoniem en vertrouwelijk aan derden bekend gemaakt zullen worden. Mijn vragen zijn naar tevredenheid beantwoord.

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

Daarbij verklaar ik dat:

1. Ik toestemming verleen tot het vervaardigen van persoonlijk visueel materiaal;
2. Ik volledig ben voorgelicht aangaande gebruiksdoel en nut van het vervaardigde visuele materiaal;
3. Ik geen bezwaar heb tegen gebruikmaking van de productie en/of delen van het visuele materiaal bij faculteit Gezondheid en Techniek van Zuyd Hogeschool;
4. Ik voor vervaardiging en gebruik van het materiaal geen nadere vergoeding door de producent verschuldigd ben.

Naam deelnemer:.....

Datum en plaats:.....

Handtekening deelnemer:.....

In te vullen door de uitvoerende onderzoeker

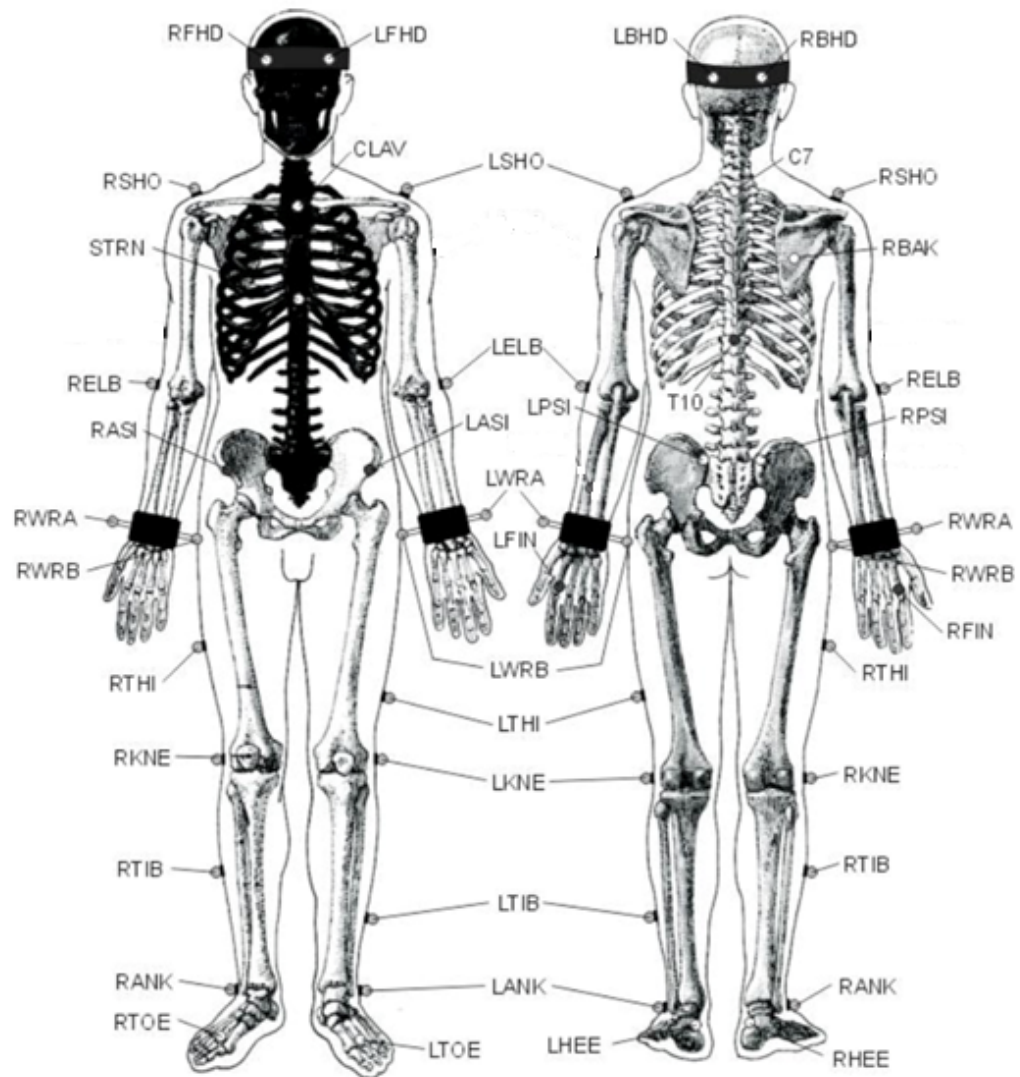
Ik heb een mondelinge en schriftelijke toelichting gegeven op het onderzoek. Ik zal resterende vragen over het onderzoek naar vermogen beantwoorden. De deelnemer zal van een eventuele voortijdige beëindiging van deelname aan dit onderzoek geen nadelige gevolgen ondervinden

Naam onderzoeker:.....

Datum en plaats:.....

Handtekening onderzoeker:.....

Bijlage 6: PlugInGait fullbody model



Bijlage 7: rugzak



Bijlage 8: markernaamgeving

<i>Marker label</i>	<i>Definitie</i>	<i>Positie</i>
Hoofdmarkers		
LFHD	Linkerzijde voorhoofd	Os frontale links
RFHD	Rechterzijde voorhoofd	Os frontale rechts
LBHD	Linkerzijde achterhoofd	Os parietale links
RHBD	Rechterzijde achterhoofd	Os parietale rechts
Rompmarkers		
C7	Cervicale 7	Processus spinosus C7
T10	Thoracale 10	Processus spinosus Th10
CLAV	Clavicula	Top van het sternum
STRN	Sternum	Basis van het sternum
RBAK	Rechter schouderblad	Middenzijde rechter schouderblad (asymmetrie marker)
Bovenste extremititeit links		
LSHO	Linker schouder	Acromio-claviculaire gewricht links
LELB	Linker elleboog	Laterale epicondyl links
LWRA	Linker pols A	Styloid process van de radius links
LWRB	Linker pols B	Styloid process van de ulna links
LFIN	Linker hand 2 ^{de} straal	PIP gewricht van de tweede straal links
Bovenste extremititeit rechts		
RSHO	Rechter schouder	Acromio-claviculaire gewricht rechts
RELB	Rechter elleboog	Laterale epicondyl rechts
RWRA	Rechter pols A	Styloid process van de radius rechts
RWRB	Rechter Pols B	Styloid process van de ulna rechts
RFIN	Rechter hand 2 ^{de} straal	PIP gewricht van de tweede straal rechts
Bekkenmarkers		
LASI	Linker SIAS	Linker SIAS
RASI	Rechter SIAS	Rechter SIAS
LPSI	Linker SIPS	Linker SIPS
RPSI	Rechter SIPS	Rechter SIPS
Onderste extremititeit links		
LTHI	Linker femur	Distale laterale 1/3 deel van het femur links in lijn met LKNE en LASI
LKNE	Linker knie	Laterale epycondyl knie links

LTIB	Linker tibia	Distale 1/3 deel van de tibia links in lijn met LKNE en LANK
LANK	Linker enkel	Laterale malleolus links
LHEE	Linker hiel	Calcaneus links in lijn met LTOE
LTOE	Linker voet	Metatarsie kop straal 2 links
Onderste extremititeit Rechts		
RTHI	Rechter femur	Distale laterale ½ deel van het femur rechts in lijn met RKNE en RASI
RKNE	Rechter knie	Laterale epycondyl knie rechts
RTIB	Rechter tibia	Distale 1/3 deel van de tibia rechts in lijn met RKNE en RANK
RANK	Rechter enkel	Laterale malleolus rechts
RHEE	Rechter hiel	Calcaneus rechts in lijn met RTOE
RTOE	Rechter voet	Metatarsie kop straal 2 rechts

Bijlage 9: elektroden plaatsing sEMG musculatuur

1. M. Gluteus maximus – Sensor 2

Uitgangshouding: in een naar voren gebogen positie, in buiklig.

Locatie: de elektrode werd op 50% geplaatst op de lijn tussen de sacrale wervels en trochanter major.

2. M. Biceps femoris long head – Sensor 3

Uitgangshouding: buiklig met knieflexie +/- 40 graden met lichte exorotatie van de heup.

Locatie: de elektrode werd op 50% geplaatst tussen de tuberositas ischium en de laterale epicondyle van de tibia.

3. M. Rectus femoris – Sensor 10

Uitgangshouding: zittend met de knieën in lichte flexie m.b.v. knierol.

Locatie: de elektrode werd geplaatst op 50% tussen de spina iliaca anterior superior en het superieure deel van de patella.

4. M. Vastus lateralis – Sensor 5

Uitgangshouding: zittend met de knieën in lichte flexie m.b.v. een knierol.

Locatie: de elektrode werd geplaatst op 2/3^e van de spina iliaca anterior superior en de laterale zijde van de patella.

5. M. Vastus medialis – Sensor 6

Uitgangshouding: zittend met de knieën in lichte flexie m.b.v. een knierol.

Locatie: de elektrode werd geplaatst op 80% op de lijn tussen de spina iliaca anterior superior en de gewrichtsspleet vóór de anterieure rand van collateraal mediaal.

6. M. Gastrocnemius medialis – Sensor 7

Uitgangshouding: buiklig met de knie gestrekt en de enkel over het einde van de tafel.

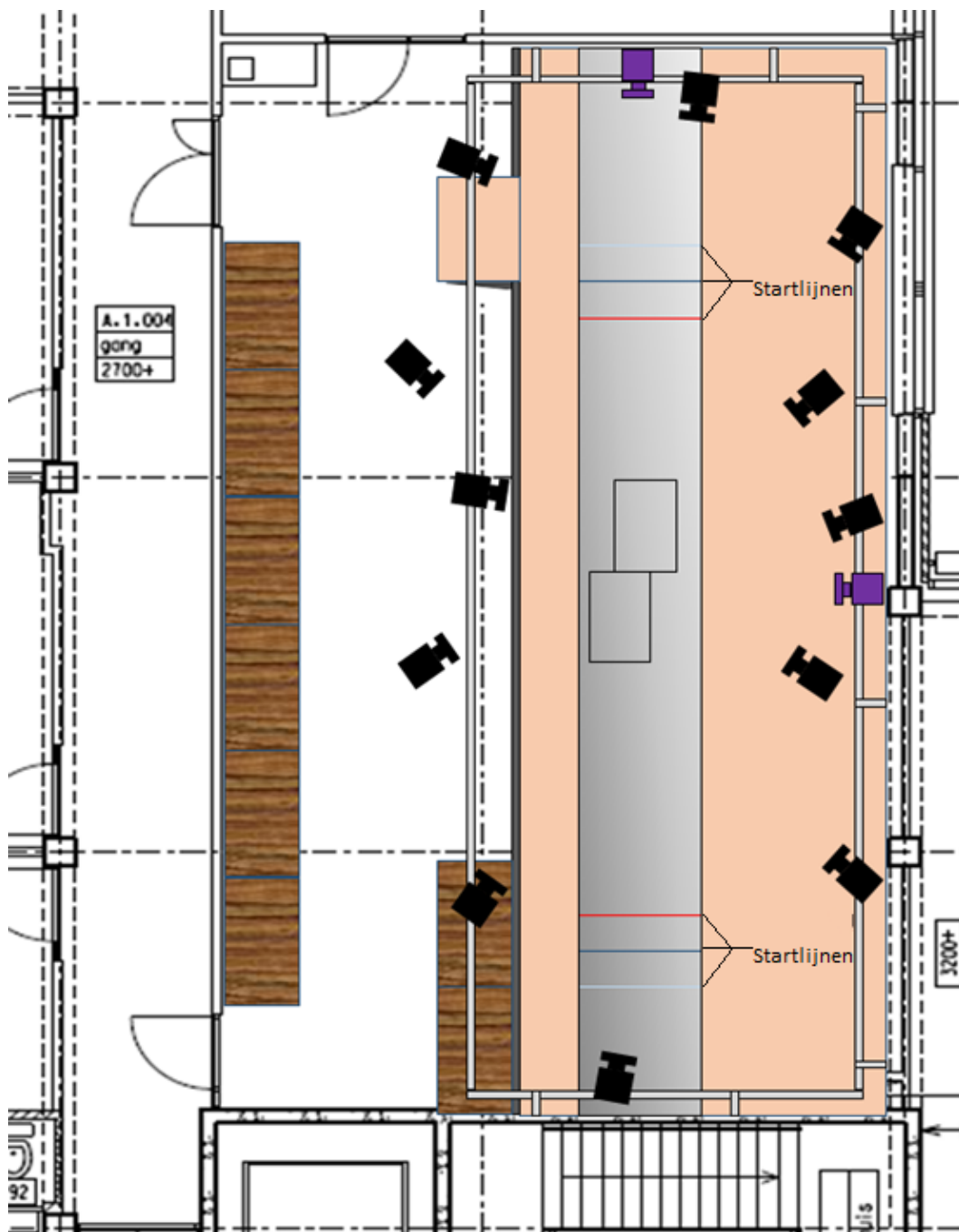
Locatie: de electrode werd geplaatst op het meest prominente bolling van de spier.

7. M. Tibialis anterior – Sensor 8

Uitgangshouding: ruglig met knieën in lichte flexie m.b.v. een knierol.

Locatie: de elektrode werd geplaatst op $1/3^e$ van de lijn tussen de fibulakop en het meest prominente punt van de mediale malleolus.

Bijlage 10: plattengrond motionlab



Bijlage 11: meting situatie A, B en C

Situatie 1: Gaan zonder rugzak

Instructie voor proefpersoon:

1. Sta stil met je voeten op heupbreedte en wijs met je handpalmen naar voren;
2. Wandel naar de startstreep;
3. Wandel op het startteken van de beoordelaar naar de overkant;
4. Stop met wandelen op het teken van de beoordelaar;
5. Herhaal dit 4 keer.

Instructie voor beoordelaars:

1. Laat proefpersoon in de anatomische houding plaatsnemen;
2. Doe de statische kalibratie;
3. Laat de proefpersoon bij de juiste startstreep klaar gaan staan;
4. Laat de proefpersoon naar de overkant wandelen en maak een dynamische meting;
5. Herhaal dit 4 keer.

Situatie 2: Gaan met 10% van de lichaamsmassa in de rugzak

Instructie voor proefpersoon:

1. Doe de rugzak om;
2. Sta stil met je voeten op heupbreedte en wijs met je handpalmen naar voren;
3. Wandel naar de startstreep;
4. Wandel op het startteken van de beoordelaar naar de overkant;
5. Stop met wandelen op het teken van de beoordelaar;
6. Herhaal dit 4 keer.

Instructie voor beoordelaars:

1. Doe de rugzak om met 10% van de lichaamsmassa bij de proefpersoon om;
2. Laat proefpersoon in de anatomische houding plaatsnemen en doe de statische kalibratie;
3. Laat de proefpersoon bij de juiste startstreep klaar gaan staan;
4. Laat de proefpersoon naar de overkant wandelen en maak een dynamische meting;
5. Herhaal dit 4 keer.

Situatie 3: Gaan met 20% van de lichaamsmassa in de rugzak

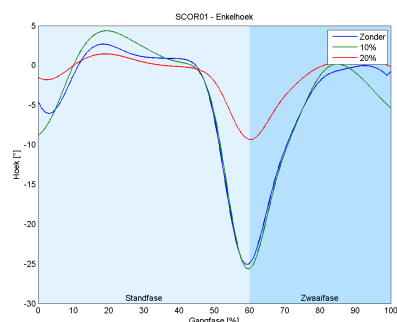
Instructie voor proefpersoon:

1. Doe de rugzak om;
2. Sta stil met je voeten op heupbreedte en wijs met je handpalmen naar voren;
3. Wandel naar de startstreep;
4. Wandel op het startteken van de beoordelaar naar de overkant;
5. Stop met wandelen op het teken van de beoordelaar;
6. Herhaal dit 4 keer.

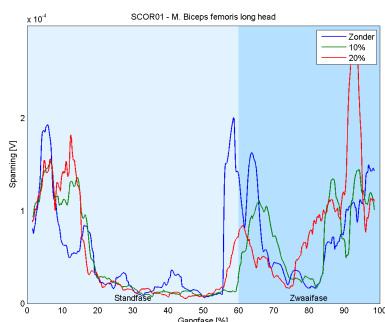
Instructie voor beoordelaars:

1. Doe de rugzak om met 20% van de lichaamsmassa bij de proefpersoon om;
2. Laat proefpersoon in de anatomische houding plaatsnemen en doe de statische kalibratie;
3. Laat de proefpersoon bij de juiste startstreep klaar gaan staan;
4. Laat de proefpersoon naar de overkant wandelen en maak een dynamische meting;
5. Herhaal dit 4 keer.

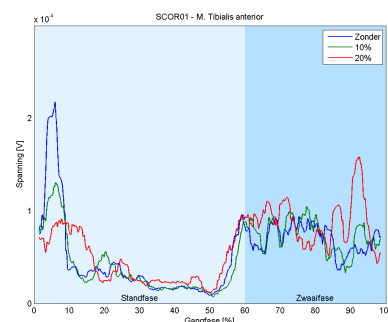
Bijlage 12: overzicht grafieken proefpersonen SCOR01



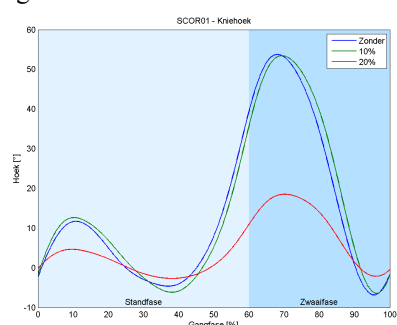
Figuur 4a: SCOR01 - eh



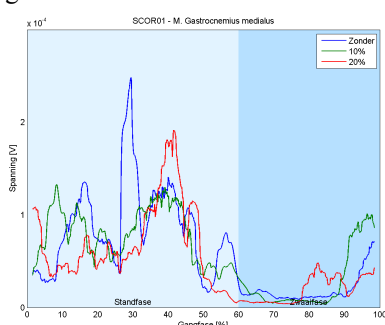
Figuur 4c: SCOR01 - m. bflh



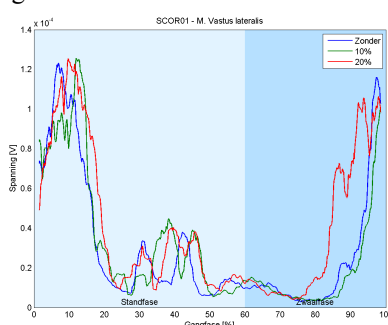
Figuur 4i: SCOR01 - m. ta



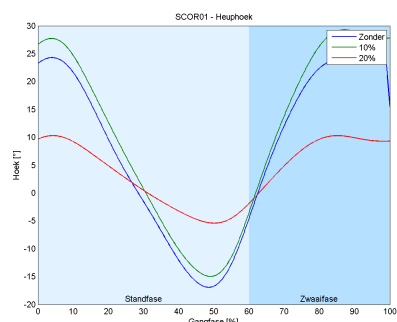
Figuur 4b: SCOR01 - kh



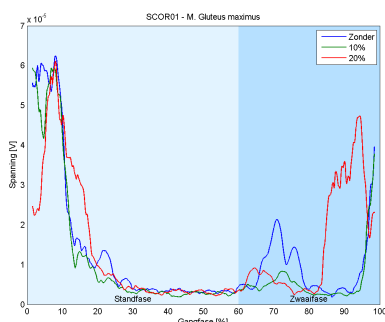
Figuur 4f: SCOR01 - m. gm



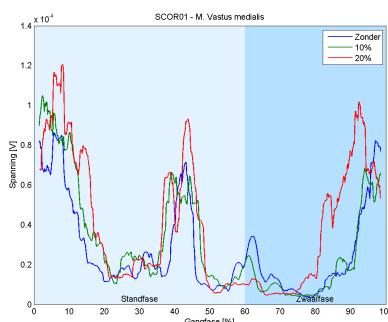
Figuur 4j: SCOR01 - m. vl



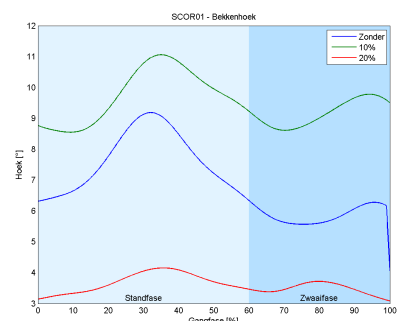
Figuur 4c: SCOR01 - hh



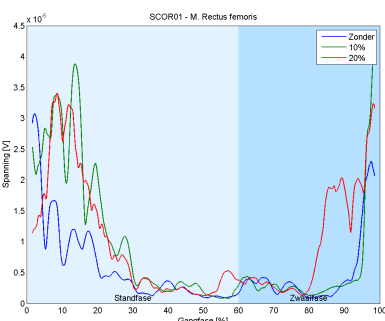
Figuur 4g: SCOR01 - m. glm



Figuur 4k: SCOR01 - m. vm



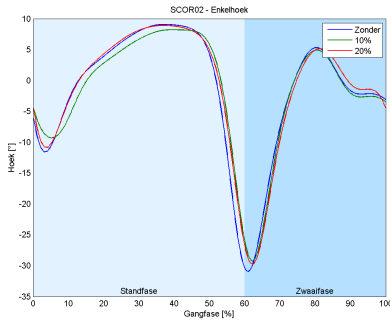
Figuur 4d: SCOR01 - bh



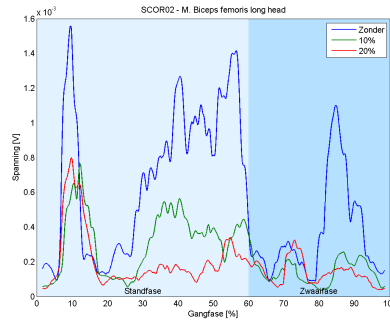
Figuur 4h: SCOR01 - m. rf

*Eh=enkelhoek; kh=knieshoek;
hh=heuphoek; bh=bekkenhoek;
m. bflh=musculus biceps femoris
longhead; m.gm=musculus
gastrocnemius medialis; m.glm
=musculus gluteus maximus;
m.rf=musculus rectus femoris;
m.ta=m. tibialis anterior; m
vl=musculus vastus lateralis;
m.vm= musculus vastus
medialis.*

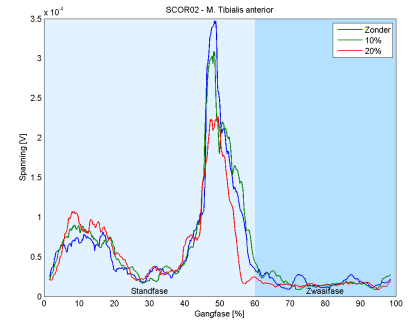
SCOR02



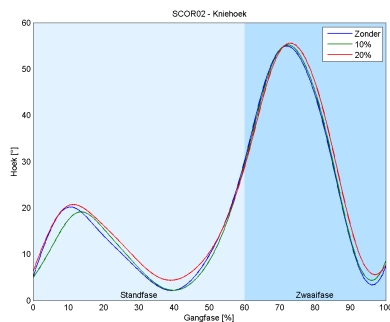
Figuur 5a: SCOR02 - eh



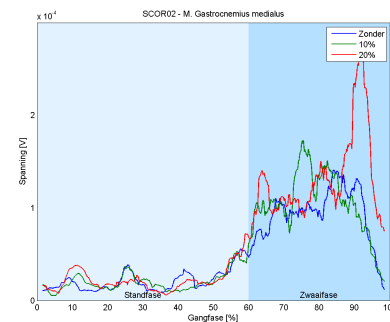
Figuur 5e: SCOR02 – m. bflh



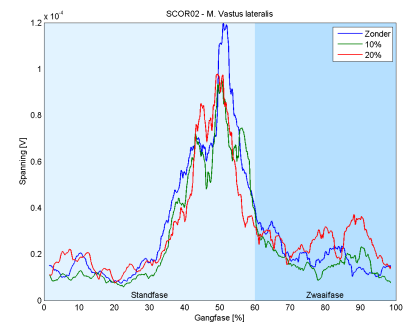
Figuur 5i: SCOR02 – m. ta



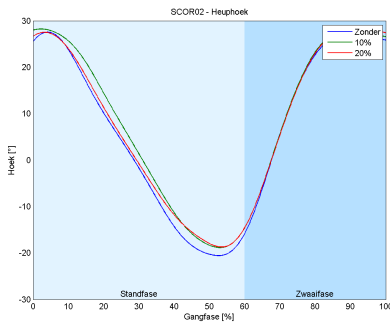
Figuur 5b: SCOR02 - kh



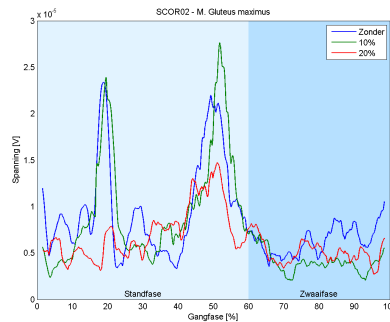
Figuur 5f: SCOR02 – m. gm



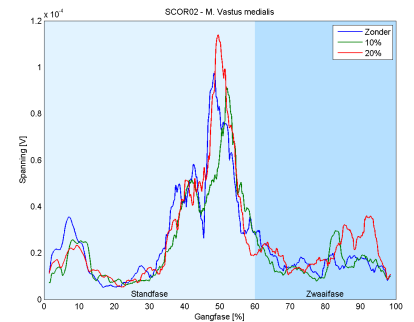
Figuur 5j: SCOR02 – m. vl



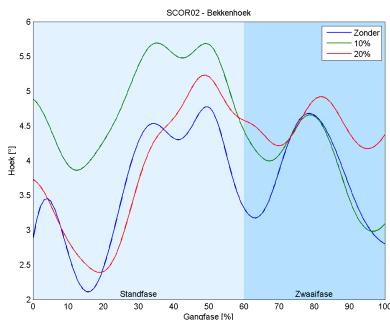
Figuur 5c: SCOR02 - hh



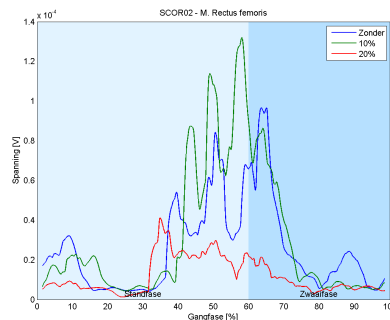
Figuur 5g: SCOR02 – m. glm



Figuur 5k: SCOR02 – m. vm



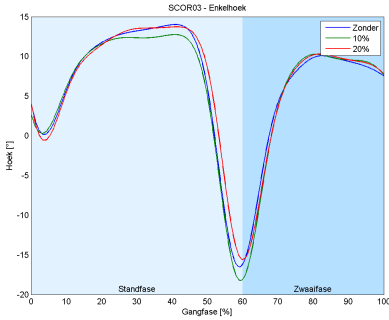
Figuur 5d: SCOR02 - bh



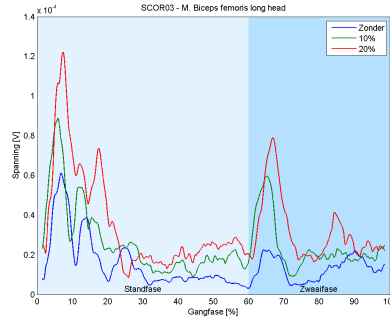
Figuur 5h: SCOR02 – m. rf

*Eh=enkelhoek; kh=kniehhoek;
hh=heuphoek; bh=bekkenhoek;
m. bflh=musculus biceps femoris
longhead; m.gm=musculus
gastrocnemius medialis; m.glm
=musculus gluteus maximmus;
m.rf=musculus rectus femoris;
m.ta=m. tibialis anterior; m
vl=musculus vastus lateralis;
m.vm= musculus vastus
medialis.*

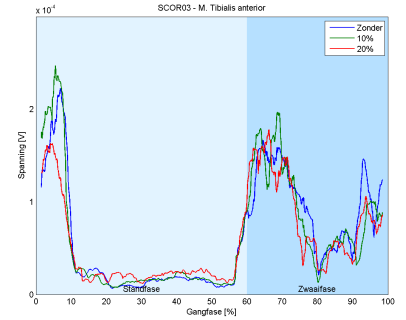
SCOR03



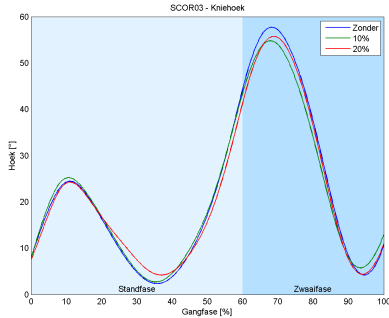
Figuur 6a: SCOR03 - eh



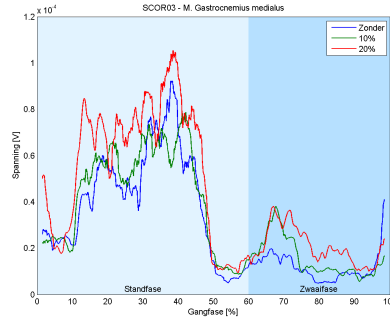
Figuur 6e: SCOR03 m. bflh



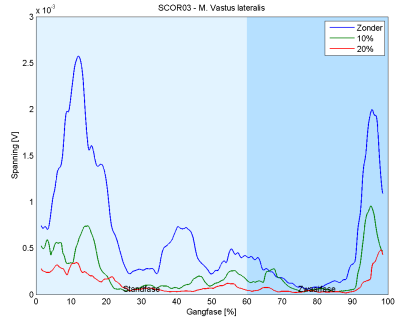
Figuur 6i: SCOR03 - m. ta



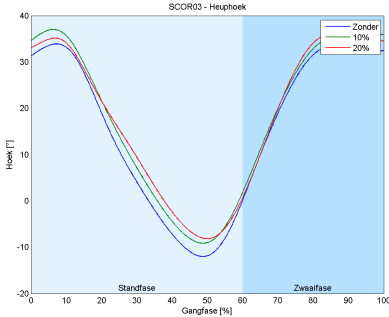
Figuur 6b: SCOR03 - kh



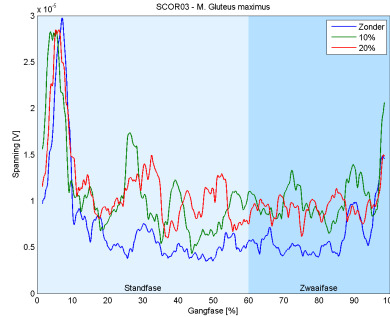
Figuur 6f: SCOR03 - m. gm



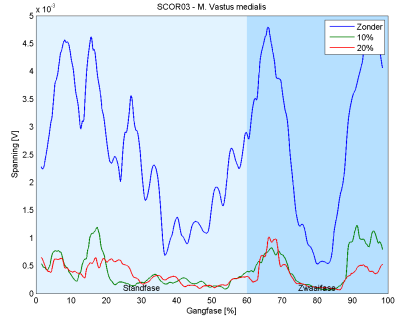
Figuur 6j: SCOR03 - m. vl



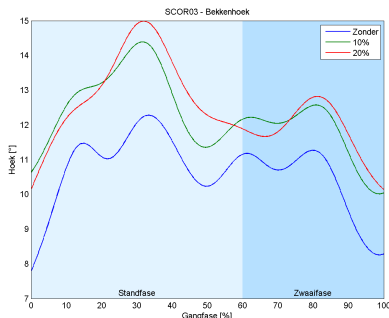
Figuur 6c: SCOR03 - hh



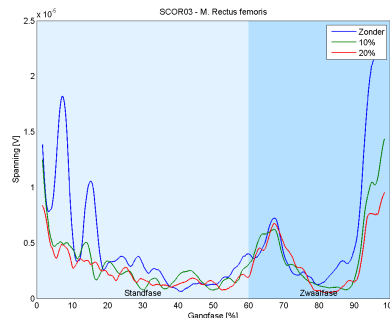
Figuur 6g: SCOR03 - m. glm



Figuur 6l: SCOR03 - m. vm



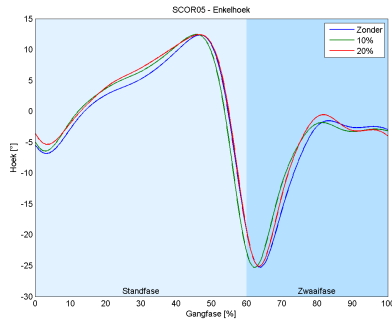
Figuur 6d: SCOR03 - bh



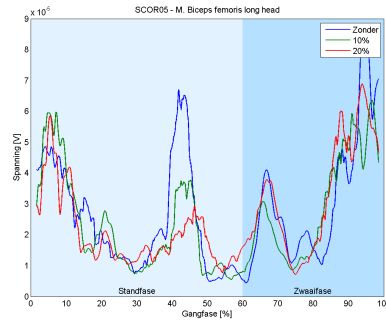
Figuur 6h: SCOR03 - m. rf

Figuur 6i: SCOR03 - m. vm
Eh=enkelhoek; kh=kniehhoek; hh=heuphoek; bh=bekkenhoek; m. bflh=musculus biceps femoris longhead; m. gm=musculus gastrocnemius medialis; m. glm=musculus gluteus maximus; m. rf=musculus rectus femoris; m. ta=m. tibialis anterior; m. vl=musculus vastus lateralis; m. vm= musculus vastus medialis.

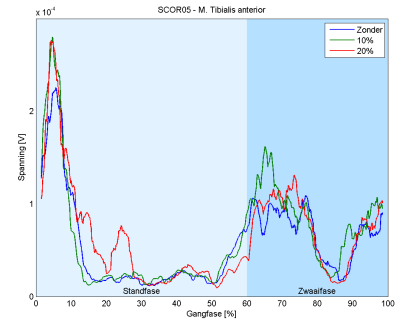
SCOR05



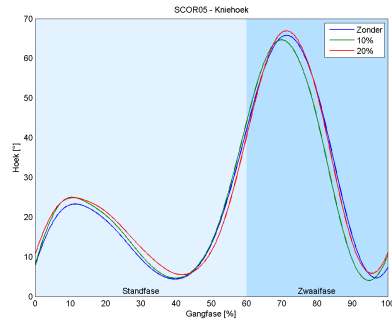
Figuur 7a: SCOR05 - eh



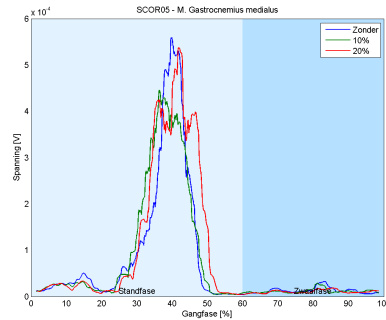
Figuur 7e: SCOR05 – m. bflh



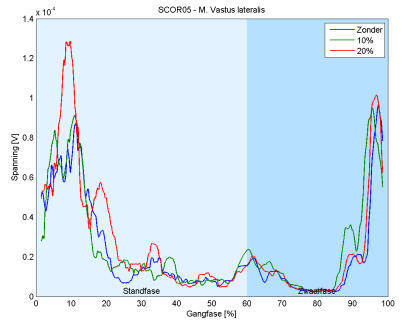
Figuur 7i: SCOR05 – m. ta



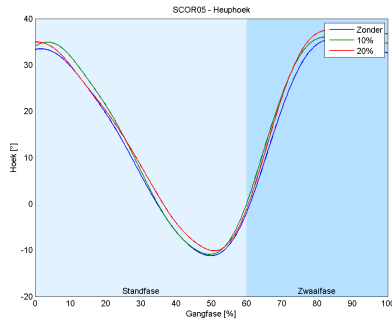
Figuur 7b: SCOR05 – kh



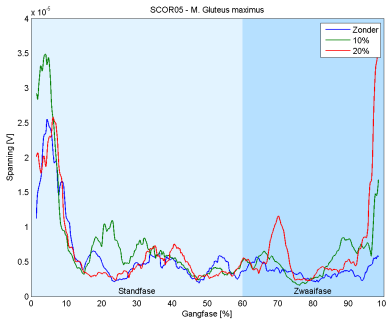
Figuur 7f: SCOR05 – m. gm



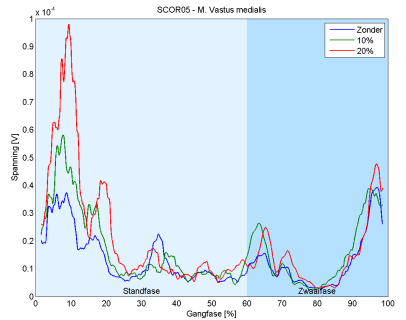
Figuur 7j: SCOR05 – m. vl



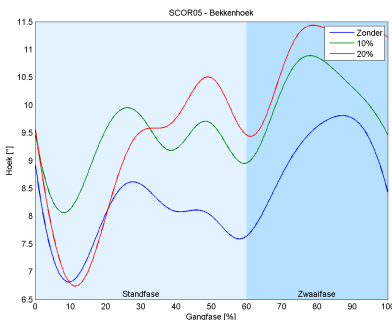
Figuur 7c: SCOR05 – hh



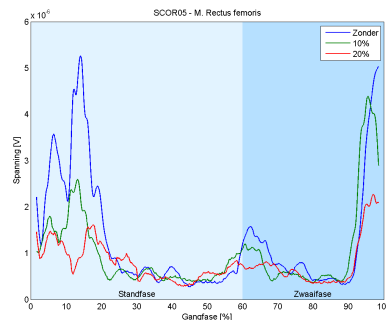
Figuur 7g: SCOR05 – m. glm



Figuur 7k: SCOR05 – m. vm



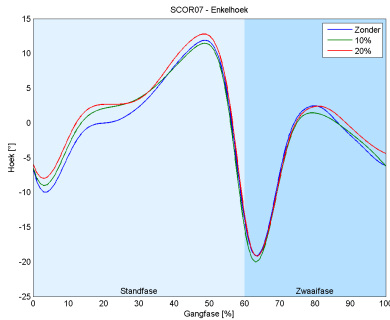
Figuur 7d: SCOR05 - bh



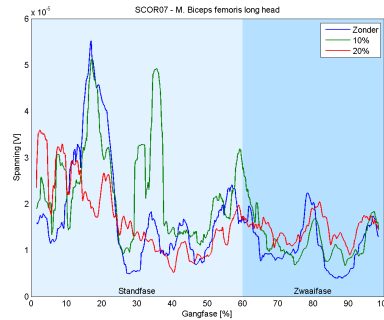
Figuur 7h: SCOR05 – m. rf

Eh=enkelhoek; kh=kniehoek; hh=heuphoek; bh=bekkenhoek; m. bflh=musculus biceps femoris longhead; m.gm=musculus gastrocnemius medialis; m.glm=musculus gluteus maximus; m.rf=musculus rectus femoris; m.ta=m. tibialis anterior; m vl=musculus vastus lateralis; m.vm= musculus vastus medialis.

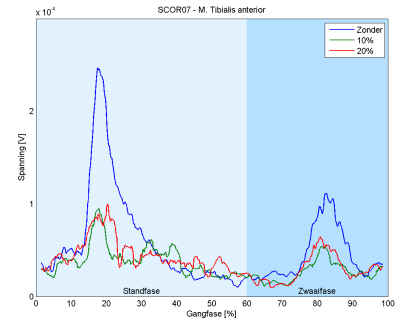
SCOR07



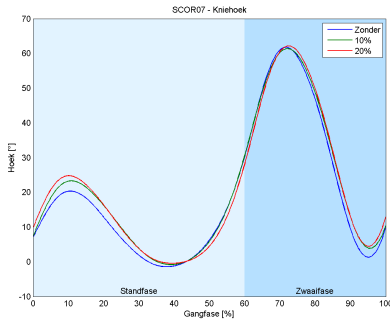
Figuur 8a: SCOR07 - eh



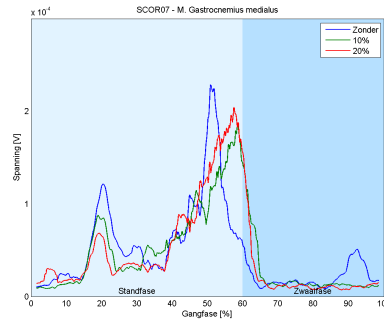
Figuur 8e: SCOR07 - m. bflh



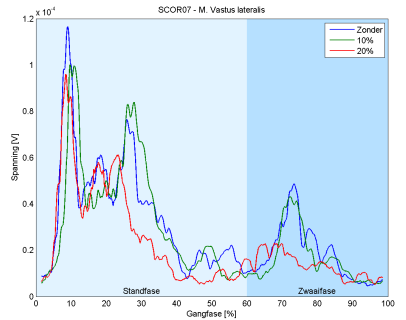
Figuur 8i: SCOR07 - m. ta



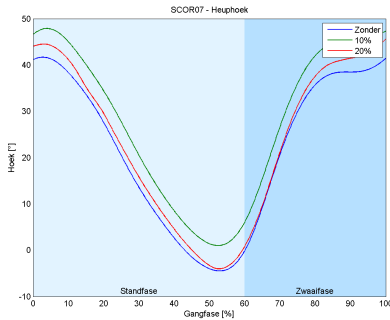
Figuur 8b: SCOR07 - kh



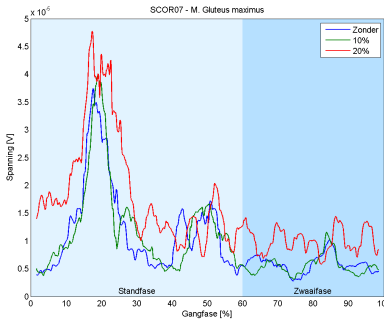
Figuur 8f: SCOR07 - m. gm



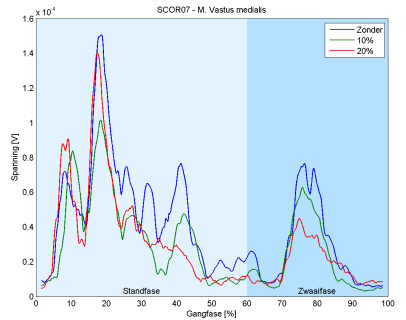
Figuur 8j: SCOR07 - m. vl



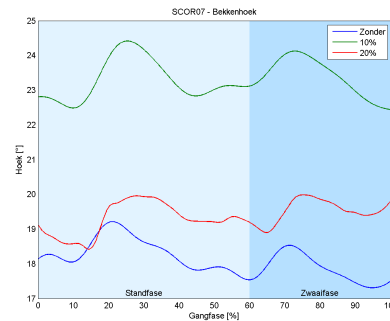
Figuur 8c: SCOR07 - hh



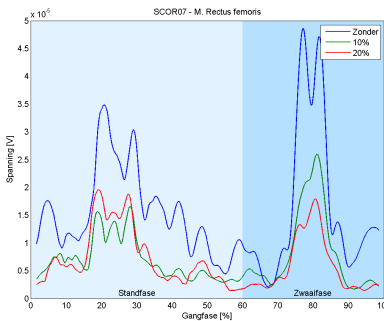
Figuur 8g: SCOR07 - m. glm



Figuur 8k: SCOR07 - m. vm
Eh=enkelhoek; kh=knieshoek; hh=heuphoek; bh=bekkenhoek; m. bflh=musculus biceps femoris longhead; m. gm=musculus gastrocnemius medialis; m. glm=musculus gluteus maximus; m. rf=musculus rectus femoris; m. ta=m. tibialis anterior; m. vl=musculus vastus lateralis; m. vm= musculus vastus medialis.

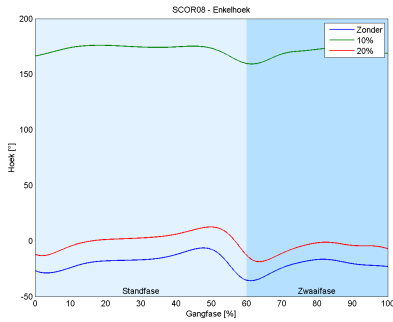


Figuur 8d: SCOR07 - bh

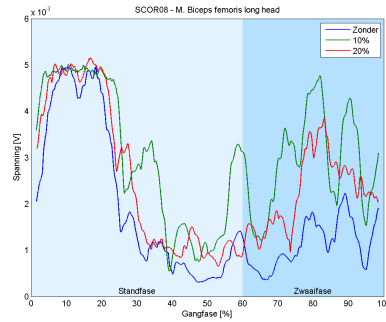


Figuur 8h: SCOR07 - m. rf

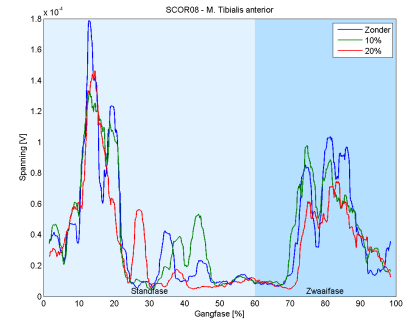
SCOR08



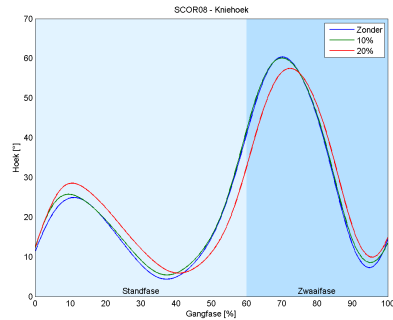
Figuur 9a: SCOR08 - eh



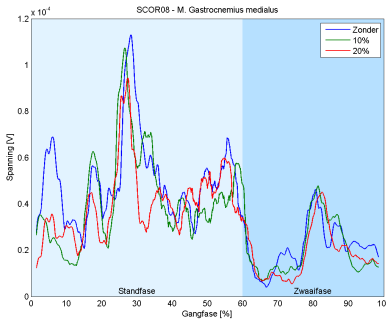
Figuur 9e: SCOR08 – m. bflh



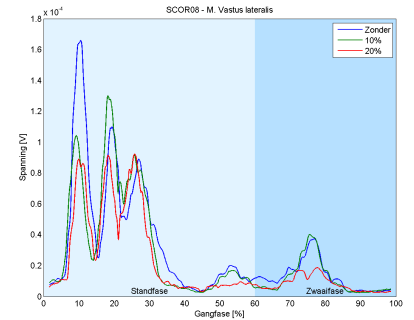
Figuur 9i: SCOR08 – m. ta



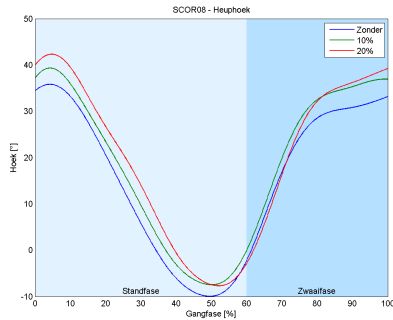
Figuur 9b: SCOR08 - kh



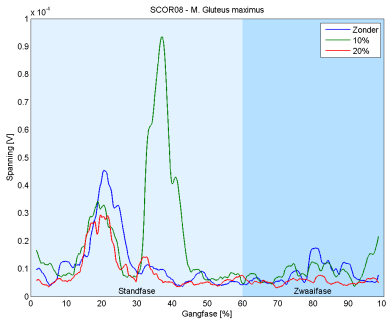
Figuur 9f: SCOR08 – m. gm



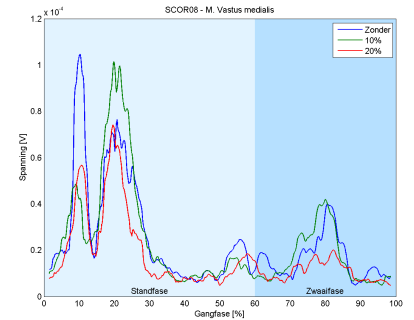
Figuur 9j: SCOR08 – m. vl



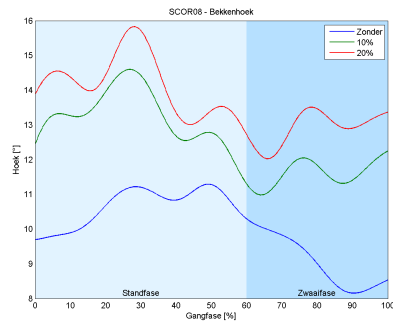
Figuur 9c: SCOR08 - hh



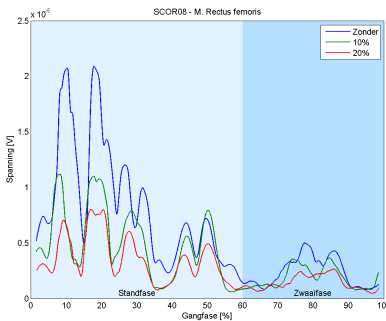
Figuur 9g: SCOR08 – m. glm



Figuur 9k: SCOR08 – m. vm
*Eh=enkelhoek; kh=knieshoek;
 hh=heuphoek; bh=bekkenhoek;
 m. bflh=musculus biceps femoris
 longhead; m. gm=musculus
 gastrocnemius medialis; m. glm
 =musculus gluteus maximus;
 m. rf=musculus rectus femoris;
 m. ta=m. tibialis anterior; m
 vl=musculus vastus lateralis;
 m. vm= musculus vastus
 medialis.*

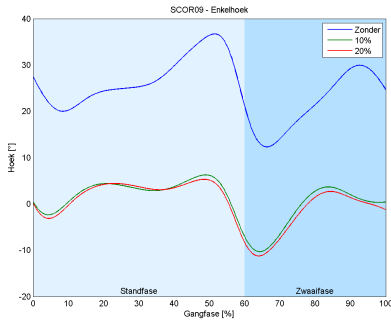


Figuur 9d: SCOR08 - bh

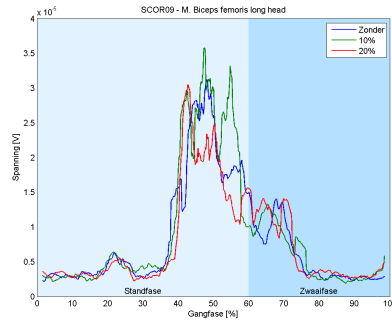


Figuur 9h: SCOR08 – m. rf

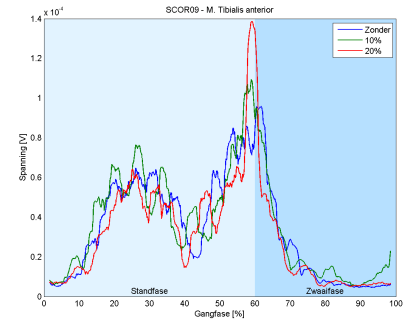
SCOR09



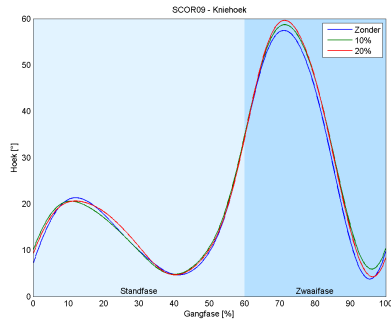
Figuur 10a: SCOR09 - eh



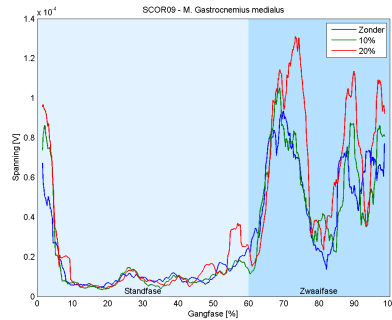
Figuur 10e: SCOR09 – m. bflh



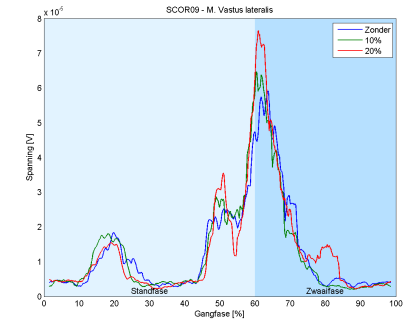
Figuur 10i: SCOR09 – m. ta



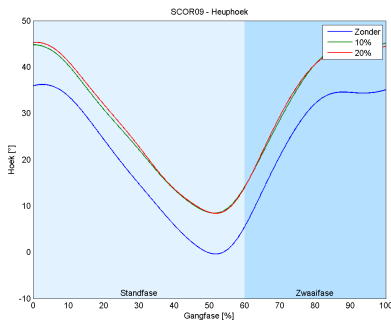
Figuur 10b: SCOR09 – kh



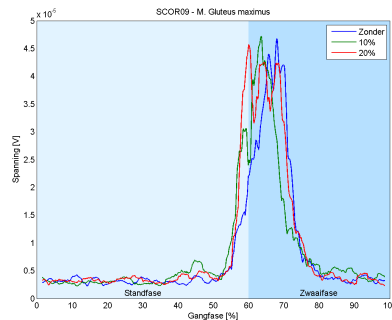
Figuur 10f: SCOR09 – m. gm



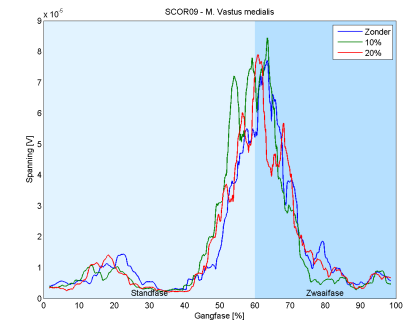
Figuur 10j: SCOR09 – m. vl



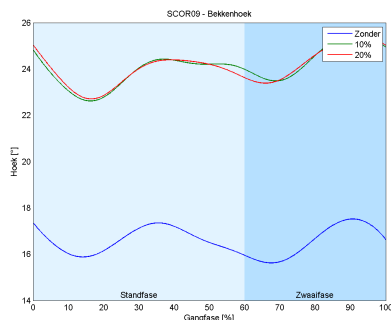
Figuur 10c: SCOR09 - hh



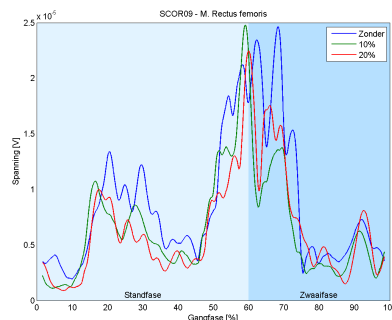
Figuur 10g: SCOR09 – m. glm



Figuur 10k: SCOR09 – m. vm
Eh=enkelhoek; kh=knieshoek; hh=heuphoek; bh=bekkenhoek; m. bflh=musculus biceps femoris longhead; m. gm=musculus gastrocnemius medialis; m. glm=musculus gluteus maximus; m. rf=musculus rectus femoris; m. ta=m. tibialis anterior; m. vl=musculus vastus lateralis; m. vm= musculus vastus medialis.

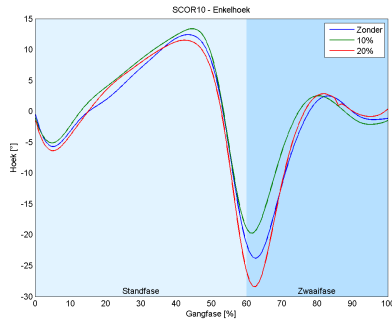


Figuur 10d: SCOR09 - bh

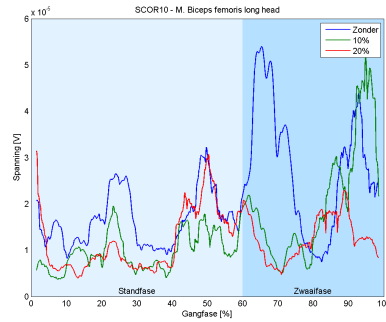


Figuur 10h: SCOR09 – m. rf

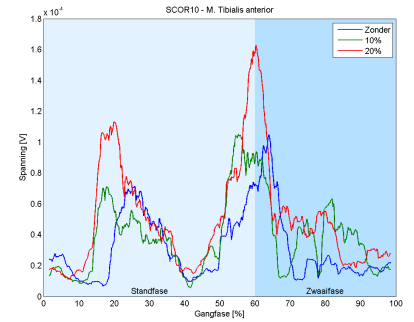
SCOR10



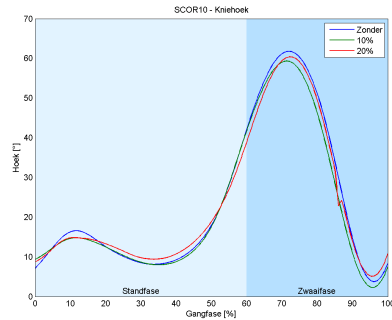
Figuur 11a: SCOR10 - eh



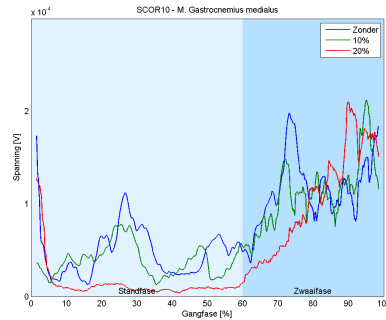
Figuur 11e: SCOR10 – m. bflh



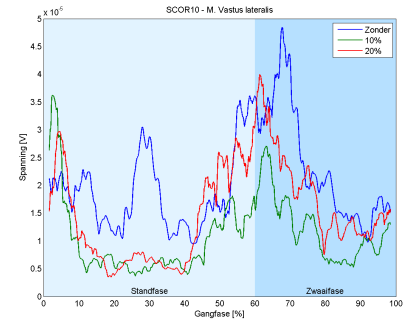
Figuur 11i: SCOR10 – m. ta



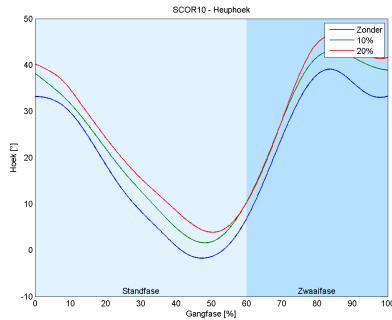
Figuur 11b: SCOR10 – kh



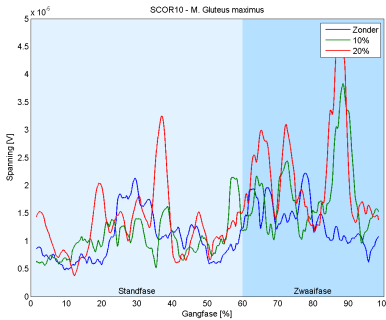
Figuur 11f: SCOR10 – m. gm



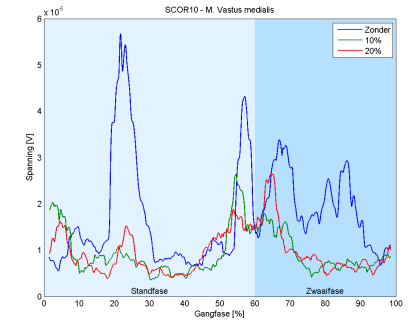
Figuur 11j: SCOR10 – m. vl



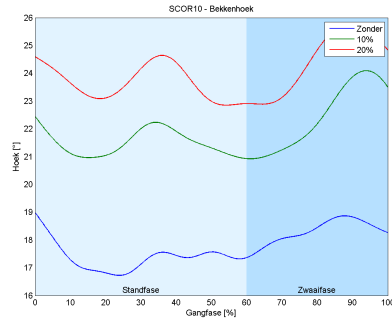
Figuur 11c: SCOR10 – hh



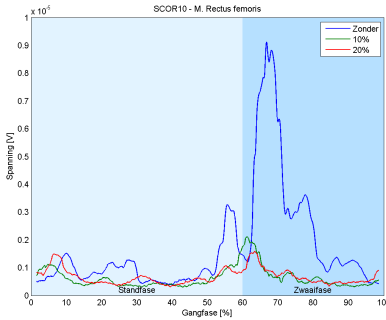
Figuur 11g: SCOR10 – m. glm



Figuur 11k: SCOR10 – m. vm
Eh=enkelhoek; kh=kniehoek; hh=heuphoek; bh=bekkenhoek; m. bflh=musculus biceps femoris longhead; m. gm=musculus gastrocnemius medialis; m. glm=musculus gluteus maximus; m. rf=musculus rectus femoris; m. ta=m. tibialis anterior; m. vl=musculus vastus lateralis; m. vm= musculus vastus medialis.

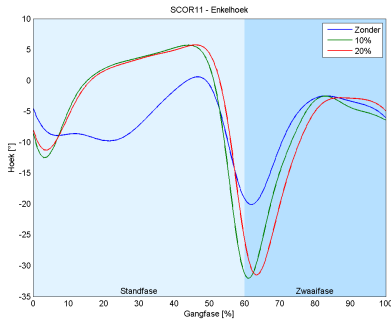


Figuur 11d: SCOR10 - bh

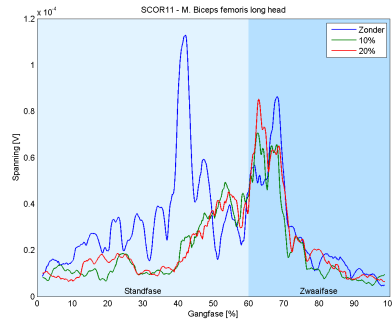


Figuur 11h: SCOR10 – m. rf

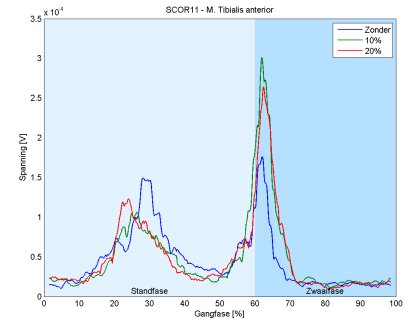
SCOR11



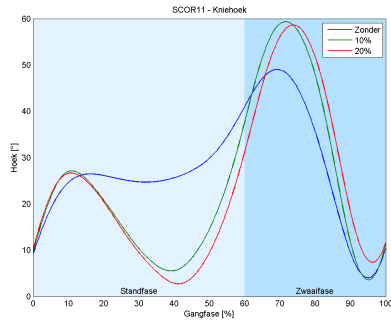
Figuur 12a: SCOR11 - eh



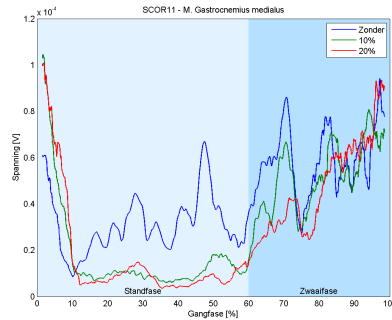
Figuur 12e: SCOR11 – m. bflh



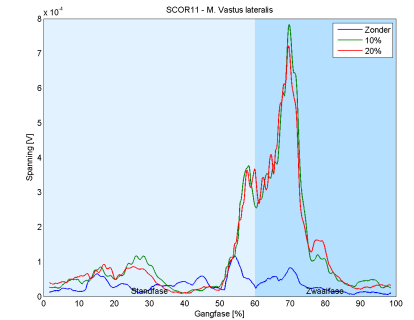
Figuur 12i: SCOR11 – m. ta



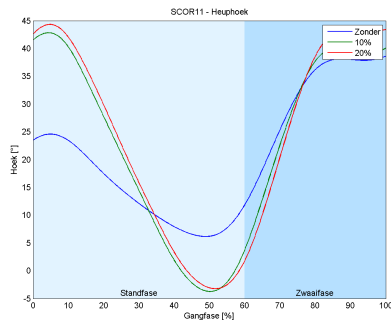
Figuur 12b: SCOR11 – kh



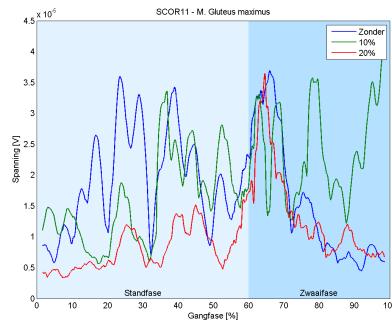
Figuur 12f: SCOR11 – m. gm



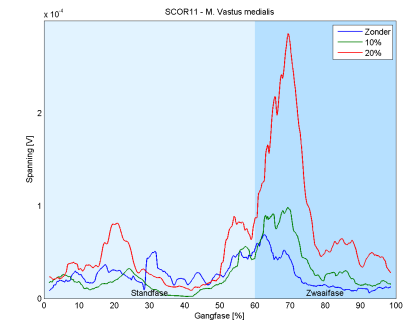
Figuur 12j: SCOR11 – m. vl



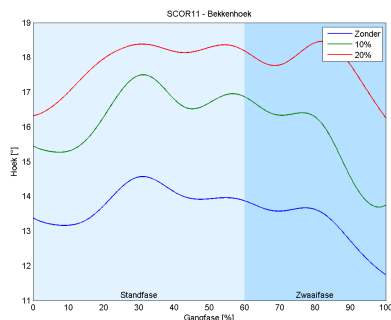
Figuur 12c: SCOR11 – hh



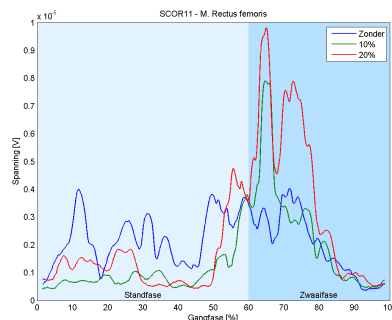
Figuur 12g: SCOR11 – m. glm



Figuur 12k: SCOR11 – m. vm
Eh=enkelhoek; kh=kniehoek; hh=heuphoek; bh=bekkenhoek; m. bflh=musculus biceps femoris longhead; m.gm=musculus gastrocnemius medialis; m.glm=musculus gluteus maximus; m.rf=musculus rectus femoris; m.ta=m. tibialis anterior; m.vl=musculus vastus lateralis; m.vm= musculus vastus medialis.

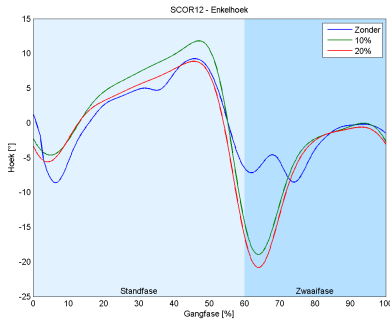


Figuur 12d: SCOR11 - bh

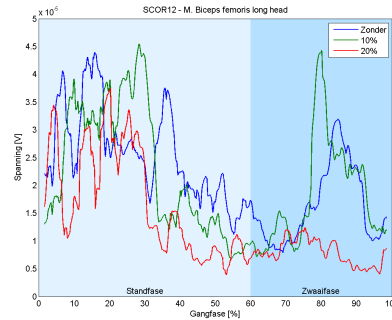


Figuur 12h: SCOR11 – m. rf

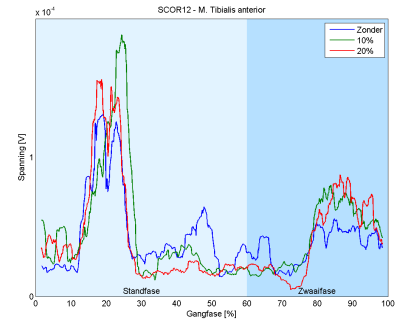
SCOR12



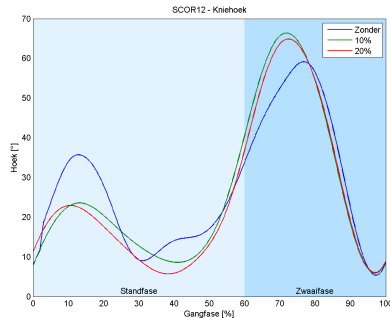
Figuur 13a: SCOR12 - eh



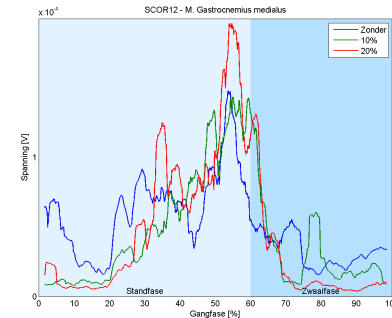
Figuur 13e: SCOR12 – m. bflh



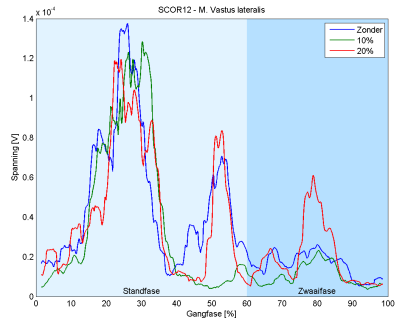
Figuur 13i: SCOR12 – m. ta



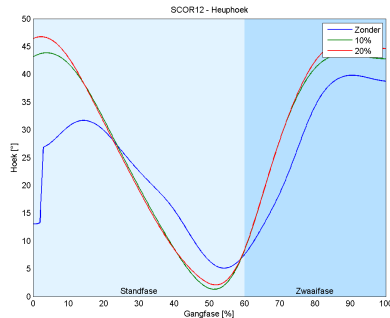
Figuur 13b: SCOR12 - kh



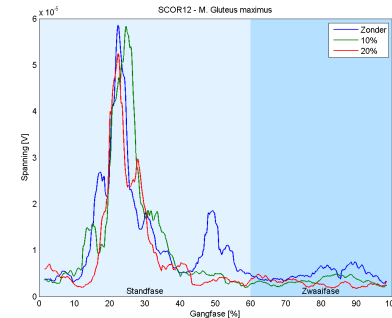
Figuur 13f: SCOR12 – m. gm



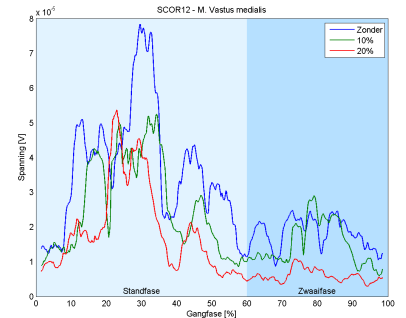
Figuur 13j: SCOR12 – m. vl



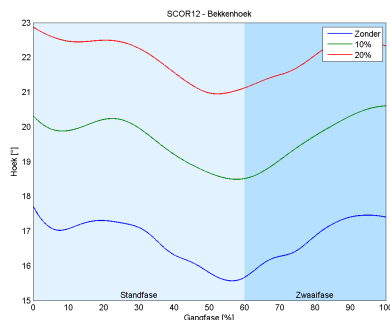
Figuur 13c: SCOR12 – hh



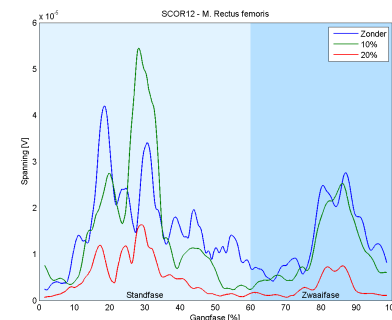
Figuur 13g: SCOR12 – m. gm



Figuur 13k: SCOR12 – m. vm



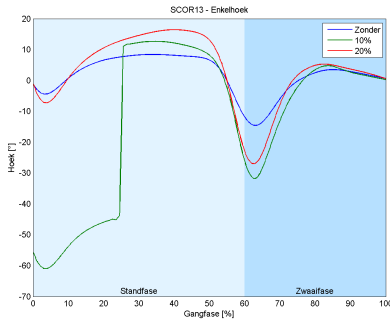
Figuur 13d: SCOR12 - bh



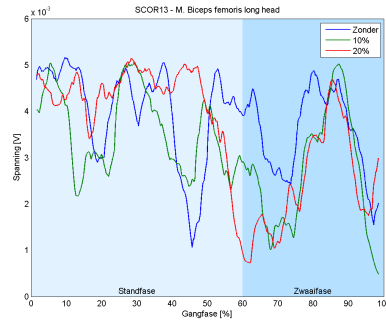
Figuur 13h: SCOR12 – m. rf

Figuur 13l: SCOR12 – m. m.
*Eh=enkelhoek; kh=knieshoek;
 hh=heuphoek; bh=bekkenhoek;
 m. bflh=musculus biceps femoris
 longhead; m. gm=musculus
 gastrocnemius medialis; m. glm
 =musculus gluteus maximus;
 m. rf=musculus rectus femoris;
 m. ta=m. tibialis anterior; m
 vl=musculus vastus lateralis;
 m. vm= musculus vastus
 medialis.*

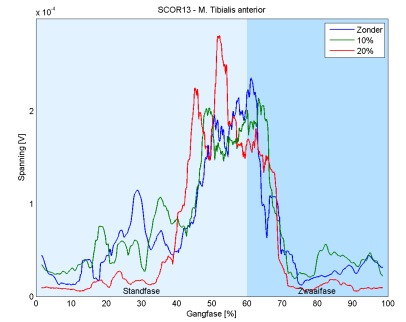
SCOR13



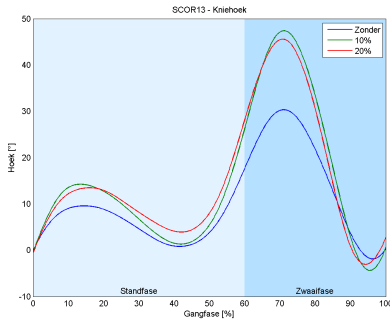
Figuur 14a: SCOR13 - eh



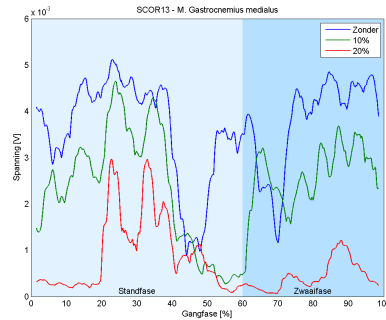
Figuur 14e: SCOR13 – m. bflh



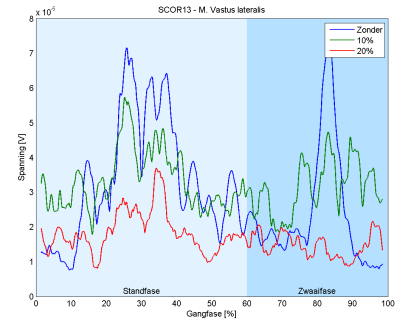
Figuur 14i: SCOR13 – m. ta



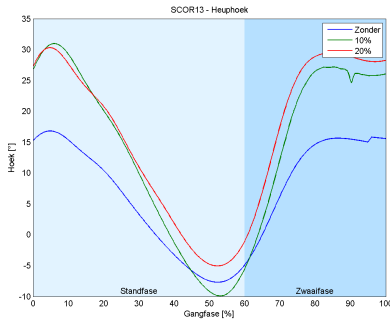
Figuur 14b: SCOR13 – kh



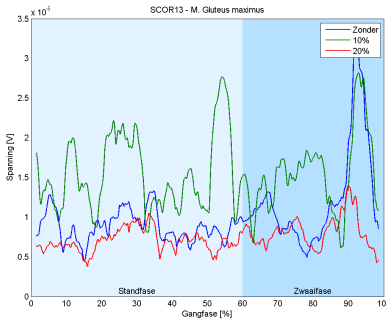
Figuur 14f: SCOR13 – m. gm



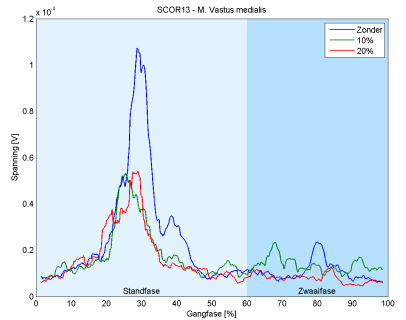
Figuur 14j: SCOR13 – m. vl



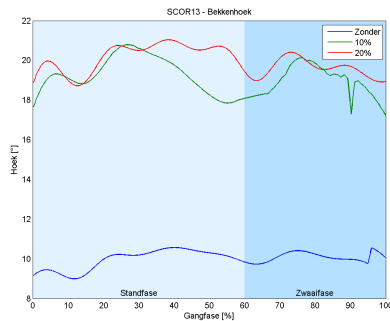
Figuur 14c: SCOR13 – hh



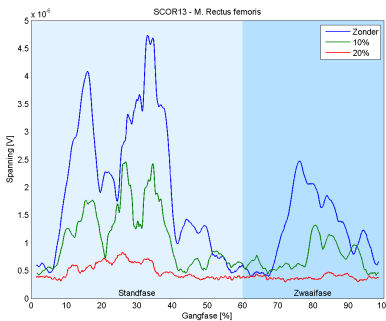
Figuur 14g: SCOR13 – m. glm



Figuur 14k: SCOR13 – m. vm



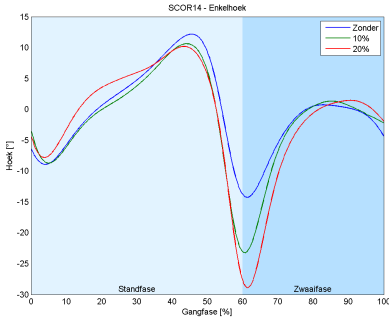
Figuur 14d: SCOR13 - bh



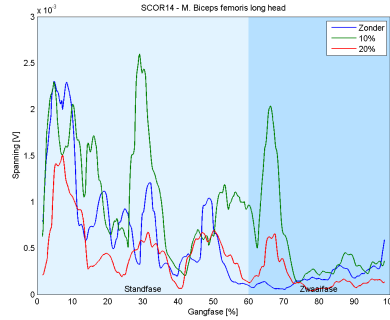
Figuur 14h: SCOR13 – m. rf

Figuur 14l: SCOR13 – m. ta
Eh=enkelhoek; kh=knieshoek; hh=heuphoek; bh=bekkenhoek; m. bflh=musculus biceps femoris longhead; m.gm=musculus gastrocnemius medialis; m.glm=musculus gluteus maximus; m.rf=musculus rectus femoris; m.ta=m. tibialis anterior; m.vl=musculus vastus lateralis; m.vm= musculus vastus medialis.

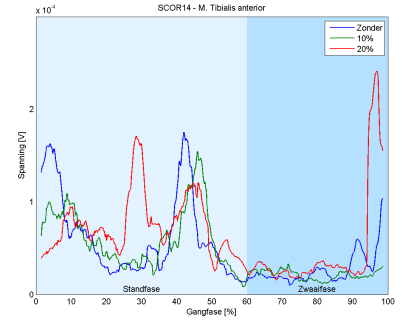
SCOR14



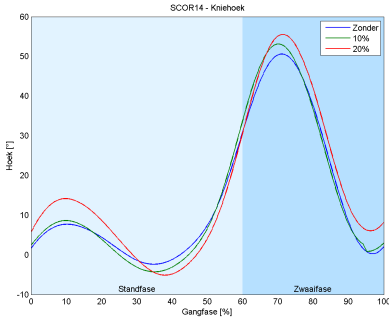
Figuur 15a: SCOR14 - eh



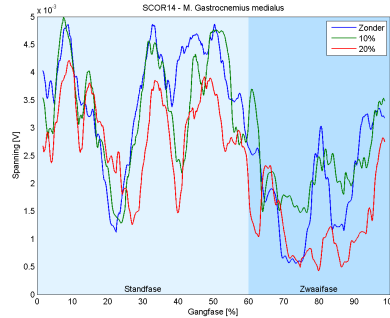
Figuur 15e: SCOR14 – m. bflh



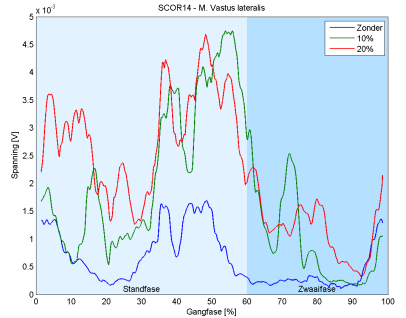
Figuur 15i: SCOR14 – m. ta



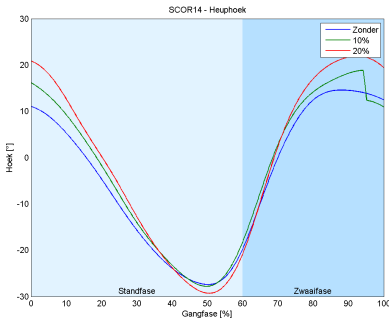
Figuur 15b: SCOR14 – kh



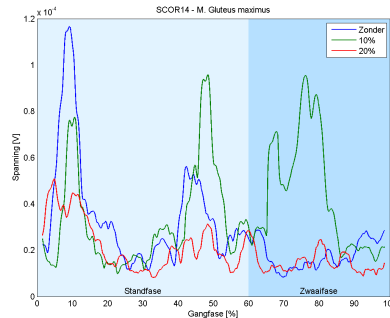
Figuur 15f: SCOR14 – m. gm



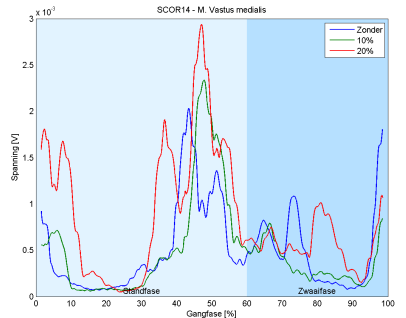
Figuur 15j: SCOR14 – m. vl



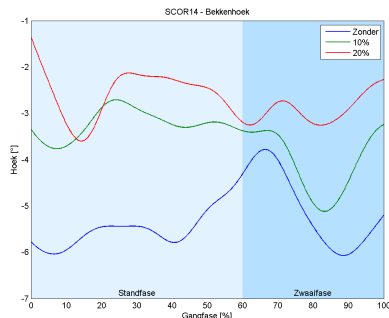
Figuur 15c: SCOR14 – hh



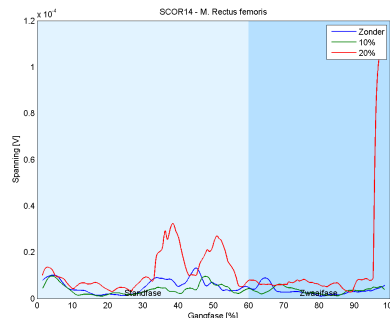
Figuur 15g: SCOR14 – m. glm



Figuur 15k: SCOR14 – m. vm
Eh=enkelhoek; kh=knieshoek; hh=heuphoek; bh=bekkenhoek; m. bflh=musculus biceps femoris longhead; m. gm=musculus gastrocnemius medialis; m. glm=musculus gluteus maximus; m. rf=musculus rectus femoris; m. ta=m. tibialis anterior; m. vl=musculus vastus lateralis; m. vm= musculus vastus medialis.

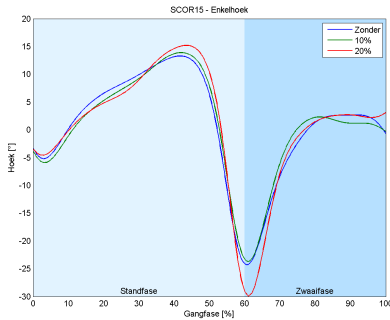


Figuur 15d: SCOR14 - bh

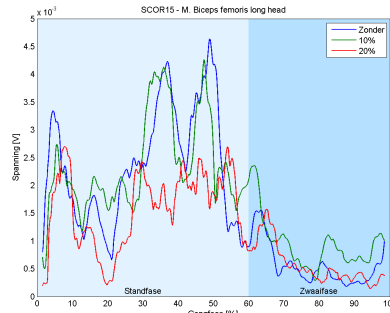


Figuur 15h: SCOR14 – m. rf

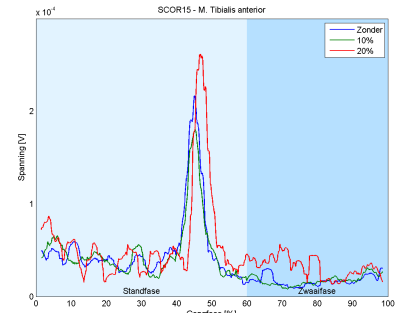
SCOR15



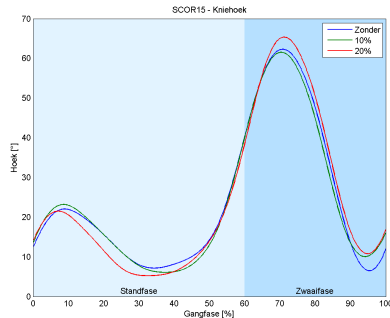
Figuur 16a: SCOR15 - eh



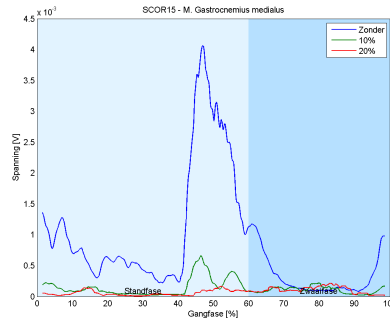
Figuur 16e: SCOR15 – m. bflh



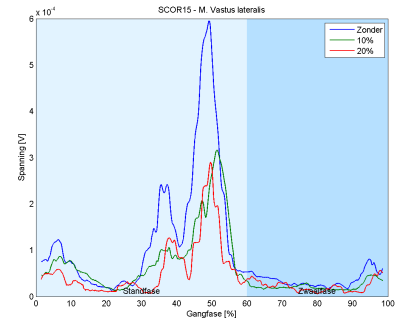
Figuur 16i: SCOR15 – m. ta



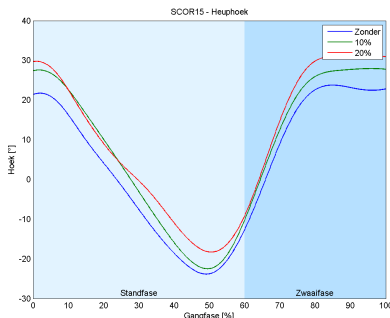
Figuur 16b: SCOR15 – kh



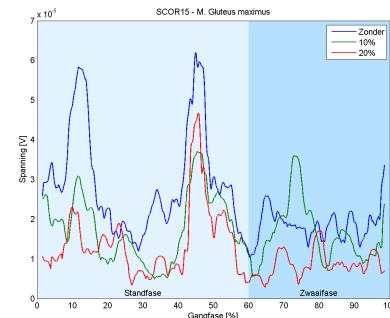
Figuur 16f: SCOR15 – m. gm



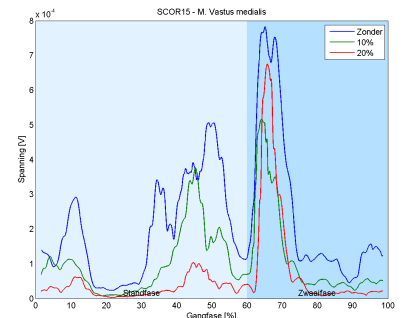
Figuur 16j: SCOR15 – m. vl



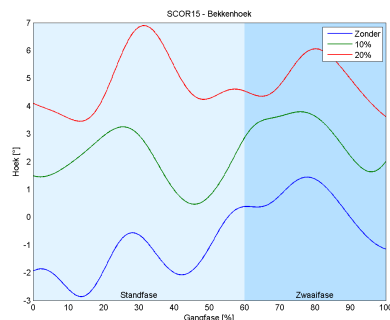
Figuur 16c: SCOR15 – hh



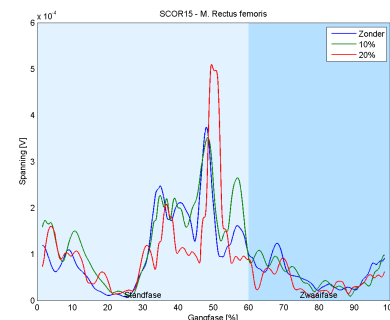
Figuur 16g: SCOR15 – m. glm



Figuur 16k: SCOR15 – m. vm



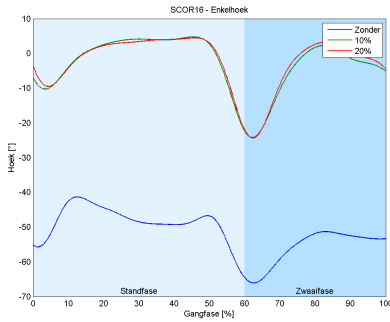
Figuur 16d: SCOR15 - bh



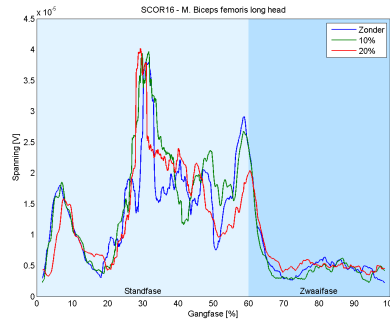
Figuur 16h: SCOR15 – m. rf

Eh=enkelhoek; kh=knieshoek; hh=heuphoek; bh=bekkenhoek; m. bflh=musculus biceps femoris longhead; m.gm=musculus gastrocnemius medialis; m.glm=musculus gluteus maximus; m.rf=musculus rectus femoris; m.ta=m. tibialis anterior; m.vl=musculus vastus lateralis; m.vm= musculus vastus medialis.

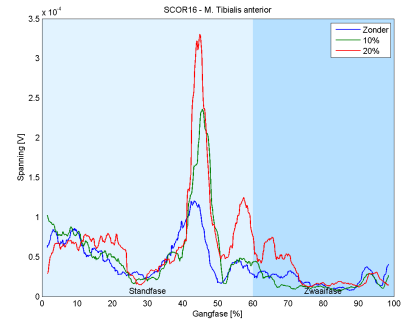
SCOR16



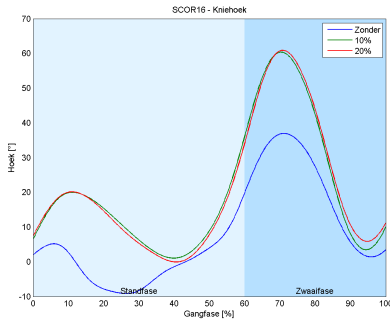
Figuur 17a: SCOR16 - eh



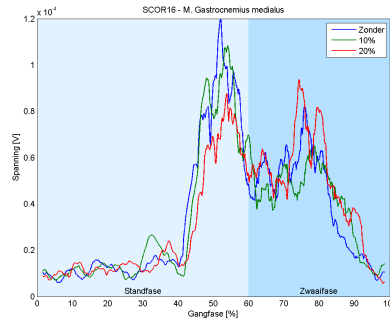
Figuur 17e: SCOR16 – m. bflh



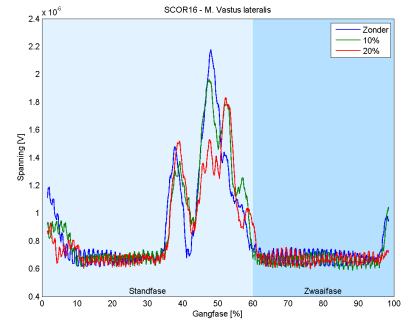
Figuur 17i: SCOR16 – m. ta



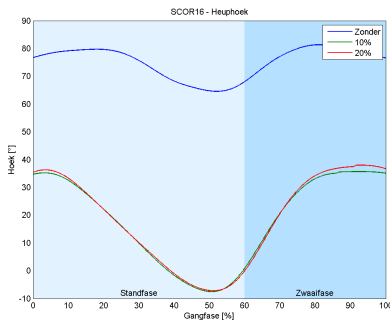
Figuur 17b: SCOR16 – kh



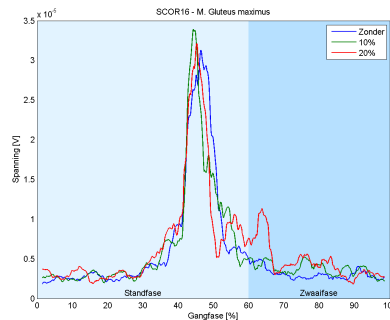
Figuur 17f: SCOR16 – m. gm



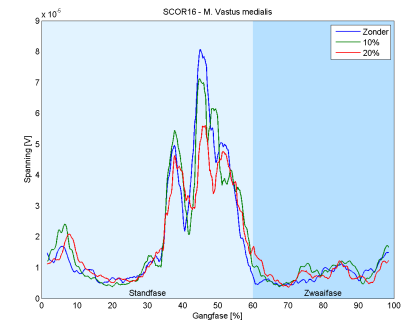
Figuur 17j: SCOR16 – m. vl



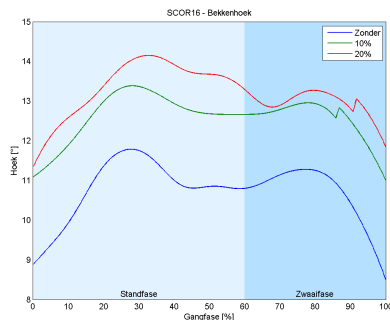
Figuur 17c: SCOR16 – hh



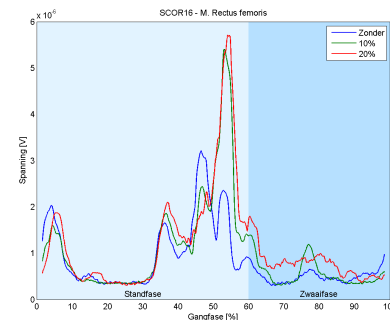
Figuur 17g: SCOR16 – m. glm



Figuur 17k: SCOR16 – m. vm



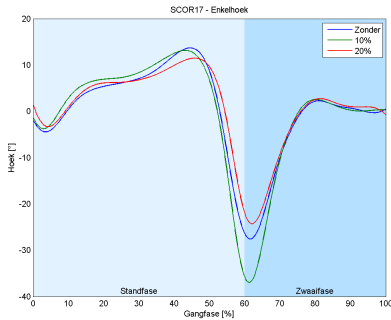
Figuur 17d: SCOR16 - bh



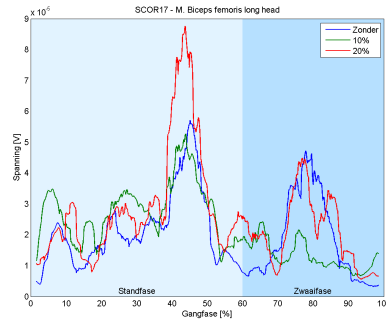
Figuur 17h: SCOR16 – m. rf

Eh=enkelhoek; kh=kniehoek; hh=heuphoek; bh=bekkenhoek; m. bflh=musculus biceps femoris longhead; m. gm=musculus gastrocnemius medialis; m. glm=musculus gluteus maximus; m. rf=musculus rectus femoris; m. ta=m. tibialis anterior; m. vl=musculus vastus lateralis; m. vm= musculus vastus medialis.

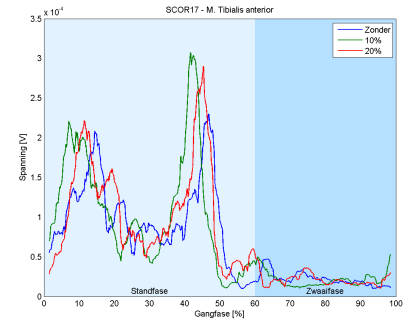
SCOR17



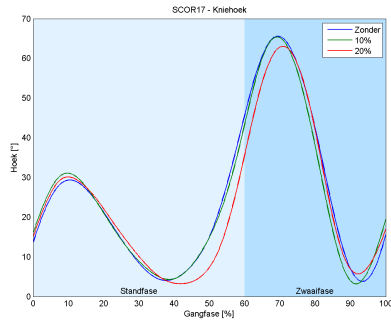
Figuur 18a: SCOR17 - eh



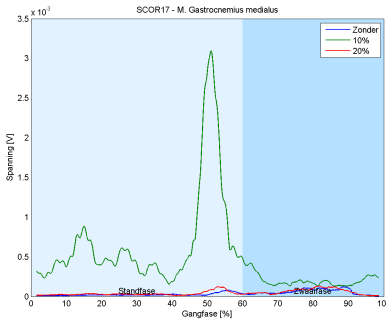
Figuur 18e: SCOR17 – m. bflh



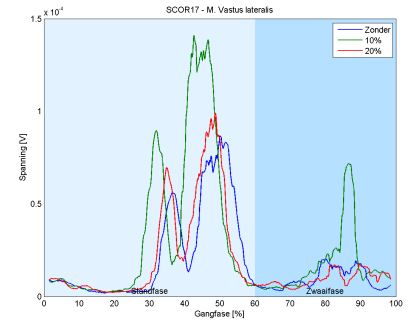
Figuur 18i: SCOR17 – m. ta



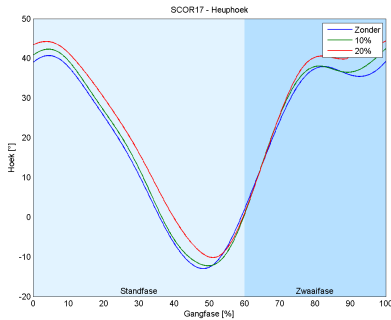
Figuur 18b: SCOR17 - kh



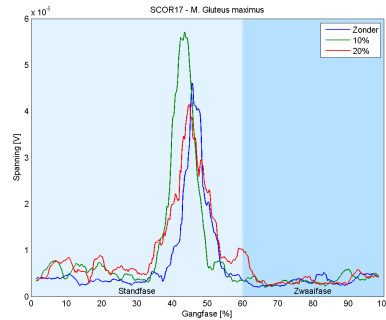
Figuur 18f: SCOR17 – m. gm



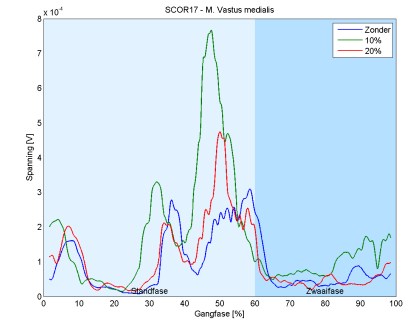
Figuur 18j: SCOR17 – m. vl



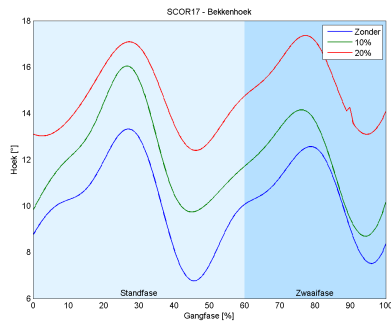
Figuur 18c: SCOR17 – hh



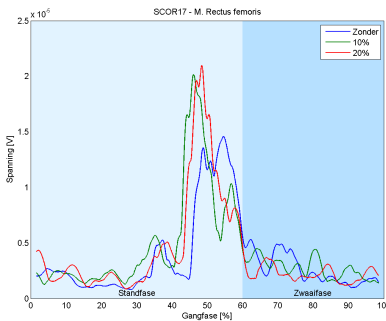
Figuur 18g: SCOR17 – m. glm



Figuur 18j: SCOR17 – m. vm



Figuur 18d: SCOR17 – bh



Figuur 18h: SCOR17 – m. rf

Eh=enkelhoek; kh=knieshoek; hh=heuphoek; bh=bekkenhoek; m. bflh=musculus biceps femoris longhead; m. gm=musculus gastrocnemius medialis; m. glm=musculus gluteus maximus; m. rf=musculus rectus femoris; m. ta=m. tibialis anterior; m. vl=musculus vastus lateralis; m. vm= musculus vastus medialis.