

AFSTUDEERVERSLAG

PILOTSTUDIE: INTERMUSCULAIRE
COÖRDINATIE VAN DE ONDERSTE EXTREMITÉIT
GEDURENDE EEN VERTICALE MAXIMALE SPRONG
MET EN ZONDER HAMSTRINGBLESSURE

Remi van Starkenburg

OPLEIDING BEWEGINGSTECHNOLOGIE
DE HAAGSE HOGESCHOOL
JUNI 2015

AFSTUDEERVERSLAG

PILOTSTUDIE: INTERMUSCULAIRE
COÖRDINATIE VAN DE ONDERSTE EXTREMITÉIT
GEDURENDE EEN VERTICALE MAXIMALE SPRONG
MET EN ZONDER HAMSTRINGBLESSURE

Remi van Starkenburg

Primaire begeleider intern: Chris Riezebos

Secundaire begeleider intern: Aad Lageberg

Primaire begeleider extern: Gerald Kraan

Secundaire begeleider extern: Martijn Stoker

OPLEIDING BEWEGINGSTECHNOLOGIE
DE HAAGSE HOGESCHOOL
JUNI 2015

pilotstudie

Intermusculaire coördinatie van de onderste extremiteit gedurende een verticale maximale sprong met en zonder hamstringblessure

R. I. B. van Starckenburg^{a, b}

^a Bewegingstechnologie, Haagse Hogeschool, Johanna Westerdijkplein 75, 2521 EN 's Gavenhage, Nederland

^b Vakgroep orthopedie, Reinier de Graaf Gasthuis, Reinier de Graafweg 3-11, 2625 AD Delft, Nederland

Samenvatting

De etiologie van hamstringblessures is nog steeds onbekend. Binnen dit onderzoek zijn atleten met een hamstringblessure gevraagd om een verticale maximale sprong op een krachtplaat uit te voeren. Grondreactiekrachten zijn gemeten met het gebruik van deze krachtplaat. Van twee verschillende spieren, m. biceps femoris caput longum (BFL) en m. vastus medialis (VM), is de elektrische activiteit gemeten tijdens deze verticale maximale sprong. Deze sprong werd uitgevoerd door een gezonde controle groep en een groep allen met een hamstringblessure aan het rechterbeen. Deze groepen zijn met elkaar vergeleken. Hieruit is gebleken dat er een significant verschil in intermusculaire coördinatie bestaat gedurende een verticale maximale sprong, tussen de personen met en zonder een hamstringblessure. De BFL van het gezonde linkerbeen van de geblesseerde proefpersonen spant bij de afzet ten opzichte van de gezonde proefpersonen, met 98,4% zekerheid, significant later aan. De BFL van het geblesseerde rechterbeen van de geblesseerde proefpersonen ontspant bij de afzet, met 96,5% zekerheid, ook significant later dan de gezonde proefpersonen. De geblesseerde proefpersonen springen ook minder hoog dan de gezonde proefpersonen. Waarschijnlijk komt dat doordat zij, als preventie, niet maximaal hun hamstrings gebruiken.

Trefwoorden: intermusculaire coördinatie, hamstring, springen

Nomenclatuur

BFL	m. biceps femoris caput longum
VM	m. vastus medialis

Inleiding

Hamstringblessures komen vaak voor en zijn, binnen verschillende disciplines van sport, een bekend probleem, vooral bij voetbal en sprinten (Ekstrand et al., 2011; Ekstrand et al., 2012; Elliott et al., 2011). Verschillende factoren die bijdragen aan de ontwikkeling van hamstringblessures zijn: het oppervlak waarop de sport wordt gedaan (Ekstrand et al., 2011), geschiedenis van letsel aan de rug (Verrall et al., 2001), spierzwakte (Croisier et al., 2008), vermoeidheid (Mair et al., 1996) en neuromusculaire coördinatie (Elliott et al., 2011).

Het is onbekend hoe de intermusculaire coördinatie is veranderd na een hamstringblessure. Inzicht hierin is van belang om de revalidatie te optimaliseren en om het risico op een mogelijke terugkeer van de blessure te monitoren. Het doel van deze studie is het vastleggen van de onderlinge timing, moment van aanspanning, ontspanning en de tijdsduur van de aanspanning, van de BFL en de VM.

De spieren van een groep atleten zonder hamstringblessure en een groep atleten met hamstringblessure worden vergeleken op de intermusculaire coördinatie. Er wordt verondersteld dat de intermusculaire coördinatie van atleten met een hamstringblessure significant verschilt van die van atleten zonder hamstringblessure.

Methode

Proefpersonen

Vijf atleten, ieder met een hamstringblessure, 4 mannen en 1 vrouw en negen gezonde atleten, 5 mannen en 4 vrouwen hebben vrijwillig deelgenomen aan deze studie. In tabel 1 staat de gemiddelde leeftijd, gewicht en lengte van deze proefpersonen. Een atleet is gedefinieerd als een persoon die ten minste 3 keer per week deelneemt aan sport. De hamstringblessure is als hamstringblessure aangeduid door een erkend arts. Het onderzoek is uitgevoerd conform de 59^{ste} versie van de 'Declaration of Helsinki'.

Tabel 1
Biometrie Proefpersonen

	Geblesseerde proefpersonen	Gezonde proefpersonen
Leeftijd (jaar)	41,62 ± 12,88	22,52 ± 1,73
Gewicht (kg)	74,1 ± 8,6	67,9 ± 9,6
Lengte (m)	1,78 ± 0,06	1,79 ± 0,05

Aantekening. Waardes zijn gemiddelde ± SD.

Instrumentarium

Gedurende dit onderzoek is de spieractiviteit gemeten van de volgende spieren: BFL en de VM. Dit is gedaan met behulp van wegwerpbare, zelfklevende oppervlakte elektroden (Arbo™ H124SG, Covidien, Verenigd Koninkrijk van Groot-Brittannië en Noord-Ierland). Deze elektroden zijn geplaatst volgens het 'Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles' (SENIAM) project (Appendix A). De huid voorbereidingen zijn ook gedaan volgens dit project. Er zijn elektroden geplaatst op de malleolus lateralis van beide benen als grond elektrode. De metingen van de EMG's zijn gedaan met een frequentie van 500Hz. De kabels zijn zo veel mogelijk gefixeerd aan het lichaam met elastisch therapeutische tape. Dit om mogelijke bewegingsartefacten te minimaliseren. De sprongen zijn uitgevoerd op een in de grond vast gezette krachtplaat (OR6-7-1000, Advanced Mechanical Technology Inc., Verenigde Staten van Amerika). De krachtplaat heeft met een frequentie van 100Hz gemeten.

Protocol

Aan de proefpersonen is gevraagd of ze rechte op de krachtplaat wilden komen staan en zo vijf seconden blijven staan, waarna de proefpersoon zo hoog mogelijk moest springen, waarbij tijdens de gehele sprong de handen op de heupen geplaatst moesten blijven. Nadat de proefpersoon was geland moest er weer in rechtopstaande positie, vijf

seconden, gestaan worden, waarna er van de krachtplaat afgestapt moest worden en één minuut gewacht voordat de cyclus zich herhaalde. Na de gehele uitleg hebben alle proefpersonen 3 oefensprongen gehad voordat de daadwerkelijke meting begon. Op het moment dat er 3 juist uitgevoerde sprongen, zonder extreme variatie qua EMG's ten opzichte van de vorige sprongen, waren gemaakt, zijn de kabels aan het andere been vastgemaakt. Waarna er weer 3 juist uitgevoerde sprongen gemaakt moesten worden. Wegens technische beperkingen was het niet mogelijk beide benen tegelijkertijd te meten.

De proefpersonen waren willekeurig verdeeld in 2 groepen, bij de eerste groep is eerst het linkerbeen gemeten. Bij de andere groep is het rechterbeen eerst gemeten, dit om het effect van vermoeiing binnen dit onderzoek uit te sluiten.

Data analyse

Om 'smooth-rectified' EMG's te verkrijgen zijn de verkregen ruwe EMG's bewerkt (Harlaar et al., 1998). Eerst zijn ze versterkt (Porti7-8b, TMS International, Koninkrijk der Nederlanden) en gefilterd met een hoogdoorlaatfilter met een cut-off van 10Hz om laag frequente artefacten te verwijderen. Waarna dit signaal dubbelfasisch gelijkgericht is. Vervolgens is het signaal gefilterd met een 2^{de} orde laagdoorlaatfilter met een cut-off van 2,8Hz. Deze waardes zijn samen met die van de krachtplaat automatisch gesynchroniseerd door het softwarepakket SYBAR (Noldus Information Technology, Koninkrijk der Nederlanden).

De EMG's zijn qua tijdsduur genormaliseerd naar de tijdsduur van een sprong. Dit is gedaan aan de hand van de verkregen waardes van de krachtplaat. Figuur 1a geeft de grondreactiekracht en het EMG van de BFL van een proefpersoon weer die een verticale maximale sprong heeft gemaakt. De eerste vijf seconden en de laatste paar zijn voor de duidelijkheid weggelaten. De blauwe lijn in de grafiek geeft de verkregen grondreactiekracht weer en de rode lijn geeft het EMG van de BFL weer. De 4 verticale lijnen staan voor belangrijke gebeurtenissen in de sprong. De eerste verticale lijn staat voor het begin van de sprong, later aangeduid als 0%. Dit moment komt overeen met de laagste waarde die de grondreactiekracht bereikt gedurende de countermovement. De tweede verticale lijn komt overeen met het moment van toe-off, het eerste moment waarop de grondreactiekracht 0 N is. Aan de hand van deze twee waardes is de aanspanning gedurende de afzet bepaald. De verticale lijn na toe-off is die van toe-on, het eerste moment waarop de grondreactiekracht weer groter is dan 0 N. Het

moment tussen toe-off en toe-on wordt gedefinieerd als het vluchtmoment van de sprong. De laatste verticale lijn staat voor het einde van de sprong en wordt later aangeduid als 100%. Dit moment komt overeen met de hoogste waarde van de tweede piek. De aanspanning gedurende de landing kan nu ook bepaald worden. Figuur 1b geeft de genormaliseerde waarde van de grondreactiekracht en het EMG van de BFL weer. De voorgaand genoemde 0% en 100% zijn de minimale en maximale waarde op de x-as.

De uiteindelijk te verkrijgen parameters zijn: de momenten van aanspanning, de momenten van ontspanning, de duur van de aanspanning gedurende de afzet en de duur van de aanspanning gedurende de landing. Van de momenten van aanspanning en ontspanning zijn er twee per parameter: het moment van aanspannen tijdens de afzet, het moment van ontspannen gedurende de afzet, het moment van aanspannen tijdens de landing en het moment van ontspannen gedurende de landing. De duur van de aanspanning gedurende de afzet is het verschil tussen het moment van aanspannen tijdens de afzet en het moment van ontspannen gedurende de afzet. De duur van de landing is het verschil tussen het moment van aanspannen tijdens de landing en het moment van ontspannen gedurende de landing. Voor de on-off detectie in het EMG is gebruik gemaakt van een door Bobbert en Van Zandwijk (1999) ontwikkelde formule:

$$DW = EMG_{min} + 0,1 \cdot (EMG_{max} - EMG_{min})$$

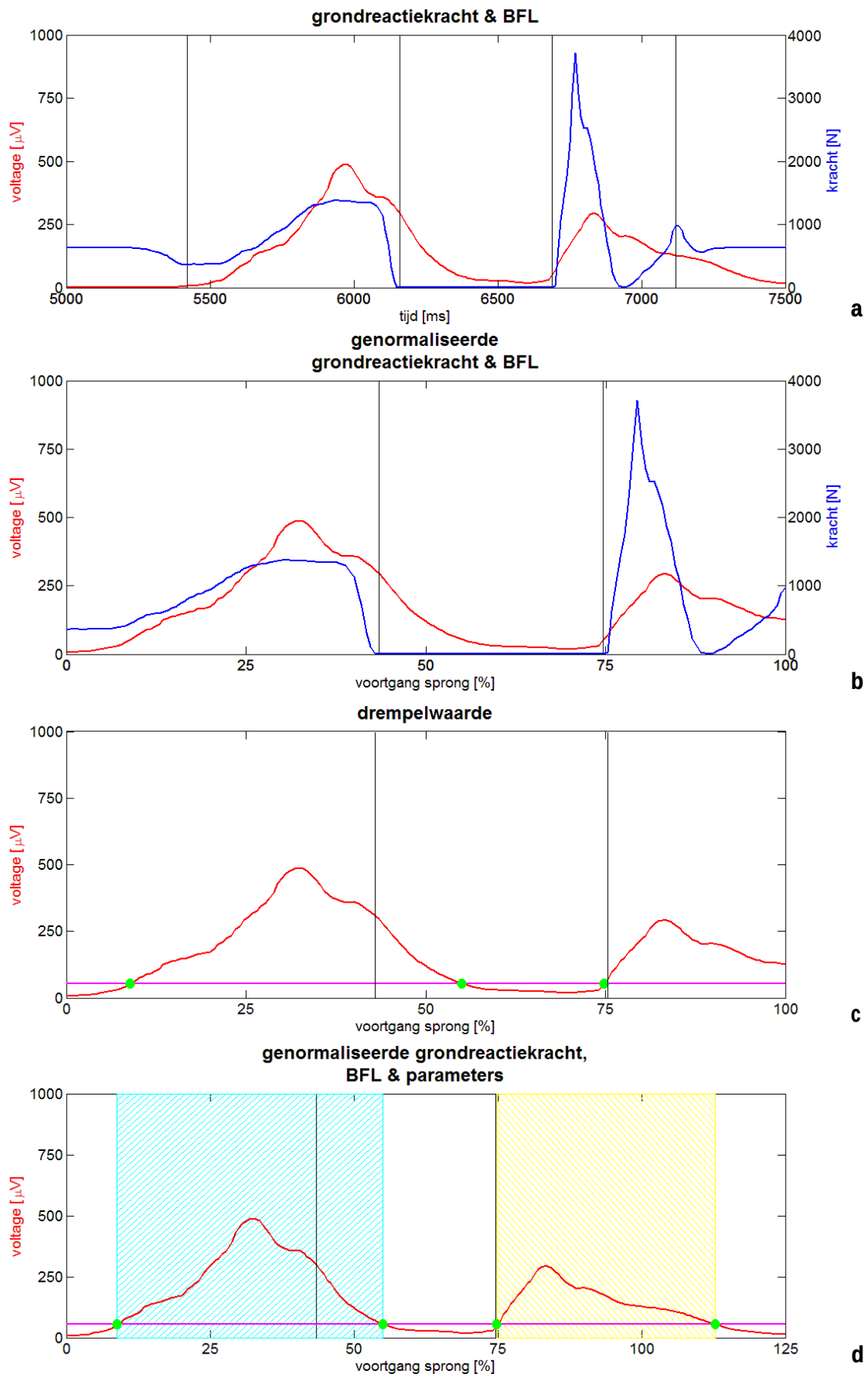
In de formule staat *DW* voor drempelwaarde in μV . EMG_{min} staat voor de gemiddelde waarde die berekend wordt tijdens het stilstaan op de krachtplaat tussen de 1^{ste} en de 4^{de} seconde van het stilstaan. EMG_{max} is de maximale waarde in het EMG gedurende de gehele sprong. Zowel EMG_{min} als EMG_{max} zijn spier afhankelijk. De waarde 0,1 is arbitrair. Met behulp van deze formule wordt één waarde berekend. Indien het EMG die waarde bereikt, wordt die specifieke spier beschouwd als aangespannen, of ontspannen. Als voorbeeld kan gekeken worden naar figuur 1c. Deze figuur geeft het genormaliseerde EMG van de BFL van een proefpersoon die een verticale maximale sprong heeft gemaakt weer. Bij dit EMG is EMG_{min} 5 μV en EMG_{max} 495 μV . Uit de voorgaande formule volgt dan een drempelwaarde van 54 μV , de magenta lijn in figuur 1c. Hieruit volgen, in dit geval, 3 snijpunten (groene punten). Waaruit aangenomen wordt dat gedurende de afzet de spier aanspant vanaf 8,8% en ontspant vanaf 55,0%. Gedurende de landing spant de spier aan vanaf 74,8%. De ontspanning van de landing ligt in dit voorbeeld buiten de grafiek, maar is 112,8%. In figuur 1d is deze waarde wel te zien. Hier is ook de duur van de aanspanning gedurende de afzet en landing zichtbaar. De aanspanning gedurende de afzet

is weergegeven als het cyane vlak. Deze waarde is het verschil tussen het moment van aanspannen gedurende de afzet en het moment van ontspannen gedurende de afzet en is 46,2%. De aanspanning gedurende de landing is weergegeven als het gele vlak. Deze waarde is het verschil tussen het moment van aanspannen gedurende de landing en het moment van ontspannen gedurende de landing en is 38,0%.

Na normalisatie van alle EMG's en berekening van de voorgaande waardes worden deze van dezelfde proefpersoon, van hetzelfde been en van dezelfde spier, gemiddeld. Dit is voor alle spieren, bij alle geblesseerde proefpersonen, gedaan. Hierdoor ontstaat per spier per parameter bij de geblesseerde proefpersonen een waarde van het geblesseerde been en één van het gezonde been. Bij de gezonde proefpersonen zijn de waardes van beide benen, per spier, gemiddeld.

Statistiek

De resultaten van de gezonde proefpersonen worden met behulp van een parametrische toets vergeleken met de uitkomsten van zowel de gezonde linker- als geblesseerde rechterbenen van de geblesseerde proefpersonen. Deze data is hiervoor ingevoerd in een statistisch computerprogramma (IBM® SPSS® Statistics, Version 19.0.0.329) waarna deze zijn geanalyseerd op statistische significantie. Met gebruik making van resultaten uit de 'Paired-Samples T Test' is er gekeken of er een significant verschil aangetoond kan worden tussen de waardes van de geblesseerde- en de gezonde proefpersonen. Dit qua aanspanning, ontspanning en duur voor zowel de afzet als de landing. Er is gekozen voor een significantieniveau van 0,05 bij al deze testen.



Figuur 1a t/m d. Deze 4 figuren zijn voor de verduidelijking van de normalisatie en als uitleg van de drempelwaarde. Verdere verklaring in de tekst.

Resultaten

De eerste 2 'Paired-Samples T Tests' zijn uitgevoerd om de gemiddelde waardes van de aanspanning en ontspanning gedurende de afzet van de gezonde proefpersonen met beide benen van de geblesseerde proefpersonen te vergelijken. Dit voor zowel de BFL als de VM. Tabel 2 geeft deze resultaten weer. Hierin is te zien dat geen van de vergelijkingen een significant verschil heeft.

De volgende twee 'Paired-Samples T Tests' zijn uitgevoerd voor de gemiddelde waardes van de aanspanning en ontspanning gedurende de landing. Ook hierbij gaat het om de vergelijking tussen de gezonde proefpersonen en de beide benen van de geblesseerde proefpersonen. Dit voor beide eerder genoemde spieren. Tabel 3 geeft deze resultaten weer. In deze tabel is te zien dat er in twee gevallen sprake is van een significant verschil. Er kan gezegd worden, met 98,4% zekerheid, dat de BFL van het gezonde linkerbeen van de geblesseerde proefpersonen bij de afzet op een ander moment aanspant. Bij de landing ontspant, met 96,5% zekerheid, de BFL van het geblesseerde rechterbeen van de geblesseerde proefpersonen op een ander moment. Later wordt uitgelegd of deze momenten ten opzichte van de gezonde proefpersonen eerder of later plaatsvinden.

De laatste 'Paired-Samples T Tests' zijn uitgevoerd om de gemiddelde waardes van de aanspanning gedurende de afzet en landing van de gezonde proefpersonen met beide benen van de geblesseerde proefpersonen te vergelijken. Weer voor beide eerder genoemde spieren. Tabel 4 geeft deze resultaten weer. Hierin is te zien dat geen van de vergelijkingen een significant verschil heeft.

In figuur 2a zijn de gemiddelde waardes van de BFL voor de 'Paired-Samples T Tests' te zien. Figuur 2b geeft deze waardes weer voor de VM. De aanspanning en ontspanning van zowel de afzet als de landing zijn, bij beide spieren, voor de geblesseerde proefpersonen bij beide benen later dan de gezonde proefpersonen. De duur van de aanspanning gedurende de afzet van de BFL van de geblesseerde proefpersonen is wel korter dan die van de gezonde proefpersonen. Dit terwijl de duur van de aanspanning gedurende de landing van de BFL bij de geblesseerde proefpersonen juist langer duurt. Bij de VM van het gezonde linkerbeen van de geblesseerde proefpersonen is de duur van de aanspanning gedurende de afzet korter en bij de landing langer dan die van de gezonde proefpersonen. Bij het geblesseerde rechterbeen van de geblesseerde proefpersonen is de duur van de aanspanning gedurende de afzet juist langer en bij de landing korter dan die van de gezonde proefpersonen.

Ten opzichte van de gezonde proefpersonen spant de BFL van het gezonde linkerbeen van de geblesseerde proefpersonen gedurende de landing, met 98,4% zekerheid, later aan. Ook ontspant bij de landing de BFL van het geblesseerde rechterbeen van de geblesseerde proefpersonen, met 96,5% zekerheid, later.

Tabel 2
Significantie Tijdseenheden bij Afzet

	aanspanning		ontspanning	
	G vs. L	G vs. R	G vs. L	G vs. R
BFL	.100	.090	.689	.141
VM	.402	.847	.792	.294

In het tabel zijn de waardes uit de T-toets van de gezonde proefpersonen (G) vs. gezonde linkerbeen geblesseerde proefpersonen (L) en geblesseerd rechterbeen geblesseerde proefpersonen (R) zichtbaar.

Aantekening. Waardes van $p \leq .05$ zijn vet gedrukt. In deze tabel zijn geen van de waardes vet gedrukt.

Tabel 3
Significantie Tijdseenheden bij Landing

	aanspanning		ontspanning	
	G vs. L	G vs. R	G vs. L	G vs. R
BFL	.016	.640	.066	.035
VM	.415	.153	.298	.415

In het tabel zijn de waardes uit de T-toets van de gezonde proefpersonen (G) vs. gezonde linkerbeen geblesseerde proefpersonen (L) en geblesseerd rechterbeen geblesseerde proefpersonen (R) zichtbaar.

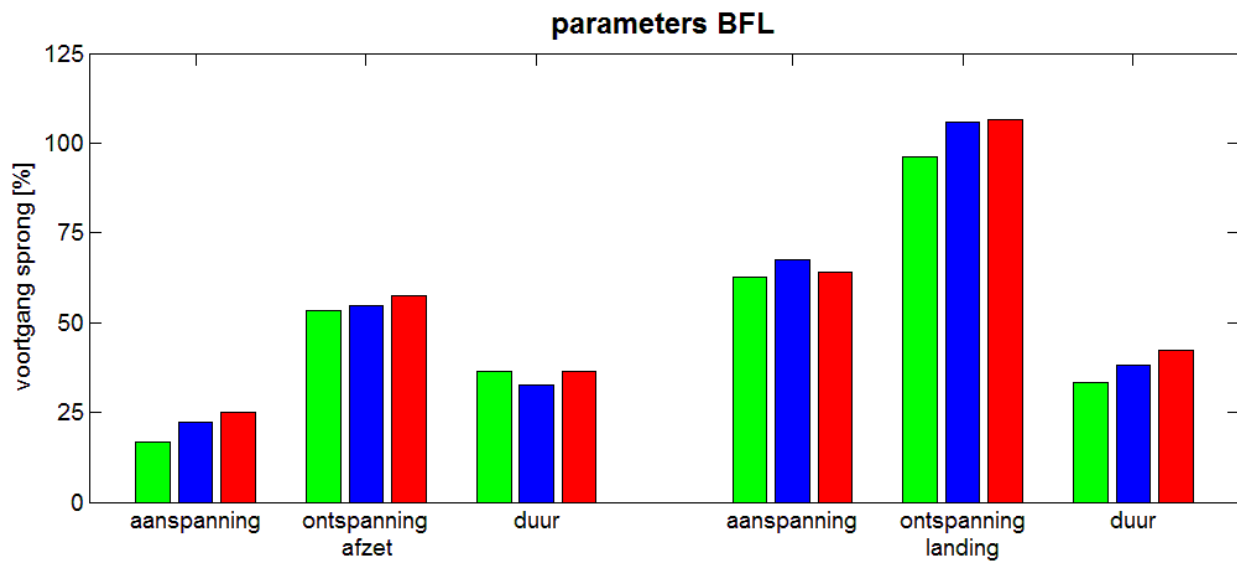
Aantekening. Waardes van $p \leq .05$ zijn vet gedrukt.

Tabel 4
Significantie Tijdsduur Aanspanning gedurende Afzet en Landing

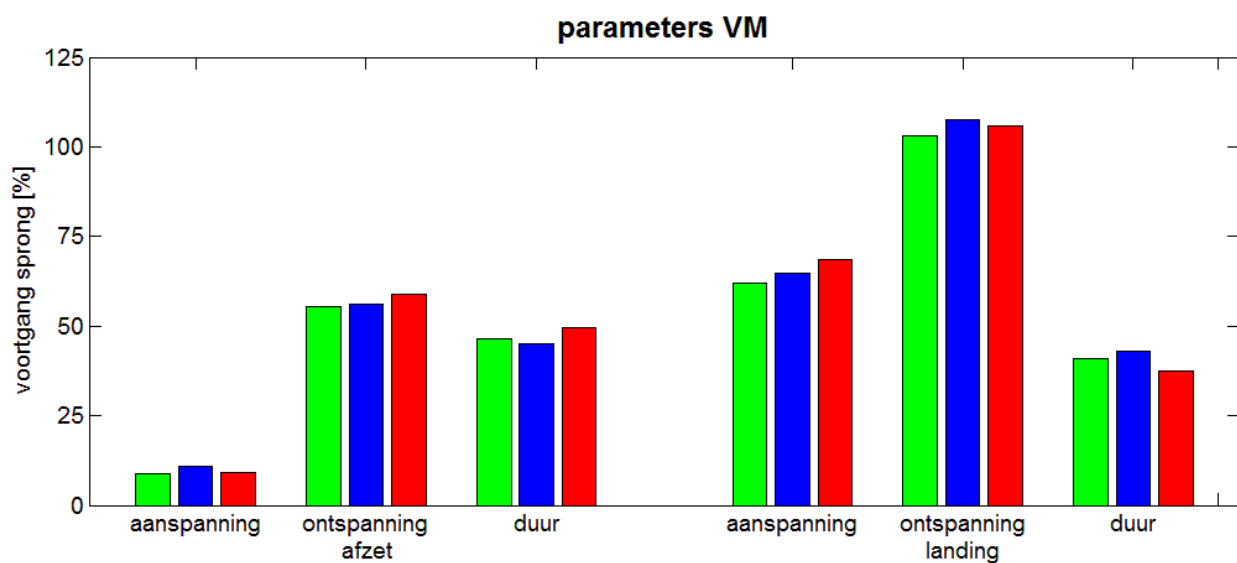
	afzet		landing	
	G vs. L	G vs. R	G vs. L	G vs. R
BFL	.298	.314	.349	.149
VM	.624	.232	.701	.547

In het tabel zijn de waardes uit de T-toets van de gezonde proefpersonen (G) vs. gezonde linkerbeen geblesseerde proefpersonen (L) en geblesseerd rechterbeen geblesseerde proefpersonen (R) zichtbaar.

Aantekening. Waardes van $p \leq .05$ zijn vet gedrukt. In deze tabel zijn geen van de waardes vet gedrukt.



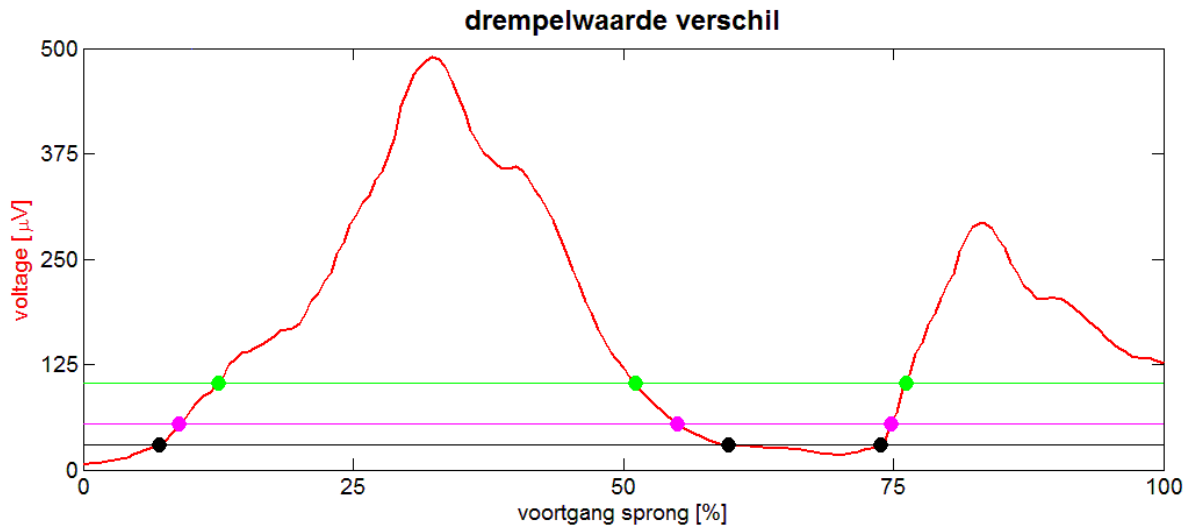
a



b

Figuur 2a & b. Deze 2 figuren geven voor de BFL en VM de parameters weer. Dit zijn gemiddelde waarden gebruikt in de 'Paired-Samples T Tests'. In zowel figuur 2a als 2b staat van links naar rechts het moment van aanspanning gedurende de afzet, het moment van ontspanning gedurende de afzet, de duur van de aanspanning gedurende de afzet, het moment van aanspanning gedurende de landing, het moment van ontspanning gedurende de landing en de duur van de aanspanning gedurende de landing.

- gezonde proefpersonen
- gezond linkerbeen van de geblesseerde proefpersonen
- geblesseerd rechterbeen van de geblesseerde proefpersonen



Figuur 3. Deze figuur geeft het genormaliseerde EMG van de BFL van een proefpersoon die een verticale maximale sprong heeft gemaakt weer. De horizontale lijnen zijn drempelwaardes uitgerekend met variaties van de gebruikte formule. Er is gebruik gemaakt van de originele waarde 0,1 en twee variaties namelijk 0,05 en 0,2. De punten zijn de snijpunten tussen de drempelwaarde en het EMG.

■ EMG	
■ drempelwaarde (0,2)	$EMG_{\min} + 0,2 \cdot (EMG_{\max} - EMG_{\min})$
■ drempelwaarde (0,1)	$EMG_{\min} + 0,1 \cdot (EMG_{\max} - EMG_{\min})$
■ drempelwaarde (0,05)	$EMG_{\min} + 0,05 \cdot (EMG_{\max} - EMG_{\min})$

Discussie

Tussen de 2 groepen, de geblesseerde proefpersonen en de gezonde proefpersonen, is er nogal wat verschil. Zo is bijvoorbeeld de gemiddelde leeftijd van de geblesseerde groep bijna tweemaal zo hoog. Binnen de groep geblesseerde proefpersonen is er een behoorlijk groot verschil als er gekeken wordt naar de duur van de blessure. Zo is dit $1,51 \pm 0,96$ jaar (gemiddelde $\pm$ SD). Het is onbekend wat er gebeurt met de intermusculaire coördinatie na verloop van tijd. Ook zijn er verschillende gradaties in blessures. Beide groepen zijn aan de kleine kant voor onomstotelijke uitspraken qua statistische significantie. Binnen dit onderzoek zijn er met deze variabelen geen rekening gehouden.

De gebruikte formule voor de drempelwaarde maakt gebruik van de minimale en maximale waarde van de afzonderlijke spier EMG's. Hierdoor spannen en ontspannen, volgens deze formule, de spieren ieder op een eigen μV aan. De waarde 0,1 in deze formule heeft veel invloed op de resultaten van dit onderzoek. In figuur 3 is één keer gebruik gemaakt van de originele formule, één keer met de waarde 0,05 en één keer met 0,2. Indien de waarde 0,1 verandert, veranderen alle verkregen waardes en ook de resultaten. Doordat een EMG een stochastisch signaal is kan het verschil door verandering van de formule niet in procenten uitgedrukt worden.

De spronghoogte kan berekend worden met behulp van de onderstaande formule:

$$H = g \cdot t^2 / 8$$

In de formule staat H voor spronghoogte met als eenheid meter. De g staat voor de zwaartekracht en is in dit geval $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. De t staat voor de vluchttijd van de sprong in seconden. Aan de hand van de uitkomsten van deze formule valt op dat $\pm 90\%$ van de sprongen uitgevoerd door de geblesseerde proefpersonen lager uitvallen. De aanspanning van de afzet blijft na normalisatie 0% en de ontspanning van de landing blijft 100%. Door een kortere vluchttijd vindt het moment van ontspanning van de afzet van de geblesseerde proefpersonen later plaats en is de duur van de afzet daardoor langer. De aanspanning van de landing vindt eerder dan de gezonde proefpersonen plaats en de duur van de landing is daardoor langer. De verkregen statistische waardes geven echter een ander beeld weer. Doordat er tussen de duur van de afzet, de duur van de landing en de vluchttijd geen lineair verband qua tijdsduur zit, is de normalisatie niet geheel onweerlegbaar. Om de normalisatie te verbeteren moeten de waardes niet ten opzichte van de tijdsduur van de sprong worden genormaliseerd, maar ten opzichte van de tijdsduur van de afzet en landing. Waarbij de tijdsduur van de afzet gedefinieerd wordt van 0% tot het moment van toe-off en de tijdsduur van de landing gedefinieerd wordt als het moment van toe-on tot 100%. Voor het moment van aanspanning, ontspanning en de duur

van de aanspanning gedurende de afzet ten opzichte van deze tijdsduur van de afzet. Voor het moment van aanspanning, ontspanning en duur van de aanspanning gedurende de landing ten opzichte van deze tijdsduur van de landing. Hierdoor worden de waardes onafhankelijk van de spronghoogte.

Binnen de parameters van deze studie is het onmogelijk te zeggen of de verschillen in intermusculaire coördinatie een oorzaak of gevolg is. Om een conclusie als deze te maken, moet er een prospectieve studie gedaan worden. Wat inhoudt dat er van meerdere gezonde proefpersonen de intermusculaire coördinatie gemeten moet worden. Aan de hand van een criterium wordt dan bepaald wie binnen deze groep een afwijkende timing heeft en mogelijk een verhoogde kans op een hamstringblessure. Indien blijkt dat bij de groep met een verhoogde kans op hamstringblessures daadwerkelijk meer hamstringblessures zijn, dan kan er wat gezegd worden over de oorsprong. Maar dan moet er wel een duidelijk criterium zijn over wanneer de intermusculaire coördinatie afwijkend is.

Conclusie

Zichtbaar is er een duidelijk verschil tussen de intermusculaire coördinatie van de proefpersonen met en zonder een hamstringblessure. De BFL van het gezonde linkerbeen van de geblesseerde proefpersonen spant bij de afzet ten opzichte van de gezonde proefpersonen, met 98,4% zekerheid, significant later aan. De BFL van het geblesseerde rechterbeen van de geblesseerde proefpersonen ontspant, met 96,5% zekerheid, ook significant later dan de gezonde proefpersonen.

Verder onderzoek is nodig om te zeggen waar dit door komt. Mijn verwachting is echter dat het te maken heeft met onbewust preventieve bescherming in combinatie met extra spanning, uit angst, die de geblesseerde proefpersonen meemaken ten opzichte van de gezonde proefpersonen. Zoals eerder gezegd is dit een verwachting en kan dit binnen dit onderzoek niet bewezen worden.

Dankwoord

Zelf uit ik grote waardering voor Chris Riezebos en Aad Lageberg, mijn afstudeer begeleiders, voor hun geduldige begeleiding, enthousiaste aanmoediging, waardevolle suggesties en vooral al het nuttige kritiek op dit gehele onderzoek en afstudeerverslag. Ook wil ik Gerald Kraan bedanken voor zijn hulp gedurende dit onderzoek. Mijn dank gaat uit naar Nina Mathijssen en Radha Rambaran voor hun advies. Ik wil ook Herre Faber en Rienk van der Slikke bedanken voor het helpen en verbeteren van mijn Matlab bestand. De adviezen die Menno Benard had zijn ook van grote hulp bij het schrijven van dit artikel geweest. Zonder Rochus van der Doef zou ik nooit lol in statistiek met SPSS kunnen hebben, ook hem wil ik bedanken. In het bijzonder ben ik dankbaar voor de hulp van Martijn Stoker, zijn bereidheid om zijn tijd te geven is zeer gewaardeerd. Dit was een zeer fijne samenwerking. Ik wil ook graag alle proefpersonen, die ik niet bij naam mag noemen bedanken. Zonder hun was het niet mogelijk om de intermusculaire coördinatie van de onderste extremiteit gedurende een verticale maximale sprong met en zonder hamstringblessure te onderzoeken.

Referenties

Bobbert, M. F., & Van Zandwijk, J. P. (1999). Dynamics of force and muscle stimulation in human vertical jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(2), 303-310.

Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J. M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469-1475.

Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *The American Journal of Sports Medicine*, 39(6), 1226-1232.

Ekstrand, J., Healy, J.C., Waldén, M., Lee, J.C., English, B. & Hägglund, M. (2012). Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *British Journal of Sport & Medicine*, 46(2), 112-117.

Elliott, M. C., Zarins, B., Powell, J. W., & Kenyon, C. D. (2011). Hamstring muscle strains in professional football players: A 10-year review. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(4), 843-850.

Harlaar, J., Lankhorst, G.J., Becher, J.G., Hautus, E.H., & Kleissen, R.F.M. (1998). Klinische bewegingsanalyse met multimediatechnieken. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, 142(21), 1196-1202.

Hermens, H.J., Freriks, B., Merletti, R., Rau, G., Disselhorst-Klug, C., Stegeman, D.F. & Hägg, G.M. (1999). Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles. 2, april, 2012 van <http://seniam.org>

Mair, S. D., Seaber, A. V., Glisson, R. R., & Garrett, W. E., Jr. (1996). The role of fatigue in susceptibility to acute muscle strain injury. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(2), 137-143.

Verrall, G. M., Slavotinek, J. P., Barnes, P. G., Fon, G. T., & Spriggins, A. J. (2001). Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: A prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *British Journal of Sports Medicine*, 35(6), 435-9; discussion 440.

Appendix A

Er is gekozen om de elektroden te plaatsen volgens aanbevelingen van één van de Europese Unie gecoördineerde projecten, het '*Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles*' (SENIAM) project (Hermens et al., 1999). Dit project heeft gedetailleerd beschreven hoe en op welke plek de elektroden geplaatst moeten worden. Hieronder volgt een deel van dat project dat binnen dit onderzoek van belang is geweest.



Preparation of the skin

After selection of the sensor the skin of the patient needs to be prepared in order to get a good electrode-skin contact. A good electrode-skin contact is important to obtain better SEMG-recordings (in terms of amplitude characteristics), fewer and smaller artefacts (electrical interference), less risk of imbalance between electrodes (smaller common mode disturbance signal) and less noise (better S/N ratio). Proper skin preparation is very useful to improve the electrode-skin contact. Different (combinations of) skin preparation techniques are used and reported in literature: shaving, cleaning with alcohol, rubbing with gel and abrasion with sandpaper.

SENIAM recommendations for preparation of the skin

The SENIAM recommendations for skin preparation recommend to shave the patient if the skin surface at which the electrodes have to be placed is covered with hair.

The next step is to clean the skin with alcohol and allow the alcohol to vaporise so that the skin will be dry before the electrodes will be placed.



Placement and fixation of the sensor

After the sensor location has been determined and marked, the electrodes need to be placed and fixed around the marked location. When placing and fixing electrodes, the inter electrode distance, the orientation, the fixation method and the location of the reference electrode have to be chosen. 'Inter electrode distance' is defined as the centre to centre distance between the conductive area's of 2 bipolar electrodes. The influence of the inter electrode distance on the pick-up area and crosstalk is a relevant item in literature. 'Orientation' is defined as the position of the line between the 2 bipolar electrodes with respect to the direction of the muscle fibres. It is known from literature that the orientation of electrodes has an important effect on the recorded SEMG. The reference electrode needs to be placed at a location in which the risk for a large common mode disturbance signal will be minimal. It is generally accepted that reference electrodes need to be placed on electrical inactive tissue. A number of reference electrode locations are preferred in literature, depending on the muscles from which the SEMG is recorded.

SENIAM recommendations for placement and fixation of the sensor

The SENIAM recommendations for electrode placement and fixation consist of recommendations for the:

Inter electrode distance

'Inter electrode distance' is defined as the centre to centre distance between the conductive area's of 2 bipolar electrodes.

SENIAM recommends to apply the bipolar SEMG electrodes around the recommended sensor location with an inter electrode distance of 20 mm. When bipolar electrodes are being applied on relatively small muscles the inter electrode distance should not exceed 1/4 of the muscle fibre length. In this way unstable recordings, due to tendon and motor endplate effects can be avoided.

Orientation of electrodes

'Electrode orientation' is defined as the position of the line between the 2 bipolar electrodes with respect to the direction of the muscle fibres.

SENIAM recommends that the bipolar SEMG electrodes should be placed around the recommended sensor location with the orientation parallel to the muscle fibres.

Fixation on the skin

SENIAM recommends to use elastic band or (double sided) tape / rings for the fixation of the electrodes (construction) and cables to the skin in such a way that the electrodes are properly fixed to the skin, movement is not hindered and cables are not pulling the electrodes (construction).

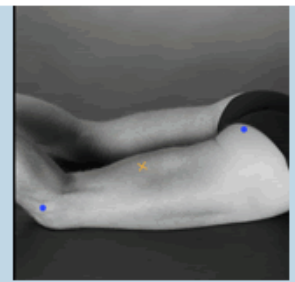
Location of the reference electrode

Depending on the application SENIAM recommends to use the wrist, the proc. spin. of C7 or the ankle as the standard location of the reference electrode.

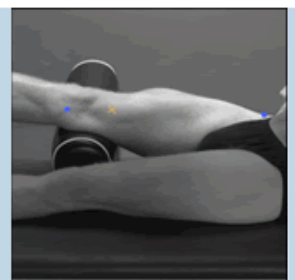
The recommendations for sensor locations for individual muscles include for each individual muscle a recommendation for the inter electrode distance, orientation of the bipolar SEMG electrodes and the location of the reference electrode. These recommendations can be found at another part of this website:

Recommendations for sensor locations on individual muscles.

Muscle	
Name	Biceps femoris
Subdivision	Long head and short head
Muscle Anatomy	
Origin	Long head: distal part of sacrotuberous ligament and posterior part of tuberosity Short head: lateral lip of linea aspera, proximal 2/3 of supracondylar line and lateral intermuscular septum.
Insertion	Lateral side of head of fibula, lateral condyle of tibia, deep fascial on lateral side of leg.
Function	Flexion and lateral rotation of the knee joint. The long head also extends and assists in lateral rotation of the hip joint.
Recommended sensor placement procedure	
Starting posture	Lying on the belly with the face down with the thigh down on the table and the knees flexed (to less than 90 degrees) with the thigh in slight lateral rotation and the leg in slight lateral rotation with respect to the thigh.
Electrode size	Maximum size in the direction of the muscle fibres: 10 mm.
Electrode distance	20 mm.
Electrode placement	
- location	The electrodes need to be placed at 50% on the line between the ischial tuberosity and the lateral epicondyle of the tibia.
- orientation	In the direction of the line between the ischial tuberosity and the lateral epicondyle of the tibia.
- fixation on the skin	(Double sided) tape / rings or elastic band.
- reference electrode	On / around the ankle or the proc. spin. of C7.
Clinical test	Press against the leg proximal to the ankle in the direction of knee extension.
Remarks	



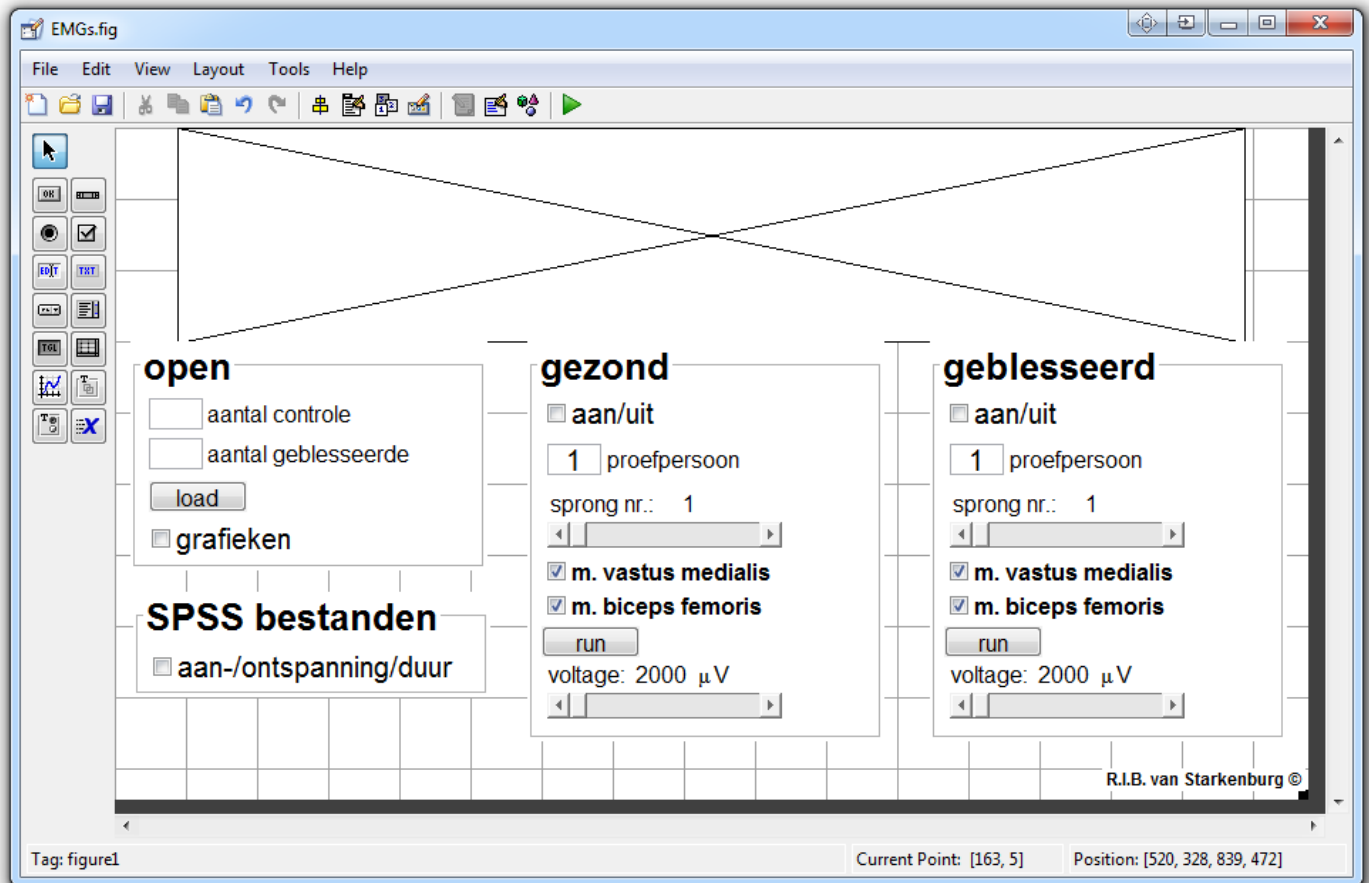
Muscle	
Name	Quadriceps Femoris
Subdivision	vastus medialis
Muscle Anatomy	
Origin	Distal half of the intertrochanteric line, medial lip of line aspera, proximal part of medial supracondylar line, tendons of adductor longus and adductor magnus and medial intermuscular septum.
Insertion	Proximal border of the patella and through patellar ligament.
Function	Extension of the knee joint.
Recommended sensor placement procedure	
Starting posture	Sitting on a table with the knees in slight flexion and the upper body slightly bend backward.
Electrode size	Maximum size in the direction of the muscle fibres: 10 mm.
Electrode distance	20 mm.
Electrode placement	
- location	Electrodes need to be placed at 80% on the line between the anterior spina iliaca superior and the joint space in front of the anterior border of the medial ligament.
- orientation	Almost perpendicular to the line between the anterior spina iliaca superior and the joint space in front of the anterior border of the medial ligament.
- fixation on the skin	(Double sided) tape / rings or elastic band.
- reference electrode	On / around the ankle or the proc. spin. of C7.
Clinical test	Extend the knee without rotating the thigh while applying pressure against the leg above the ankle in the direction of flexion.
Remarks	The SENIAM guidelines include a separate sensor placement procedure for the vastus lateralis and the rectus femoris muscle.



Er zijn ook elektroden geplaatst op de malleolus lateralis van beide benen als grond elektrode. Ook hier moet eerst de huid voorbereidingen worden gedaan voordat deze geplaatst kunnen worden.

Appendix B

Voor het geschreven artikel is het niet van belang hoe de intermusculaire coördinatie van alle spieren als grafieken geladen zijn door een programma. Maar aangezien dit een afstudeeropdracht is, is het geschreven programma wel van belang. Het programma is geschreven in MATLAB (The MathWorks Inc. MATLAB, Version 7.12.0.635 (R2011a)) een 'fourth-generation programming language'. Hieronder volgt de geschreven code en meerdere printscreens.



EMG





open

aantal controle

aantal geblesseerde

☐ grafieken

SPSS bestanden

☐ aan-/ontspanning/duur

R.I.B. van Starkenburg ©

EMG





open

aantal controle

aantal geblesseerde

☒ grafieken

SPSS bestanden

☐ aan-/ontspanning/duur

gezond

☐ aan/uit

geblesseerd

☐ aan/uit

R.I.B. van Starkenburg ©

EMG



Reinier de Graaf Groep **Sophia** REVALIDATIE **THE HAGUE** UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

open

aantal controle

aantal geblesseerde

☒ grafieken

SPSS bestanden

☐ aan-/ontspanning/duur

gezond

☒ aan/uit

proefpersoon

sprong nr.:

☒ m. vastus medialis

☒ m. biceps femoris

voltage: 2000 μ V

geblesseerd

☒ aan/uit

proefpersoon

sprong nr.:

☒ m. vastus medialis

☒ m. biceps femoris

voltage: 2000 μ V

R.I.B. van Starkenburg ©

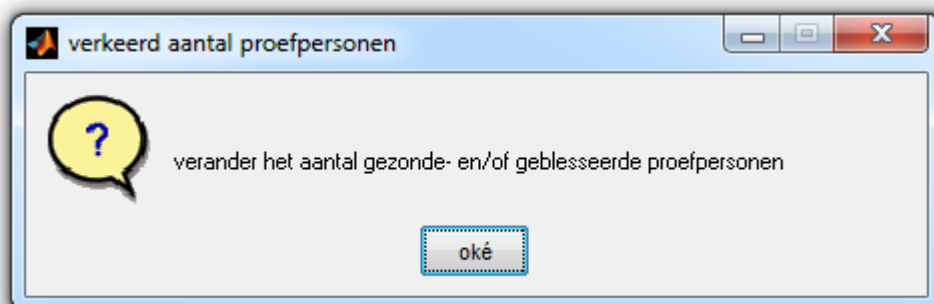
selecteer de 1e sprong mdf-file van de gezonde proefpersoon nr.1

Zoeken in: Bewegingstechnologie 4 life

Naam	Gewijzigd op	Type
⚡ gezond man P1L1.MDF	24-4-2012 17:30	MDF-t
⚡ gezond man P1L2.MDF	24-4-2012 17:32	MDF-t
⚡ gezond man P1L3.MDF	24-4-2012 17:34	MDF-t
⚡ gezond man P1R1.MDF	24-4-2012 17:42	MDF-t
⚡ gezond man P1R2.MDF	24-4-2012 17:45	MDF-t
⚡ gezond man P1R3.MDF	24-4-2012 17:47	MDF-t
⚡ gezond man P2L1.MDF	19-4-2012 17:45	MDF-t
⚡ gezond man P2L2.MDF	19-4-2012 17:48	MDF-t
⚡ gezond man P2L3.MDF	19-4-2012 17:49	MDF-t
⚡ gezond man P2R1.MDF	19-4-2012 17:57	MDF-t
⚡ gezond man P2R2.MDF	19-4-2012 17:59	MDF-t
⚡ gezond man P2R3.MDF	19-4-2012 18:03	MDF-t
⚡ gezond man P3L1.MDF	17-4-2012 17:51	MDF-t

Bestandsnaam:

Bestandstypen: (*.mdf)



EMG.m

```
function varargout = EMG(varargin)
% EMG MATLAB code for EMG.fig
%     EMG, by itself, creates a new EMG or raises the existing
%     singleton*.
%
%     H = EMG returns the handle to a new EMG or the handle to
%     the existing singleton*.
%
%     EMG('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%     function named CALLBACK in EMG.M with the given input arguments.
%
%     EMG('Property','Value',...) creates a new EMG or raises the
%     existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%     applied to the GUI before EMG_OpeningFcn gets called. An
%     unrecognized property name or invalid value makes property application
%     stop. All inputs are passed to EMG_OpeningFcn via varargin.
%
%     *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%     instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help EMG

% Last Modified by GUIDE v2.5 14-Jun-2015 23:05:55

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @EMG_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @EMG_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',   [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before EMG is made visible.
function EMG_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin    command line arguments to EMG (see VARARGIN)
% Choose default command line output for EMG
handles.output = hObject;
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
% UIWAIT makes EMG wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
```

```

function varargout = EMG_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to axes2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes2
axes(hObject)
imshow('3logo.bmp')

% --- Executes on button press in checkbox1.
function checkbox1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to checkbox1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox1
hideH;

% --- Executes on button press in checkbox6.
function checkbox6_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to checkbox6 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox6
number = 6;
setappdata(0, 'number', number);

% --- Executes on button press in checkbox7.
function checkbox7_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to checkbox7 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox7
number = 7;
setappdata(0, 'number', number);

% --- Executes on button press in checkbox12.
function checkbox12_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to checkbox12 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox12
hideN;

% --- Executes on button press in checkbox19.
function checkbox19_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to checkbox19 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox19

```

```
number = 19;
setappdata(0, 'number', number);
```

```
% --- Executes on button press in checkbox20.
function checkbox20_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox20 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox20
number = 20;
setappdata(0, 'number', number);
```

```
% --- Executes on button press in checkbox25.
function checkbox25_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox25 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox25
SPSS2txt
```

```
% --- Executes on button press in checkbox27.
function checkbox27_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox27 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox27
hideG;
```

```
% --- Executes on slider movement.
function slider1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to slider1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'Value') returns position of slider
%        get(hObject,'Min') and get(hObject,'Max') to determine range of slider
%subjectsHv = getappdata(0, 'subjects2');
yax = round(get(handles.slider1, 'Value'));
set(handles.text4, 'string', yax);
if (get(handles.checkbox6, 'Value') == 1)
    if (get(handles.checkbox2, 'Value') == 1)
        figure(3);
        ylim([0 yax]);
    end
    if (get(handles.checkbox3, 'Value') == 1)
        figure(5);
        ylim([0 yax]);
    end
end
if (get(handles.checkbox7, 'Value') == 1)
    if (get(handles.checkbox2, 'Value') == 1)
        figure(4);
        ylim([0 yax]);
    end
    if (get(handles.checkbox3, 'Value') == 1)
        figure(6);
        ylim([0 yax]);
    end
end
end
```

```

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function slider1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to slider1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: slider controls usually have a light gray background.
if isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor',[.9 .9 .9]);
end

% --- Executes on slider movement.
function slider2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to slider2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'Value') returns position of slider
%         get(hObject,'Min') and get(hObject,'Max') to determine range of slider
yax = round(get(handles.slider2,'Value'));
set(handles.text8,'string',yax);
if (get(handles.checkbox19,'Value') == 1)
    figure(1);
    ylim([0 yax]);
end
if (get(handles.checkbox20,'Value') == 1)
    figure(2);
    ylim([0 yax]);
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function slider2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to slider2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: slider controls usually have a light gray background.
if isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor',[.9 .9 .9]);
end

% --- Executes on slider movement.
function slider3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to slider3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'Value') returns position of slider
%         get(hObject,'Min') and get(hObject,'Max') to determine range of slider
pp = round(get(handles.slider3,'Value'));
set(handles.text17,'string',pp);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function slider3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to slider3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: slider controls usually have a light gray background.
if isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor',[.9 .9 .9]);
end

```



```

% --- Executes on slider movement.
function slider4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to slider4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'Value') returns position of slider
%         get(hObject,'Min') and get(hObject,'Max') to determine range of slider
pp = round(get(handles.slider4,'Value'));
set(handles.text19,'string',pp);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function slider4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to slider4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: slider controls usually have a light gray background.
if isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor',[.9 .9 .9]);
end

function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit1 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit2 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

```

function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit3 as text
%           str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit3 as a double

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all properties.

```

```

function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%           See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

```

function edit4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit4 as text
%           str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit4 as a double

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all properties.

```

```

function edit4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%           See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

```

% --- Executes on button press in pushbutton1.

```

```

function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
run

```

```

% --- Executes on button press in pushbutton2.

```

```

function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
runN

```

```

% --- Executes on button press in pushbutton3.

```

```

function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)

```

```

% hObject    handle to pushbutton3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
runH

% --- Executes when user attempts to close figure1.
function figure1_CloseRequestFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to figure1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hint: delete(hObject) closes the figure
%delete(hObject);
closing

```

hideH.m

```
if (get(handles.checkbox1, 'Value') == 1)
    set(handles.checkbox6, 'Visible', 'on');
    set(handles.checkbox7, 'Visible', 'on');
    set(handles.edit4, 'Visible', 'on');
    set(handles.slider1, 'Visible', 'on');
    set(handles.slider4, 'Visible', 'on');
    set(handles.text3, 'Visible', 'on');
    set(handles.text4, 'Visible', 'on');
    set(handles.text5, 'Visible', 'on');
    set(handles.text6, 'Visible', 'on');
    set(handles.text13, 'Visible', 'on');
    set(handles.text18, 'Visible', 'on');
    set(handles.text19, 'Visible', 'on');
    set(handles.pushbutton3, 'Visible', 'on');
    set(handles.checkbox6, 'Value', 1);
    set(handles.checkbox7, 'Value', 1);
else
    set(handles.checkbox6, 'Visible', 'off');
    set(handles.checkbox7, 'Visible', 'off');
    set(handles.edit4, 'Visible', 'off');
    set(handles.slider1, 'Visible', 'off');
    set(handles.slider4, 'Visible', 'off');
    set(handles.text3, 'Visible', 'off');
    set(handles.text4, 'Visible', 'off');
    set(handles.text5, 'Visible', 'off');
    set(handles.text6, 'Visible', 'off');
    set(handles.text13, 'Visible', 'off');
    set(handles.text18, 'Visible', 'off');
    set(handles.text19, 'Visible', 'off');
    set(handles.pushbutton3, 'Visible', 'off');
end
```

hideN.m

```
if (get(handles.checkbox12, 'Value') == 1)
    set(handles.checkbox19, 'Visible', 'on');
    set(handles.checkbox20, 'Visible', 'on');
    set(handles.edit3, 'Visible', 'on');
    set(handles.slider2, 'Visible', 'on');
    set(handles.slider3, 'Visible', 'on');
    set(handles.text7, 'Visible', 'on');
    set(handles.text8, 'Visible', 'on');
    set(handles.text9, 'Visible', 'on');
    set(handles.text10, 'Visible', 'on');
    set(handles.text12, 'Visible', 'on');
    set(handles.text16, 'Visible', 'on');
    set(handles.text17, 'Visible', 'on');
    set(handles.pushbutton2, 'Visible', 'on');
    set(handles.checkbox19, 'Value', 1);
    set(handles.checkbox20, 'Value', 1);
else
    set(handles.checkbox19, 'Visible', 'off');
    set(handles.checkbox20, 'Visible', 'off');
    set(handles.edit3, 'Visible', 'off');
    set(handles.slider2, 'Visible', 'off');
    set(handles.slider3, 'Visible', 'off');
    set(handles.text7, 'Visible', 'off');
    set(handles.text8, 'Visible', 'off');
    set(handles.text9, 'Visible', 'off');
    set(handles.text10, 'Visible', 'off');
    set(handles.text12, 'Visible', 'off');
    set(handles.text16, 'Visible', 'off');
    set(handles.text17, 'Visible', 'off');
    set(handles.pushbutton2, 'Visible', 'off');
end
```

hideG.m

```
if (get(handles.checkbox27, 'Value') == 1)
    set(handles.checkbox1, 'Value', 0);
    set(handles.checkbox6, 'Value', 1);
    set(handles.checkbox7, 'Value', 1);
    set(handles.checkbox12, 'Value', 0);
    set(handles.checkbox19, 'Value', 1);
    set(handles.checkbox20, 'Value', 1);
    set(handles.uipanel2, 'Visible', 'on');
    set(handles.uipanel3, 'Visible', 'on');
    set(handles.checkbox6, 'Visible', 'off');
    set(handles.checkbox7, 'Visible', 'off');
    set(handles.checkbox19, 'Visible', 'off');
    set(handles.checkbox20, 'Visible', 'off');
    set(handles.edit3, 'Visible', 'off');
    set(handles.edit4, 'Visible', 'off');
    set(handles.slider1, 'Visible', 'off');
    set(handles.slider2, 'Visible', 'off');
    set(handles.slider3, 'Visible', 'off');
    set(handles.slider4, 'Visible', 'off');
    set(handles.text3, 'Visible', 'off');
    set(handles.text4, 'Visible', 'off');
    set(handles.text5, 'Visible', 'off');
    set(handles.text6, 'Visible', 'off');
    set(handles.text7, 'Visible', 'off');
    set(handles.text8, 'Visible', 'off');
    set(handles.text9, 'Visible', 'off');
    set(handles.text10, 'Visible', 'off');
    set(handles.text12, 'Visible', 'off');
    set(handles.text13, 'Visible', 'off');
    set(handles.text16, 'Visible', 'off');
    set(handles.text17, 'Visible', 'off');
    set(handles.text18, 'Visible', 'off');
    set(handles.text19, 'Visible', 'off');
    set(handles.pushbutton2, 'Visible', 'off');
    set(handles.pushbutton3, 'Visible', 'off');
else
    set(handles.checkbox1, 'Value', 1);
    set(handles.checkbox6, 'Value', 0);
    set(handles.checkbox7, 'Value', 0);
    set(handles.checkbox12, 'Value', 1);
    set(handles.checkbox19, 'Value', 0);
    set(handles.checkbox20, 'Value', 0);
    set(handles.uipanel2, 'Visible', 'off');
    set(handles.uipanel3, 'Visible', 'off');
    set(handles.checkbox6, 'Visible', 'on');
    set(handles.checkbox7, 'Visible', 'on');
    set(handles.checkbox19, 'Visible', 'on');
    set(handles.checkbox20, 'Visible', 'on');
    set(handles.edit3, 'Visible', 'on');
    set(handles.edit4, 'Visible', 'on');
    set(handles.slider1, 'Visible', 'on');
    set(handles.slider2, 'Visible', 'on');
    set(handles.slider3, 'Visible', 'on');
    set(handles.slider4, 'Visible', 'on');
    set(handles.text3, 'Visible', 'on');
    set(handles.text4, 'Visible', 'on');
    set(handles.text5, 'Visible', 'on');
    set(handles.text6, 'Visible', 'on');
    set(handles.text7, 'Visible', 'on');
    set(handles.text8, 'Visible', 'on');
    set(handles.text9, 'Visible', 'on');
    set(handles.text10, 'Visible', 'on');
    set(handles.text12, 'Visible', 'on');
    set(handles.text13, 'Visible', 'on');
```

```
set(handles.text16, 'Visible', 'on');  
set(handles.text17, 'Visible', 'on');  
set(handles.text18, 'Visible', 'on');  
set(handles.text19, 'Visible', 'on');  
set(handles.pushbutton2, 'Visible', 'on');  
set(handles.pushbutton3, 'Visible', 'on');  
end
```


run.m

```
frames = 150;
%number of subjects
subjectsN = str2num(get(handles.edit1,'string'));
subjectsH = str2num(get(handles.edit2,'string'));
if isempty(subjectsN),
    subjectsN = 0;
    set(handles.edit1,'string',0);
end
if isempty(subjectsH),
    subjectsH = 0;
    set(handles.edit2,'string',0);
end
subjects2 = subjectsN+subjectsH;
if subjects2 == 0,
    nosellection
    return
end

%load start
for n=1:subjects2,
    if n<(subjectsN+1),
        [filenaam foldernaam] = uigetfile('*.mdf',['selecteer de 1e sprong mdf-file van
de gezonde proefpersoon nr.' num2str(n) '']);
    else
        [filenaam foldernaam] = uigetfile('*.mdf',['selecteer de 1e sprong mdf-file van
de geblesseerde proefpersoon nr.' num2str(n-subjectsN) '']);
    end
    for nn=1:6,
        if isequal(filenaam,0);
            return
        else
            naam = fullfile(foldernaam,filenaam);
            fid = fopen(naam,'rt');
            s{n} = textscan(fid, '%f', 'HeaderLines',25);
            fclose(fid);
        end
        ss{n}{nn} = reshape(s{n}{1},15,[])';
        changing = 'P(\w*).';
        nums = regexp(filenaam,'\d+', 'match');
        nnn = str2num(nums{1});
        if nn==1,
            if str2num(nums{2})>1,
                wrongsellection
                return
            end
        end
        if nn == 1,
            PLR = ['P' num2str(nnn) 'L' num2str(nn+1) '.'];
        elseif nn == 2,
            PLR = ['P' num2str(nnn) 'L' num2str(nn+1) '.'];
        elseif nn == 3,
            PLR = ['P' num2str(nnn) 'R' num2str(nn-2) '.'];
        elseif nn == 4,
            PLR = ['P' num2str(nnn) 'R' num2str(nn-2) '.'];
        elseif nn == 5,
            PLR = ['P' num2str(nnn) 'R' num2str(nn-2) '.'];
        elseif nn == 6,
            PLR = ['P' num2str(nnn) 'L' num2str(nn-5) '.'];
        end
        filenaam = regexprep(filenaam,changing,PLR);
    end
end
for nn = 1:subjects2,
    for nnn=1:2,
```

```

for n=1:3,
    if nnn==2,
        n=n+3;
    end
    Fz{nn}{n} = ss{nn}{n}(:,12);
    Fz{nn}{n}(Fz{nn}{n}<10)=0;
    ss{nn}{n}(:,12) = Fz{nn}{n};
    firstcontact{nn}{n} = find(Fz{nn}{n}>10);
    Fzz{nn}{n} = Fz{nn}{n}(firstcontact{nn}{n}:end,:);
    toecoff{nn}{n} = find(Fzz{nn}{n}==0);
    Fzzz{nn}{n} = Fzz{nn}{n}(toecoff{nn}{n}:end,:);
    secondcontact{nn}{n} = find(Fzzz{nn}{n}>5);
    landing{nn}{n} = secondcontact{nn}{1,n}(1,1);
    Fzzzz{nn}{n} = Fzzz{nn}{n}(landing{nn}{n}:end,:);
    toecofflast{nn}{n} = find(Fzzzz{nn}{n}==0);
    terminus{nn}{n} = length(Fz{nn}{n})-
length(Fzzzz{nn}{n})+toecofflast{nn}{n}(1);
    ss{nn}{n} = ss{nn}{n}(firstcontact{nn}{n}:terminus{nn}{n},:);
    toecoff{nn}{n} = find(ss{nn}{n}(:,12)==0,1,'first')-1;
    toeon{nn}{n} = find(ss{nn}{n}(:,12)==0,1,'last')+1;
end
end

%set global variable
setappdata(0,'ss',ss);
setappdata(0,'subjects2',subjects2);
setappdata(0,'subjectsN',subjectsN);
setappdata(0,'subjectsH',subjectsH);
runnierun

```

runN.m

%load global variables

```
ss = getappdata(0, 'ss');  
subjectnr = str2num(get(handles.edit3, 'string'));  
subjectjump = round(get(handles.slider3, 'Value'));
```

%plot BFL

```
if (get(handles.checkbox20, 'Value') == 1),  
    figure(1);  
    hFig = figure(1);  
    set(hFig, 'Position', [0 50 1200 433])  
    Fz2 = ss{subjectnr}{subjectjump}(:,12);  
    BFL2 = ss{subjectnr}{subjectjump}(:,4);  
    tijd2 = (0:125/(length(Fz2)-1):125);  
    n=40;  
    plot([8.844 54.989 54.989 8.844 8.844],[0 0 2000 2000 0], 'c', 'linewidth',1);  
    x11=[zeros(1,n) linspace(0, -46.145,n);linspace(0, -46.145,n) ones(1,n)*-  
46.145]+54.989;  
    y11=[linspace(0,2000,n) 2000*ones(1,n);zeros(1,n) 2000-  
fliplr(linspace(0,2000,n))];  
    hold on  
    plot(x11 ,y11, 'c', 'linewidth',1);  
    hold on  
    n=35;  
    plot([74.8335 112.81 112.81 74.8335 74.8335],[0 0 2000 2000  
0], 'y', 'linewidth',1);  
    x11=[zeros(1,n) linspace(0,37.965,n);linspace(0,37.965,n)  
ones(1,n)*37.965]+74.8335;  
    y11=[linspace(0,2000,n) 2000*ones(1,n);zeros(1,n) 2000-  
fliplr(linspace(0,2000,n))];  
    hold on  
    plot(x11 ,y11, 'y', 'linewidth',1);  
    hold on  
    plot(tijd2,BFL2, 'r', 'LineWidth',2);  
    hold all;  
    plot([43.53 43.53],[0 2000], 'k-');  
    hold on;  
    plot([74.71 74.71],[0 2000], 'k-');  
    hold on;  
    plot([0 125],[54 54], 'm', 'LineWidth',2);  
    hold on;  
    x = [8.844 54.989 74.8335 112.81];  
    y = [54 54 54 54];  
    plot(x,y, 'og', 'MarkerSize',10, 'MarkerFaceColor', 'g');  
    hold on;  
    set(gca, 'xtick', [0,25,50,75,100,125], 'FontSize',14);  
    set(gca, 'ytick', [0,250,500,750,1000,1250,1500,1750,2000]);  
    xlim([0 125]);  
    xlabel('voortgang sprong [%]');  
    ylabel({'\color{red}voltage [ \mu V]'});  
    title({'genormaliseerde grondreactiekracht, ' 'BFL &  
parameters'}, 'FontWeight', 'bold', 'FontSize',18);  
end
```

%plot VM

```
if (get(handles.checkbox19, 'Value') == 1),  
    figure(2);  
    hFig = figure(2);  
    set(hFig, 'Position', [0 50 1200 433])  
    Fz2 = ss{subjectnr}{subjectjump}(:,12);  
    VM2 = ss{subjectnr}{subjectjump}(:,5);  
    tijd2 = (0:125/(length(Fz2)-1):125);  
    n=40;  
    plot([8.844 54.989 54.989 8.844 8.844],[0 0 2000 2000 0], 'c', 'linewidth',1);
```

```

        x11=[zeros(1,n) linspace(0,-46.145,n);linspace(0,-46.145,n) ones(1,n)*-
46.145]+54.989;
        y11=[linspace(0,2000,n) 2000*ones(1,n);zeros(1,n) 2000-
fliplr(linspace(0,2000,n))];
        hold on
        plot(x11 ,y11, 'c', 'linewidth',1);
        hold on
        n=35;
        plot([74.8335 112.81 112.81 74.8335 74.8335],[0 0 2000 2000
0], 'y', 'linewidth',1);
        x11=[zeros(1,n) linspace(0,37.965,n);linspace(0,37.965,n)
ones(1,n)*37.965]+74.8335;
        y11=[linspace(0,2000,n) 2000*ones(1,n);zeros(1,n) 2000-
fliplr(linspace(0,2000,n))];
        hold on
        plot(x11 ,y11, 'y', 'linewidth',1);
        hold on
        plot(tijd2,VM2, 'r', 'LineWidth',2);
        hold all;
        plot([43.53 43.53],[0 2000], 'k-');
        hold on;
        plot([74.71 74.71],[0 2000], 'k-');
        hold on;
        plot([0 125],[54 54], 'm', 'LineWidth',2);
        hold on;
        x = [8.844 54.989 74.8335 112.81];
        y = [54 54 54 54];
        plot(x,y, 'og', 'MarkerSize',10, 'MarkerFaceColor', 'g');
        hold on;
        set(gca, 'xtick', [0,25,50,75,100,125], 'FontSize',14);
        set(gca, 'ytick', [0,250,500,750,1000,1250,1500,1750,2000]);
        xlim([0 125]);
        xlabel('voortgang sprong [%]');
        ylabel({'\color{red}voltage [ \mu V]'});
        title({'genormaliseerde grondreactiekracht, ' 'VM &
parameters'}, 'FontWeight', 'bold', 'FontSize',18);
end

```

```

runH.m
%load global variables
ss = getappdata(0, 'ss');
subjectHH = str2num(get(handles.edit4, 'string'));
subjectsN = getappdata(0, 'subjectsH');
subjectnr = subjectsN+subjectHH;
subjectjump = round(get(handles.slider4, 'Value'));

%plot BFL
if (get(handles.checkbox7, 'Value') == 1),
    figure(3);
    hFig = figure(3);
    set(hFig, 'Position', [0 50 1200 433])
    Fz2 = ss{subjectnr}{subjectjump}(:,12);
    BFL2 = ss{subjectnr}{subjectjump}(:,4);
    tijd2 = (0:125/(length(Fz2)-1):125);
    n=40;
    plot([8.844 54.989 54.989 8.844 8.844],[0 0 2000 2000 0], 'c', 'linewidth',1);
    x11=[zeros(1,n) linspace(0, -46.145,n);linspace(0, -46.145,n) ones(1,n)*-
46.145]+54.989;
    y11=[linspace(0,2000,n) 2000*ones(1,n);zeros(1,n) 2000-
fliplr(linspace(0,2000,n))];
    hold on
    plot(x11 ,y11, 'c', 'linewidth',1);
    hold on
    n=35;
    plot([74.8335 112.81 112.81 74.8335 74.8335],[0 0 2000 2000
0], 'y', 'linewidth',1);
    x11=[zeros(1,n) linspace(0,37.965,n);linspace(0,37.965,n)
ones(1,n)*37.965]+74.8335;
    y11=[linspace(0,2000,n) 2000*ones(1,n);zeros(1,n) 2000-
fliplr(linspace(0,2000,n))];
    hold on
    plot(x11 ,y11, 'y', 'linewidth',1);
    hold on
    plot(tijd2,BFL2, 'r', 'LineWidth',2);
    hold all;
    plot([43.53 43.53],[0 2000], 'k-');
    hold on;
    plot([74.71 74.71],[0 2000], 'k-');
    hold on;
    plot([0 125],[54 54], 'm', 'LineWidth',2);
    hold on;
    x = [8.844 54.989 74.8335 112.81];
    y = [54 54 54 54];
    plot(x,y, 'og', 'MarkerSize',10, 'MarkerFaceColor', 'g');
    hold on;
    set(gca, 'xtick', [0,25,50,75,100,125], 'FontSize',14);
    set(gca, 'ytick', [0,250,500,750,1000,1250,1500,1750,2000]);
    xlim([0 125]);
    xlabel('voortgang sprong [%]');
    ylabel({'\color{red}voltage [ \mu V]'});
    title({'genormaliseerde grondreactiekracht,' 'BFL &
parameters'}, 'FontWeight', 'bold', 'FontSize',18);
end

%plot VM
if (get(handles.checkbox6, 'Value') == 1),
    figure(4);
    hFig = figure(4);
    set(hFig, 'Position', [0 50 1200 433])
    Fz2 = ss{subjectnr}{subjectjump}(:,12);
    VM2 = ss{subjectnr}{subjectjump}(:,5);
    tijd2 = (0:125/(length(Fz2)-1):125);
    n=40;

```

```

        plot([8.844 54.989 54.989 8.844 8.844],[0 0 2000 2000 0],'c','linewidth',1);
        x11=[zeros(1,n) linspace(0,-46.145,n);linspace(0,-46.145,n) ones(1,n)*-
46.145]+54.989;
        y11=[linspace(0,2000,n) 2000*ones(1,n);zeros(1,n) 2000-
fliplr(linspace(0,2000,n))];
        hold on
        plot(x11 ,y11, 'c', 'linewidth',1);
        hold on
        n=35;
        plot([74.8335 112.81 112.81 74.8335 74.8335],[0 0 2000 2000
0], 'y', 'linewidth',1);
        x11=[zeros(1,n) linspace(0,37.965,n);linspace(0,37.965,n)
ones(1,n)*37.965]+74.8335;
        y11=[linspace(0,2000,n) 2000*ones(1,n);zeros(1,n) 2000-
fliplr(linspace(0,2000,n))];
        hold on
        plot(x11 ,y11, 'y', 'linewidth',1);
        hold on
        plot(tijd2,VM2, 'r', 'LineWidth',2);
        hold all;
        plot([43.53 43.53],[0 2000], 'k-');
        hold on;
        plot([74.71 74.71],[0 2000], 'k-');
        hold on;
        plot([0 125],[54 54], 'm', 'LineWidth',2);
        hold on;
        x = [8.844 54.989 74.8335 112.81];
        y = [54 54 54 54];
        plot(x,y, 'og', 'MarkerSize',10, 'MarkerFaceColor', 'g');
        hold on;
        set(gca, 'xtick', [0,25,50,75,100,125], 'FontSize',14);
        set(gca, 'ytick', [0,250,500,750,1000,1250,1500,1750,2000]);
        xlim([0 125]);
        xlabel('voortgang sprong [%]');
        ylabel({'\color{red}voltage [ \mu V]'});
        title({'genormaliseerde grondreactiekracht, ' 'VM &
parameters'}, 'FontWeight', 'bold', 'FontSize',18);
end

```

wrongselection.m

```
function wrongselection
selection = questdlg('selecteer altijd de eerste linker sprong van de
proefpersoon','sluiten?','oké','oké');
switch selection,
case 'oké'
    return
end
```

nosellection.m

```
function nosellection
selection = questdlg('verander het aantal gezonde- en/of geblesseerde  
proefpersonen','verkeerd aantal proefpersonen','oké','oké');
switch selection,
case 'oké'
    return
end
```


closing.m

```
function close(~,~)
selection = questdlg('weet u het zeker?', 'sluiten?', 'ja', 'nee', 'ja');
switch selection,
case 'ja'
    selection = questdlg('weet u het héél zeker?', 'sluiten?', 'ja', 'nee', 'ja');
    switch selection,
    case 'ja'
        delete(gcf)
        close all
        clear all
    case 'nee'
        return
    end
case 'nee'
    return
end
```

SPSS2txt.m

```

avglanding = getappdata(0, 'avglanding');
F = getappdata(0, 'F');
muscleL = getappdata(0, 'muscle');
muscleR = getappdata(0, 'muscle');
stotal = getappdata(0, 'stotal');
subjectsH = getappdata(0, 'subjectsH');
subjectsN = getappdata(0, 'subjectsN');
subjects2 = getappdata(0, 'subjects2');
total = getappdata(0, 'total');
if (get(handles.checkbox25, 'Value') == 1)
    for nnn=1:subjects2,
        for nn=1:2,
            if nn == 1,
                muscleLR = muscleL;
            else
                muscleLR = muscleR;
            end
%time format start
frames = 150;
toeoff = find(F{nnn,nn}==0,1, 'first');
starttime = toeoff/frames*1000;
endtime = length(muscleLR{nnn,nn}{1})/frames*1000-starttime;
time{nnn,nn} = (linspace(-starttime,endtime,length(muscleLR{nnn,nn}{1})))';
for n=1:8,
    avgemg{nnn,nn}{1,n} = mean(muscleLR{nnn,nn}{1,n}(1:50,:));
    maxmuscle{nnn,nn}{1,n} = max(muscleLR{nnn,nn}{1,n});
    afzetonoff{nnn,nn}{1,n} = 0.1*(maxmuscle{nnn,nn}{1,n}-
avgemg{nnn,nn}{1,n})+avgemg{nnn,nn}{1,n};
    afzetaanspanningT{nnn,nn}{1,n} =
find(muscleLR{nnn,nn}{1,n}>afzetonoff{nnn,nn}{1,n},1, 'first');
    SPSS{nnn,nn}{1,n*4-3} = time{nnn,nn}(afzetaanspanningT{nnn,nn}{1,n});
    vari = 50;
    afzetontspanningT{nnn,nn}{1,n} =
find(muscleLR{nnn,nn}{1,n}(afzetaanspanningT{nnn,nn}{1,n}+vari:end,:)<=afzetonoff{nnn,nn}{1,n},1, 'first');
    muscleaftermax{nnn,nn}{1,n} =
muscleLR{nnn,nn}{1,n}(find(muscleLR{nnn,nn}{1,n}==maxmuscle{nnn,nn}{1,n}):end,:);
    peak{nnn,nn}{1,n} =
max(findpeaks(muscleaftermax{nnn,nn}{1,n}, 'minpeakdistance', 10));
    peakmoment{nnn,nn}{1,n} =
find(muscleaftermax{nnn,nn}{1,n}==peak{nnn,nn}{1,n});
    muscleyy{nnn,nn}{1,n} =
muscleaftermax{nnn,nn}{1,n}(1:peakmoment{nnn,nn}{1,n},:);
    valley{nnn,nn}{1,n} = min(muscleyy{nnn,nn}{1,n});
    valleymoment{nnn,nn}{1,n} =
find(muscleaftermax{nnn,nn}{1,n}==valley{nnn,nn}{1,n});
    SPSS{nnn,nn}{1,n*4-2} = time{nnn,nn}(length(muscleLR{nnn,nn}{1,n})-
length(muscleaftermax{nnn,nn}{1,n})+valleymoment{nnn,nn}{1,n});
        end
    end
end

%save SPSS values
for nn=1:subjects2,
    for n=1:2,
        if n==1,
            SPSStxt(nn,1:32) = SPSS{nn,n};
        else
            SPSStxt(nn,33:64) = SPSS{nn,n};
        end
    end
end
for n=1:subjects2,
    for nn=1:64,

```

```

        if isempty(SPSStxt{n,nn})==1,
            SPSStxt{n,nn} = 1;
        end
    end
end
SPSStxt2 = cellfun('prodofsize',SPSStxt);
for n=1:subjects2,
    for nn=1:64,
        if SPSStxt2(n,nn)>1
            SPSStxt3 = SPSStxt{n,nn};
            SPSStxt{n,nn} = SPSStxt3(1,1);
        end
    end
end
SPSStxt4 = cell2mat(SPSStxt);
SPSStxt5 = SPSStxt4(subjectsN+1:end, 1:end);
sizeSPSStxt = size(SPSStxt5);
SPSStxt6 = SPSStxt4(1:subjectsN, 1:end);
SPSStxtAbs = SPSStxt5;
for n=1:subjectsN,
    for nn=1:32,
        SPSStxt6Mean(n,nn) = (SPSStxt6(n,nn)+SPSStxt6(n,nn+32))/2;
    end
end
SPSStxtAbs(1:subjectsN,65:96) = SPSStxt6Mean(1:end, 1:end);
end

%duur aanspanning afzet/landing
if subjectsN > subjectsH,
    duuraanspanning = subjectsN;
else
    duuraanspanning = subjectsH;
end
for nn = 1:duuraanspanning,
    %voor nu 47, later weer naar 48
    for n = 1:47,
        SPSSduur(nn,n) = (abs(SPSStxtAbs(nn,n*2-1))+abs(SPSStxtAbs(nn,n*2)));
    end
end

%opslaan als txt
dlmwrite('SPSS-aan-
onspanning.txt',SPSStxtAbs,'delimiter','\t','precision',4,'newline','pc');
xlswrite('SPSS-aan-onspanning.xls',SPSStxtAbs);
dlmwrite('SPSS-duur.txt',SPSSduur,'delimiter','\t','precision',4,'newline','pc');
xlswrite('SPSS-duur.xls',SPSSduur);

```

Voor de figuren in dit afstudeerverslag is gebruik gemaakt van de onderstaande code.

```
figure(1);
hFig = figure(1);
set(hFig, 'Position', [0 50 1200 400])
Fz = ss{1}{3}(:,12);
BFL = ss{1}{3}(:,4);
BFL = BFL/2;
tijd = (1:1:length(Fz));
tijd = tijd*10;
[hAx,hLine1,hLine2] = plotyy(tijd,BFL,tijd,Fz);
hold all;
plot([5420 5420],[0 4000], 'k-');
hold on;
plot([6160 6160],[0 4000], 'k-');
hold on;
plot([6690 6690],[0 4000], 'k-');
hold on;
plot([7120 7120],[0 4000], 'k-');
set(hLine1, 'LineWidth',2, 'color', 'r');
set(hLine2, 'LineWidth',2, 'color', 'b');
set(hAx, 'XLim', [5000 7500]);
set(hAx(1), 'YLim', [0 1000]);
set(hAx(2), 'YLim', [0 4000]);
set(hAx(1), 'YTick', [0:250:1000]);
set(hAx(2), 'YTick', [0:1000:4000]);
set(hAx(1), 'ycolor', 'k');
set(hAx(2), 'ycolor', 'k');
set(hAx(1), 'box', 'off');
set(hAx, 'xtick', [5000:500:7500], 'FontSize',14);
xlabel('tijd [ms]');
ylabel(hAx(1), '\color{red}voltage [ \mu V]');
ylabel(hAx(2), '\color{blue}kracht [N]');
title({'grondreactiekracht & BFL'}, 'FontWeight', 'bold', 'FontSize',18);

figure(2);
hFig = figure(2);
set(hFig, 'Position', [0 50 1200 400])
Fz = Fz(542:712);
BFL = BFL(542:712);
tijd = (0:100/(length(Fz)-1):100);
[hAx,hLine1,hLine2] = plotyy(tijd,BFL,tijd,Fz);
hold all;
plot([43.53 43.53],[0 4000], 'k-');
hold on;
plot([74.71 74.71],[0 4000], 'k-');
hold on;
set(hLine1, 'LineWidth',2, 'color', 'r');
set(hLine2, 'LineWidth',2, 'color', 'b');
set(hAx(1), 'YLim', [0 1000]);
set(hAx(2), 'YLim', [0 4000]);
set(hAx(1), 'YTick', [0:250:1000]);
set(hAx(2), 'YTick', [0:1000:4000]);
set(hAx(1), 'ycolor', 'k');
set(hAx(2), 'ycolor', 'k');
set(hAx(1), 'box', 'off');
set(hAx, 'xtick', [0:25:100], 'FontSize',14);
xlabel('voortgang sprong [%]');
ylabel(hAx(1), '\color{red}voltage [ \mu V]');
ylabel(hAx(2), '\color{blue}kracht [N]');
title({'genormaliseerde' 'grondreactiekracht & BFL'}, 'FontWeight', 'bold', 'FontSize',18);

figure(3);
hFig = figure(3);
set(hFig, 'Position', [0 50 1200 400])
plot(tijd,BFL, 'r', 'LineWidth',2);
hold on;
plot([0 100],[54 54], 'm', 'LineWidth',2);
hold on;
x = [8.844 54.989 74.8335];
```

```

y = [54 54 54];
plot(x,y,'og','MarkerSize',10,'MarkerFaceColor','g');
hold on;
plot([42.94 42.94],[0 1000],'k-');
hold on;
plot([75.29 75.29],[0 1000],'k-');
set(gca,'xtick',[0,25,50,75,100],'FontSize',14);
set(gca,'ytick',[0,250,500,750,1000]);
xlabel('voortgang sprong [%]');
ylabel('voltage [ \mu V]');
ylabel({'\color{red}voltage [ \mu V]}');
title('drempelwaarde','FontWeight','bold','FontSize',18);

figure(4);
hFig = figure(4);
set(hFig,'Position',[0 50 1200 400])
Fz2 = ss{1}{3}(:,12);
Fz2 = Fz2(542:754);
BFL2 = ss{1}{3}(:,4);
BFL2 = BFL2(542:754);
BFL2 = BFL2/2;
tjld2 = (0:125/(length(Fz2)-1):125);
n=40;
plot([8.844 54.989 54.989 8.844 8.844],[0 0 1000 1000 0],'c','linewidth',1);
x11=[zeros(1,n) linspace(0,-46.145,n);linspace(0,-46.145,n) ones(1,n)*-46.145]+54.989;
y11=[linspace(0,1000,n) 1000*ones(1,n);zeros(1,n) 1000-fliplr(linspace(0,1000,n))];
hold on
plot(x11 ,y11,'c','linewidth',1);
hold on
n=35;
plot([74.8335 112.81 112.81 74.8335 74.8335],[0 0 1000 1000 0],'y','linewidth',1);
x11=[zeros(1,n) linspace(0,37.965,n);linspace(0,37.965,n) ones(1,n)*37.965]+74.8335;
y11=[linspace(0,1000,n) 1000*ones(1,n);zeros(1,n) 1000-fliplr(linspace(0,1000,n))];
hold on
plot(x11 ,y11,'y','linewidth',1);
hold on
plot(tjld2,BFL2,'r','LineWidth',2);
hold all;
plot([43.53 43.53],[0 1000],'k-');
hold on;
plot([74.71 74.71],[0 1000],'k-');
hold on;
plot([0 125],[54 54],'m','LineWidth',2);
hold on;
x = [8.844 54.989 74.8335 112.81];
y = [54 54 54 54];
plot(x,y,'og','MarkerSize',10,'MarkerFaceColor','g');
hold on;
set(gca,'xtick',[0,25,50,75,100,125],'FontSize',14);
set(gca,'ytick',[0,250,500,750,1000]);
xlim([0 125]);
xlabel('voortgang sprong [%]');
ylabel({'\color{red}voltage [ \mu V]}');
title({'genormaliseerde grondreactiekracht,' 'BFL &
parameters'},'FontWeight','bold','FontSize',18);

figure(5);
hFig = figure(5);
set(hFig,'Position',[0 50 1200 450])
gezond = [0 16.7 0 0 0 53.2 0 0 0 36.5 0 0 0 0 62.8 0 0 0 96.1 0 0 0 33.3 0 0];
hamstringL = [0 0 22.2 0 0 0 54.9 0 0 0 32.7 0 0 0 0 67.5 0 0 0 105.9 0 0 0 38.3 0];
hamstringR = [0 0 0 25.2 0 0 0 57.6 0 0 0 36.5 0 0 0 0 64.1 0 0 0 106.4 0 0 0 42.3];
bar(gezond,'g');
hold on;
bar(hamstringL,'b');
hold on;
bar(hamstringR,'r');
hold on;
set(gca,'ytick',[0,25,50,75,100,125],'FontSize',14);
ylabel('voortgang sprong [%]');
set(gca,'xtick',[0,3,7,11,17,21,25,27],'FontSize',14);

```

```

set(gca, 'XTickLabel', {'', 'aanspanning', 'ontspanning', 'duur', 'aanspanning', 'ontspanning', 'duur', ''})
xlim([0.5 27.5]);
ylim([0 125]);
title('parameters BFL', 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 18);

figure(6);
hFig = figure(6);
set(hFig, 'Position', [0 50 1200 450])
gezond = [0 8.7 0 0 0 55.3 0 0 0 46.6 0 0 0 0 62.1 0 0 0 103.1 0 0 0 41.0 0];
hamstringL = [0 0 11.0 0 0 0 56.0 0 0 0 45.0 0 0 0 0 64.8 0 0 0 107.6 0 0 0 42.9 0];
hamstringR = [0 0 0 9.2 0 0 0 58.8 0 0 0 49.6 0 0 0 0 68.6 0 0 0 106.0 0 0 0 37.4];
bar(gzond, 'g');
hold on;
bar(hamstringL, 'b');
hold on;
bar(hamstringR, 'r');
hold on;
set(gca, 'ytick', [0, 25, 50, 75, 100, 125], 'FontSize', 14);
ylabel('voortgang sprong [%]');
set(gca, 'xtick', [0, 3, 7, 11, 17, 21, 25, 27], 'FontSize', 14);

set(gca, 'XTickLabel', {'', 'aanspanning', 'ontspanning', 'duur', 'aanspanning', 'ontspanning', 'duur', ''})
xlim([0.5 27.5]);
ylim([0 125]);
title('parameters VM', 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 18);

figure(7);
hFig = figure(7);
set(hFig, 'Position', [0 50 1200 450])
plot(tijd, BFL, 'r', 'LineWidth', 2);
hold on;
plot([0 100], [103 103], 'g');
hold on;
plot([0 100], [54 54], 'm');
hold on;
plot([0 100], [29.5 29.5], 'k');
hold on;
x = [12.513 51.117 76.14];
y = [103 103 103];
plot(x, y, 'og', 'MarkerSize', 10, 'MarkerEdgeColor', 'g', 'MarkerFaceColor', 'g');
hold on;
x = [8.844 54.989 74.8335];
y = [54 54 54];
plot(x, y, 'og', 'MarkerSize', 10, 'MarkerEdgeColor', 'm', 'MarkerFaceColor', 'm');
hold on;
x = [7.095 59.778 73.81];
y = [29.5 29.5 29.5];
plot(x, y, 'og', 'MarkerSize', 10, 'MarkerEdgeColor', 'k', 'MarkerFaceColor', 'k');
hold on;
x = [10];
y = [500];
plot(x, y);
set(gca, 'xtick', [0, 25, 50, 75, 100], 'FontSize', 14);
set(gca, 'ytick', [0, 125, 250, 375, 500]);
xlabel('voortgang sprong [%]');
ylabel('voltage [ \muV]');
ylabel({'\color{red}voltage [ \muV]'});
title('drempelwaarde verschil', 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 18);

```

Appendix C

Volgens de handleiding afstudeerfase 2014-2015 (pagina 20) moet het projectplan als bijlage in het afstudeerwerk te worden opgenomen. Dit projectplan is aan A.W.M. Dobbelsteen, H. Schutte, K.L. van Stein-Callenfels en C.J.W. Riezebos op 31-01-2012 verstuurd. Dit projectplan is geschreven volgens de handleiding afstudeerfase 2011-2012. Hieronder volgt het projectplan dat aan de grond stond van dit afstudeerwerk.

B. Document projectplan voor een onderzoeksproject

Naam:	Remi van Starkenburg
Studentnummer:	08036993
e-mail:	remivanstarkenburg@gmail.com
Behaalde ECTS in de modules 9 t/m 12:	31 (mis alleen BT-BAPII-09 nog)
Datum:	31-01-2012

1. Onderwerp (pilot study naar patroon in stoornis van de intermusculaire coördinatie bij sporters met hamstring problemen)

Werkveld: onderzoek
Beroepsrol: onderzoeker

2. Probleemstelling

Op dit moment is het onbekend hoe de intermusculaire coördinatie na een hamstring blessure veranderd. Er zijn verscheidene factoren die kunnen bijdragen aan de ontwikkeling van zo een hamstring blessures; spierzwakte, vermoeidheid, oppervlak waar de sport wordt beoefend, geschiedenis van rugletsel en of de neuromusculaire coördinatie. Door te weten hoe de intermusculaire coördinatie veranderd kan het herstelproces geoptimaliseerd worden en het verbeteren van de preventie en terugval van hamstring blessures. Het doel van deze pilot study is het onderzoeken of een sporter met een hamstring blessure aan één been een andere intermusculaire coördinatie heeft tijdens een maximale verticale sprong ten opzichte van het andere been. En heeft deze sporter dan een andere intermusculaire coördinatie in de onderste extremiteit ten opzichte van een sporter zonder hamstring blessure tijdens eenzelfde sprong?

Hieruit is de volgende hypothese ontstaan: er wordt aangenomen dat de intermusculaire coördinatie in de onderste extremiteit bij sporters met een hamstring blessure significant verschilt ten opzichte van sporters zonder een hamstring blessure (gemeten bij een maximale verticale sprong).

3. Methode

De sporters worden gevraagd een maximaal verticale sprong te maken op een forceplate, waarmee de grondreactiekrachten worden gemeten. Ook worden er bij 8 verschillende spieren, per been, de elektrische activiteit van deze spieren met behulp van elektromyografie (EMG) gemeten. Er wordt 3 keer gesprongen en elke sporter heeft 35 seconden om een maximale verticale sprong te maken. De verkregen data worden met een speciaal ontworpen software programma verwerkt.

Tijdens het onderzoek worden er 20 sporters met een hamstring blessure en 10 sporters zonder getest. Alle sporters moeten minimaal 3 keer per week sporten en tussen de 18 en 40 jaar zijn. Ook moeten ze een BMI van minder dan 25 hebben en mogen ze nooit geopereerd zijn aan één van hun benen. De sporters met een hamstring blessure mogen aan het onderzoek deelnemen als ze dankzij de hamstring blessure niet volledig meer mee kunnen doen aan een training of een wedstrijd. Maar

ook zij moeten voor de hamstring blessure minimaal 3 keer per week gesport hebben. Doordat dit een pilot study is, is er geen sample size calculation gemaakt. De verkregen data worden aan een t-test onderworpen, er wordt geen interim analyse van de data gemaakt.

4. Voorlopige literatuurlijst

Mijn gehele scriptie zal geschreven worden in Vancouver style, qua bronvermelding. Dit omdat deze style, naar mijn mening, het prettigste leest en het meest overzichtelijk is. Verder heb ik op dit moment al verscheidene artikelen en een dictaat gedeeltelijk gelezen [1, 2, 3, 4, 5].

5. Planning

maandag 5 maart beginnen (week 1)
woensdag 13 juni scriptie inleveren (week 15)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
literatuur lezen															
eigen maken apparatuur															
testen															
verwerking signalen															
deelvragen beantwoorden															
scriptie schrijven															
presentatie maken															

6. Persoonlijke leerdoelen afstudeerfase (minimaal 3)

Tijdens mijn afstuderen wil ik specifiek aan de volgende 3 competenties werken: “bewegingsanalyse”, “communicatie” en “initiatief & aanpassingsvermogen”. Bij de bewegingsanalyse gaat het om het bewegingsregistratie gedeelte, want ik hoef geen model te maken. Er wordt op dit moment over nagedacht om behalve EMG en de forceplate ook videocamera’s, aan beide laterale zijdes, te gebruiken. Tijdens mijn afstuderen zal ik ook veel leren van het gebruiken en verwerken van de EMG signalen en de forceplate. Qua communicatie doel ik vooral op het schrijven van een leesbaar onderzoeksrapport dat ik op een gestructureerde manier schrijf zodat andere er na mijn afstudeerproject verder mee kunnen. Dit zodat ik een ruime voldoende behaal voor het schrijven van mijn scriptie. Er is gevraagd, indien alles tijdens het onderzoek goed gaat en de resultaten het waard zijn, om het te publiceren in het Engels. Aangezien ik geen idee heb hoe zoiets in zijn werk gaat kwam er bij mij meteen een behoorlijke prestatiedrang omhoog. Ook lijkt het mij erg interessant om te zien hoe zoiets in zijn werk gaat.

[1] Beek PJ, van Ingen Schenau GJ. Bewegingscoördinatie: sturing van complexe bewegingen. 1996(1).

[2] Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). Am J Sports Med 2011 Jun;39(6):1226-1232.

[3] Faber H. Waarom hebben wij meer dan één hamstring. Versus 2002 Feb;20(5):235-267.

[4] Faber H. Efficiënte besturing van vrijheidsgraden. Versus 1996 Feb;14(5):235-248.

[5] Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A, et al. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. Br J Sports Med 2004 Feb;38(1):36-41.

Appendix D

Volgens de handleiding afstudeerfase 2014-2015 (pagina 20) moeten de persoonlijke leerdoelen en evaluatie hiervan als bijlage in het afstudeerwerk te worden opgenomen. Deze persoonlijke leerdoelen zijn onderdeel van het projectplan in Appendix C. Hieronder volgt de evaluatie met een kleine uitleg van mijn persoonlijke leerdoelen. De cijfers zijn van 0 tot en met 10 punten.

Competentie

Bewegingsanalyse (B1)

De beschrijving van de competentie "*Bewegingsanalyse (B1)*" is als volgt:

De bewegingstechnoloog kan analyses uitvoeren (die van invloed zijn op ontwerp, realisatie en gedrag van een product, op een mogelijk advies en/of op een mogelijk onderzoek)

- Bewegingsregistratie: De bewegingstechnoloog kan met behulp van bewegingsregistratie technieken verschillende parameters op het terrein van bewegingen vastleggen, kwantificeren en analyseren;
- Modelanalyse: De bewegingstechnoloog kan met behulp van theoretische, biomechanische, fysische en of andere modellen bewegingen analyseren.

Over het bewerken van een EMG signaal kan ik nog het één en ander leren. Bij het Sophia Revalidatie wordt een softwarepakket gebruikt die deze signalen automatisch bewerkt. Zelf heb ik, op eigen initiatief, contact gezocht met de ontwikkelaar en verkoper van dit pakket om meer te weten over bepaalde filterwaarden die zij vast hebben gezet in de software. Met behulp van Matlab heb ik de EMG signalen tegelijk met de reactiekracht van de krachtplaat in 1 figuur geplot. Hierdoor kon ik het EMG signaal beter kwantificeren en analyseren. Voor deze competentie geef ik mijzelf een 8.

Communicatie (A6)

De beschrijving van de competentie "*Communicatie (A6)*" is als volgt:

- De bewegingstechnoloog kan zich goed mondeling en schriftelijk uitdrukken;
- De bewegingstechnoloog kan een heldere rapportage (onderzoeksrapport, adviesprotocol, literatuurstudie e.d.) opstellen;
- De bewegingstechnoloog kan een literatuurstudie uitvoeren over een onderwerp dat verband houdt met het vakgebied. Tevens kan hij de belangrijkste conclusies uit dit onderzoek op een leesbare en gestructureerde manier op papier zetten.

Naar mijn mening heb ik, na uitleg van mijn begeleiders, een logisch en overzichtelijk afstudeerverslag geschreven. Aan het begin van dit afstudeerverslag stond een literatuurstudie. Dit om het probleem te analyseren en de vraagstelling te beantwoorden. Mondeling weet ik ook precies wat ik wil zeggen en hoe ik dit het beste over kan brengen. Mocht het na uitleg niet duidelijk zijn, probeer ik het op een andere manier uit te leggen. Al met al geef ik mezelf voor deze competentie een 7.

Initiatief & aanpassingsvermogen (P10)

De beschrijving van de competentie "*Initiatief & aanpassingsvermogen (P10)*" is als volgt:

De bewegingstechnoloog toont initiatief, kan zich snel aanpassen aan veranderende werkomgevingen, en kan op basis van doorzettingsvermogen prestatiegericht werken.

Op eigen initiatief ben ik opzoek gegaan naar proefpersonen met een hamstringblessure, dit omdat er naar mijn mening nog te weinig waren. Doordat dit afstudeerverslag is gedaan in samenwerking met de vakgroep orthopedie van het Reinier de Graaf Gasthuis en Sophia Revalidatie moest ik me aanpassen aan de werkomgeving waar zij al in werkte. Deze aanpassing was snel gedaan, ik voelde me ook erg welkom bij beide instellingen. Zonder doorzettingsvermogen had er nooit zo een afstudeerverslag gelegen. Zelf geef ik een 7,5 voor deze competentie.